Studien zum Physik- und Chemielernen

M. Hopf und M. Ropohl [Hrsg.]

362

Simon Kaulhausen

Strukturelle Ursachen für Klausurmisserfolg in Allgemeiner Chemie an der Universität

λογος

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Martin Hopf und Mathias Ropohl

Diese Reihe im Logos Verlag Berlin lädt Forscherinnen und Forscher ein, ihre neuen wissenschaftlichen Studien zum Physik- und Chemielernen im Kontext einer Vielzahl von bereits erschienenen Arbeiten zu quantitativen und qualitativen empirischen Untersuchungen sowie evaluativ begleiteten Konzeptionsentwicklungen zu veröffentlichen. Die in den bisherigen Studien erfassten Themen und Inhalte spiegeln das breite Spektrum der Einflussfaktoren wider, die in den Lehr- und Lernprozessen in Schule und Hochschule wirksam sind.
Die Herausgeber hoffen, mit der Förderung von Publikationen, die sich mit dem Physik- und Chemielernen befassen, einen Beitrag zur weiteren Stabilisierung der physik- und chemiedidaktischen Forschung und zur Verbesserung eines an den Ergebnissen fachdidaktischer Forschung orientierten Unterrichts in den beiden Fächern zu leisten.

Martin Hopf und Mathias Ropohl

Studien zum Physik- und Chemielernen

Band 362

Simon Kaulhausen

Strukturelle Ursachen für Klausurmisserfolg in Allgemeiner Chemie an der Universität

Logos Verlag Berlin

Studien zum Physik- und Chemielernen
Martin Hopf und Mathias Ropohl [Hrsg.]

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Dieses Werk ist lizenziert unter einer CC BY-NC-ND Lizenz (Creative Commons Namensnennung – nicht kommerziell – keine Bearbeitung 3.0 Deutschland).

© Copyright Logos Verlag Berlin GmbH 2023

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 978-3-8325-5699-0
ISSN 1614-8967
DOI 10.30819/5699

Logos Verlag Berlin GmbH
Georg-Knorr-Str. 4, Geb. 10
D-12681 Berlin
Tel.: +49 (0)30 / 42 85 10 90
Fax: +49 (0)30 / 42 85 10 92
https://www.logos-verlag.de

Strukturelle Ursachen für Klausurmisserfolg in Allgemeiner Chemie an der Universität

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Naturwissenschaften

- Dr. rer. nat. -

vorgelegt von

Simon Kaulhausen

geboren in Duisburg

Didaktik der Chemie

Fakultät für Chemie

Universität Duisburg-Essen

2023

Die vorliegende Arbeit wurde im Zeitraum von Mai 2019 bis Oktober 2022 im Arbeitskreis von Prof. Dr. Maik Walpuski in der Didaktik der Chemie in der Fakultät für Chemie an der Universität Duisburg-Essen erstellt.

1. Gutachten:	Prof. Dr. Maik Walpuski
2. Gutachten:	Prof. Dr. Mathias Ropohl
Vorsitz:	Prof. Dr. Sebastian Schlücker

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1
2 Faktoren für Studienerfolg und Studienabbruch 3
2.1 Individuelle Faktoren für Prüfungsmisserfolg 5
2.1.1 Vorwissen 5
2.1.2 Abiturdurchschnittsnote 5
2.1.3 Kurswahl in der Oberstufe 6
2.1.4 Motivation 7
2.2 Indizien für strukturelle Faktoren für Prüfungsmisserfolg 11
3 Constructive Alignment 15
3.1 Aufbau des Constructive Alignments 16
3.2 Vorteile des Constructive Alignments 16
4 Kompetenzorientierung, Kompetenzbegriff und Lernziele 19
4.1 Kompetenzbegriff 19
4.2 Lernziele 20
5 Lehr- und Lernveranstaltungen 25
5.1 Lehrende 26
5.2 Lernende 27
6 Prüfungen 29
6.1 Funktionen von Prüfungen 29
6.2 Kompetenzorientiertes Prüfen 30
6.3 Prüfungsformate 32
7 Ziele und Forschungsfragen der Arbeit 37
8 Methoden der Studie 39
8.1 Studiendesign 39
8.2 Lernziele der Allgemeinen Chemie 40
8.3 Fachwissenstest 43
8.4 Testinstrumente zu individuellen Faktoren 43

8.4.1 Vorwissen 44
8.4.2 Abiturnote und Kurswahl in der Schule 44
8.4.3 Motivation 44
8.5 Stichprobe 45
8.6 Statistische Verfahren zur Auswertung 47
8.6.1 Beurteilerübereinstimmung mittels Cohen's κ 47
8.6.2 IRT-Modelle zur Leistungsmessung 49
8.6.3 Analyse von Zusammenhängen 53
9 Ergebnisse 57
9.1 Pilotstudie 57
9.2 Hauptstudie 60
9.2.1 Qualität der Testinstrumente 60
9.2.2 Lernzielübereinstimmung zwischen Dozierenden und Studierenden 65
9.2.3 Abgefragte Lernziele und Kompetenzorientierung der Prüfungen 78
9.2.4 Prädiktoren des Klausurerfolgs 85
10 Zusammenfassende Diskussion 95
11 Limitationen der Studie 105
12 Implikationen und Ausblick 107
13 Verzeichnisse 109
13.1 Literaturverzeichnis 109
13.2 Tabellenverzeichnis 120
13.3 Abbildungsverzeichnis 122
14 Anhang 123
I Lernziele der Allgemeinen Chemie 123
II Fachwissenstest zur Allgemeinen Chemie 131
III Lebenslauf 145
IV Veröffentlichungen und Vorträge 146
V Danksagung 148

1 Einleitung

In Modulen zur Allgemeinen Chemie an Universitäten lassen sich seit Jahren hohe Misserfolgsquoten in den Prüfungen am Anfang des Studiums beobachten. So fallen in Allgemeiner Chemie für das Lehramt meist über 50 %, häufig auch deutlich mehr, durch die erste Klausur (Averbeck, 2021). Ähnliche Beobachtungen lassen sich auch international tätigen. Hier werden Misserfolgsquoten von über 30 % berichtet (Freeman et al., 2011). Die Beobachtungen sind dahingehend problematisch, dass unzureichende Prüfungsleistungen mitursächlich für Misserfolg im Studium und den damit verbundenen Studienabbruch sind (Heublein et al., 2010). Auf der Suche nach Ursachen für die hohen Misserfolgsquoten wird häufig von individuellen Faktoren berichtet. Hier werden beispielsweise das Vorwissen zu Beginn des Studiums und die Studienmotivation genannt (Averbeck, 2021). Diese Arbeit soll neben den individuellen Faktoren für Prüfungsmisserfolg auch strukturelle Faktoren aufklären, die ebenfalls ursächlich für das schlechte Abschneiden in Prüfungen sein können. Hierzu wird ausgehend von den Forschungsergebnissen von Elert (2019) die Passung von Lernzielen, Lehrveranstaltung und Prüfung im Sinne des Constructive Alignments (Biggs, 2014) in Modulen mit Allgemeiner Chemie untersucht. Elert (2019) hatte bereits für Laborpraktika in Allgemeiner Chemie herausgefunden, dass sich die intendierten Lernziele von Dozierenden und die am Ende als wichtig wahrgenommenen Lernziele der Studierenden deutlich unterschieden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll konkret untersucht werden, ob im Sinne des Constructive Alignments Lernziele, die Dozierende für ihre Vorlesung als wichtig bewerten, auch von Studierenden, die die Vorlesung besucht haben, als wichtig wahrgenommen werden. Im zweiten Schritt wird die Prüfung genauer betrachtet und auf ihre Kompetenzorientierung hin überprüft. Im dritten Schritt wird herausgestellt, welchen Einfluss die übereinstimmende Lernzielbewertung zwischen Dozierenden und Studierenden auf den Prüfungserfolg hat.

Für die Datenerhebung wurden Studierende der Universität Duisburg-Essen aus drei verschiedenen Studiengängen, die sich alle inhaltlich mit Allgemeiner Chemie und angrenzenden chemischen Disziplinen beschäftigen, herangezogen. Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede sich hinsichtlich der Forschungsfragen in den drei Substichproben ergeben, wird im Rahmen dieser Forschungsarbeit geklärt. Inwieweit sich die Ergebnisse in den Kontext der Hochschullehre einbauen lassen, wird am Ende der Arbeit diskutiert.

2 Faktoren für Studienerfolg und Studienabbruch

Studienerfolg ist schon lange Gegenstand von Forschung und von vielen Faktoren abhängig. So führt ausbleibender Studienerfolg häufig zu Studienabbruch und für Studienerfolg sind unter anderem gute Studienleistungen verantwortlich (Averbeck, 2021). Nach Heublein und Wolter (2011), versteht man unter *Studienabbruch* das Verlassen eines Studiums ohne Abschluss. *Studienerfolg* hingegen beschreibt das erfolgreiche Abschließen eines Studiengangs.

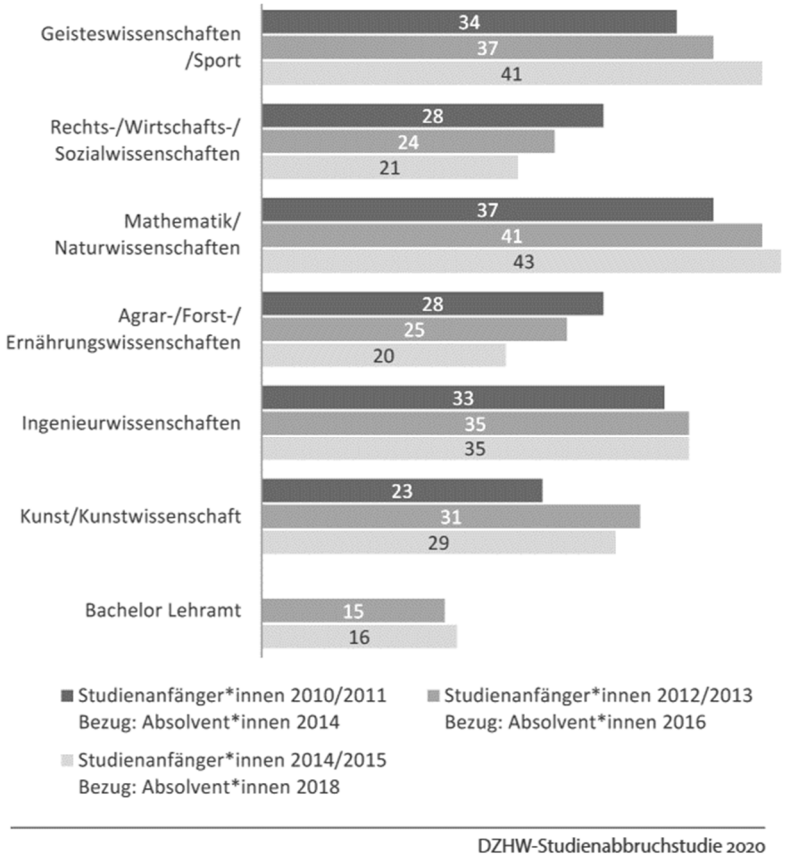


Abbildung 1: Studienabbruchquoten nach Studiengängen (Heublein et al., 2020)

Abbildung 1 zeigt, dass die Studienabbruchquoten in den Naturwissenschaften besonders hoch sind und in den letzten Jahren weiter zugenommen haben. Diese Entwicklung konnte auch die Umstellung der Studiengänge auf das Bachelor-/ Mastersystem nicht verhindern (Albrecht & Nordmeier, 2013). Ausgehend von dieser Beobachtung stellt sich die Frage, welche Motive Studienabbruch begünstigen. Heublein et al. (2010) haben mittels Faktorenanalyse Motive herausgearbeitet, die ursächlich für Studienabbruch sind (Abbildung 2).

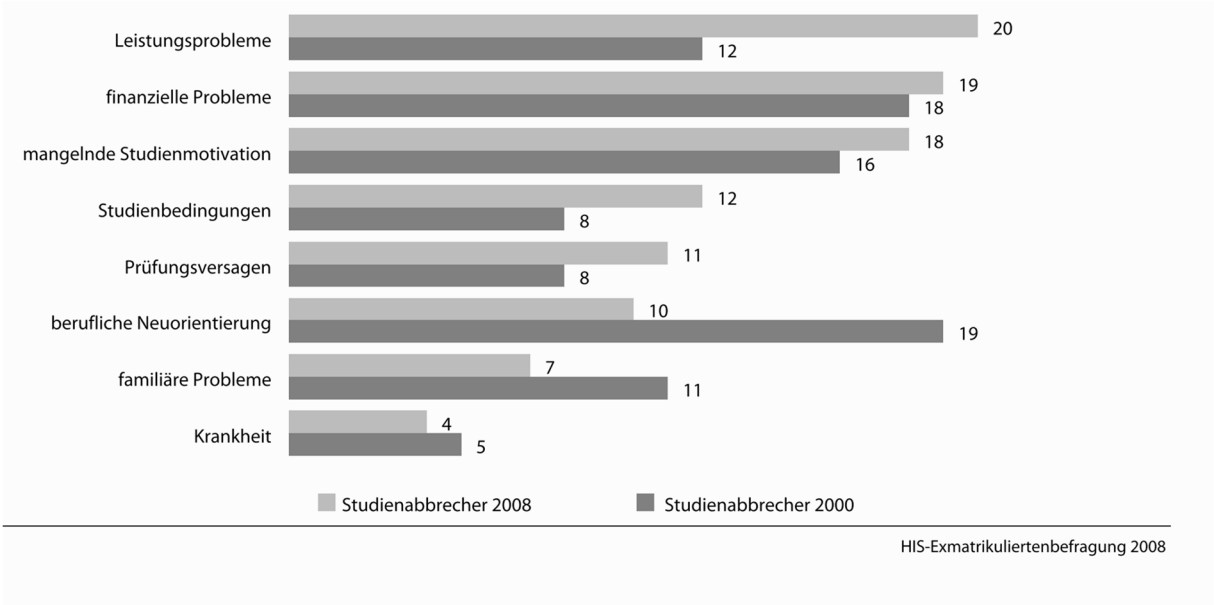


Abbildung 2: Motive für Studienabbruch (Heublein et al., 2010)

Es zeigt sich, dass Leistungsprobleme die häufigste Ursache für Studienabbruch darstellen. Hierunter fallen Probleme mit der Quantität des Studien- und Prüfungsstoffs, den zu hohen Studienanforderungen und dem Leistungsdruck, der im Studium herrscht. Ebenfalls relevant ist das Motiv des Prüfungsversagens in Abschlussprüfungen oder Zwischenprüfungen. Beide Motive sind im zeitlichen Verlauf relevanter geworden. Anders sieht das bei Motiven wie beispielsweise der beruflichen Neuorientierung aus.

Auch in neueren Studien zum Studienabbruch bleiben Leistungsprobleme und insbesondere Prüfungsversagen die Hauptursache (Heublein et al., 2017). Ein Mangel an individuellen kognitiven wie auch affektiv-emotionalen Faktoren zeigten in der Studie von Averbeck (2021) eine hohe Vorhersagekraft für Leistungsprobleme.

Hinzu kommen die Studienbedingungen als Abbruchmotiv. Hier zeigen sich Probleme mit einer mangelhaften Didaktik in Lehrveranstaltungen und einer ungenügenden Betreuung durch die Dozierenden (Heublein et al., 2017; Schwedler, 2017).

Um hingegen Studienerfolg messbar zu machen, muss dieser operationalisiert werden. So lässt sich Studienerfolg beispielsweise quantitativ durch Prüfungserfolg (Klausurpunktzahl) oder qualitativ durch Befragungen der Studierenden operationalisieren (Freyer et al., 2014; Hillebrecht, 2019).

2.1 Individuelle Faktoren für Prüfungsmisserfolg

Aus den genannten Studien von Heublein et al. (2010) und Heublein et al. (2017) geht hervor, dass es neben finanziellen Problemen und Problemen mit den Studienbedingungen häufig kognitive und affektive Faktoren sind, die den Studierenden zu Anfang ihres Studiums Probleme bereiten. Dabei können beispielsweise das Vorwissen, die Abiturdurchschnittsnote, die Kurswahl in der Oberstufe und die Motivation der Studierenden darüber entscheiden, ob sich Studienerfolg einstellt (Averbeck, 2021; Freyer, 2013; Hülsmann, 2015).

2.1.1 Vorwissen

Vorwissen beschreibt den Wissensstand, den Studierende mitbringen, bevor sie sich beispielsweise einem neuen Modul an der Universität widmen (Dochy et al., 2002). Es zeigte sich bereits in mehreren Studien, dass Vorwissen dazu geeignet ist, Prüfungserfolg in Form von Klausurnoten vorherzusagen. Dies erstaunt nicht, da an Vorwissen im konstruktivistischen Sinne neues Wissen angeknüpft wird. (Averbeck, 2021; Dochy et al., 2002; Formazin et al., 2011; Freyer, 2013). In der Studie von Freyer (2013) klärte Vorwissen über 11 % der Varianz bei der Vorhersage der Klausurpunktzahl auf. Averbeck (2021) konnte zeigen, dass das Vorwissen stark von der Kurswahl in der Oberstufe abhängt und das alle Studierenden einen ähnlichen Fachwissenszuwachs im Laufe des Semesters haben. Somit entscheidet unter anderem das Vorwissen als Startvoraussetzung in das Studium über den Erfolg. Vorwissen kann beispielsweise mittels Fachwissenstests quantitativ oder qualitativ durch Interviews ermittelt werden (Freyer, 2013).

2.1.2 Abiturdurchschnittsnote

Ein Prädiktor, der sehr gut geeignet ist Studienerfolg in Form von Klausurpunkten vorherzusagen, ist die Abiturnote (Averbeck, 2021; Freyer, 2013; Hell et al., 2008). Sie lässt sich leicht in Studien erheben, da sie bereits für die Immatrikulation an Universitäten benötigt wird.

Zur Abiturdurchschnittsnote konnte im Rahmen einer Metaanalyse herausgefunden werden, dass diese eine prognostische Validität von $\rho = .52$ aufweist (Hell et al., 2008).

In den Naturwissenschaften liegt die prognostische Validität mit ρ = .58 höher (Trapmann et al., 2007). Die prädiktive Kraft der Abiturnote hat darüber hinaus im analysierten Zeitraum der Metaanalyse zugenommen (Hell et al., 2008).

Bei der Abiturnote handelt es sich um eine Aggregation verschiedener Kompetenzen. Es werden kognitive, affektive und motivationale Merkmale in der Abiturnote vereint. Die hohe Validität der Abiturnote zur Vorhersage des Studienerfolgs begründen Freyer (2013) sowie Trapmann et al. (2007) mit der Vielschichtigkeit dieses Prädiktionsmaßes und der Tatsache, dass für das Erlangen von guten Studiennoten und guten Schulnoten ähnliche Anforderungen gelten. So werden hier kognitive Leistungsfähigkeit, Lernbereitschaft, Leistungsmotivation, Kompetenzübertragung, Fleiß und sprachliche Ausdrucksfähigkeit genannt (Freyer, 2013; Trapmann et al., 2007). Grenzen ihrer prädiktiven Kraft erhält die Abiturnote bei zunehmender Fachlichkeit. So eignete sie sich zur Vorhersage des Erfolg nicht so gut, wenn die Studienfächer spezifische Anforderungen aufweisen, wie beispielsweise Zahnmedizin oder Jura (Hell et al., 2008).

2.1.3 Kurswahl in der Oberstufe

Das Merkmal, ob in der Oberstufe der zum Studienfach passende Leistungskurs belegt wurde, kann zur Vorhersage von Studienerfolg genutzt werden. Hierzu konnten bereits einige Studien Zusammenhänge feststellen (Averbeck, 2021; Blömeke, 2009; Fries, 2002). Es konnten beispielsweise signifikant bessere Noten in Abschlussprüfungen festgestellt werden, wenn zuvor der zum Studienfach passende Leistungskurs gewählt wurde (Fries, 2002). Die Frage, warum die Kurswahl in der Oberstufe als Prädiktor herangezogen werden kann, lässt sich neben der Tatsache, dass diese Personen mehr Unterricht im Leistungskurs hatten, mit dem Wissen darüber beantworten, mit welchen Intentionen überhaupt Leistungskurse in der Schule gewählt werden. Hierzu hat Hülsmann (2015) die Kurswahlmotive in der Oberstufe untersucht und ist zu der Erkenntnis gekommen, dass das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept und Berufswünsche im jeweiligen Fach die stärksten Prädiktoren für die Wahlentscheidung darstellen. Hieraus kann geschlussfolgert werden, dass Schülerinnen und Schüler ein erhöhtes Interesse und auch höhere Kompetenzen in den Fächern haben, die sie als Leistungskurse gewählt haben (Averbeck, 2021).

2.1.4 Motivation

Um der Frage nachzugehen, was uns als Lernende antreibt und was Studierende hinsichtlich dieser Antriebskraft unterscheidet, wird im Folgenden der Motivationsbegriff untersucht, dabei lässt sich Motivation allgemein definieren als: „[…] ein psychischer Prozess, der die Initiierung, Steuerung, Aufrechterhaltung und Evaluation zielgerichteten Handelns leistet.“ (Dresel & Lämmle, 2011, S. 81). Es handelt sich also um einen Prozess, der über mehrere Stationen geht, beginnend mit der Intention und endend mit der Bewertung des eigenen Handelns. Hierbei ist wichtig zu wissen, dass Motivation als theoretisches Konstrukt nicht direkt beobachtet werden kann, sondern immer über Anzeichen und Indikatoren erschlossen werden muss (Grassinger et al., 2019; Rheinberg & Vollmeyer, 2019). Ein Modell, welches diese Phasen und damit den ganzen Prozess der Motivation übersichtlich zeigt, ist das Rubikon-Modell (Achtziger & Gollwitzer, 2018). Es unterscheidet zwischen motivationalen und volitionalen Prozessen im Handlungsablauf. Die volitionalen Prozesse beschreiben dabei die Umsetzung der Motive, also Prozesse der Zielrealisierung (Achtziger & Gollwitzer, 2018; Grassinger et al., 2019; Heckhausen & Heckhausen, 2018).

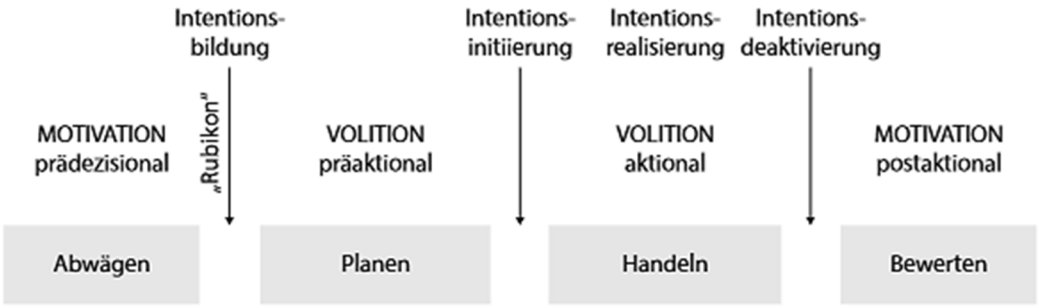


Abbildung 3: Rubikon-Modell (Achtziger & Gollwitzer, 2018)

Im Rubikon-Modell folgen vier Handlungsphasen aufeinander (vgl. Abbildung 3). So beginnt eine motivationale Handlung mit der Phase des Abwägens. Hier wird sich klar gemacht, welche Anliegen und Wünsche bestehen und welche davon umsetzbar sind. Diese Phase wird als prädezisional bezeichnet, da hier zunächst alle Wünsche und Anliegen vorliegen, unabhängig von der Möglichkeit der Realisierung und diese damit auch unabhängig von der Entscheidung für eine Auswahl dieser Motive sind. Diese Phase endet mit der Abwägung der Realisierbarkeit und der Entscheidung für eine Auswahl. Dies wird als Intentionsbildung bezeichnet und beschreibt das Überschreiten

des Rubikons. Es entsteht ein Gefühl der Verpflichtung, die zum Ziel gesetzten Motive umzusetzen (Achtziger & Gollwitzer, 2018).

Die präaktionale Planungsphase dient der Planung des eigentlichen Handelns. Diese Phase ist als volitionale Phase gekennzeichnet, da es hier um die Realisierung und nicht mehr lediglich um die Wahl der Wünsche und Anliegen geht. Diese Phase endet mit der Intentionsinitiierung, also mit der direkten Umsetzung der zielfördernden Handlung. Ihr folgt die Phase des Handelns oder auch die Intentionsrealisierung. Hier kommt es darauf an, die verschiedenen Intentionen in direkte Handlungen umzusetzen (Achtziger & Gollwitzer, 2018; Heckhausen & Heckhausen, 2018).

Die eigentliche Handlungsphase endet mit der Intentionsdeaktivierung und dem Übergang in die Phase des postaktionalen Bewertens. Hier wird entschieden, ob die Handlung als Erfolg oder Misserfolg gewertet werden kann. Hieraus ergibt sich das Handeln in zukünftigen Situationen (Achtziger & Gollwitzer, 2018; Heckhausen & Heckhausen, 2018).

Im Rahmen des Abwägens, wie es im Rubikon-Modell in der ersten Phase erkennbar ist, kann zwischen extrinsischer und intrinsischer Motivation unterschieden werden. Es wird von intrinsischer Motivation gesprochen, wenn der Grund des motivierten Handelns in der Handlung selbst liegt. Die Handlung wird zum eigenen Spaß oder aus der persönlichen Herausforderung durchgeführt und ist damit unabhängig von äußeren Reizen, wie sozialem Druck oder Belohnungen (Rheinberg & Engeser, 2018; Ryan & Deci, 2000). Eine Theorie, die intrinsische Motivation erklären soll, ist die Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (1993). Es wird davon ausgegangen, dass der Ursprung intrinsischer Motivation im angeborenen Verlangen nach Autonomie und Kompetenz liegt. In älteren Quellen wird als drittes die soziale Eingebundenheit genannt. Autonomie bezeichnet in diesem Kontext, dass es für Menschen motivierend ist, wenn sie sich selbst als ursächlich für das eigene Handeln erleben. Sie agieren dabei nicht fremdgesteuert, sondern entscheiden selbst über ihr Handeln. Mit Kompetenz ist gemeint, dass intrinsisch motiviertes Handeln durch das Erleben von Kompetenz gestärkt wird. Durch Kompetenzerleben entstehen Selbstwirksamkeitserfahrungen. Das eigene Handeln wird durch die vorhandene Kompetenz unterstützt. Die soziale Eingebundenheit beschreibt den Wunsch von Menschen in einem sozialen Gefüge dazu gehören zu wollen (Deci & Ryan, 1993).

Im Gegenzug dazu gibt es häufig Faktoren, die motiviertes Handeln extern steuern. Es wird von extrinsischer Motivation gesprochen. Hierbei liegt der Reiz der Handlung in den Effekten, die sich nach erfolgreicher Handlung einstellen. Dies können beispielsweise Belohnungen oder Erwartungen sein (Deci & Ryan, 1993; Rheinberg & Engeser, 2018; Ryan & Deci, 2000).

Extrinsische und intrinsische Motivation spielen auch in Leistungsprozessen, wie beispielsweise in Studiensituationen eine Rolle. Hierbei wird von Leistungsmotivation gesprochen. Diese Art der Motivation beschreibt die Ursache, warum Menschen Leistung zeigen. Im Besonderen soll hier die Frage geklärt werden, welche Determinanten Lernleistung beeinflussen. Generell lässt sich sagen, dass vielfältige motivationale Variablen einen erheblichen Einfluss auf Leistungen, die beispielsweise in Universitäten von Studierenden gefordert werden, haben. Motivation beeinflusst neben Leistungsbereitschaft auch Lernverhalten und Lernerfolg (Stiensmeier-Pelster & Otterpohl, 2018). Wie bereits angedeutet finden sich extrinsisch und intrinsisch motiviertes Handeln in Leistungssituation wieder. So kann die Motivation zu leisten und beispielsweise an Leistungsüberprüfungen teilzunehmen extrinsischer Natur sein. Die Aufgaben, die zu lösen sind, können jedoch auch zu intrinsischer Motivation führen. Die zuvor dargestellten Theorien zur Motivation bilden so die Grundlage für Leistungsmotivation, die im Folgenden genauer dargestellt wird.

Die beiden Determinanten, die in Bezug auf die Motivation zu leisten in universitären Settings besonders relevant sind, sind die (Erfolgs-) Erwartung und die (Aufgaben-) Schwierigkeit. Beide finden sich in einem Modell wieder, welches den Einfluss der Leistungsmotivation auf den Studienerfolg erklären kann. Das sogenannte Erwartungs-Wert-Modell der Leistungsmotivation von Wigfield und Eccles (2000). Dieses Modell bildet einen Rahmen, in den die wichtigsten motivationstheoretischen Variablen eingebettet sind (Stiensmeier-Pelster & Otterpohl, 2018). Es wirft dabei einen detaillierteren Blick auf die Phase des Abwägens und der Intentionsbildung, die im Rubikon-Modell dargestellt wurden.

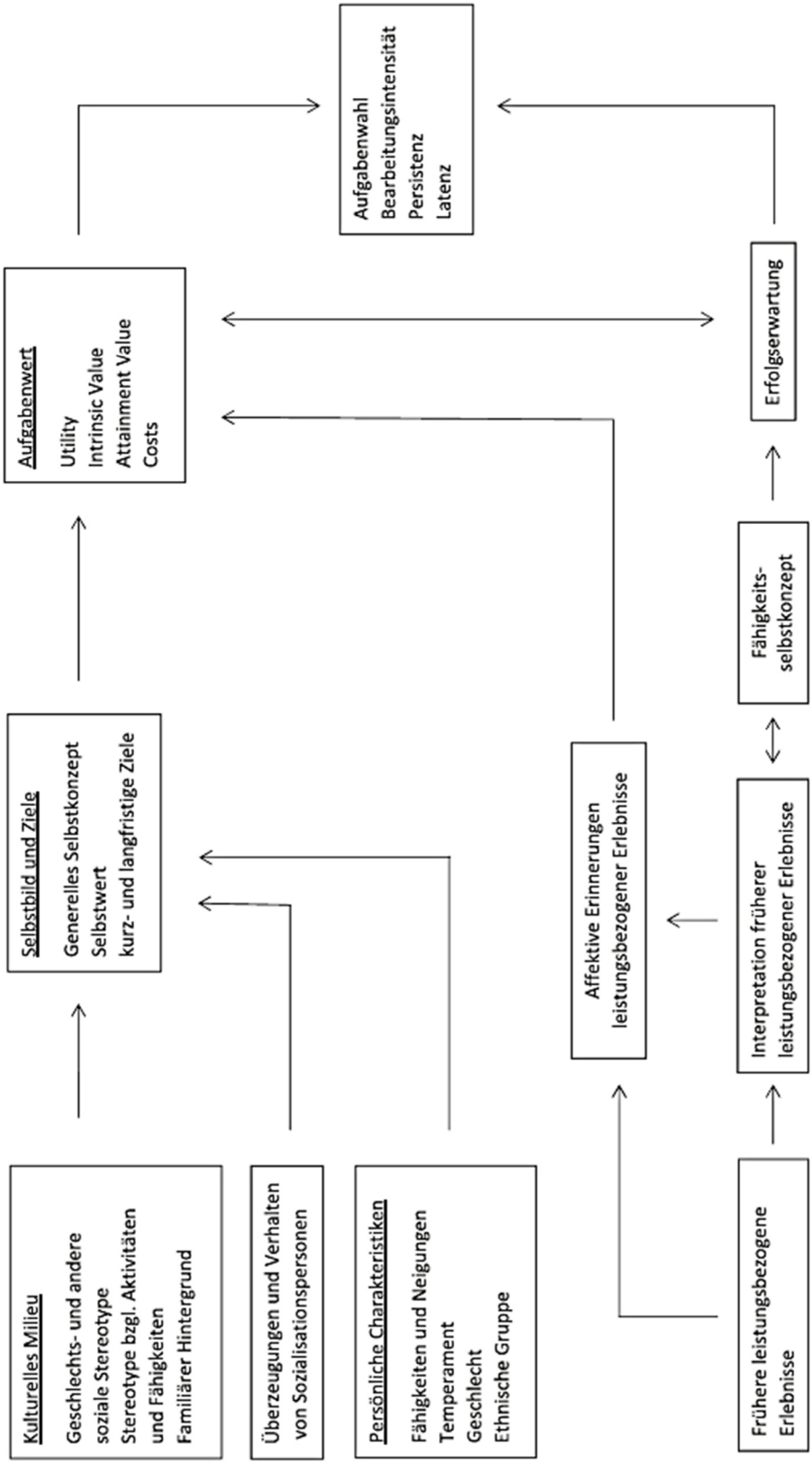


Abbildung 4: Erwartungs-Wert-Modell von Wigfield und Eccles (Stiensmeier-Pelster & Otterpohl, 2018, S. 572)

Das Modell (vgl. Abbildung 4) stellt die Einflussfaktoren der Motivation dar, Leistung zu zeigen. Die Leistung wird dabei operationalisiert durch die Wahl der Aufgabe, die Intensität, mit der die Aufgabe bearbeitet wird, die Persistenz, also die Dauer der Aufgabenbewältigung und die Latenz, also den zeitlichen Verzug bei der Aufgabenbewältigung. Die beiden Faktoren, die über die Intensität der Motivation Leistung zu zeigen entscheiden, sind die Erfolgserwartung und der Aufgabenwert. Die Erfolgserwartung hängt dabei vom Fähigkeitsselbstkonzept und der bereits in der Selbstbestimmungstheorie beschriebenen Kompetenzwahrnehmung ab. Frühere leistungsbezogene Erlebnisse beeinflussen ebenfalls die Erfolgserwartung. Der Aufgabenwert wird individuell definiert durch die Nützlichkeit der Aufgabe, dem individuellen Wert der Aufgabe und den benötigten Kosten, die Aufgabe zu bewältigen. Beeinflusst wird der Aufgabenwert durch individuelle Ziele und das jeweilige Selbstbild der motivierten Person. Das Selbstbild wird wiederum beeinflusst durch das kulturelle und soziale Umfeld sowie durch Persönlichkeitsmerkmale (Stiensmeier-Pelster & Otterpohl, 2018).

2.2 Indizien für strukturelle Faktoren für Prüfungsmisserfolg

Neben individuellen Faktoren finden sich in der Literatur Hinweise auf strukturelle Faktoren. So schreiben Bücker et al. (2015) für bestimmte Studiengänge: „Die Tatsache, dass Intelligenz nur 4 % der Notenvarianz erklärt, zeigt auch, dass Dozierende schlecht ausgefallene Klausuren in der Regel nicht auf einen generellen Intelligenzmangel bei den Studierenden zurückführen können, sondern auch Probleme im Bereich der Veranstaltungs- und Prüfungsgestaltung als Ursachen in Erwägung ziehen sollten.“ (Bücker et al., 2015, S. 123). Diese Vermutung wird gestützt durch die Studie von Stefanica (2013). Hier wurden in Maschinenbaustudiengängen Lernziele in Modulhandbüchern mit den Prüfungsaufgaben verglichen und festgestellt, dass inhaltlich die Aufgaben meist zu den Lernzielen passten. Es tauchten jedoch auch Aufgaben auf, die inhaltlich zu keinem der Lernziele passten, welche in den Modulhandbüchern aufgeführt wurden. Auch gab es Lernziele, die nie in Prüfungsaufgaben abgeprüft wurden. Ebenfalls wurde festgestellt, dass die inhaltliche Verteilung der Themen nicht mit der der Lernziele übereinstimmte. So gab es Themen, die gegenüber anderen Themen deutlich überrepräsentiert waren, obwohl beide als Lernziele die gleiche Präsenz in den Modulhandbüchern hatten. Eine mögliche Ursache für diesen Befund nennt

Schindler (2015), der feststellt, dass vielen Lehrenden die Lehrziele ihrer Veranstaltungen nicht bekannt sind, da sie häufig von anderen Personen, die nicht an der Prüfungserstellung beteiligt sind, formuliert werden. In seiner Arbeit konnte er die Befunde von Stefanica (2013) ebenfalls replizieren. In Befragungen mit Lehrenden wurde herausgefunden, dass diese sich in Prüfungen selten auf zuvor definierte Lernziele beziehen. Das führt zwangsläufig dazu, dass Prüfungsaufgaben von zuvor definierten Lernzielen entkoppelt sind (Schindler, 2015). Durch die Tatsache, dass zuvor definierte Lernziele keine sichere Quelle für die Vorbereitung auf Klausuren darstellen, wurde festgestellt, dass Studierende sich bei der Prüfungsvorbereitung vorranging an Altklausuren und Vorlesungsskripten orientieren, um zu antizipieren, welche Klausuraufgaben drankommen könnten (Schindler, 2015; Schulz et al., 2014; Wildt & Wildt, 2011). Das führt in der Folge dazu, dass es eine Diskrepanz zwischen den gelehrten und den dann tatsächlich gelernten Inhalten gibt (Eilks et al., 2010).

Größere Diskrepanzen wurden auch im Studienfach Chemie nachgewiesen. Elert (2019) untersuchte in seiner Studie, welche Lernziele in einem Laborpraktikum zur Allgemeinen Chemie von Studierenden als wichtig wahrgenommen wurden. Zusätzlich verglich er die Lernzielwahrnehmung der Studierenden mit den gewünschten Lernzielen der Lehrenden bzw. mit den Lernzielen, die in diesem Modul eigentlich erreicht werden sollten. Hierzu nutzte er gewichtete Cohen‘s κ Werte, um die Übereinstimmung zwischen dem Dozenten und den Studierenden zu vergleichen. Für jeden Studierenden wurde so ein Kappa-Wert errechnet. Die Kappa-Werte befanden sich in der Studie von Elert (2019) alle im Bereich zwischen .000 und .490, was einer schlechten bis moderaten Übereinstimmung entspricht (Landis & Koch, 1977). Die schlechten Übereinstimmungen zeigen deutlich, dass den Studierenden des Laborpraktikums nicht klar wird, welche Lernziele das Praktikum beinhaltet. Es kann deutlich eine mangelnde Transparenz ausgemacht werden. In einem zweiten Schritt hat Elert (2019) untersucht, ob das Vorwissen der Studierenden einen Einfluss auf die Lernzielübereinstimmung mit den Dozierenden hat. Hier konnte durch das Vorwissen 9,5 % Varianz der Lernzielübereinstimmung signifikant aufgeklärt werden.

Die dargestellten Indizien für strukturelle Probleme bzgl. der Passung von Lernzielen und Prüfungen zeigen deutlich, dass mit strukturellen Defiziten auch in Modulen der Allgemeinen Chemie zu rechnen ist. Im folgenden Kapitel wird ein Modell vorgestellt, welches den Aufbau und die Vernetzung eines Moduls im Sinne einer guten Passung

von Lernzielen, Lehre und Prüfungen darstellt. Es kann als idealer Zustand eines Moduls betrachtet werden und sichert so ein an Kompetenzen orientiertes Modul.

3 Constructive Alignment

Bevor die Begrifflichkeiten wie Lernziel oder Kompetenz genauer definiert werden, geht es zunächst um ein Modell, welches die Vernetzung von Lernzielen, Lehre und Prüfungen im Sinne eines kompetenzorientierten Moduls beschreibt. Es ist das Modell des Constructive Alignments (Biggs, 2003; Wildt & Wildt, 2011). Im Modell wird die Beziehung von Lernzielen, Lehre und Prüfungen dargestellt und beschrieben (vgl. Abbildung 5).

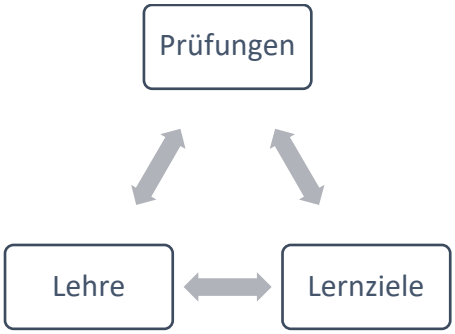


Abbildung 5: Constructive Alignment nach Wildt und Wildt (2011)

Es ist durch die Doppelpfeile erkennbar, dass die drei Bereiche, Lernziele, Lehre und Prüfungen untrennbar miteinander verbunden sind und sich wechselseitig beeinflussen. Ausgangslage für eine Modulkonzeption nach dem Constructive Alignment stellt die Formulierung von Lernzielen dar. Sie bilden das Fundament für die Lehr-Lernprozesse und die darauf aufbauende Prüfung (A. Müller & Schmidt, 2009; Roloff, 2008). Durch Lehr-Lernprozesse und Prüfungen können Erkenntnisse gesammelt werden, die eine Überarbeitung von Lernzielen erforderlich machen. Genauso geben Prüfungen ein Feedback zur Lehrveranstaltung, da sie den Erfolg der jeweiligen Veranstaltung widerspiegeln. Sollten hier Defizite erkennbar werden, kann nachgesteuert werden (Schulz et al., 2014).

3.1 Aufbau des Constructive Alignments

Biggs (2003) stellt in dem Beitrag *Aligning teaching and assessment to curriculum objectives* vier Schritte vor, die zu einem guten Constructive Alignment führen:

1. Gewünschte Lernziele erstellen
2. Auswahl von Lehr-Lernaktivitäten, die zum Erreichen der Lernziele führen
3. Bewertung der Studierenden
4. Erzielen einer Endnote

In dieser Aufzählung wird noch einmal deutlich, dass Lehr-Lernaktivitäten auf zuvor definierte Lernziele abgestimmt werden sollten und Prüfungen die Kompetenzen prüfen sollen, die zuvor vermittelt und in Lernzielen festgehalten wurden (Schaper et al., 2013; Walzik, 2012). Wichtig dabei ist, dass Lernziele vor der eigentlichen Lehrveranstaltung formuliert werden. Nur dadurch ist es möglich, diese Lernziele zur Planung der Lehrveranstaltung zu nutzen (Brendel et al., 2019). Bevor nochmals genauer auf Lernziele, Lehre und Prüfungen eingegangen wird, soll im Folgenden beschrieben werden, welche Vorteile ein Modulaufbau im Sinne des Constructive Alignments bietet.

3.2 Vorteile des Constructive Alignments

Eine Abstimmung von Lernzielen, der zugehörigen Lehre und Prüfungen, die die Kompetenzen prüfen, die vermittelt wurden, bietet viele verschiedene Vorteile. So helfen klar formulierte Lernziele Studierenden bei der Planung ihres Lernens und bei der Vorbereitung auf Prüfungen. Lehrende bekommen durch klar formulierte Lernziele einen Rahmen, an dem sie ihre Lehrveranstaltung ausrichten können. Ihnen wird damit bei der Planung von Lehre und Prüfung geholfen (Brendel et al., 2019). Kennedy (2008) stellt besonders heraus, dass Lernende durch klar formulierte Lernziele wissen, was sie lernen sollen. Somit erhöhen präzise formulierte Lernziele die Transparenz in einem Modul. Ein weiterer wesentlicher Vorteil eines nach dem Constructive Alignment aufgebauten Moduls wird von Schellenberger (2020) aufgeführt. Dort zeigte sich in der Reflexion eines solchen Moduls, dass durch klar formulierte Lernziele eine Verantwortungsteilung zwischen Lehrenden und Studierenden stattgefunden hat. Durch transparente Lernziele konnten die Studierenden überprüfen, ob die Lehre diese be-

handelte. Die Lernziele geben beiden Seiten, Studierenden und Lehrenden, eine Verbindlichkeit, die besonders für Studierende mit einem höheren Autonomieerleben einhergeht (Schellenberger, 2020). Wenn man weiß, was einen erwartet und was man erwarten darf, bekommt man das Gefühl, die Kontrolle zu haben. Mit höherem Autonomieerleben kommt es zu einem weiteren wünschenswerten Effekt (Deci & Ryan, 1993). Die Studienmotivation der Studierenden steigt, was sich wiederum positiv auf die Leistungen im Modul auswirkt (Romeike, 2010; Schellenberger, 2020). Abschließend konnte Schellenberger (2020) feststellen, dass sich durch die erhöhte Transparenz und Verbindlichkeit die Kommunikation zwischen Studierenden und Lehrenden verbesserte. Lehrende nutzten das daraus entstehende Feedback, um sich und die Lehrveranstaltung weiterzuentwickeln. Im Folgenden werden die drei Bereiche des Constructive Alignments genauer betrachtet.

4 Kompetenzorientierung, Kompetenzbegriff und Lernziele

Um die Sinnhaftigkeit von Lernzielen als Kompetenzbeschreibungen zu verstehen, soll es in diesem Kapitel zunächst um die Notwendigkeit einer kompetenzorientierten Ausrichtung von Studiengängen gehen. Im Weiteren wird der Kompetenzbegriff genauer betrachtet und darauf aufbauend beschrieben, wie Lernziele als Kompetenzbeschreibungen zu formulieren sind, damit darauf Lehre und Prüfung im Sinne des Constructive Alignments aufbauen können. Die Notwendigkeit, den Fokus der Hochschullehre auf Kompetenzen zu legen, brachte die Umsetzung der Beschlüsse des Bologna-Prozesses.

Durch den Bologna-Prozess wurde für die Hochschulen das beschlossen, was in Schulen schon länger üblich ist. Der Wechsel von Input- zur Outputorientierung soll die Kompetenzen in den Vordergrund rücken, die Studierende erreichen sollen, wenn sie studieren und damit Abschlüsse erreichen. Zusätzlich wurde ein gestuftes System mit Modulen eingeführt und Prüfungen nach den Modulen sollen die Transparenz im Sinne einer Kompetenzorientierung erhöhen (Hennecke, 2008). Verbessert wird dadurch die Vergleichbarkeit von erreichten Abschlüssen, was die Einführung des Bachelor-/Mastersystems an Universitäten zur Folge hatte. Nach den Beschlüssen von Bologna soll die Lehre an Universitäten vom Lernen her gedacht werden und es sollen keine Lehrziele im Vordergrund stehen (Wildt & Wildt, 2011). Kompetenzorientierung wurde in dieser Umstellung zum zentralen Merkmal, da eine Beschäftigungsfähigkeit, also der Erwerb von arbeitsmarktbezogenen Kompetenzen, durch den Bologna-Prozess gefordert wurde (Frölich-Steffen & den Ouden, 2019). Lernziele oder auch Learning Outcomes sollen das beschreiben, was Studierende nach dem Besuch einer Lehrveranstaltung an Kompetenzen erworben haben (Fleckenstein, 2008). Der mit der Reform aufgetretene Kompetenzbegriff spielt daher in der Formulierung von Lernzielen eine zentrale Rolle.

4.1 Kompetenzbegriff

Im Zuge der bereits beschriebenen Forderungen des Bologna-Prozesses spielt der Kompetenzbegriff eine entscheidende Rolle. Er dient als Basis für das Formulieren

von Lernzielen und damit verbundener Lehre und Prüfungen. Für den Kompetenzbegriff gibt es viele Definitionen. Zwei davon passen im Kontext der Bildungsforschung gut und sollen im Folgenden dargestellt werden.

Der Begriff der Kompetenz wird von Weinert (2001, S. 27) definiert als „die bei Individuen verfügbaren oder von ihnen erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“. Aus dieser Definition geht hervor, dass erst dann von Kompetenz gesprochen werden kann, wenn die Fähigkeiten und Fertigkeiten auf sich ändernde Situationen angewendet werden können. Interessant bei dieser Definition ist die Nennung von motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften. Sie ergänzen die kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten um weitere Faktoren und beschreiben damit Handlungskompetenzen. Mit Blick auf Kompetenzen findet sich noch eine Definition, die sich ausschließlich auf kognitive Leistungsdispositionen bezieht. So beschreiben Klieme und Leutner (2006, S. 879) Kompetenzen als „kontextspezifische kognitive Leistungsdispositionen, die sich funktional auf Situationen und Anforderungen in einer bestimmten Domäne beziehen.“ Sollen Kompetenzen durch Fachwissenstests geprüft werden, beziehen sich solche meist auf diese Art der Kompetenz und lassen die bei Weinert (2001) genannten motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften unberücksichtigt.

4.2 Lernziele

Lernziele bilden das Fundament einer kompetenzorientierten Lehrveranstaltung und eines kompetenzorientierten Prüfungsformats und sind damit essenziell für ein erfolgreiches Studieren im Modul. Dabei gibt es mehrere Begrifflichkeiten, die artverwandt sind, jedoch leicht unterschiedliche Schwerpunkte haben. Wird von Lehrzielen gesprochen, sind Inhalte von Lehrveranstaltungen gemeint, die beschreiben, was die Lehrenden intendieren, inhaltlich zu behandeln. Lernziele hingegen setzen nicht bei den Wünschen der Lehrenden an, sondern beschreiben den möglichen Kompetenzerwerb von Lernenden in Lehrveranstaltungen. In der Literatur werden davon häufig Lernergebnisse abgegrenzt. Sie sind im Gegensatz zu Lernzielen verbindlicher und beschreiben Kompetenzen, die nach Besuch der Lehrveranstaltung vorhanden sind.

Für Lernergebnisse werden Formulierungen genutzt, die in Prüfungen abgeprüft werden können (Fleckenstein, 2008; Frölich-Steffen & den Ouden, 2019; Schermutzki, 2008; Schindler, 2015). Damit im weiteren Verlauf dieser Arbeit bei der Vielzahl von Begrifflichkeiten keine Missverständnisse entstehen, wird ab sofort durchweg von Lernzielen gesprochen. Damit sind in dieser Arbeit messbare Kompetenzbeschreibungen gemeint.

Wenn Lernziele kompetenzorientiert formuliert werden, ergeben sich daraus viele Vorteile, sowohl für Studierende als auch für Lehrende. Lernziele helfen, über den Inhalt und die Kompetenzen eines Moduls zu sprechen und sich mit anderen Lehrenden auszutauschen (McMahon & Thakore, 2006). So können einzelne Veranstaltungen im Modul aufeinander abgestimmt werden und beispielsweise einheitliche Materialien verwendet werden (Simon & Taylor, 2009). Falls Lernziele den Studierenden nicht klar werden, weil Lehrende zwar Lernziele festlegen, diese den Studierenden jedoch nicht richtig vermitteln, verlieren Studierende die Zugkraft und Orientierung in der Lehrveranstaltung (Brendel et al., 2019). Ohne transparente Lernziele werden Studierenden versuchen sich an anderen Dingen zu orientieren, um ein Gefühl für das zu bekommen, was beispielsweise in Prüfungen von ihnen erwartet wird. Sie orientieren sich dann zum Beispiel an Übungsaufgaben, Alt- und Probeklausuren (Roloff, 2008). Neben den vielen Vorteilen, die sich durch das transparente Darstellen von Lernzielen ergeben, gibt es jedoch auch Probleme, die in der Literatur beschrieben werden. So wird beschrieben, dass Lernziele, die zu detailliert beschreiben, was durch eine einzelne Sitzung einer Vorlesung oder eine einzelne Aufgabe erreicht werden soll, dazu führen, dass die Selbstständigkeit von Lehrenden und Studierenden leiden kann (Winter, 2018).

Bei der Formulierung von Lernzielen ist es besonders wichtig, dass sie in Prüfungen auch überprüft werden können. Dabei hilft es Verben zu nutzen, die sich auch in den Prüfungsaufgaben wiederfinden (A. Müller & Schmidt, 2009; Schaper et al., 2013). Generell lassen sich Lernziele in unterschiedliche Reichweiten, Dimensionen und Stufen unterteilen. Als Reichweite ist gemeint, ob Lernziele Richtziele, Grobziele oder Feinziele beschreiben. Es geht hierbei um den Detailgrad der Beschreibung. Wird über Lernziele von Studiengängen gesprochen, sind Richtziele gemeint. Modullernziele sind dementsprechend Grobziele und Feinziele, die beschreiben, welche Kompetenzen

in den einzelnen Einheiten des Moduls erworben werden. Grobziele und Feinziele sollen dabei immer in den Zusammenhang der übergeordneten Lernziele gebracht werden (Brendel et al., 2019). Nur so können Studierende die Relevanz einzelner Lernziele nachvollziehen. Möller (1976) unterscheidet die drei verschiedenen Reichweiten durch die Art, wie die Lernziele formuliert sind. So sind Richtziele abstrakt formuliert, Grobziele eher allgemein und Feinziele präzise und konkret formuliert.

Dimensionen von Lernzielen meinen die Art der Kompetenz, die im Lernziel beschrieben wird. Hier kann sich am Kompetenzmodell des Qualifikationsrahmens für Deutsche Hochschulabschlüsse (HQR) orientiert werden (Kultusministerkonferenz [KMK], 2017). Dort wird zwischen Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Sozialkompetenz und Selbstkompetenz unterschieden. Die Stufen von Lernzielen beziehen sich auf kognitive Prozessdimensionen, wie sie von Anderson und Krathwohl (2001) postuliert wurden. Basierend auf der Bloom‘schen Taxonomie haben Anderson und Krathwohl (2001) sechs verschiedene Stufen beschrieben (vgl. Abbildung 6).

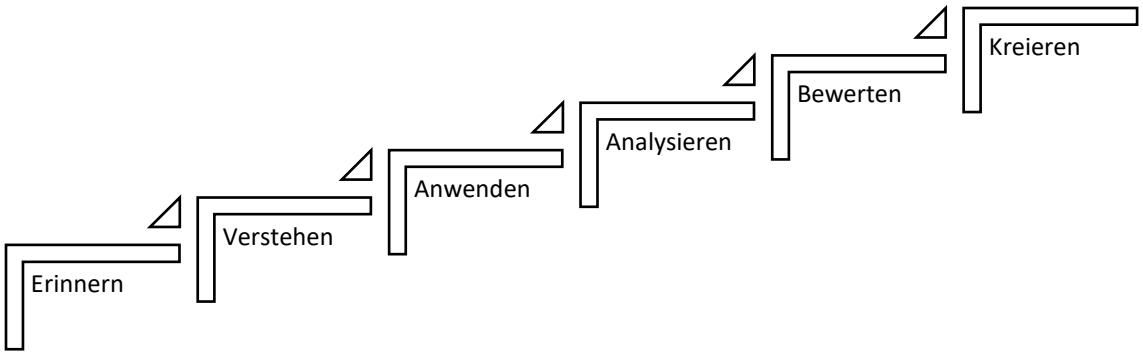


Abbildung 6: Kognitive Prozessdimensionen nach Anderson und Krathwohl (2001)

Streng genommen kann erst ab der Stufe des Anwendens von Kompetenz gesprochen werden (Walzik, 2012). Da jedoch für die Stufe des Anwendens die Stufen Erinnern und Verstehen notwendig sind, können diese auch als kompetenzorientiert bezeichnet werden.

Um konkrete Lernziele zu formulieren, die die Kompetenzen genau beschreiben und am Ende des Moduls abprüfbar sind, gibt Gröblinghoff (2013) eine sieben Schritte umfassende Handlungsempfehlung zur Lernzielformulierung:

1. nur ein Verb je Lernergebnis plus Kontext,
2. keine vagen Begriffe; keine Verben, die Lehrziele beschreiben,
3. ein Satz je Lernergebnis; ausnahmsweise zur Klarstellung auch mehr,
4. Lernergebnisse müssen feststell- und messbar sein,
5. Lernergebnisse müssen beurteilbar sein,
6. die Lernergebnisse müssen in dem zur Verfügung stehenden Zeitrahmen erreichbar sein,
7. Lernergebnisse sollen auf allen Stufen der Bloom‘schen Taxonomie angesiedelt sein und nicht nur auf den untersten Stufen. (Gröblinghoff, 2013, S. 6–7)

Ergänzt werden diese Tipps von Kennedy (2008), der herausstellt, dass sich Lernziele durch Kolleginnen und Kollegen validiert werden sollten. Durch eine Vielzahl von Verblisten ist es möglich, die Kompetenzen operationalisierbar zu machen (Schermutzki, 2008). Sie geben Sicherheit bei der Formulierung und der richtigen Einordnung in die gewünschte kognitive Dimension.

5 Lehr- und Lernveranstaltungen

Der zweite große Bereich des Constructive Alignments stellen Lehr- und Lernveranstaltungen dar. Sie sind die Brücke zwischen den Lernzielen und den tatsächlichen Lernergebnissen. Brendel et al. (2019) beschreiben zusätzlich zum Constructive Alignment weitere Bezugspunkte von Lehre. Sie führen die Studierenden, das Lernen, die zu erwerbenden Kompetenzen und das Prüfen auf. Lehre an Hochschulen kann als absichtsvolles und zielgerichtetes Handeln in konkreten Situationen vor dem Hintergrund eines institutionellen Rahmens verstanden werden (Ertel & Wehr, 2007). Allgemein hat die Hochschullehre die Aufgabe, mehr als nur eine Berufsfertigkeit herzustellen. So ist laut Bologna-Prozess das Ziel der Hochschullehre, dass Studierende grundsätzliche Beschäftigungsfähigkeiten (Employability) erwerben (Brändle, 2010). Diese Beschäftigungsfähigkeit drückt sich durch Lernfähigkeiten in bestimmten Wissensbereichen aus (Reis & Ruschin, 2008). Ursächlich für diese neue Aufgabe ist die Tatsache, dass die meisten Absolventinnen und Absolventen nach dem Studium in die Wirtschaft wechseln und somit die Nachfrageseite stärker in den Blick genommen werden muss (Vogel & Wanken, 2015).

Eine weitere Folge, die sich aus der gewünschten Kompetenzorientierung des Bologna-Prozesses ergibt, ist der sogenannte *shift from teaching to learning* (Fendler & Glaeser-Zikuda, 2013; Szczyrba, 2006; Wildt, 2005). Hierbei soll der Fokus der Lehre auf das Lernen der Studierenden gelegt werden. Dieses Umdenken deckt sich mit den zwei Arten von Lehre, die Winteler (2008) beschreibt. So ist mit der *dozentenorientierten Informationsvermittlung* die Art von Lehre gemeint, die auf Lehrzielen basiert und die als reine Übermittlung von Wissen betrachtet wird. Die Studierenden spielen hierbei eine passive Rolle. In der *studentenzentrierten Erleichterung des Lernens* wird Lehre von den Kompetenzen der Studierenden heraus gedacht und geplant. Hierbei spielen die bereits beschriebenen Lernziele und -ergebnisse eine wichtige Rolle (Winteler, 2008). Winteler (2008) führt in seiner Beschreibung guter Lehrveranstaltungen vier Kriterien an, die grundlegend sind. So soll die Lehre hohe Lernanforderungen stellen, die über grundlegende Informationen hinausgehen, aktives Lernen fördern, für eine strukturierte Abfolge der Lernaktivitäten sorgen und ein faires System zur Leistungsbeurteilung bieten.

Häufig werden an Universitäten Lehrveranstaltungen als Vorlesungen abgehalten. Das Format der Vorlesung ist eines der ältesten Lehrformate an Universitäten und hatte

damals den Sinn, dass die Wissenselemente meist nur in einem Buch standen, welches den Studierenden nicht zur Verfügung stand. Eine Vervielfältigung von Büchern war nur sehr mühsam möglich und mit hohen Kosten verbunden. Durch die Vorlesung wurde der Inhalt der Bücher einer breiten Studierendenschaft bekannt gemacht (Eilks et al., 2010).

Das Lernen beispielsweise in Vorlesungen stellt ein Zusammenspiel zwischen den Lernenden und den Lehrenden dar. Im Folgenden sollen diese beiden Parteien genauer betrachtet werden.

5.1 Lehrende

Die Aufgaben, die an Lehrende gestellt werden, sind durch den Bologna-Prozess nicht leichter geworden, sondern anspruchsvoller und komplexer (Schaper et al., 2013). Die Hauptaufgabe, die Lehrende erfüllen sollen, ist die Erstellung und Umsetzung von Lerngelegenheiten, die wirkungsvoll und auf Studierende angepasst sein sollten (Schaper et al., 2013). Leider konnte immer wieder beobachtet werden, dass Lehrende Probleme bei der Umsetzung einer auf Kompetenzen aufbauenden Lehre haben (Eilks et al., 2010). Ursächlich dafür ist, dass Hochschullehrende vor allem wegen guter Forschung an Universitäten eingestellt werden. Wie gut ihre Lehrkompetenz ist, spielt eine untergeordnete Rolle. Möglichkeiten der Fortbildung für Hochschullehrende zum Thema Lehre werden häufig nicht wahrgenommen (Eilks et al., 2010). Winteler (2008) ergänzt, dass es an Hochschulen meist keine systematische und professionelle Aus- und Weiterbildung für Hochschullehrende gibt, die sich mit den Themenbereichen Lehren und Lernen beschäftigen. Im Widerspruch dazu steht jedoch, dass sich Hochschullehrende selbst als gute Didaktiker bezeichnen (Lange, 2009). In diesem Spannungsfeld soll nun aufgeführt werden, welche Eigenschaften gute Lehrende mitbringen sollten.

Die Rolle von Lehrenden ist heute komplexer als damals. So sollen diese deutlicher als Bereitsteller und Arrangeure von Lerngelegenheiten auftreten und dabei den Lernenden als Berater und Begleiter im Lernprozess zur Seite stehen (Reinmann & Mandl, 2006). Da in einer kompetenzorientierten Lehre Prüfungen an Wichtigkeit gewinnen, ist auch die Rolle als Prüfende und Bewertende zunehmend wichtiger (Ertel & Wehr, 2007). Zusätzlich bringen gute Lehrende Freude und Enthusiasmus für ihr Fach mit

und können mit einem großen Repertoire an Lehr- und Prüfungsmethoden aufwarten. Lehrende verstehen sich als Manager ihres Fachs und sind stets vorbereitet. Neben einer guten Bindung und guter Beziehungsarbeit zu den Studierenden runden Wissen über das Lernen sowie pädagogische Kompetenzen das Gesamtpaket eines guten Lehrenden ab (Winteler, 2008).

5.2 Lernende

Lehr- und Lernveranstaltungen haben die Aufgabe, den Kompetenzerwerb von Studierenden zu ermöglichen und zu fördern. Im bereits beschriebenen *shift from teaching to learning* (Fendler & Glaeser-Zikuda, 2013; Szczyrba, 2006; Wildt, 2005) steht der Lernende im Mittelpunkt moderner Lehrveranstaltung. Dieser Neuausrichtung von Lehre liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass Kompetenzen nicht durch das passive Teilnehmen an Lehrveranstaltungen erworben werden. Nur durch Zuhören und Mitschreiben gelingt kein Wissenserwerb (Knobelsdorf & Kreitz, 2012). Als Folge dieser Erkenntnis muss eine Lehrveranstaltung den Lernenden selbstgesteuertes und selbstständiges Lernen mit aktiver Auseinandersetzung mit den Lehrinhalten ermöglichen (Ertel & Wehr, 2007). Hierfür sind metakognitive Fähigkeiten zum Kompetenzerwerb notwendig (Ertel & Wehr, 2007). Diese Sicht auf das Lernen und die Lernenden deckt sich mit der Lehrtheorie des Konstruktivismus, welche das Erwerben von Kompetenzen als aktiven Prozess beschreibt (Barr & Tagg, 1995; Paetz et al., 2011). Hierbei stehen folgende Grundannahmen im Vordergrund. Wissen wird konstruiert, indem Wahrnehmungen mit dem Vorwissen, mentalen Strukturen und vorhandenen Überzeugungen interpretiert werden. Dabei wird neues Wissen mit vorhandenem Wissen verknüpft. Hat das Wissen keinen Bezug zur Lebenswelt und ist damit wenig bedeutsam, wird es nicht nachhaltig verankert (Streller et al., 2019). Zusätzlich wird Lernen als emotionaler Prozess beschrieben. Emotionen wie beispielsweise Freude am Lernen begünstigen den Kompetenzerwerb. Durch den Einfluss von Emotionen wird die Lernmotivation entscheidend beeinflusst. Ebenfalls einen Einfluss hat die soziale Komponente auf den Lernprozess. Lernen wird als interaktiver Prozess beschrieben (Mandl, 2006). Diese Grundannahmen geben einen Rahmen, wie Lernen an Universitäten für die Studierenden optimiert werden kann. Hierbei ist es wichtig, dass sowohl die Stu-

dierenden als auch die Lehrenden um diese Annahmen wissen. Dazu benötigt es wirksame Methoden, dieses Wissen über optimales Lernen den Lehrenden zu vermitteln. Gelingen kann dies beispielsweise mit Fortbildungen für Lehrende an Universitäten.

6 Prüfungen

Prüfungen stellen den dritten Bereich des Constructive Alignments dar. Grundlage für gute Prüfungen sind somit Lernziele als Kompetenzformulierungen und eine darauf ausgerichtete Lehrveranstaltung. In Prüfungen sollen nun die Kompetenzen überprüft werden, die zuvor gelehrt wurden (Brendel et al., 2019). So müssen Prüfungen Handlungsräume schaffen, in denen Studierende die Möglichkeit bekommen, die erworbenen Kompetenzen unter Beweis zu stellen (Schaper et al., 2013). Hierzu müssen sowohl die Prüfungsformate, die Prüfungsinhalte wie auch die Prüfungsmethoden auf den angestrebten Kompetenzgewinn angepasst werden, damit diese Kompetenz messen können und zu Lehre und Lernzielen passen (Kordts-Freudinger, 2013). Da Prüfungen das Lernen von Studierenden steuern können, entscheiden sie maßgeblich über den Lernprozess (Schulz et al., 2014). So können auch schlechte Lehrveranstaltungen zu einem messbaren Kompetenzzuwachs führen, da die angeschlossene Prüfung das Lernen steuert und somit Lernziele vorgibt (Schulz et al., 2014). Es ist schließlich bekannt, dass Studierende vor allem das lernen, was für das Bestehen der Klausur relevant ist (Momsen et al., 2013; Winteler, 2008).

6.1 Funktionen von Prüfungen

Es stellt sich jedoch die Frage, warum an Universitäten überhaupt geprüft werden muss. Es lässt sich allgemein sagen, dass Prüfungen eine Rekrutierungsfunktion haben, die dazu bestimmt ist, die Eignung einer Person für eine zukünftige Aufgabe festzustellen. Dazu zeigen Prüfungen den jeweiligen Kompetenzstand eines Lernenden an und verfolgen damit eine didaktische Funktion. Die dritte Funktion ist eine Herrschafts- und Sozialisationsfunktion. Hier wird durch Prüfungen die Legitimation für einen Beruf oder einen aufbauenden nächsten Schritt erworben (F. H. Müller, 2012; Schindler et al., 2015).

Konkretisiert für das Prüfen an Universitäten führt Walzik (2012) folgende Gründe auf:

1. Prüfungen sollen die Leistung von Studierenden vergleichbar machen und haben so eine Selektionsfunktion. Für das Abschließen eines Moduls müssen ge-

wisse Kompetenzen erworben worden sein, damit die Absolvierenden als kompetent angesehen werden können. Dies dient der Qualitätssicherung von Studiengängen und damit einer gewissen Verlässlichkeit.
2. Prüfungen geben den Studierenden eine Bestätigung ihrer Leistung und dienen so dem Bedürfnis des Kompetenzerlebens.
3. Prüfungen fördern die Motivation, sich Kompetenzen anzueignen. Der Lernprozess bekommt einen Sinn. Das Kompetenzerleben findet zeitnah statt und nicht erst bei der Berufsausübung.
4. Prüfungen geben sowohl dem Lehrenden als auch den Studierenden Feedback. Die Lehrenden bekommen eine Rückmeldung, ob die Inhalte ihrer Veranstaltung gelernt wurden und die Studierenden wissen, wie kompetent sie durch den Besuch der Veranstaltung geworden sind.

Prüfen hat für die Universität einen wichtigen Stellenwert. Durch die verschiedenen Gründe von Prüfungen ergeben sich zwei unterschiedliche Prüfungsschwerpunkte. So kann zwischen formativen und summativen Prüfungen unterschieden werden (Metzger, 2011; Walzik, 2012). Dabei haben formative Prüfungen eine Feedbackfunktion und informieren über den Lernfortschritt der Lernenden. Sie unterstützen bei der weiteren Planung des Lernens. Summative Prüfungsformate prüfen den Kompetenzstand nach einer Lerneinheit. Sie dienen der Beurteilung der zu prüfenden Person hinsichtlich ihrer erworbenen Kompetenzen und beziehen sich somit vorrangig auf den ersten Punkt der oben aufgeführten Gründe. Idealerweise folgen summative Prüfungen auf formative Prüfungen. So können alle oben genannten Punkte durch die verschiedenen Prüfungsschwerpunkte abgedeckt werden (Metzger, 2011; Walzik, 2012).

6.2 Kompetenzorientiertes Prüfen

Das Konstrukt des kompetenzorientierten Prüfens wird in der Literatur viel beschrieben (Dany et al., 2008; Kleppin, 2009; Schindler et al., 2015; Walzik, 2012; Wehr, 2007). Es ist festzustellen, dass zwar Einigkeit herrscht, wenn es um die Frage geht, was kompetenzorientiertes Prüfen leisten soll, Uneinigkeit jedoch besteht, wenn geklärt werden soll, wie diese Art des Prüfens umgesetzt werden kann. Dass in Hochschulen Nachholbedarf herrscht, wenn es um das kompetenzorientierte Prüfen geht, ist

kein Geheimnis. So sind Hochschulen durch ihr traditionelles humboldtsches Bildungsideal noch recht wenig outputorientiert. Schulen sind da meist schon weiter (Romeike, 2010). Um das zu ändern, müsste bei der Konzeption von Studiengängen bereits darauf geachtet werden, was Absolvierende am Ende des Studiums können sollen, beziehungsweise welche Kompetenzen vorhanden sein sollen.

Um besser verstehen zu können, was sich hinter kompetenzorientiertem Prüfen verbirgt, zeigen die drei von Walzik (2012) aufgeführten Kriterien nicht nur welche Fragen man bezüglich des kompetenzorientierten Prüfens stellen sollte, sondern beschreiben auch den eigentlichen Kern dieses Prüfens:

1. Ist die Aufgabe für die Zielgruppe tatsächlich im kognitionspsychologischen Sinne problemhaltig?
2. Setzt die Lösung der Aufgaben wirklich das Vorhandensein von Kompetenzen voraus?
3. Kann die Aufgabenstellung so gestaltet werden, dass ein Rückschluss von beobachtbarer Performanz auf zugrundeliegende Kompetenz möglich ist? (Walzik, 2012, S. 41)

Es lässt sich festhalten, dass kompetenzorientiertes Prüfen Kompetenzen misst, die wiederum zur Lösung von Problemen genutzt werden können. Dies entspricht der Definition von Kompetenzen, wie sie bereits in einem vorherigen Kapitel aufgeführt wurden. Da Prüfungen ausschließlich beobachtbare Performanz messen, muss sichergestellt werden, dass diese auf die tatsächlich vorhandene Kompetenz zurückzuführen ist (Walzik, 2012). Dies gelingt dann gut, wenn bei der Konzeption der Aufgaben darauf geachtet wird, dass vorranging konzeptionelles oder strategisches Wissen abgefragt wird. Beide Arten von Wissens sind in realen Handlungssituationen besonders relevant (Schindler, 2015). Konzeptionelles Wissen zeichnet sich durch den Zusammenhang von verschiedenen Fakten aus. Strategisches Wissen gibt Handlungshinweise, wie Probleme gelöst werden können. Somit dienen diese beiden Wissensarten dem erfolgreichen Handeln in realen Situationen.

Kompetenzorientiertes Prüfen hat noch weitere positive Effekte. So wird den Studierenden der Zusammenhang zwischen den vermittelten Kompetenzen und der zugehörigen Prüfung deutlich. Sie können zeigen, was sie gelernt haben und haben so deutlich häufiger Erfolgserlebnisse (Frölich-Steffen & den Ouden, 2019). Anders sieht es aus,

wenn die Prüfung und die Lehrveranstaltung nicht zusammenpassen. Wird in der Lehre an Fallbeispielen gearbeitet und werden somit Kompetenzen auf hohem kognitivem Niveau vermittelt, wäre es für Studierende unverständlich, warum am Ende eine Klausur im Multiple-Choice-Format kommt, die lediglich Fachwissen auf niedrigen kognitiven Niveaustufen abprüft. Diese Diskrepanz würde dazu führen, dass sich Frust breit macht und die Bereitschaft zur Teilnahme an der Lehrveranstaltung sinkt (Frölich-Steffen & den Ouden, 2019).

Passend zur eben vorgestellten Feststellung lässt sich meist ausgenommen von MINT-Studiengängen beobachten, dass an Universitäten häufig Prüfungsformate (wie beispielsweise Multiple-Choice-Prüfungen) genutzt werden, die die vermittelten Kompetenzen gar nicht oder nur unzureichend abprüfen. Es wird von „einer monokulturellen Verbreitung von Klausuren als nahezu einzigem Prüfungsformat“ gesprochen (Wildt & Wildt, 2011, S. 18). Der bereits erwähnte Steuerungseffekt von Prüfungen wird hierbei nochmals unterstrichen. Studierende lernen vorranging die Inhalte, die in Klausuren abgefragt werden. Prüft also eine Klausur nur Faktenwissen ab, dann wird auch nur dieses gelernt (Momsen et al., 2013; Schaper et al., 2013; Schulz et al., 2014; Winteler, 2008).

6.3 Prüfungsformate

In diesem Kapitel soll eine Übersicht über verschiedene Arten von Prüfungsformaten gegeben werden. Dabei soll einerseits die enorme Bandbreite verschiedener Formate dargestellt werden, wobei die Formate auf ihre Möglichkeit der Kompetenzorientierung hin überprüft werden sollen. Andererseits soll ein Schwerpunkt auf die Formate gelegt werden, die üblicherweise in den ersten Semestern an der Universität Anwendung finden. Hierbei wird zwischen offenen und geschlossenen Aufgabenformaten unterschieden.

In geschlossenen Aufgabenformaten sind Antwortoptionen bereits vorgegeben. Die Geprüften müssen sich entweder zwischen Antworten entscheiden oder diese bewerten (Bücker et al., 2015). Zu den bekanntesten geschlossenen Aufgabenformaten zählt die Multiple-Choice-Prüfung, in der meist eine oder mehrere Antwortmöglichkeiten durch Ankreuzen ausgewählt werden müssen. Multiple-Choice-Prüfungen finden sich gerade in den ersten Semestern von Studiengängen wieder, da sie bei der zunehmenden

Prüfungsdichte besonders ökonomisch auszuwerten sind und gut an Qualitätskriterien wie Objektivität, Reliabilität und Validität angepasst werden können (A. Müller & Schmidt, 2009; Schindler et al., 2015). Ob Multiple-Choice-Prüfungen geeignet sind, Kompetenzen zu prüfen oder ob lediglich auswendig gelerntes Wissen abgefragt wird, ist von der Art und Weise abhängig, wie diese konzipiert sind. So schreibt Walzik (2012): „Auswahlaufgaben können strenggenommen kaum Kompetenzen prüfen, weil im Zweifelsfalle keine Rückschlüsse von der angekreuzten Antwort (Performanz) auf die zugrunde liegende Kompetenz möglich sind. Bei der Bewertung lässt sich also nicht feststellen, ob die Antwort auf Zufall oder der Anwendung von Kompetenzen beruht." (Walzik, 2012, S. 46). Dem widerspricht Schindler (2015), indem er sagt, dass der Aufgabentyp nichts darüber aussagt, welche Wissensart abgeprüft wird. Es sei somit auch möglich, deklaratives und konzeptionelles Wissen mit Multiple-Choice-Prüfungen abzufragen. Das deckt sich auch mit der Erkenntnis einer Metaanalyse, die herausfand, dass die Testergebnisse von offenen und geschlossenen Aufgabenformaten stark zusammenhängen (Rodriguez, 2003). Es kann also zusammengefasst werden, dass Denk- und Problemlöseprozesse unabhängig vom Prüfungsformat erfasst werden können und somit kein Widerspruch zwischen Multiple-Choice-Prüfungen und Kompetenzorientierung besteht (Bücker et al., 2015; Schindler et al., 2015). Es ist dabei wichtig, wie die Aufgaben konzipiert sind. So lässt sich die Qualität von Multiple-Choice-Aufgaben durch verschiedene Testverfahren, wie beispielsweise Distraktorenanalysen, bestimmen und verbessern (Walpuski & Ropohl, 2014).

Offene Aufgabenformate sind solche Aufgabentypen, bei denen die Antworten auf die Aufgaben von den Geprüften selbst generiert werden. Hierzu muss häufig ein kurzer Antworttext verfasst werden (Bücker et al., 2015). Diese Art von Aufgaben finden sich, wie auch die geschlossenen Aufgaben, häufig in Klausuren wieder. Der Vorteil von offenen Aufgabenformaten ist, dass die Aufgaben individueller und ausführlicher bearbeitet werden können. Der Nachteil ist jedoch, dass die Auswertung für die Korrigierenden komplexer ist (Bücker et al., 2015).

Nachdem nun dargestellt wurde, welche Aufgabenformate es gibt, soll es im Weiteren darum gehen, wie bei der Prüfungserstellung vorgegangen werden kann.

Um eine geeignete Klausur für Studierende zu erstellen, stellt Schindler (2015) in seiner Arbeit ein Modell vor, welches das Vorgehen sowohl für die Erstellung als auch für die Auswertung von Prüfungen beschreibt.

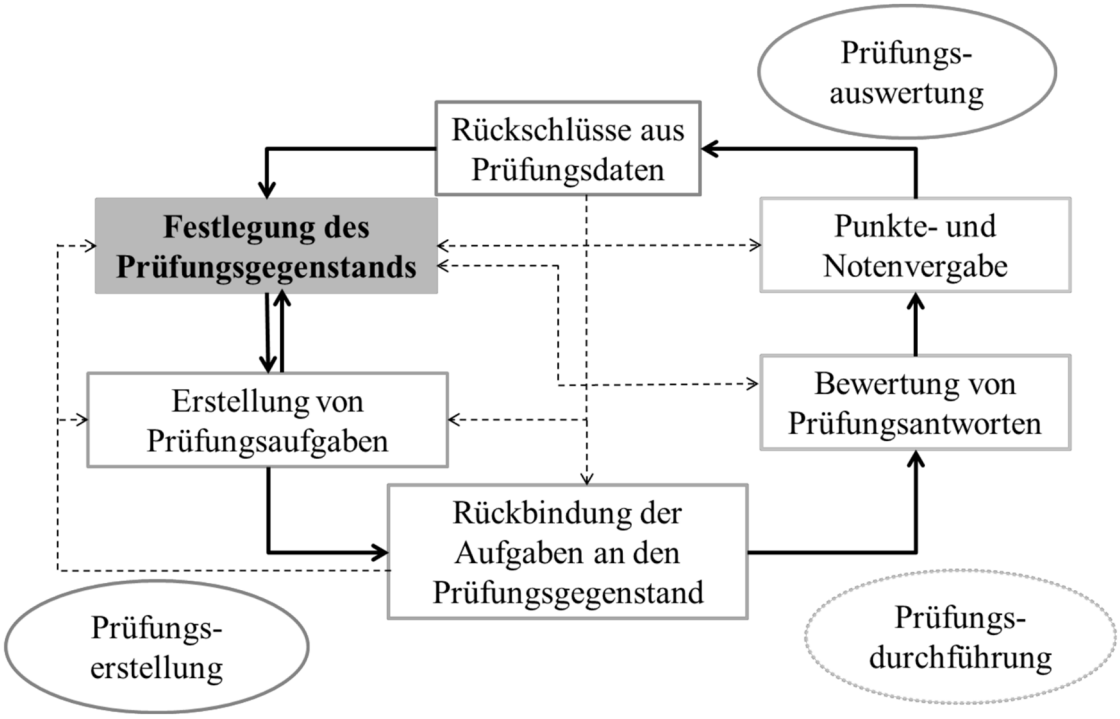


Abbildung 7: Vorgehensmodell für die Prüfungserstellung und -auswertung (Schindler, 2015, S. 40)

Das Modell verdeutlicht, dass Prüfungserstellung, Prüfungsdurchführung und die Prüfungsauswertung zusammenhängen und einander bedingen (vgl. Abbildung 7). Bei der Festlegung des Prüfungsgegenstands werden verschiedene Aspekte beachtet. Nicht nur inhaltliche Aspekte, sondern auch Rückschlüsse aus Prüfungsdaten von bereits durchgeführten Prüfungen werden hierbei beachtet. Der Kreislauf verdeutlicht, dass die Erstellung von Prüfungen ein dynamischer Prozess ist, der von vielen Faktoren abhängt.

Neben dem bereits dargestellten Prüfungsformat der Klausur gibt es noch eine große Zahl weiterer Prüfungsformate. Hierzu haben verschiedene Universitäten Handreichungen veröffentlicht, die diese Formate auflisten und zum Teil nach verschiedenen Kategorien bewerten (Manukjan & Wendt, 2017). Neben der Prüfungsform der Klausur werden hier noch weitere schriftliche wie auch mündliche Formate aufgelistet. Als Besonderheit dieser Auflistung lässt sich die Einschätzung des Lerngewinns herausheben. Mit dem Lerngewinn ist indirekt die Kompetenzorientierung des Formats gemeint. Der Lerngewinn bezieht sich dabei auf die kognitive Tiefe des jeweiligen For-

mats. Es zeigt sich in der Handreichung von Manukjan und Wendt (2017), dass Klausuren als ein Format mit eher geringem Lerngewinn eingestuft werden, wohingegen Abschlussarbeiten als schriftliche Formate mit hohem Lerngewinn angegeben werden.

7 Ziele und Forschungsfragen der Arbeit

Im Theorieteil dieser Arbeit konnte bereits deutlich gemacht werden, dass Klausurmisserfolg von vielen individuellen Faktoren abhängt. Es gibt jedoch auch Indizien, die auf strukturelle Ursachen hindeuten. So scheint es zu einer schlechten Passung zwischen Lernzielen und Prüfungsaufgaben zu kommen (Eilks et al., 2010; Schindler, 2015; Stefanica, 2013). Im Studienfach Chemie konnte durch die Studie von Elert (2019) für ein Laborpraktikum gezeigt werden, dass die intendierten Lernziele der Lehrenden von den Studierenden nicht wahrgenommen wurden. Diese hatten nach der Veranstaltung gänzlich andere Lernziele als wichtig und relevant wahrgenommen. Im Sinne des Constructive Alignments stellen diese Indizien eine mangelnde Passung zwischen Lernzielen, Lehrveranstaltung und Prüfung dar. Ob eine schlechte Passung zwischen den gerade genannten Bereichen auch mitursächlich für das schlechte Abschneiden in Modulen der Allgemeinen Chemie ist, gilt es im Rahmen dieser Arbeit zu klären. Es ergeben sich in diesem Zusammenhang drei Forschungsfragen.

FF1: Wie decken sich die von den Studierenden wahrgenommenen Lernziele mit den als wichtig erachteten Lernzielen der Lehrenden?

Ausgehend von bereits durchgeführten Studien (u.a. Elert, 2019) ist in dieser Forschungsfrage anzunehmen, dass es Diskrepanzen zwischen den wahrgenommenen Lernzielen der Studierenden und den intendierten Lernzielen der Lehrenden gibt.

FF2: In welchem Umfang bilden Prüfungen die von den Lehrenden intendierten bzw. die von den Studierenden rezipierten Kompetenzen ab?

Diese Forschungsfrage impliziert die in den Prüfungen abgefragten Kompetenzen genauer zu untersuchen und dabei herauszufinden, ob eher die von den Studierenden rezipierten oder die von den Lehrenden intendierten Lernziele als Aufgaben in den Prüfungen wiederzufinden sind. Sollten eher die Lernziele als Aufgaben abgefragt werden, die die Studierenden wahrgenommen haben und diese sich von den intendierten Lernzielen der Dozierenden unterscheiden, würde die Klausur nicht gut zu den Lernzielen des Moduls passen oder die intendierten Lernziele nicht gut zur Lehre. Finden sich die von den Lehrenden gewünschten Lernziele in den Prüfungen wieder und weichen diese von den rezipierten Lernzielen der Studierenden ab, dann prüft die Prüfung nicht die Kompetenzen ab, die erworben wurden.

FF3: Welchen Einfluss hat die Höhe der Lernzielübereinstimmung zwischen den von Studierenden wahrgenommenen Lernzielen und den als wichtig erachteten Lernzielen der Lehrenden auf den Prüfungserfolg?

In der dritten Forschungsfrage wird die Lernzielüberstimmung zwischen intendierten Lernzielen der Lehrenden und den rezipierten Lernzielen der Studierenden als Einflussvariable auf den Prüfungserfolg überprüft. Es wird angenommen, dass eine schlechte Lernzielübereinstimmung zwischen Studierenden und Lehrenden zu schlechteren Prüfungsergebnissen führt.

8 Methoden der Studie

Die vorliegende Studie ist eine explanative Studie mit quantitativem Studiendesign (Döring & Bortz, 2016). Sie hat zusätzlich einen explorativen Charakter, da hier mögliche strukturelle Faktoren untersucht werden, die neben individuellen Faktoren Einfluss auf den Prüfungserfolg in Allgemeiner Chemie haben. Um die Forschungsfragen aus Kapitel 7 zu beantworten, wurden sowohl Studierende als auch Lehrende in Modulen mit Allgemeiner Chemie befragt. Hierzu wurde ein Fragebogen eingesetzt. Die dabei genutzten Testinstrumente sollen in diesem Kapitel näher erläutert werden. Zusätzlich dazu wurden die Prüfungsaufgaben aus den Modulabschlussklausuren analysiert und auf dahinterstehende Lernziele hin untersucht.

8.1 Studiendesign

In der Studie werden Studierenden und Dozierende zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Semester mit Testinstrumenten getestet. Dabei sind die Art und Anzahl der Testinstrumente in den verschiedenen Testungen verschieden. Während bei den Studierenden zwei Mal Daten erhoben werden, werden die Dozenten nur zu Anfang des Semesters befragt (vgl. Abbildung 8). In der folgenden Grafik wird ein Überblick über die einzelnen Messzeitpunkte und den Inhalt der verschiedenen Fragebögen gegeben. Die eingesetzten Testinstrumente werden im Anschluss an das Studiendesign in diesem Kapitel vorgestellt.

Abbildung 8: Zeitlicher Ablauf der Datenerhebung (Hauptstudie)

In der Grafik ist erkennbar, dass die erste Datenerhebung zu Beginn des Semesters erfolgt. Dort wurden die Studierenden im Prä-Test auf ihr Fachwissen vor der ersten Vorlesungssitzung geprüft. Hierbei spricht man auch von Vorwissen. Es bezeichnet das individuelle Wissen über Allgemeine Chemie zu Beginn des Studiums. In den darauffolgenden Wochen wurden die Dozierenden bezüglich der Lernziele der Allgemeinen Chemie befragt. Hierbei sollten sie die Lernziele, die in Kapitel 8.2 näher erläutert werden, hinsichtlich ihrer Wichtigkeit für die jeweilige Lehrveranstaltung bewerten. Am Ende des Semesters in einer der letzten Vorlesungssitzungen wurden die Studierenden erneut getestet. Dieser Post-Test umfasste dabei nochmals den bereits eingesetzten Fachwissenstest und die Lernziele, die bereits die Dozierenden bewertet hatten. Zusätzlich dazu wurden die Studierenden bezüglich demographischer Daten befragt und Variablen zu individuellen Voraussetzungen miterhoben. Nach der letzten Vorlesungssitzung folgte mit etwas zeitlichem Versatz die Klausur zum Modul. Die erreichten Klausurpunkte wurden zum Datensatz hinzugefügt. Die beschriebene Testung erfolgte in den Jahren 2020 und 2021, die von der Covid-19 Pandemie geprägt waren. Infolgedessen wurde die Lehre größtenteils in Distanz abgehalten. Um dennoch Daten erheben zu können, wurden die Daten digital mittels Onlinefragebogen erhoben. Hierbei waren die Studierenden in der überwiegenden Anzahl zu Hause. Dies hatte zur Folge, dass weniger gut kontrolliert werden konnte, ob die Fragebögen ordnungsgemäß ausgefüllt wurden. Die bereits im Studiendesign dargestellten Instrumente werden im Folgenden vorgestellt.

8.2 Lernziele der Allgemeinen Chemie

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage wurden Lernziele formuliert, die die Allgemeine Chemie möglichst breit abdecken. Hierbei wurde in einem ersten Schritt die kognitiven Prozessdimensionen von Anderson und Krathwohl (2001) genutzt, um Lernziele verschiedener kognitiver Niveaus zu formulieren. Da die Allgemeine Chemie ein Grundlagenmodul darstellt, wurde sich auf die ersten vier Dimensionen beschränkt. So wurden die Lernziele zu den Prozessdimensionen *Erinnern* und *Verstehen* oder zu *Anwenden* und *Analysieren* formuliert. Durch die verschiedenen Prozessdimensionen ist es möglich, die kognitive Tiefe der Lernziele zu erfassen. Inhaltlich wurde sich bei der Formulierung der Lernziele an Modulhandbüchern von Modulen

mit Allgemeiner Chemie und gängigen Lehrwerken der Allgemeinen Chemie orientiert. Dabei dienten die Inhaltsverzeichnisse verschiedener Lehrwerke als Strukturierungshilfe. Durch die Verwendung mehrerer Lehrwerke zur Allgemeinen Chemie konnte eine inhaltliche Validierung vorgenommen werden. Zusätzlich zu dieser inhaltlichen Validierung wurden die Lernziele von mehreren Fachleuten im Vorfeld begutachtet und anschließend überarbeitet.

Zusätzlich zur bereits beschriebenen kognitiven Tiefe wurden im Sinne einer breiten inhaltlichen Abdeckung Lernziele formuliert, die eher in angrenzenden chemischen Disziplinen zu verorten sind. So wurden Lernziele zu Themen der Physikalischen Chemie, zur Organischen Chemie und zur Biochemie formuliert. Dies hat die Bewandtnis, dass so auch in den Modulen, die eine leichte Schwerpunktverschiebung hin zu biologisch-, organischen Themen haben (Chemie für Biologen und Chemie für Medizin) die Inhalte der jeweiligen Vorlesung abgedeckt werden. Sollten Lernziele in Modulen abgefragt werden, die nicht Teil der jeweiligen Vorlesung sind, ist zu erwarten, dass diese Lernziele entsprechend als unwichtig bewertet werden. Um einen besseren Überblick über die formulierten Lernziele zu erlangen, zeigt die Tabelle 1 die Inhalte, zu denen die Lernziele formuliert worden sind.

Tabelle 1: Themen und Anzahl der Lernziele

Themen	**Anzahl der Lernziele**
Atomtheorie & Atombau	6
Stöchiometrie	6
Aufbau des Periodensystems	5
Chemische Bindung	4
a. Ionenbindung	2
b. Kovalente Bindung	4
c. Metallbindung	3
d. Komplexverbindungen	4
Gase, Flüssigkeiten, Feststoffe	4
a. Wechselwirkungen	3
b. Phasenübergänge	3
Chemisches Gleichgewicht	4
a. Löslichkeit	2
Säure und Basen	13
Redoxreaktionen	5
a. Elektrochemie	9
Kinetik	6
Thermodynamische Grundlagen	5
Aufbau und Struktur organischer Verbindungen	7
Grundtypen organisch-chemischer Reaktionen	4
Reaktionen von Carbonylverbindungen	3
Wichtige Klassen von Biomolekülen	2

Insgesamt wurden so zu den aufgeführten Inhaltsbereichen 104 Lernziele formuliert. Im Fragenbogen sollen diese Lernziele von den zu testenden Personen nach Wichtigkeit bewertet werden. Hierzu dient eine vierstufige Likert-Skala, die die vier Bereiche *unwichtig*, *eher unwichtig*, *eher wichtig* und *sehr wichtig* umfasst. Wurden die Lernziele von Lehrenden bewertet, so wurde nach den intendierten Lernzielen gefragt. Die Bewertung sollte dementsprechend vorgenommen werden. Studierende hingegen soll-

ten die Lernziele bezüglich ihrer wahrgenommenen Relevanz bewerten. Hierzu wurden sie angeleitet, die Lernziele auch bezüglich ihrer Relevanz für die anstehende Klausur zu bewerten.

8.3 Fachwissenstest

Um sowohl das Vorwissen der Studierenden als auch das Fachwissen zum Ende der Module zu erfassen, wurde ein Fachwissenstest eingesetzt. Hierzu wurde ein bereits vorhandenes Testinstrument von Averbeck (2021) sowie Freyer (2013) adaptiert. Bei der Auswahl der Items wurde so vorgegangen, dass die Inhaltsbereiche der Lernziele möglichst vollständig abgedeckt wurden. Es wurden dazu aus den bereits bestehenden Items die inhaltlich am besten passenden Items entnommen. Dabei wurden auch Items aus den Teildisziplinen Physikalische Chemie, Anorganische Chemie und Analytische Chemie entnommen. Für die Inhaltsbereiche, zu denen es keine bereits vorhandenen Items gab, wurden neue Items konzipiert. So sind von insgesamt 40 Items 10 Items neu konzipiert worden. Bei der Auswahl und Neukonzeption der Items wurde darauf geachtet, dass diese, wie bereits die Lernziele auch, unterschiedliche kognitive Prozessdimensionen abprüfen. Dies soll zu unterschiedlich schwierigen Aufgaben führen. Die Items sind im Multiple-Choice-Format konzipiert, da so eine möglichst objektive und reliable Messung möglich ist. Als Antwortmöglichkeiten stehen dabei ein Attraktor und drei Distraktoren zur Wahl. Insgesamt kann so eine ökonomische und von der Testzeit gut planbare Testung durchgeführt werden.

8.4 Testinstrumente zu individuellen Faktoren

Um mögliche strukturelle Faktoren für Prüfungsmisserfolg von individuellen Faktoren abgrenzen zu können, wurden mittels des eingesetzten Fragenbogens Variablen erhoben, die sich aus den zuvor beschriebenen theoretischen Grundlagen ableiten lassen und in bereits durchgeführten Studien als gute Prädiktoren für Studienerfolg identifiziert werden konnten. Die eingesetzten Testinstrumente sollen im Folgenden nun beschrieben werden.

8.4.1 Vorwissen

Das Vorwissen in Allgemeiner Chemie ist ein starker Prädiktor für Studienerfolg. Bei der Wahl des Leistungstests können zwei Schwerpunkte bei der Erhebung des Vorwissens gelegt werden. So kann ein solcher Test inhaltlich am Schulfach orientiert sein. Ein solcher Test wird auch als schulfachbezogener Leistungstest bezeichnet. Wird hingegen der Vorwissenstest auf das Studienfach bezogen, also auf Kompetenzen ausgelegt, die erworben werden sollen, wird von einem studienfachbezogenen Leistungstest gesprochen (Freyer, 2013).

8.4.2 Abiturnote und Kurswahl in der Schule

Im Rahmen des zum Ende des Moduls eingesetzten Tests werden Informationen zum schulischen Bildungshintergrund der Studierenden erhoben. Bei der Kurswahl wurde explizit nach den beiden Fächern des Leistungskurses gefragt. Interessant im Rahmen dieser Studie ist dabei die Nennung des Leistungskurses Chemie.

8.4.3 Motivation

Die Motivation zu leisten, hängt von extrinsischen und intrinsischen Faktoren ab. Im Erwartungs-Wert-Modell von Wigfield und Eccles (2000) zeigt sich, dass das Bewältigen einer Aufgabe vom empfundenen Aufgabenwert und von der Erfolgserwartung abhängt. Im Fragebogen von Kosovich et al. (2015) finden sich Items wieder, die die Erwartungskomponente und die Wertkomponente erfassen. Zusätzlich zu den beiden Komponenten wird in diesem Fragebogen auch eine Kostenkomponente erfasst, da sie von den Autoren als von den anderen Komponenten trennbares Konstrukt aufgefasst wird. In der Kostenkomponente geht es um den Einsatz, der geleistet werden muss, damit die Aufgabe bewältigt werden kann. Je höher die Kosten für die Bewältigung der Aufgabe sind, desto niedriger ist die Motivation. Insgesamt umfasst der Fragebogen zu Erwartung, Wert und Kosten neun Items. Jede Komponente wird mit drei Items abgedeckt. Die einzelnen Items haben eine vierstufige Likert-Skala, auf der jeweils von *stimmt nicht* bis *stimmt genau* bewertet werden soll. In Tabelle 2 sind die Skalen mit Beispielitems nochmals aufgelistet.

Tabelle 2: Skalen der Motivation mit Beispielen

Skala	Anzahl der Items	Beispielitem
Erwartung	3	Ich glaube, dass ich in meinem Studienfach erfolgreich sein kann.
Wert	3	Ich glaube, dass mein Studienfach wichtig ist.
Kosten	3	Ich kann nicht die Zeit investieren, die nötig wäre, um in meinem Studienfach gut abzuschneiden.

8.5 Stichprobe

Zur Untersuchung der Forschungsfragen wurden drei Module mit Allgemeiner Chemie ausgewählt. Hierbei wurde nicht nur im Fach Chemie getestet, sondern auch in Fächern, die ebenfalls Allgemeine Chemie beinhalten. Alle untersuchten Module sind in Studiengängen der Universität Duisburg-Essen zu finden. Es befinden sich Studierende des Lehramts Chemie sowie Studierende der Biologie und Medizin in der Stichprobe. Alle Studierenden befinden sich in einem der ersten drei Semester des jeweiligen Bachelorstudiengangs. Die genaue Aufteilung der Substichproben lässt sich aus Tabelle 3 entnehmen.

Tabelle 3: Teilnehmenden-Anzahl je Substichprobe (Hauptstudie) und für beide Testzeitpunkte

	***N* erste Testung**	***N* zweite Testung**
Chemie für Lehramt	99	83
Chemie für Biologen	0	59
Chemie für Medizin	193	117
Gesamt	292	259

Die Tabelle zeigt eine Gesamtanzahl von 292 Studierenden für die erste Testung und von 259 Studierenden in der zweiten Testung. Dies beschreibt die maximale Datensatzgröße. Im Datensatz finden sich einige fehlende Werte, deren Ursachen vielfältig sind. So konnten systembedingt keine Vorwissensdaten für die Substichprobe Chemie für Biologen erhoben werden. In der Abfrage von Leistungskurswahl und Abiturnote

finden sich zufällige Lücken. Dazu kommen Probanden, die nur an der ersten Testung teilgenommen haben, jedoch nicht an der Zweiten und Probanden, die am zweiten Testzeitpunkt teilgenommen haben, jedoch nicht am ersten. Hieraus resultiert ein Datensatz, der zufällige und systembedingte fehlende Werte aufweist. In den entsprechenden Rechnungen wurden jeweils die Probanden ausgeschlossen, für die fehlende Werte vorlagen. Mit diesem Vorgehen wurde versucht, die Anzahl an Daten für jeden einzelnen Rechenschritt möglichst hoch zu halten, damit die statistische Power größtmöglich bleibt.

Die Studierenden der drei untersuchten Substichproben unterscheiden sich hinsichtlich ihrer erhobenen individuellen Voraussetzungen. In Tabelle 4 sind die Mittelwerte der Abiturnoten und des Vorwissens dargestellt. Zusätzlich dazu wird in der Tabelle die prozentuale Häufigkeit eines Leistungskurses Chemie aufgeführt.

Tabelle 4: Deskriptive Informationen zu den Substichproben

	Abiturnote		**Vorwissen**		**Leistungskurs**
	M	**SD**	***M***	**SD**	**Chemie %**
Chemie für Lehramt	2.26	0.7	-0.12	0.77	14.56
Chemie für Biologen	2.08	0.55	-	-	1.67
Chemie für Medizin	1.55	0.53	0.07	0.73	6.02

Es zeigt sich, dass sich die Substichproben deutlich unterscheiden. So haben, wie erwartet, die Studierenden des Studiengangs Medizin im Mittel die besten Abiturnoten und das höchste Vorwissen. Für die Biologen wurde das Vorwissen nicht erhoben, da durch die Covid-19 Pandemie diese Studierenden zu Beginn des Semesters kaum zu erreichen waren. Ebenfalls erwartungsgemäß ist die prozentuale Häufigkeit der Leistungskurswahl in Chemie. Hier haben die Studierenden des Studiengangs Chemie für Lehramt den höchsten Wert.

Zu den drei Modulen wurden jeweils die Dozierenden befragt, sodass in Summe drei Dozierende an dieser Studie teilgenommen haben. Die Dozierenden wurden nur zu den intendierten Lernzielen zu Anfang des Semesters befragt.

Um die Anonymität für die Studierenden zu gewährleisten und das getestete Vorwissen mit den Daten des späteren Messzeitpunkts zu verknüpfen, wurde ein individueller

Probandencode von jedem Studierenden entwickelt. Dieser setzte sich aus drei Teilen zusammen und wurde nach dem folgenden Muster erstellt:

1. Die letzten zwei Buchstaben Ihres ersten Vornamens
2. Die ersten zwei Buchstaben des ersten Vornamens Ihrer Mutter
3. Die letzten zwei Ziffern des Geburtsjahres Ihres Vaters

8.6 Statistische Verfahren zur Auswertung

Um durch die erhobenen Daten Antworten auf die Forschungsfragen zu erhalten, müssen die Daten mittels statistischer Verfahren auswertet werden. Für die erhobenen Lernzielbewertungen von Lehrenden und Studierenden soll die Übereinstimmung in der Bewertung ermittelt werden. Hierzu wird die Beurteilerübereinstimmung mittels Cohen's κ ermittelt. Der Fachwissenstest wird im Rahmen der Item Response Theorie mit Hilfe des Rasch-Modells ausgewertet. In weiteren Analysen werden Korrelationen und Regressionen berechnet.

8.6.1 Beurteilerübereinstimmung mittels Cohen's κ

Soll die Übereinstimmung verschiedener Beurteilender hinsichtlich eines zu bewertenden Gegenstands berechnet werden, finden sich in der Statistik viele Maße, mit denen sich eine solche Übereinstimmung ausdrücken lässt (McHugh, 2012; M. A. Wirtz & Caspar, 2007; M. Wirtz & Kutschmann, 2007). Grundgedanke dieser statistischen Verfahren ist es, die Genauigkeit der Bewertung festzustellen. Um das richtige Maß für die vorliegenden Daten auszuwählen, muss zunächst das Skalenniveau und die Anzahl der bewertenden Personen festgestellt werden. Hierbei wird zwischen Übereinstimmungsmaßen für nominale, ordinale und intervallskalierte Daten unterschieden (M. A. Wirtz & Caspar, 2007). Die Daten der vorliegenden Studie sind in Folge der Likert-Skalierung als ordinalskaliert zu betrachten. Die verschiedenen Bewertungsmöglichkeiten reichen dabei von *unwichtig* bis *sehr wichtig*. Dies entspricht einer Rangskala ohne fest definierte Intervalle zwischen den einzelnen Bewertungsmöglichkeiten. Hinsichtlich der Anzahl der Beurteilenden, wird ein Maß benötigt, welches für zwei Beurteilende geeignet ist. Es wurden im Rahmen dieser Studie zwar viele Studierende befragt. Es soll jedoch lediglich die Übereinstimmung eines jeden Studierenden individuell mit dem jeweiligen Dozenten betrachtet werden.

Infolgedessen ist das Beurteilerübereinstimmungsmaß gewichtetes Kappa (κ_{gew}) nach Cohen (1968) ausgewählt worden. Dieses bietet mehrere Vorteile, die für die vorliegenden Daten genutzt werden können. So wurden ursprünglich Übereinstimmungen lediglich prozentual dargestellt. Die prozentuale Übereinstimmung als Maß für Beurteilerübereinstimmung gibt zwar einen ersten Überblick, hat jedoch die Limitation, dass die zufällige Übereinstimmung von beiden Ratern nicht beachtet wird.

So hat Cohen (1960) ein Beurteilerübereinstimmungsmaß entwickelt, welches die zufällige Übereinstimmung mit einrechnet.

Cohen's Kappa (κ) weist einen Wertebereich von -1 bis +1 auf. Werte unter null deuten dabei auf eine besonders schlechte Übereinstimmung hin. Ein Kappa von Null weist auf eine zufällige Übereinstimmung und Werte über Null auf eine systematische Übereinstimmung hin (McHugh, 2012). Im Bereich der systematischen Übereinstimmung definieren Landis und Koch (1977) den Grad der Übereinstimmung wie in Tabelle 5 zu sehen ist.

Tabelle 5: Grade der Übereinstimmung mittels Cohen's Kappa (Landis & Koch, 1977)

Kappa statistic	**Strength of agreement**
< 0.00	Poor
0.00 – 0.20	Slight
0.21 – 0.40	Fair
0.41 – 0.60	Moderate
0.61 – 0.80	Substantial
0.81 – 1.00	Almost Perfect

Die von Landis und Koch (1977) definierten Grade der Übereinstimmung dienen in dieser Studie der Interpretation von Beurteilerübereinstimmungen mittels Cohen's Kappa.

Der beschriebene Kappa-Wert eignet sich gut, um die Übereinstimmung zweier Beurteilenden bei nominalen Antwortmöglichkeiten zu bestimmen. Es wird davon ausgegangen, dass alle Nichtübereinstimmungen gleichermaßen zu bewerten sind. Sollten jedoch einzelne Nichtübereinstimmungen weniger schwer wiegen wie andere, wie es in der vorliegenden Studie der Fall ist, sollte mit dem gewichteten Kappa (κ_{gew}) gearbeitet werden. Den einzelnen Nichtübereinstimmungen werden dabei Gewichtungen

gegeben, die diese so in eine Rangfolge bringen (Cohen, 1968; M. A. Wirtz & Caspar, 2007).

Unterscheiden sich die Bewertungen von Dozenten und Studierenden bezüglich der Wichtigkeit der Lernziele nur um eine Einheit, ist von einer größeren Übereinstimmung auszugehen, als wenn beispielsweise einmal unwichtig und einmal sehr wichtig bewertet wurde. Die Beurteilerübereinstimmung wurde dementsprechend mit dem gewichteten Kappa (κ_{gew}) berechnet, auch um ein zufallsbereinigtes Maß zu erhalten. Das Maß gewichtetes Kappa (κ_{gew}) ist dabei in seiner Berechnung äquivalent zum Maß der Intraklassenkorrelation, welches sich wiederum für intervallskalierte Daten eignet (M. A. Wirtz & Caspar, 2007). Durch den Mittelwert der einzelnen Kappa-Werte konnte ein durchschnittlicher Kappa-Wert für jede Substichprobe ermittelt werden. Diese werden im Kapitel Ergebnisse präsentiert.

8.6.2 IRT-Modelle zur Leistungsmessung

Ein Fachwissenstest, wie er in dieser Studie eingesetzt wurde, lässt sich mittels statistischer Methoden auswerten. Zwei testtheoretische Ansätze bieten sich in diesem Zusammenhang an. Die klassische Testtheorie ist eine Messfehlertheorie, die im Rahmen von Leistungswerten den Einfluss einer manifesten Variablen auf eine latente Variable berücksichtigt. Dabei geht die Theorie davon aus, dass nicht direkt vom beobachteten Wert (manifeste Variable) auf den wahren Wert (latente Variable) geschlossen werden kann. Ein Messfehler in unbekannter Größe hat ebenfalls einen Einfluss auf den beobachteten Wert (Bühner, 2021; Moosbrugger et al., 2020). Die Gleichung, die somit laut klassischer Testtheorie gilt, lautet:

$$X = T + E$$

Dabei stellt X den beobachteten Wert da, welcher sich aus wahrem Wert (T) und Messfehler (E) ergibt.

Die zweite große Testtheorie stellt die Item-Response-Theory (IRT) dar. Diese Theorie ist eine probabilistische Testtheorie, die den Items eine Schwierigkeit und den Probanden einen individuellen Fähigkeitswert zuordnet. Dabei ist es möglich, fehlende Werte durch das dahinterliegende mathematische Modell schätzen zu lassen. Von der Anzahl der Parameter, die auf das latente Konstrukt einen Einfluss haben, hängt die Wahl des mathematischen Modells ab. So wird das Rasch-Modell genutzt, wenn die

Personenfähigkeit nur von einem Parameter abhängt. Für Konstrukte, die von zwei oder drei Parametern abhängen, eignet sich das Birnbaum-Modell. Hier fließt beispielsweise die Trennschärfe der Items mit in die Rechnung ein (Bühner, 2021; Strobl, 2012). Im Rahmen dieser Arbeit wird im Folgenden auf das Rasch-Modell eingegangen, da im eingesetzten Fachwissenstest Fachwissen nur über die Fachwissensitems erfasst wird und somit die Daten mit einem einparametrischen Modell berechnet wurden. Zusätzlich dazu kann das Rasch-Modell bei fehlenden Antworten trotzdem eine Personenfähigkeit berechnen.

Das Rasch-Modell ergibt sich aus nachfolgender Gleichung:

$$P(U_{ij} = 1 | \theta_i, \beta_j) = \frac{e^{\theta_i - \beta_j}}{1 + e^{\theta_i - \beta_j}} \qquad \text{(Strobl, 2012)}$$

In dieser Gleichung steht θ_i für die Personenfähigkeit und β_j für die Itemschwierigkeit. Durch die Gleichung lässt sich erkennen, dass die Wahrscheinlichkeit ein Item zu lösen von der Personenfähigkeit und von der Itemschwierigkeit abhängig ist (Strobl, 2012).

Die Gleichung des Rasch-Modells lässt sich grafisch in sogenannten Item-Characteristic-Curves (ICC) veranschaulichen. Hierbei handelt es sich um Graphen mit einer logistisch verlaufenden Kurve (vgl. Abbildung 9).

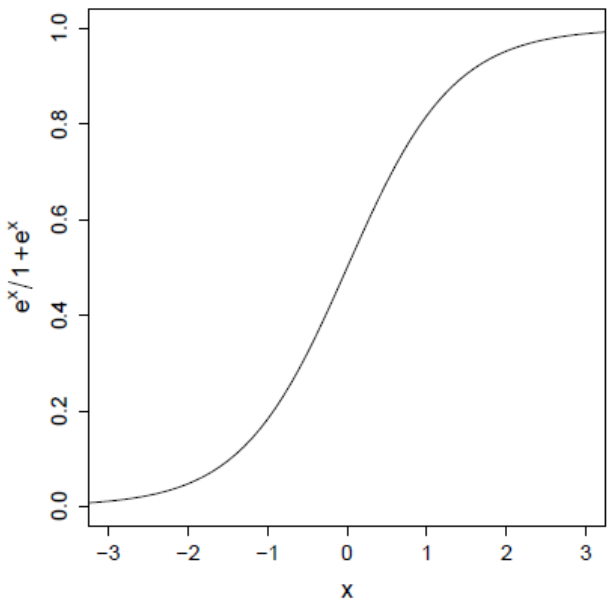


Abbildung 9: Logistische Funktion des Rasch-Modells (Strobl, 2012, S. 9)

Auf der Y-Achse ist die Wahrscheinlichkeit aufgetragen, mit der ein Item gelöst wird. Die X-Achse betrachtet die Differenz von Personenfähigkeit und Itemschwierigkeit. Es ist erkennbar, dass mit steigender Personenfähigkeit die Wahrscheinlichkeit zunimmt, dass ein Item gelöst wird. Bei einer Personenfähigkeit, die gleich der Itemschwierigkeit ist, beträgt der x-Achsenwert null. Hier liegt die Wahrscheinlichkeit das Item zu lösen bei 50 % (Kelava & Moosbrugger, 2020; Strobl, 2012).

Aus der Modellgleichung folgt, dass Personenfähigkeit und Itemsschwierigkeit gemeinsam in sogenannten Wright Maps skaliert werden können. Diese stellen die Itemschwierigkeiten den Personenfähigkeiten auf einer Logit-Skala gegenüber. Es lässt sich durch diese Darstellungsform erkennen, welche Items über- bzw. unterdurchschnittlich schwierig sind. Gleiches lässt sich auch für die Personenfähigkeit der Probanden erkennen.

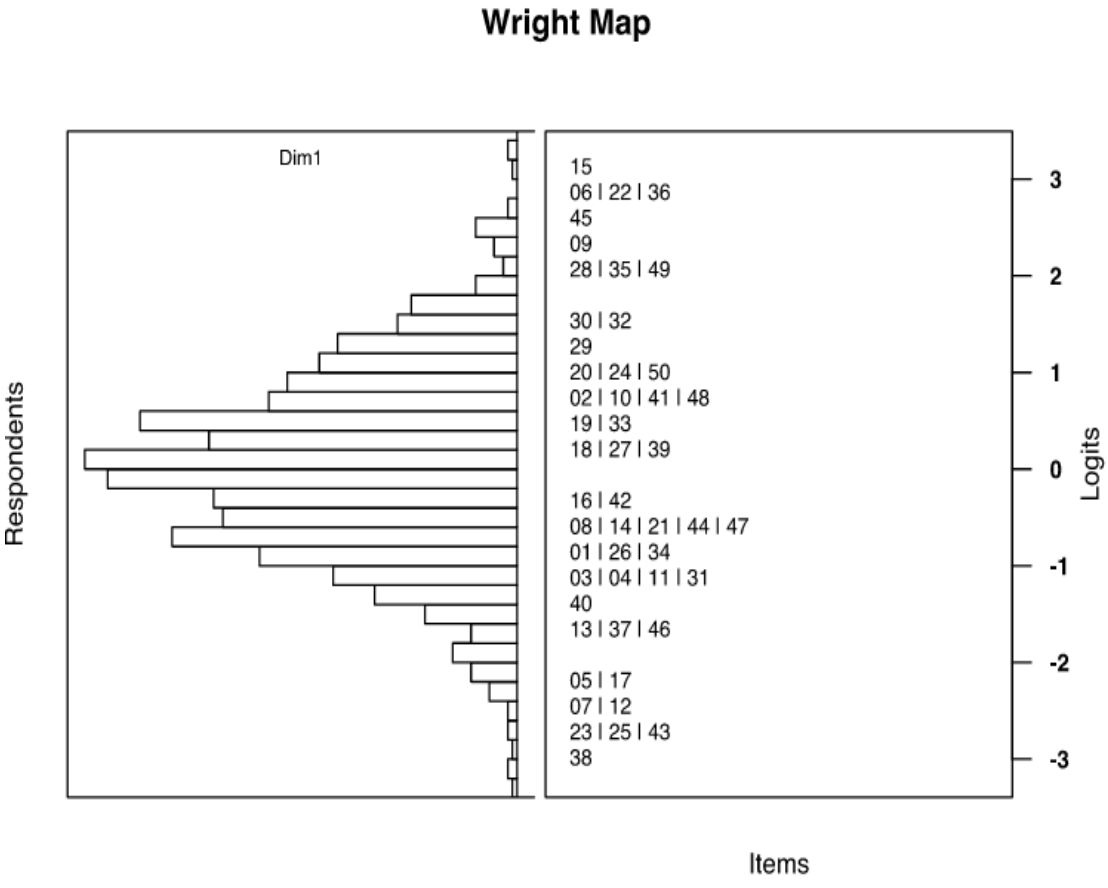


Abbildung 10: Beispielhafte Wright Map

In dieser beispielhaften Wright Map (vgl. Abbildung 10) werden die Schwierigkeiten der einzelnen Items auf der rechten Seite der Achse dargestellt. Die Anzahl der Probanden ist in Form eines Balkendiagramms links aufgetragen. Ebenfalls zu erkennen ist, dass sich die Itemschwierigkeiten und Personenfähigkeiten alle in einem Wertebereich von -3 und +3 Logits befinden. Dadurch, dass sich die Items gut um die mittlere Personenfähigkeit verteilen, zeigt, dass die Items weder zu leicht noch zu schwierig für die getesteten Probanden sind.

Wenn Daten mittels Rasch-Modell ausgewertet werden, gibt es Kennzahlen, die Aufschluss darüber geben, inwieweit das Modell zum Schätzen der Personenfähigkeit und Itemschwierigkeit geeignet ist und welche Testgüte das Modell besitzt. Aussage über die Reliabilität, also über die Zuverlässigkeit, geben die Itemreliabilität und die Personenreliabilität. Hat eine Skala mit Items eine hohe Reliabilität, ist diese geeignet, um zuverlässig die abhängige Variable zu erfassen. Hohe Personenreliabilitäten deuten darauf hin, dass die Schätzung der Fähigkeiten der Personen auch mit anderen Testitems zu ähnlichem Ergebnis kommen würden. Die Reliabilitätswerte liegen in einem Wertebereich zwischen 0 und 1 und werden äquivalent wie Cronbach's Alpha interpretiert (Bond et al., 2021). Im Rahmen dieser Studie wird ab einem Wert von .7 von einem akzeptablen Bereich gesprochen (Blanz, 2021).

Um zu überprüfen, inwieweit die eingesetzten Items überhaupt zum Rasch-Modell passen, gibt es verschiedene Fit-Werte die darüber Aufschluss geben. Im Rahmen dieser Arbeit werden zur Bewertung der Modellpassung mean square fit statistics (MNSQ) betrachtet. Sie basieren auf dem Verhältnis von Residuen und werden als Infit-MNSQ bzw. weighted-MNSQ oder Outfit-MNSQ bzw. unweighted-MNSQ wiedergegeben (Adams & Wu, 2002; Boone et al., 2014; Wilson, 2005). In dieser Arbeit wird mit dem Infit-MNSQ gearbeitet, da er besonders geeignet ist, wenn die Personenfähigkeiten gut zu den Itemsschwierigkeiten passen und weniger durch Ausreißer verzerrt werden (Adams & Wu, 2002; Linacre, 2022). Da in dieser Arbeit viele Items bereits in vorherigen Studien auf ihre Güte untersucht worden sind, ist genau davon auszugehen. Sollte der Infit-MNSQ den Wert eins haben, passt die ICC genau zum Rasch-Modell. Ein Infit-MNSQ Wert unter eins deutet auf eine steilere ICC hin und wird als overfit bezeichnet. Ein Wert über eins zeigt eine flachere ICC und wird als underfit bezeichnet (Linacre, 2022). Als Grenzwerte, die für akzeptable MNSQ-Werte

zulässig, sind schlägt Wilson (2005) 0.75 bis 1.33 vor. Sollten die Grenzwerte überschritten werden, gibt der t-Wert Auskunft darüber, ob diese Abweichung als signifikant eingestuft werden kann. Werte über 1.96 und unter -1.96 gelten für das Modell als unpassend (Wilson, 2005).

Im Rahmen dieser Studie wurde sich für eine Auswertung der Leistungstestdaten nach dem Rasch-Modell entschieden, da es durch die Online-Erhebung immer wieder zu fehlenden Antworten einzelner Probanden gekommen ist. Dies kann auf technische Schwierigkeiten oder den vorzeitigen Abbruch durch die Probanden zurückgeführt werden. Die Möglichkeit des Rasch-Modells für diese Probanden dennoch eine Personenfähigkeit zu errechnen, führte schließlich zur Entscheidung einer IRT-basierten Auswertung.

8.6.3 Analyse von Zusammenhängen

Im folgenden Kapitel sollen statistische Methoden vorgestellt werden, die sich dazu eignen, etwaige Zusammenhänge zwischen verschiedenen Variablen darzustellen. Hierzu werden im Rahmen dieser Arbeit Korrelationen und Regressionen berechnet.

Soll überprüft werden, ob zwischen der Ausprägung zweier Variablen ein systematischer Zusammenhang besteht, können Korrelationsanalysen diesen möglichen Zusammenhang mathematisch beschreiben (Bühner & Ziegler, 2017). Wenn dabei der Korrelationskoeffizient von null abweicht, kann ein signifikanter systematischer Zusammenhang vorliegen. Die möglichen Werte, die dabei dieser Koeffizient einnehmen kann, gehen von -1 bis +1. Plus eins beschreibt dabei einen perfekt positiven Zusammenhang und minus eins einen perfekt negativen Zusammenhang. (Bühner & Ziegler, 2017). Um eine Produkt-Moment-Korrelation (auch Pearson-Korrelation) berechnen zu können, müssen die Daten intervallskaliert sein und eine bivariate Normalverteilung der Daten vorliegen. Damit ist gemeint, dass die beiden Variablen, wie auch ein gemeinsamer Datensatz normalverteilt sein müssen. Sollten diese Kriterien nicht erfüllt sein, gibt es alternative Korrelationsberechnungen, wie Spearman's Rho oder Kendall's Tau (Bühner & Ziegler, 2017).

Zur Interpretation von Korrelationskoeffizienten gibt Cohen (1988) eine Orientierungshilfe.

Tabelle 6: Effektstärken des Korrelationskoeffizienten (Cohen, 1988)

Wertebereich	Effektstärke des Korrelationskoeffizienten
0.10 – 0.30	Kleiner Effekt
0.30 – 0.50	Mittlerer Effekt
Über 0.50	Großer Effekt

Korrelationen implizieren keine Kausalität. Um den Einfluss von einer Variablen auf eine andere zu modellieren, können unterschiedliche Ansätze der linearen Regressionsanalyse genutzt werden. Dabei wird eine lineare Gleichung errechnet, die den Zusammenhang zweier Variablen bestmöglich darstellt. Mittels dieser Gleichung können Prognosen zum Verlauf des Zusammenhangs gegeben werden, für die keine Daten vorliegen. Soll der Einfluss mehrerer unabhängiger Variablen auf eine abhängige Variable untersucht werden, können multiple Regressionen berechnet werden (Backhaus et al., 2016; Bühner & Ziegler, 2017).

Damit die Ergebnisse von Regressionsanalyse verallgemeinert werden können, müssen die Daten verschiedene Voraussetzungen erfüllen. So sollten die folgenden acht Voraussetzungen vorab geprüft werden (Bühner & Ziegler, 2017; Field et al., 2014):

1. Linearität
2. fehlende Autokorrelation
3. Homoskedastizität
4. Normalverteilung der Fehler
5. Prädiktoren sind unkorreliert mit externen Variablen
6. Variablentypen
7. Keine perfekte Multikollinearität
8. Varianz der Prädiktoren

Unter Linearität wird der lineare Zusammenhang zwischen den Prädiktoren, wie auch zwischen Prädiktoren und dem Kriterium verstanden. Im Begriff lineare Korrelation steckt bereits diese Annahme. Nicht-lineare Beziehungen können nicht mit einem linearen Modell überprüft werden. Die Linearität kann mittels Betrachtung von Streudiagrammen überprüft werden (Bühner & Ziegler, 2017; Field et al., 2014). Damit die Daten zum Modell passen, darf keine Autokorrelation der Residuen vorliegen. Über-

prüfen lässt sich dies für querschnittliche Daten mittels Durbin-Watson-Test. Bei diesem Test deutet ein Koeffizient von 2 auf fehlende Korrelation hin. Werte zwischen 1.5 und 2.5 gelten als akzeptabel (Bühner & Ziegler, 2017). Homoskedastizität ist dann gegeben, wenn die Varianz der Fehler um die Regressionsgrade konstant ist. Sollten die Varianzen ungleich sein, spricht man von Heteroskedastizität. In diesem Fall würde die Schätzung der Varianzen der Regressionsgewichte inkorrekt und sich negativ auf die Konfidenzintervalle der Regressionskoeffizienten auswirken (Bühner & Ziegler, 2017; Field et al., 2014). Zur Überprüfung der Homoskedastizität kann eine grafische Inspektion des Streudiagramms durchgeführt werden (Bühner & Ziegler, 2017; Field et al., 2014). Neben der Homoskedastizität müssen die Fehler auch normalverteilt sein. Hierzu kann ebenfalls das Histogramm der Fehler betrachtet werden oder ein Test auf Normalverteilung gerechnet werden (Bühner & Ziegler, 2017). Sollten die Prädiktoren des Regressionsmodells mit anderen externen Variablen korrelieren, wäre das Modell unreliabel. Es würde bedeuten, dass auch andere Prädiktoren zur Vorhersage genutzt werden könnten (Field et al., 2014). Die im Modell genutzten Variablen müssen einem bestimmten Typ entsprechen, so gilt für die prädiktiven Variablen, dass sie quantitativ und kategorial und die Kriteriumsvariablen quantitativ, kontinuierlich und ungebunden sein müssen (Field et al., 2014). Mit Multikollinearität ist gemeint, dass die prädiktiven Variablen nicht perfekt korrelieren dürfen, da sonst die Signifikanz der β-Gewichte beeinflusst werden würde (Bühner & Ziegler, 2017; Field et al., 2014). Letztes hier aufgeführtes Kriterium bezieht sich darauf, dass die prädiktiven Variablen eine Varianz aufweisen müssen (Field et al., 2014).

Sind die Voraussetzungen für das Regressionsmodell geprüft, sind dem Modell verschiedene Informationen zu entnehmen. So gibt das unstandardisierte Regressionsgewicht B an, um wie viele Einheiten sich das Kriterium verändert, wenn die Prädiktorvariable um eine Einheit erhöht wird. Hierbei bleiben die ursprünglichen Maßeinheiten erhalten. Sollen Regressionsgewichte verglichen werden, bietet sich der standardisierte Regressionskoeffizient β an. Hierbei wird das unstandardisierte Regressionsgewicht B um die Metrik der ursprünglichen Maßeinheiten bereinigt und bekommt so eine Vergleichbarkeit. Der Regressionskoeffizient β gibt an, um wie viele Standardabweichungseinheiten sich das untersuchte Kriterium ändert, wenn sich die Prädiktorvariable um eine Standardabweichung verändert (Rasch et al., 2021).

Soll durch das Regressionsmodell berichtet werden, welcher Anteil der Gesamtvarianz durch die Prädiktorvariable aufgeklärt werden kann, eignet sich der Determinationskoeffizient R^2. Mit 100 multipliziert gibt er Auskunft über den prozentualen Anteil der aufgeklärten Varianz. Eine Prädiktorvariable mit einem Determinationskoeffizienten-Wert von .4 klärt demnach 40 % der Gesamtvarianz auf. 60 % der Varianz werden in diesem Fall durch andere Variablen aufgeklärt (Rasch et al., 2021).

9 Ergebnisse

Das nun folgende Kapitel besitzt zwei Teile. So wird zunächst die Pilotierung des Messinstruments thematisiert. Hierbei wurde der Fachwissenstest auf seine Testgüte hin überprüft. Da im Zuge der Konzipierung der Testinstrumente neue Items für den Fachwissenstest entwickelt wurden, ist es wichtig, diese im Rahmen einer Pilotstudie zu überprüfen. Zusätzlich dazu wurde für die Stichprobe der Pilotstudie ein erster Blick auf die Passung der gewünschten und wahrgenommenen Lernziele geworfen.
Im zweiten Teil dieses Kapitels werden die Ergebnisse der Hauptstudie präsentiert. Hierbei wird zunächst die Qualität der Testinstrumente präsentiert und sich anschließend an den Forschungsfragen orientiert.

9.1 Pilotstudie

Zur Überprüfung des eingesetzten Fachwissenstests wurden im Rahmen einer Pilotstudie Studierende getestet. Hierbei handelte es sich um Studierende des Bachelorstudiengangs Biologie an der Universität Duisburg-Essen. Am Anfang ihres Studiums müssen diese das Modul Chemie für Biologen bestehen. In diesem Modul werden Inhalte der Allgemeinen Chemie behandelt. 29 Studierende haben am Fachwissenstest teilgenommen. Der eingesetzte Fachwissenstest wurde mithilfe des eindimensionalen Raschmodells überprüft. Dabei muss beachtet werden, dass infolge der kleinen Probandenzahl die Aussagekraft des Modells leidet. Gerade die Schwierigkeiten der einzelnen Items können nur mit Vorsicht interpretiert werden, da hier nur eine kleine Datenmenge berücksichtigt wurde. Tabelle 7 zeigt die Kennwerte des Modells.

Tabelle 7: Kennwerte des Raschmodells zum Fachwissenstest (Pilot)

Kennwerte	**Fachwissenstest der Pilotstudie**
N Personen	29
N Items	39
WLE-Reliabilität	.821
Aufgabenparameter	-2.90 - 2.88
Personenparameter	-2.35 – 2.04
Infit-MNSQ	0.72 – 1.39
t-Wert (Infit)	-1.28 – 1.92

In Tabelle 7 lässt sich erkennen, dass die WLE-Reliabilität des Testinstruments mit .821 hoch ist. Dies spricht für eine hohe Messgenauigkeit. Die Aufgaben liegen in einem Schwierigkeitsbereich zwischen -2.90 und 2.88. Die Personenfähigkeiten sind ähnlich verteilt. Sie liegen zwischen -2.35 und 2.04. Interessant sind die Fit-Werte der einzelnen Items. So hat das Item mit dem niedrigsten wMNSQ einen Wert von 0.72, was innerhalb der von Wilson (2005) gesetzten Grenzen liegt. Das Item mit dem höchsten wMNSQ hat einen Wert von 1.39, was außerhalb der festgelegten Grenzen liegt. Da jedoch die t-Werte innerhalb von -1.96 und 1.96 liegen, können alle Items verwendet werden.

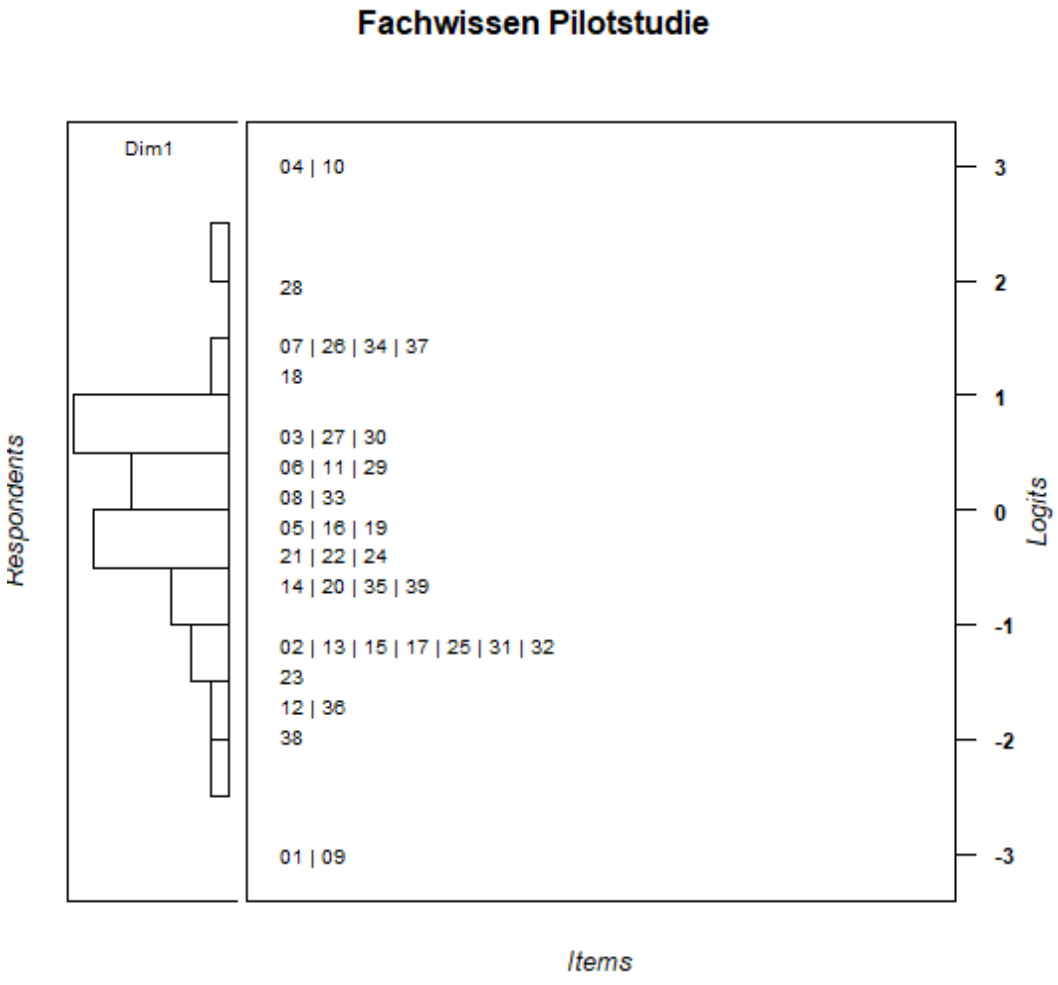


Abbildung 11: Wright Map zu den Fachwissensitems der Pilotstudie

In der in Abbildung 11 dargestellten Wright Map lässt sich gut erkennen, dass die Items des Fachwissenstests alle Schwierigkeitsniveaus abdecken. Die Items 1 und 9 waren die einfachsten Items des Tests. Die Items 4 und 10 die schwierigsten. Tenden-

ziell waren die Items etwas zu einfach für die getestete Kohorte. Die Personenfähigkeiten liegen in etwa normalverteilt vor. Lediglich von Personen mit hohen Fähigkeiten sind wenige vorhanden.

Zusätzlich zur Überprüfung des eingesetzten Fachwissenstestes wurden im selben Modul in Präsenz die konzipierten Lernziele den Studierenden zur Bewertung vorgelegt. Hier war bedingt durch die Präsenz die Teilnahmequote deutlich höher. Insgesamt wurden die Lernziele von 60 Studierenden und einem Dozenten bewertet. Diese Daten konnten genutzt werden, um den praktischen Ablauf und die angedachte Methodik zu prüfen. Für eine erste deskriptive Beschreibung der Übereinstimmung der Lernzielbewertung von Studierenden und Lehrenden wurde die mittlere Übereinstimmung pro Lernziel mit der Bewertung des Dozenten verglichen. Für den Dozenten gibt es hier dementsprechend nur einen Wert. Die nachfolgende Grafik (vgl. Abbildung 12) zeigt zwei Datenreihen als Liniendiagramm. Die dunklen Punkte sind die mittleren Bewertungen der Studierenden, die hellen Punkte die Bewertung des Dozenten.

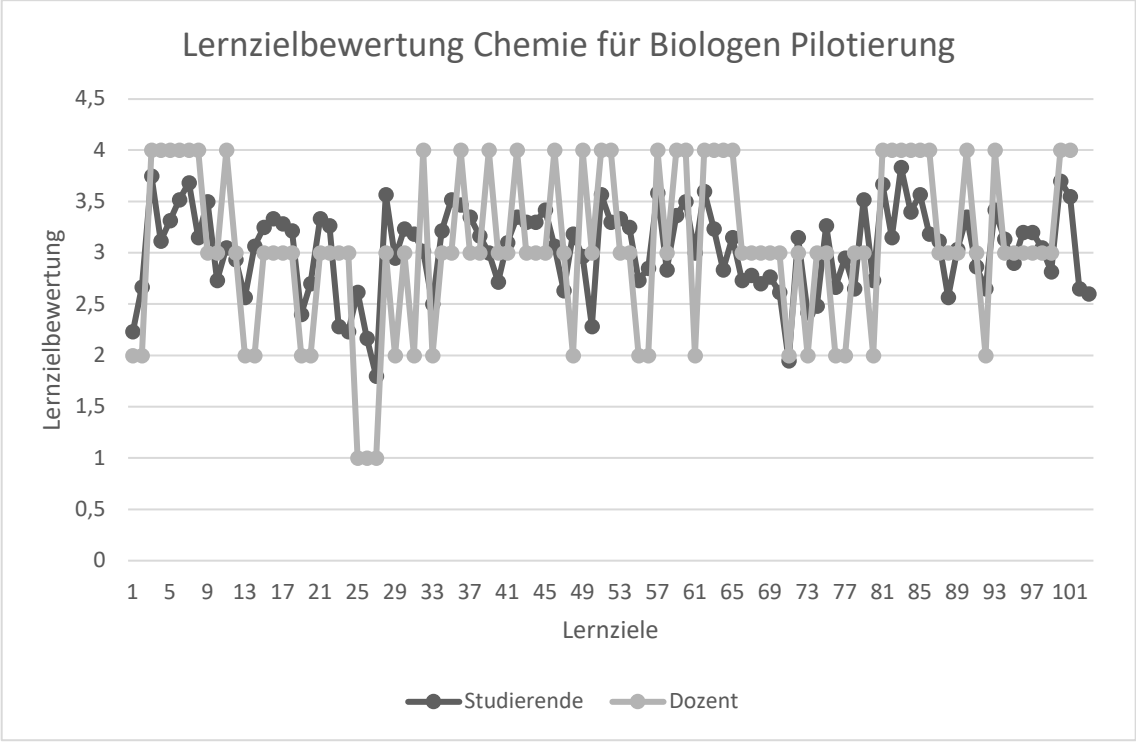


Abbildung 12: Lernzielbewertung von Studierenden und Dozenten (Pilotstudie)

In der Abbildung lässt sich erkennen, dass keine gute Übereinstimmung vorliegt. Oftmals liegen die Punkte von Studierenden und dem Dozenten weit auseinander. In ein-

zelnen Lernzielen können jedoch ähnliche Tendenzen beobachtet werden. Für eine genauere Betrachtung der Übereinstimmung der Lernzielbewertung wird im Folgenden als statistisches Maß das gewichtete Cohen‘s κ eingesetzt.

Mittels gewichtetem Cohen‘s κ konnte eine Übereinstimmung zwischen den von Studierenden als wichtig wahrgenommenen Lernzielen und den als wichtig erachteten Lernzielen der Lehrenden überprüft werden. Hier ergab sich für die untersuchte Kohorte, dass die Übereinstimmung bei $\kappa_{gew} = .22$ liegt, was einer mäßigen Übereinstimmung entspricht.

Insgesamt kann durch die Pilotstudie festgehalten werden, dass die Items des Fachwissenstests geeignet sind, um das Konstrukt Fachwissen zu erfassen. Durch die Wright Map (vgl. Abbildung 11) konnten die Items als tendenziell zu einfach ausgemacht werden. Diese Auffälligkeit ist jedoch nur schwach und daher zu vernachlässigen. Die Bewertung der Lernziele und der anschließende Vergleich dieser Bewertung zeigte für die Kohorte der Biologie Bachelorstudierenden nur eine mäßige Übereinstimmung. In der Hauptstudie sollen mit den Kappa-Werten der anderen Kohorten weitere Untersuchungen durchgeführt werden. Die Pilotstudie half dabei, den Testablauf zu erproben und die Testdauer zu ermitteln. Es zeigte sich, dass die Testdauer angemessen war und so im Rahmen der Hauptstudie erneut durchgeführt werden konnte. Die Studierenden konnten die Testinstrumente in der zur Verfügung gestellten Zeit beantworten.

9.2 Hauptstudie

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Hauptstudie präsentiert. Dabei wurden drei unterschiedliche Module untersucht. Allgemeine Chemie für das Lehramt, Chemie für Biologen und Chemie für Medizin. Bevor auf die Ergebnisse eingegangen wird, wird zunächst die Qualität der Testinstrumente vorgestellt.

9.2.1 Qualität der Testinstrumente

In der Pilotstudie konnte bereits gezeigt werden, dass der Fachwissenstest reliabel misst. In der Hauptstudie wurde daher der Fachwissenstest ohne Überarbeitung einge-

setzt. In der Hauptstudie wurde die Qualität des Fachwissenstests erneut überprüft sowie die Qualität der anderen eingesetzten Items ermittelt. Hierzu wurde der Fachwissenstest erneut mittels eindimensionalem Rasch-Modells ausgewertet.

Fachwissenstest Prä (Vorwissen)

Der Fachwissenstest wurde, wie bereits im Studiendesign beschrieben, zu Beginn des Semesters bei den Studierenden eingesetzt. Er erfasst das Wissen zu Allgemeiner Chemie zu Beginn des Studiums.

Tabelle 8: Kennwerte des Raschmodells zum Vorwissenstest

Kennwerte	**Fachwissenstest Prä (Vorwissen)**
N Personen	292
N Items	39
WLE-Reliabilität	.76
Aufgabenparameter	-2.41 - 2.49
Personenparameter	-1.65 – 1.98
Infit-MNSQ	0.92 – 1.11
t-Wert (Infit)	-2.06 – 2.28

Die Kennwerte des Fachwissenstests zum Prä-Zeitpunkt (im Weiteren als Vorwissen bezeichnet) zeigen mit .76 eine akzeptable WLE-Reliabilität. Die Infit-MNSQ Werte liegen innerhalb der festgelegten Grenzen von 0.75 und 1.33 und zeigen damit, dass die Daten gut zum Raschmodell passen. Somit ist der Test geeignet, das Fachwissen zu ermitteln. Im Weiteren wird in Abbildung 13 die Wright Map des Vorwissenstests betrachtet.

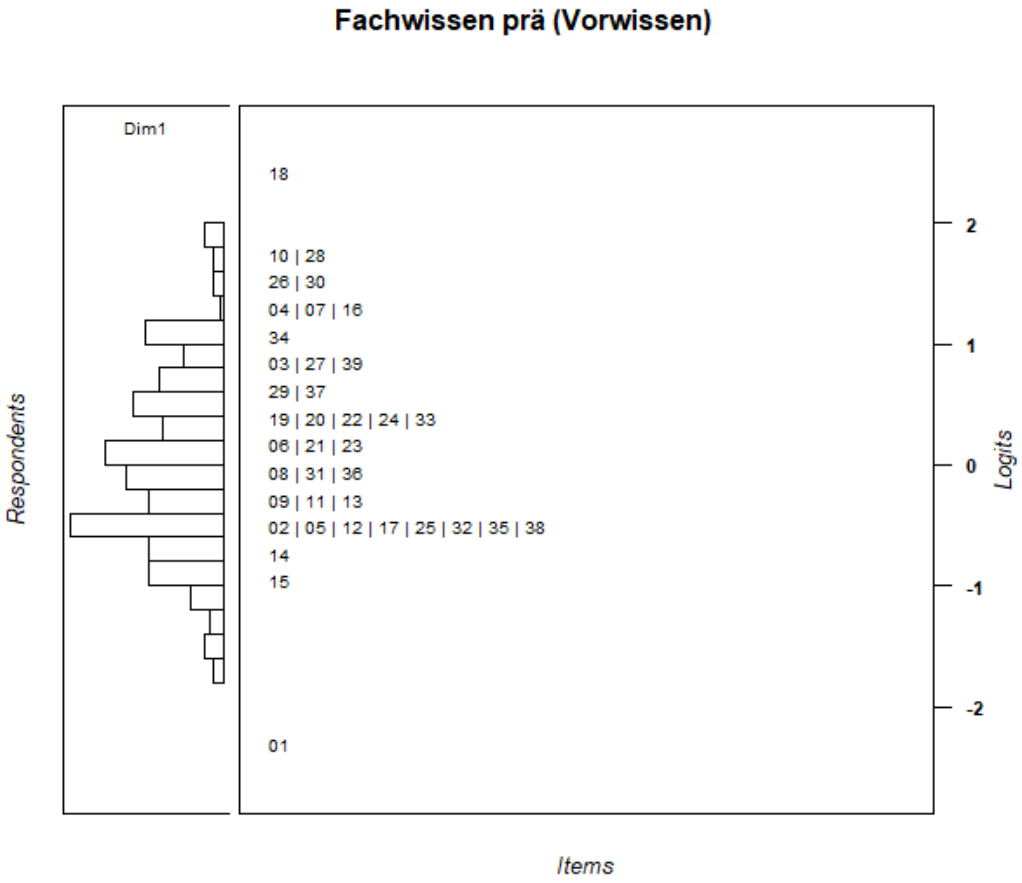


Abbildung 13: Wright Map des Vorwissenstests

Aus der Wright Map wird deutlich, dass das eingesetzte Testinstrument tendenziell ein wenig zu schwierig für die Personenfähigkeiten der Probanden ist. So befinden sich die meisten Items oberhalb der mittleren Personenfähigkeit. Diese Beobachtung ist erwünscht, da der Test in diesem Fall zu einem Zeitpunkt stattgefunden hat, wo lediglich das Vorwissen zur Beantwortung genutzt werden konnte. Erkennbar ist, dass das Item 1 für die Probanden deutlich zu einfach ist und das Item 18 eine zu hohe Schwierigkeit aufweist. Die Personenfähigkeiten, welche auf der linken Hälfte der Wright Map zu sehen sind, sehen in etwa normalverteilt aus.

Fachwissenstest Post

Der zweite Fachwissenstest wurde zum Ende des Semesters eingesetzt. Hiermit soll erfasst werden, welches Fachwissen in Allgemeiner Chemie kurz vor der Klausur vorliegt.

Tabelle 9: Kennwerte des Raschmodells zum Fachwissenstest

Kennwerte	**Fachwissenstest Post**
N Personen	259
N Items	39
WLE-Reliabilität	.82
Aufgabenparameter	-2.41 – 1.85
Personenparameter	-2.38 – 2.90
Infit-MNSQ	0.83 – 1.17
t-Wert (Infit)	-2.74 – 3.19

Auch die Kennwerte zum Raschmodell des Fachwissenstests zum Postzeitpunkt zeigen, dass der Test reliabel misst. Die WLE-Reliabilität liegt bei .82, was einer guten Reliabilität entspricht. Die Infit-MNSQ Werte von 0.83 – 1.17 liegen alle innerhalb der festgelegten Grenzen. Es müssen infolgedessen keine Items von der Messung ausgenommen werden. Nachfolgend wird in Abbildung 14 erneut die Wright Map betrachtet, welche Aufschluss über die Verteilung der Personenparameter und der Itemparameter gibt.

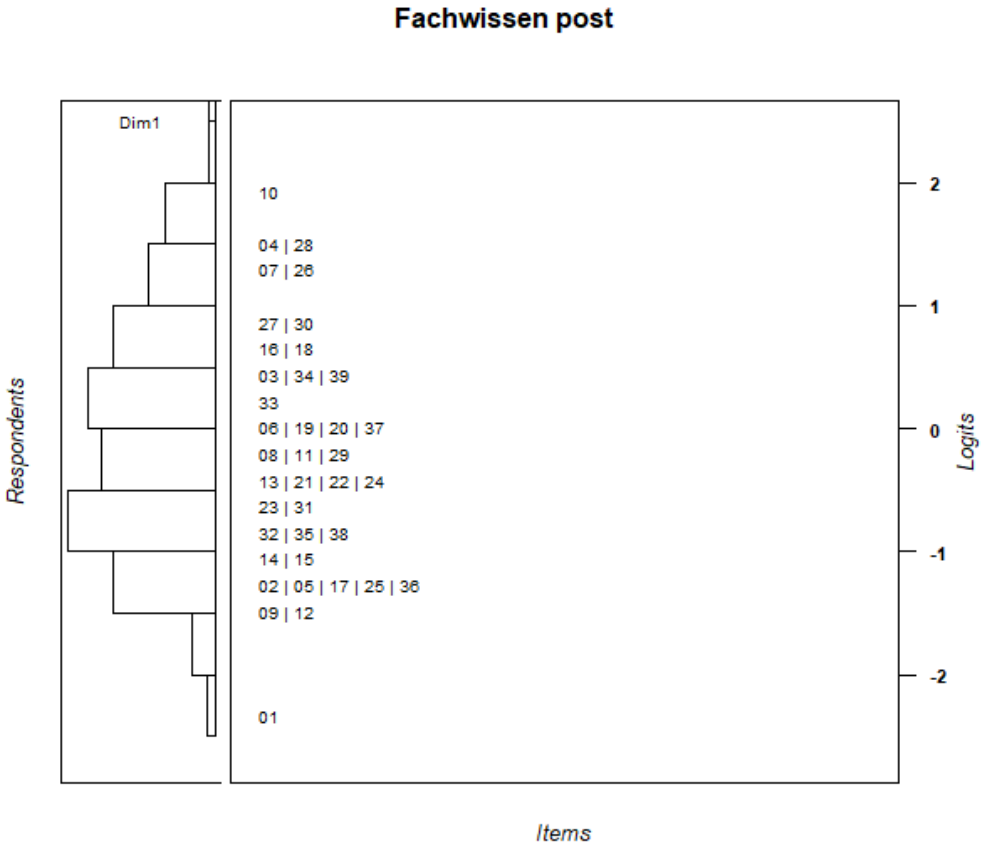


Abbildung 14: Wright Map des Fachwissenstests

In dieser Wright Map ist zu erkennen, dass die Items gut um die mittlere Personenfähigkeit verteilt sind. Es gibt etwas mehr Items, die unterhalb der mittleren Personenfähigkeit liegen, was daraufhin deutet, dass der Test minimal zu einfach ist. Dies entspricht der Erwartung, da nun davon ausgegangen werden kann, dass die Probanden deutlich kompetenter sind als zum Zeitpunkt des Vorwissenstests. Das Item 1 ist, wie auch im Vorwissenstest, das einfachste Item des Tests. In dieser Wright Map hat das Item 10 die höchste Schwierigkeit. Diese Beobachtungen sind erwartungskonform. Die einzelnen Items behalten in etwa ihre Positionen auf der Wright Map, was für die Qualität der Items spricht. Zusammenfassend lässt sich zu dieser Wright Map sagen, dass die Items gut zu den Personenfähigkeiten passen und die Personenfähigkeiten annähernd normalverteilt sind.

Motivation

Im Rahmen dieser Studie wurde die Motivation mittels eines aus drei Skalen bestehenden Testinstruments erhoben. Dieses Testinstrument wurde bereits validiert und mittels konfirmatorischer Faktorenanalyse auf Dimensionalität überprüft (Kosovich et al., 2015). In Rahmen dieser Studie soll überprüft werden, ob die drei Skalen in sich konsistent messen. Misst jedes Item innerhalb einer Skala das gleiche Konstrukt, so ist die interne Konsistenz hoch. Diese interne Konsistenz lässt sich mittels Cronbach's α berechnen und darstellen. Es wurde sich im Rahmen dieser Studie dafür entschieden Cronbach's α für die Reliabilitätsprüfung zu nutzen, da es sich um ein bestehendes Testinstrument handelt, zu dem es bereits viele Reliabilitätsmessung nach Cronbach's α gibt. So wird die Möglichkeit zu vergleichen gegeben. Nachfolgend sind diese Werte tabellarisch aufgeführt.

Tabelle 10: Interne Konsistenz der Motivationsskalen

Skala	**Cronbach's α**
Erwartung	.85
Wert	.89
Kosten	.71

Es zeigt sich, dass die Skalen „Erwartung" und „Wert" eine gute interne Konsistenz aufweisen, während die Skala zu den „Kosten" eine akzeptable interne Konsistenz aufweist.

9.2.2 Lernzielübereinstimmung zwischen Dozierenden und Studierenden

Wie bereits erklärt, lassen sich zur Überprüfung der Lernzielübereinstimmung für jedes Lernziel zwei Werte darstellen. So kann einerseits der Mittelwert der Bewertung der gewünschten Lernziele der Dozenten und der Mittelwert der Bewertung der von Studierenden wahrgenommenen Lernziele angeführt werden. Diese Werte geben deskriptiv einen ersten Eindruck, inwieweit die beiden Lernzielbewertungen übereinstimmen. In den Abbildungen 15-18 befinden sich diese Mittelwerte für die Lernziele. All diese Werte befinden sich im Wertebereich zwischen eins (*unwichtig*) und vier (*sehr wichtig*).

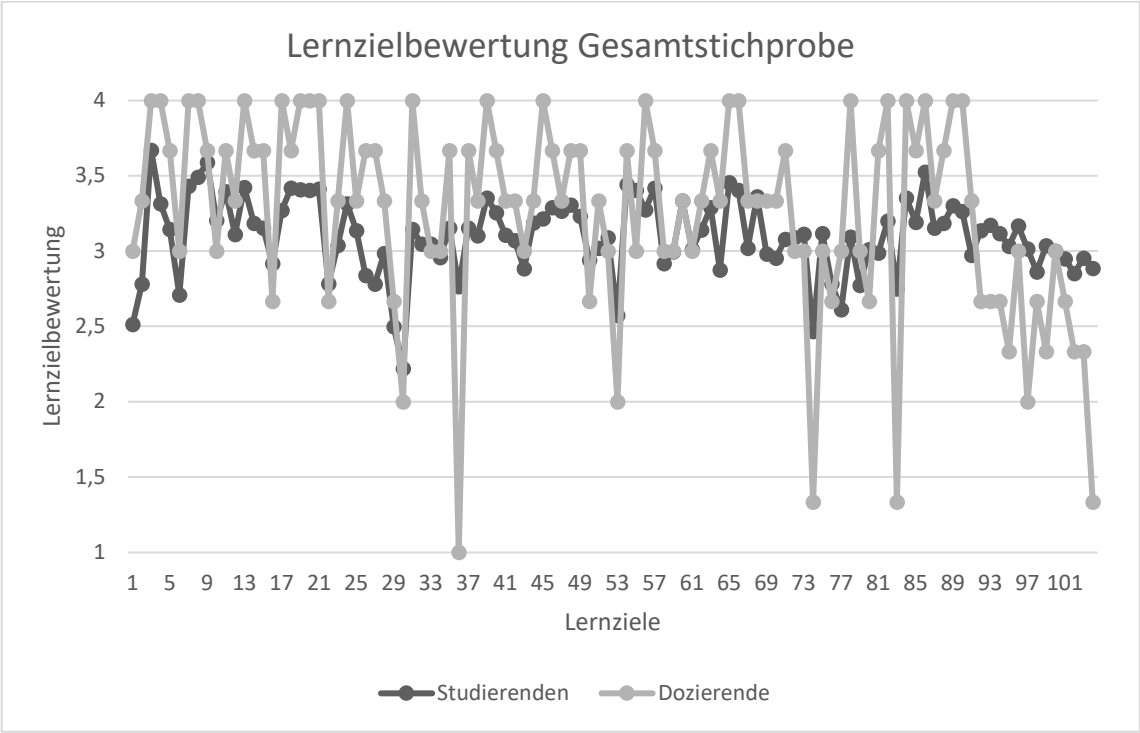


Abbildung 15: Lernzielbewertung von Dozenten und Studierenden der Gesamtstichprobe

Die Grafik der Lernzielbewertung von Dozierenden und Studierenden für die gesamte Stichprobe zeigt auf den ersten Blick wenig Übereinstimmung. Bei genauerer Betrachtung können für bestimmte Lernziele ähnliche Tendenzen ausgemacht werden. Gesamt gesehen scheint die Übereinstimmung jedoch eher niedrig zu sein. Im Folgenden werden die Substichproben einzeln betrachtet.

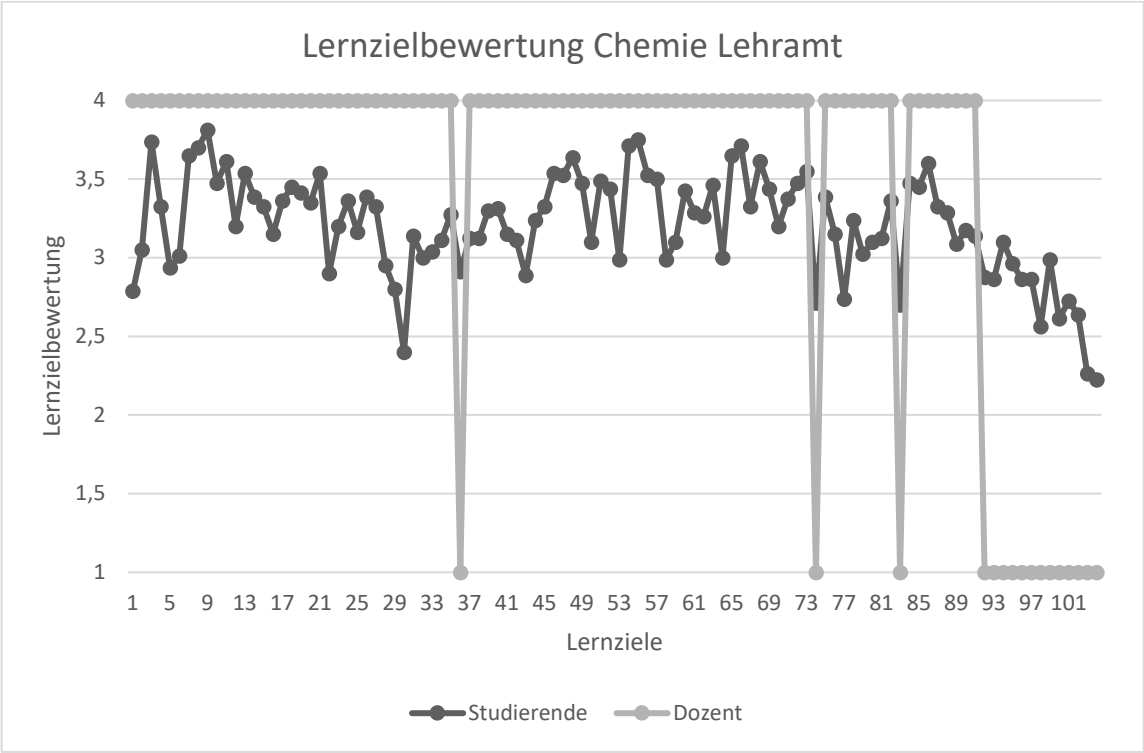


Abbildung 16: Lernzielbewertung Chemie Lehramt

Die Lernzielbewertung der Substichprobe Chemie Lehramt zeigt eine Auffälligkeit, die ursächlich für die niedrige Übereinstimmung zwischen den Studierenden und dem Dozenten sein kann. Der Dozent hat bei der Bewertung der Lernziele ausschließlich dichotom bewertet. Alle Lernziele, die inhaltlich in der Vorlesung zu finden waren, wurden von ihm als sehr wichtig bewertet, unabhängig von ihrem kognitiven Anspruch oder der thematischen Zugehörigkeit. Die Validität der einzelnen Items leidet in diesem Fall stark unter der mangelnden Differenzierung des Dozenten. Die gemittelten Bewertungen der Studierenden schwanken zwischen Werten um die 2.2 und knapp 4. In Abbildung 16 ist zu erkennen, dass die letzten Lernziele vom Dozenten alle als unwichtig bewertet wurden. Hier ist der Trend auch bei den Studierenden zu sehen. Es handelt sich bei diesen Lernzielen um Lernziele, die inhaltlich keine Relevanz für dieses Modul haben, da sie verwandte Disziplinen der Chemie adressieren.

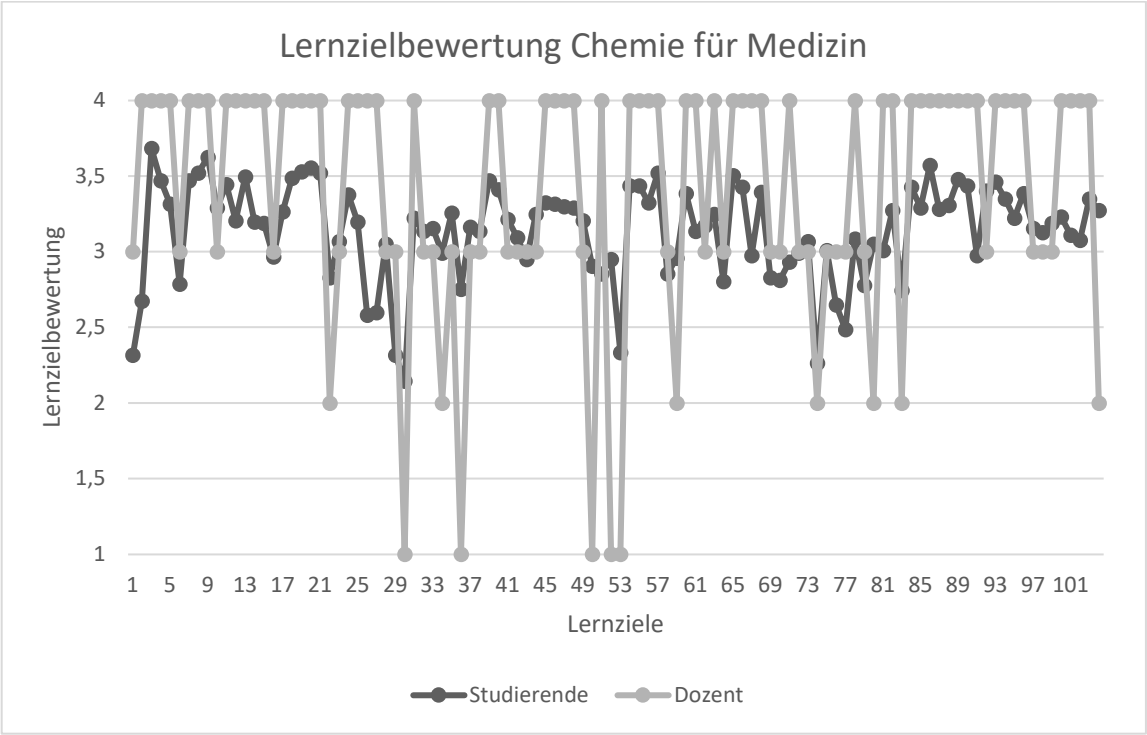


Abbildung 17: Lernzielbewertung Chemie für Medizin

Bei der Lernzielbewertung der Substichprobe Chemie für Medizin bewertet der Dozent die meisten Lernziele als sehr wichtig. Nur fünf Lernziele sind seiner Meinung nach nicht wichtig für das Modul. Sieben Lernziele sind als eher unwichtig bewertet worden. Die Lernziele die der Dozent als unwichtig bewertet hat, sind Lernziele, die auf höheren kognitiven Prozessdimensionen formuliert wurden und scheinbar so nach Meinung des Dozenten nicht Teil der in der Vorlesung zu erwerbenden Kompetenzen sind. Es ist gut zu erkennen, dass die Bewertung der Studierenden mit den Bewertungen des Dozenten häufig ähnlich verläuft. Dadurch, dass jedoch der Mittelwert gebildet wurde, sind keine extremen Bewertungen der Studierenden möglich. Es ist durch den Mittelwert eine Tendenz zur Mitte erkennbar. Insgesamt lässt sich für diese Substichprobe feststellen, dass nach optischer Wahrnehmung die Übereinstimmung zwischen dem Dozenten und den Studierenden höher sein muss als bei den anderen Substichproben.

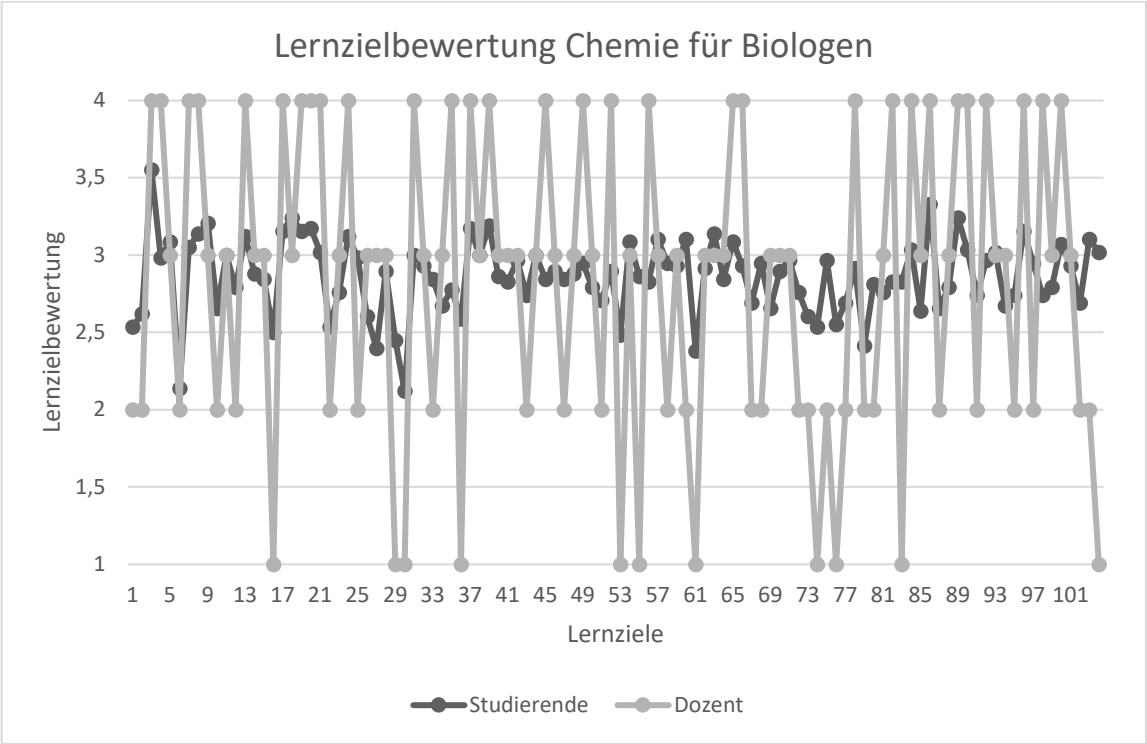


Abbildung 18: Lernzielbewertung Chemie für Biologen

In der Lernzielbewertung der Studierenden des Studiengangs Biologie für das Lehramt im Modul Chemie für Biologen ist zu erkennen, dass die mittleren Bewertungen der Studierenden meist im Bereich zwischen 2.5 und 3.0 liegen. Der Dozent dieses Moduls hat rein deskriptiv von den drei untersuchten Modulen am differenziertesten bewertet. Auch hier wurden, wie in der Substichprobe Chemie für Medizin, die Lernziele als unwichtig bewertet, die ein besonders hohes kognitives Niveau adressierten.

Im nächsten Schritt wurde nun genauer untersucht, welche Übereinstimmung bezüglich der Lernziele zwischen den Studierenden und den Dozierenden vorlag. Dabei wurden die Lernzielbewertungen eines jeden Studierenden mit der Bewertung des Dozierenden verglichen. Hierzu wurde methodisch das gewichtete Cohen's Kappa verwendet. Anschließend wurde der Mittelwert der gewichteten Kappa-Werte ermittelt. Um einen Überblick über die Verteilung der gewichteten Kappa-Werte zu bekommen, wird im Folgenden ein Histogramm der Gesamtstichprobe präsentiert.

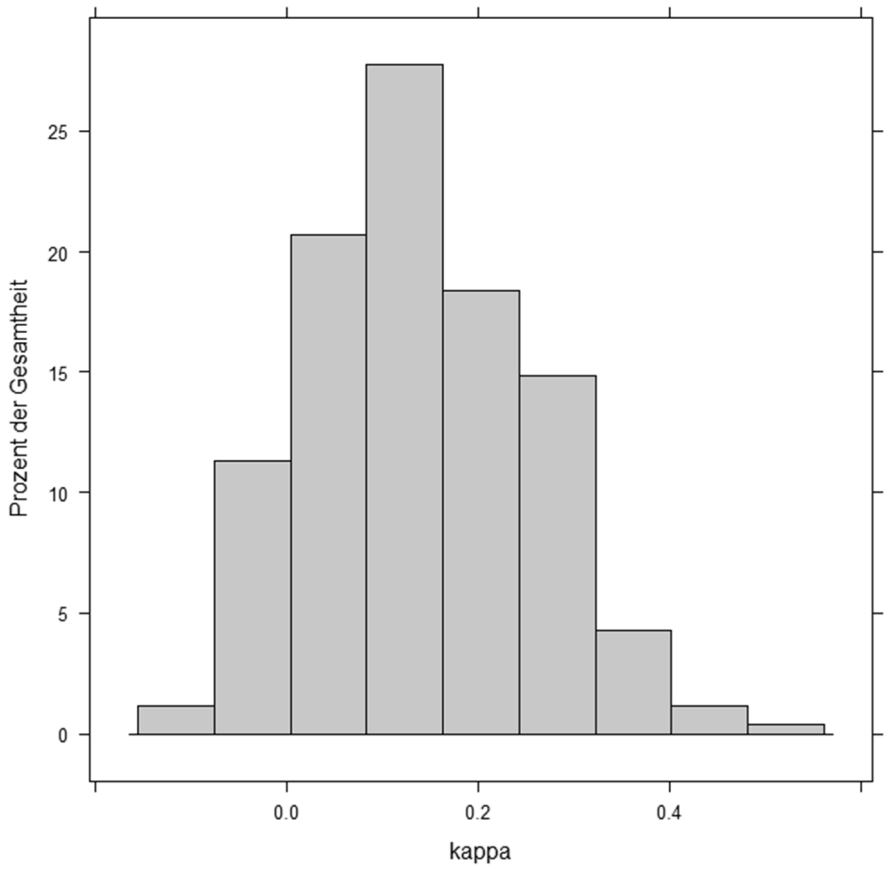


Abbildung 19: Histogramm der gewichteten Kappa-Werte (Gesamtstichprobe)

Es kann auf Grund des Histogramms (vgl. Abbildung 19) von einer Normalverteilung der Gesamtstichprobe ausgegangen werden.

In Tabelle 11 werden die Extremwerte, der Mittelwert und die Standardabweichung der Gesamtstichprobe dargestellt.

Tabelle 11: Extreme Kappa Werte und Mittelwert der Gesamtstichprobe

	Min	**Max**	***M***	***SD***
κ_{gew} Gesamtstichprobe	-.13	.53	.14	.11

Es zeigt sich, dass die Übereinstimmungen zwischen Dozenten und Studierenden eher niedrig sind. Ein durchschnittlicher Kappa-Wert zwischen .10 und .20 deutet zwar auf

eine leichte Übereinstimmung hin, jedoch ist diese niedrig, sodass man davon ausgehen kann, dass den Studierenden die Lernziele des jeweiligen Moduls nur durch das Besuchen der Veranstaltung nicht richtig bewusstwerden.

Im Folgenden werden die einzelnen Substichproben separat betrachtet, um etwaige Unterschiede zwischen den Gruppen zu detektieren.

Chemie Lehramt

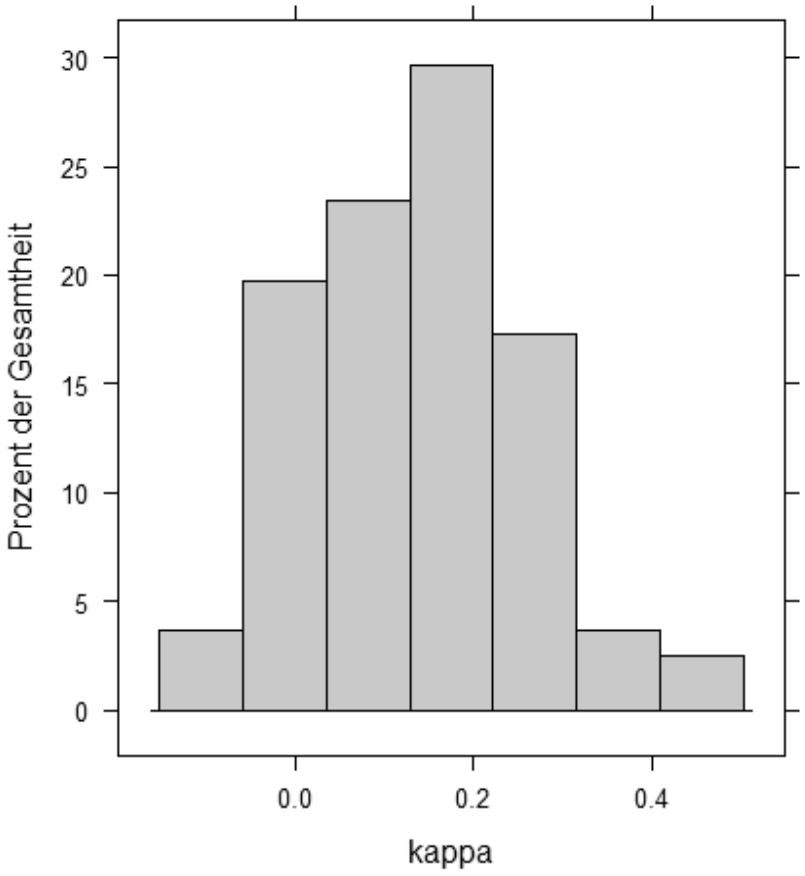


Abbildung 20: Histogramm der gewichteten Kappa-Werte der Substichprobe: Chemie Lehramt

Das Histogramm der Substichprobe Chemie Lehramt in Abbildung 20 zeigt deskriptiv eine normalverteilte Stichprobe in Hinblick auf die gewichteten Kappa-Werte. In der nachfolgenden Tabelle 12 werden der niedrigste, der höchste und der durchschnittliche Kappa-Wert sowie die Standardabweichung dargestellt.

Tabelle 12: Extreme Kappa-Werte und Mittelwert der Substichprobe Chemie Lehramt

	Min	**Max**	***M***	***SD***
κ_{gew} **Chemie Lehramt**	-.13	.48	.13	.12

Chemie für Biologen

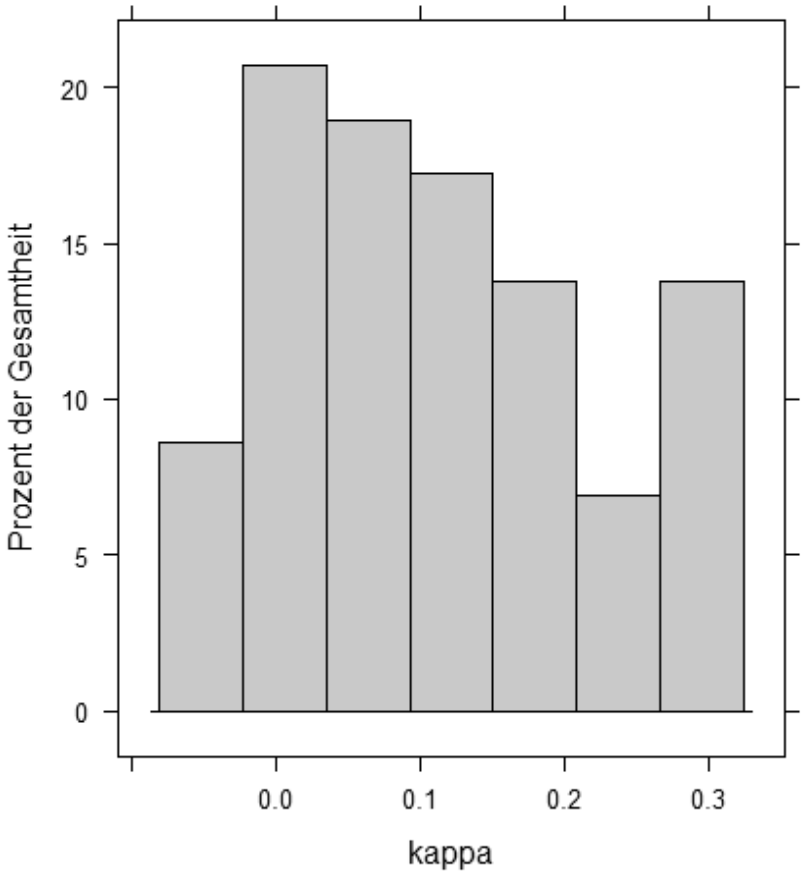


Abbildung 21: Histogramm der gewichteten Kappa-Werte der Substichprobe: Chemie für Biologen

Das Histogramm in Abbildung 21 zeigt, dass weitestgehend alle gewichteten Kappa-Werte im positiven Bereich liegen. Es gibt keine Werte, die deutlich unter 0.0 liegen. Das zeigt, dass es zwar keine gute Übereinstimmung gibt, jedoch auch keine gegen-

sätzlichen Wahrnehmungen der Wichtigkeit der Lernziele vorliegen. Die Standardabweichung der Werte ist geringer als in der Substichprobe Lehramt Chemie. In Tabelle 13 werden ausgewählte Werte und der Durchschnittswert dargestellt.

Tabelle 13: Extreme Kappa-Werte und Mittelwert der Substichprobe Chemie für Biologen

	Min	**Max**	***M***	***SD***
κ_{gew} **Chemie für Biologen**	-.07	.31	.11	.11

Chemie für Medizin

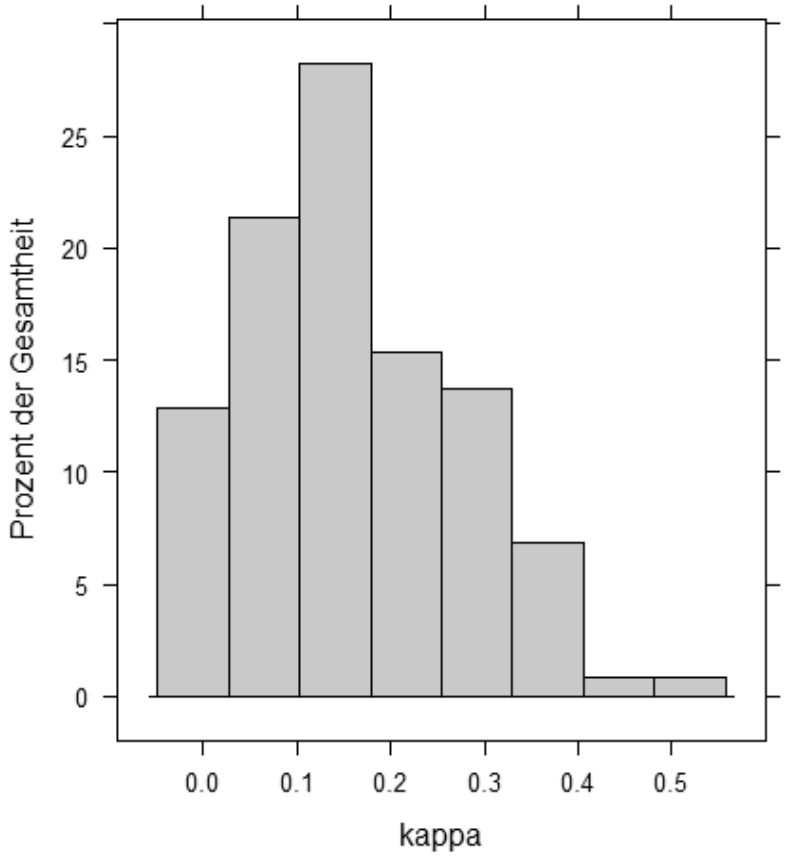


Abbildung 22: Histogramm der gewichteten Kappa-Werte der Substichprobe: Chemie für Medizin

Erneut lässt sich in Abbildung 22 erkennen, dass die Werte nicht weit unter 0 liegen. In diesem Histogramm ist eine größere Streuung erkennbar. Dieses Histogramm sieht

annähernd normalverteilt aus. In der nachfolgenden Tabelle werden erneut ergänzend Extremwerte und der durchschnittliche Kappa-Wert präsentiert.

Tabelle 14: Extreme Kappa-Werte und Mittelwert Chemie für Medizin

	Min	**Max**	***M***	***SD***
κ_{gew} Chemie für Medizin	-.03	.53	.16	.11

Die dargestellten Mittelwerte der Lernzielübereinstimmungen zeigen in allen Stichproben eine niedrige Übereinstimmung zwischen den Dozenten und ihren Studierenden. Im Folgenden wird nun für die einzelnen Themen, zu denen sich die Lernziele zuordnen lassen, untersucht, ob die Themen der Allgemeinen Chemie sich in der Lernzielübereinstimmung unterscheiden. Hierfür wurden für jede Substichprobe die Lernziele themenweise betrachtet und ein mittlerer Kappa Wert berechnet, der beschreibt, inwieweit Einigkeit im jeweiligen Thema besteht. Die nachfolgende Tabelle 15 stellt diese mittleren Kappa-Werte da. Für die Substichprobe Lehramt Chemie konnten keine Kappa-Werte berechnet werden, da in den Antworten des Dozenten keine Streuung vorhanden war.

Tabelle 15: Mittlere Kappa-Werte für jedes Thema getrennt nach Substichproben

Themen	**Chemie für Medizin**	**Chemie für Biologen**
1) Atomtheorie & Atombau	**.19**	**.31**
2) Stöchiometrie	.09	.10
3) Aufbau des Periodensystems	.04	.18
4) Chemische Bindung	-	**-.08**
a) Ionenbindung	.09	.16
b) Kovalente Bindung	-	.00
c) Metallbindung	.17	.21
d) Komplexverbindungen	.06	.02
5) Gase, Flüssigkeiten, Feststoffe	.12	.10
a) Wechselwirkungen	.13	.12
b) Phasenübergänge	-	.07
6) Chemisches Gleichgewicht	-	**-.01**
a) Löslichkeit	.09	.01
7) Säure und Basen	.19	.07
8) Redoxreaktionen	.12	.05
a) Elektrochemie	.11	.05
9) Kinetik	.09	.05
10) Thermodynamische Grundlagen	-	.19
11) Aufbau und Struktur organischer Verbindungen	**-.02**	.09
12) Grundtypen organisch-chemischer Reaktionen	.07	.03
13) Reaktionen von Carbonylverbindungen	-	.12
14) Wichtige Klassen von Biomolekülen	.04	.01

Aus der dargestellten Tabelle 15 geht hervor, dass für das Thema Atomtheorie und Atombau für beide betrachteten Substichproben die höchste Übereinstimmung zwischen Dozenten und den Studierenden vorliegt. Besonders uneinig sind sich die Studierenden und der Dozent in der Substichprobe Chemie für Medizin im Thema Aufbau und Struktur organischer Verbindungen. In der Substichprobe Chemie für Biologen besteht die größte Uneinigkeit im Thema chemische Bindung und im Thema chemisches Gleichgewicht. Deskriptiv lässt sich sagen, dass in beiden Substichproben die Themen vom Trend her ähnliche Übereinstimmungen zeigen.

Im Folgenden wurde untersucht, welche Einflussfaktoren beziehungsweise individuelle Variablen einen Einfluss auf die Lernzielwahrnehmung haben. Hierbei soll der Frage nachgegangen werden, ob es Charakteristika der Lernenden gibt, die zu einer höheren Übereinstimmung der Lernzielwahrnehmung zwischen Dozierenden und Studierenden führen. In der nachfolgenden Tabelle 16 sind die Korrelationen zwischen den individuellen Variablen und dem Kappa-Wert der Studierenden zu finden. Es wurden jeweils Produkt-Moment-Korrelationen nach Pearson berechnet, da die Daten als intervallskaliert betrachtet werden können. Als Grundlage für die Berechnung der Korrelation wurde die Variable der Kurswahlentscheidung mit den Werten 1 für einen besuchten Leistungskurs in Chemie und 0 für keinen Leistungskurs in Chemie kodiert.

Tabelle 16: Korrelative Beziehung der Prädiktoren und der Lernzielübereinstimmung

	Übereinstimmung der Lernzielbewertung (gew. Kappa)
Vorwissen	$.32^{***}$
Abiturnote	$-.14^{*}$
Kurswahl	-.08
Motivation (Erwartung)	.11
Motivation (Wert)	$.14^{*}$
Motivation (Kosten)	.05
	$^{***} p \leq .001; ^{**} p \leq .01; ^{*} p \leq .05$

Anhand der Korrelationen lässt sich erkennen, dass es zwischen Vorwissen, Abiturnote und Wert-Skala der Motivationsitems einen Zusammenhang mit der übereinstim-

menden Wahrnehmung der Lernziele gibt. Kurswahl und die beiden Motivationsskalen Erwartung und Kosten zeigen keinen signifikanten Zusammenhang mit den Kappa-Werten.

Im nächsten Schritt werden die Prädiktoren in ein Regressionsmodell gegeben, um den Einfluss auf den Kappa-Wert zu untersuchen. Hierzu werden die unabhängigen Variablen schrittweise in das Regressionsmodell gegeben. Durch diese Art der Regression kann überprüft werden, ob die schrittweise Hinzunahme weiterer Prädiktoren die Varianzaufklärung signifikant erhöht. Die Reihenfolge der hinzugegebenen Prädiktoren ergibt sich aus der Höhe der zuvor berechneten Korrelationen. Im Vorfeld wurden die Voraussetzungen für eine lineare Regression, wie im Methodenteil dieser Arbeit beschrieben, überprüft. Hierbei wurden alle Voraussetzungen für eine Regression erfüllt.

Tabelle 17: Hierarchische Regression zur Vorhersage des gew. Kappa-Werte (Gesamtstichprobe)

Variable	***B***	***SE B***	**β**	R^2	ΔR^2
Schritt 1				.085	
Konstante	0.148***	0.012			
Vorwissen	0.043**	0.015	0.291**		
Schritt 2				.097	.012
Konstante	0.168***	0.021			
Vorwissen	0.043**	0.015	0.286**		
Abiturnote	-0.010	0.009	-0.110		
Schritt 3				.099	.002
Konstante	0.122	0.084			
Vorwissen	0.041**	0.015	0.275**		
Abiturnote	-0.009	0.009	-0.103		
Motivation (W)	0.012	0.022	0.058		
Anmerkung: $N = 95$				*** $p \leq .001$; ** $p \leq .01$; * $p \leq .05$	

Die hierarchische Regression in Schritt drei zeigt auf, dass Vorwissen der Prädiktor mit der höchsten Varianzaufklärung ist. Vorwissen klärt jedoch nur etwa 8,5 % der Varianz auf. Die Abiturnote klärt nur etwa ein Prozent Varianz auf. Die Varianzaufklärung durch Motivation ist zu vernachlässigen. Die Einflüsse von Abiturnote und Motivation sind nicht signifikant. Für die Abiturnote kann davon ausgegangen werden,

dass der Einfluss durch die Substichprobe Chemie für Medizin verzehrt wird. Diese haben im Mittel sehr gute Abiturnoten bei niedriger Streuung. Das Regressionsmodell klärt insgesamt etwa 10 % Varianz auf. Viele Prädiktoren, die den Kappa-Wert beeinflussen, sind demnach noch unbekannt. Es lässt sich dennoch als Ergebnis dieser Regressionsanalyse sagen, dass die Addition von guter Abiturnote, hoher Motivation und damit verbundenem Vorwissen die Übereinstimmung der Lernzielwahrnehmung verbessert.

Im nun folgenden Teil des Ergebniskapitels wird untersucht, welche Lernziele durch die Prüfungen tatsächlich abgeprüft wurden. Den Ausgangspunkt für diese Untersuchung stellt die Forschungsfrage zwei dar.

9.2.3 Abgefragte Lernziele und Kompetenzorientierung der Prüfungen

Um einen ersten Eindruck zu bekommen, ob die Prüfungen überhaupt Kompetenzen in Allgemeiner Chemie erfassen, wurden die Prüfungsergebnisse mit einem externen Fachwissenstest verglichen. Dieser Fachwissenstest wurde am Ende des Semesters vor der Prüfung durchgeführt. Es wurden jeweils Produkt-Moment-Korrelationen nach Pearson berechnet. In Tabelle 18 werden die Korrelationen des Fachwissenstests mit den jeweiligen Prüfungen dargestellt.

Tabelle 18: Korrelation des Fachwissens mit den Prüfungspunkten der jeweiligen Abschlussprüfungen

	Prüfungspunkte
Fachwissen (gesamt)	$.66^{***}$
Fachwissen (Chemie für Lehramt)	$.66^{***}$
Fachwissen (Chemie für Biologie)	$.64^{***}$
Fachwissen (Chemie für Medizin)	$.55^{***}$
	$^{***}\, p \leq .001;\ ^{**}\, p \leq .01;\ ^{*}\, p \leq .05$

Es zeigt sich, dass sowohl für die Gesamtheit der Stichprobe als auch für die Substichproben ein großer Korrelationseffekt sichtbar wird. Infolgedessen wird von einem Zusammenhang ausgegangen. Da zur externen Validierung schon mehrfach der eingesetzte Fachwissenstests genutzt wurde, kann durch den nachgewiesenen Zusammenhang von Prüfungspunkten und Personenfähigkeiten die Aussage getätigt werden, dass die Klausuren Kompetenzen der Allgemeinen Chemie überprüfen. Gemäß der zweiten

Forschungsfrage soll nun untersucht werden, welche Lernziele tatsächlich durch die Klausuraufgaben abgeprüft wurden. Generell lässt sich zuerst einmal feststellen, dass die Klausuren der verschiedenen Module völlig unterschiedlich konzipiert sind. Keine der überprüften Klausuren erhebt den Anspruch alle Lernziele eines Moduls abzudecken. Dies ist weder nötig noch sinnvoll. Solange Lernziele überprüft wurden, die als wesentlich für das Modul gelten, prüft die Klausur kompetenzorientiert. So werden in der Klausur Lehramt Chemie sieben offene Aufgaben gestellt, während die Klausur Chemie für Biologen aus Multiple-Choice-Aufgaben besteht. Während die offenen Aufgaben in der Klausur für Lehramt Chemie wenig in die Breite prüfen, dafür inhaltlich und vom kognitiven Niveau etwas tiefer gehen, prüft eine Multiple-Choice-Klausur wie die der Biologie-Studierenden Kompetenzen der Vorlesung breit ab. Die Klausur Chemie für Medizin besteht wie die Klausur für Chemie für Lehramt aus offenen Aufgaben. Es wurden dreizehn Aufgaben gestellt, wovon manche aus Teilaufgaben bestehen. Unabhängig von ihrer Art der Konzeptionen überprüfen die Klausuren lediglich exemplarisch die erworbenen Kompetenzen der jeweiligen Module.

Zur genaueren Untersuchung der Klausuren wurden den Klausuraufgaben Lernziele zugeordnet. Dabei wurden auch Teilaufgaben berücksichtigt. So wurden sowohl thematisch als auch vom kognitiven Niveau passende Lernziele zu den Aufgaben gefunden. Anschließend sind den ausgewählten Lernzielen die Punkte zugeteilt worden, die es für die zugehörige Aufgabe beziehungsweise Teilaufgabe gab. Es entstand für jede untersuchte Klausur eine Rangliste von zugeteilten Lernzielen gemäß ihrer Bepunktung. Um Objektivität bei der Bewertung zu gewährleisten, wurde die Zuteilung erneut durch einen zweiten Rater durchgeführt. Hierbei wurden die Zuteilungen des ersten Raters bestätigt. Im Folgenden werden die zugeordneten Lernziele einer untersuchten Klausur exemplarisch dargestellt. Die zugeteilten Lernziele können im Anhang eingesehen werden.

Tabelle 19: Zugeteilte Lernziele der Klausur Allgemeine Chemie für Lehramt

Lernziele	Klausuraufgabe	Punkte
LÖ1	A7	15
SB5	A1	15
RR3	A4.2	12
KOB1	A5.2	10
LÖ2	A3	10
AP4	A6.2	9
EC5	A2b	9
KB2	A6.1	6
EC1	A2a	6
SB1	A5.1	5
KB4	A4.1	3

Dieser Klausur im Studienfach Chemie für Lehramt wurden 11 Lernziele zugeordnet. Wenn eine Aufgabe Teilaufgaben hatte, wurden diesen mehrere Lernziele zugewiesen. Erkennbar ist dies durch die kleinen Buchstaben „a“ oder „b“, wenn es sich um tatsächliche Teilaufgaben handelt und „.1“ und „.2“ wenn innerhalb einer Aufgabe mehrere Lernziele abgedeckt wurden.

Im nächsten Schritt wurden die Lernzielbewertungen von Studierenden und Lehrenden für genau diese Lernziele mit den Klausurlernzielen verglichen. Als Methode dienen hier Rangkorrelationen nach Spearman, da die Daten nicht intervallskaliert, sondern ordinalskaliert sind. Im Folgenden (vgl. Tabelle 20) werden die Korrelationsanalysen für den Studiengang Lehramt Chemie dargestellt.

Tabelle 20: Korrelationsanalyse Lernziele der Klausur und Bewertungen von Studierenden und Dozent (Lehramt Chemie)

	Lernziele der Klausuraufgaben
Bewertung Studierende	.36
Bewertung Dozent	-
	$^{***}p \leq .001$; $^{**}p \leq .01$; $^{*}p \leq .05$

Anmerkung: Es wurden 11 Lernziele für die Korrelationsanalyse berücksichtigt

Es zeigt sich, dass für die mittlere Lernzielbewertung der Studierenden ein mittlerer Zusammenhang zu den in der Klausur gefundenen Lernzielen besteht. Dieser Zusammenhang ist aufgrund der wenigen Lernziele nicht signifikant. Der zugehörige Dozent hat die Lernziele der Klausuraufgaben ausschließlich als „sehr wichtig“ bewertet. Eine Korrelationsanalyse ist mit einer Standardabweichung von null nicht möglich. Rein deskriptiv lässt sich jedoch sagen, dass der Dozent in Allgemeiner Chemie alle Lernziele, die in der Klausur abgeprüft wurden, als wichtig bewertet hat. Somit kann nicht kritisiert werden, dass Lernziele abgeprüft werden, die als unwichtig bewertet wurden. Generell muss aber Kritik an der dichotomen Bewertung der Lernziele geäußert werden. Hierdurch wird zwar jeder Inhalt der Vorlesung als wichtig bezeichnet. Faktisch werden aber nicht alle Kompetenzen gleich erworben. Manche Inhalte werden nur sehr kurz oder oberflächlich behandelt und können daher nicht die gleiche Wichtigkeit haben wie ausführlich behandelte Inhalte.

In der Tabelle 21 werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse für Chemie für Biologen dargestellt.

Tabelle 21: Korrelationsanalyse Lernziele der Klausur und Bewertungen von Studierenden und Dozent (Chemie für Biologen)

	Lernziele der Klausuraufgaben
Bewertung Studierende	.08
Bewertung Dozent	-.07
	$^{***}p \leq .001; ^{**}p \leq .01; ^{*}p \leq .05$

Anmerkung: Es wurden 24 Lernziele für die Korrelationsanalyse berücksichtigt

In der Substichprobe Chemie für Biologen zeigt sich kein Zusammenhang der bewerteten Lernziele von Studierenden und dem Dozenten zu den Lernzielen, die in der Klausur abgefragt wurden. Dies kann einerseits daran liegen, dass andere Lernziele abgefragt wurden als die, die als wichtig bewertet wurden, oder es liegt daran, dass sich ein Zusammenhang aufgrund der Datenstruktur nur schwer darstellen lässt. Die Bepunktung der einzelnen Lernziele ist durch das Multiple-Choice-Format der Klausur mit wenig Streuung verbunden, sodass ein Vergleich mit den bewerteten Lernzielen schwer umzusetzen ist. Auch in der nachfolgenden Tabelle 22 der Substichprobe Chemie für Medizin lässt sich keine signifikante Korrelation berichten. Ursächlich hierfür sind die bereits beschriebenen Ursachen.

Tabelle 22: Korrelationsanalyse Lernziele der Klausur und Bewertungen von Studierenden und Dozent (Chemie für Medizin)

	Lernziele der Klausuraufgaben
Bewertung Studierende	.09
Bewertung Dozent	-.05
	$^{***}p \leq .001$; $^{**}p \leq .01$; $^{*}p \leq .05$

Anmerkung: Es wurden 21 Lernziele für die Korrelationsanalyse berücksichtigt

Es zeigt sich über alle Substichprobe hinweg, dass mittels Korrelationsanalysen Zusammenhänge zu den zuvor bewerteten Lernzielen schwierig darzustellen oder einfach nicht vorhanden sind. Um Ursachen für diese fehlenden Zusammenhänge zu finden, werden im Folgenden Klausurlernziele dargestellt, die von den Studierenden als unwichtig bzw. eher unwichtig bewertet wurden. Es ist, wie bereits im theoretischen Hintergrund erklärt, davon auszugehen, dass Lernziele, die als weniger wichtig wahrgenommen werden, nicht so intensiv in der Klausurvorbereitung berücksichtigt werden. Sollten sich also Lernziele identifizieren lassen, die eine solch niedrige Bewertung aufweisen, würde dies auf ein strukturelles Problem im Sinne des Constructive Alignments hinweisen.

Tabelle 23: Exempl. Lernziele der Klausur mit niedriger Bewertung

Lernziel (Klausur)	**Bewertung Dozent**	**Mittl. Bewertung Studierende**
Chemie für Lehramt		
[…] typische Eigenschaften von Molekülverbindungen mit Hilfe von intermolekularen Wechselwirkungen erklären und voraussagen.	4	3,1
Chemie für Biologen		
[…] die Gitterstruktur ionischer Bindungen darstellen.	2	2,5
Chemie für Medizin		
[…] das Prinzip hinter Oxidationszahlen (heterolytische Bindungsspaltung) erklären und so die Hilfsregeln selbst herleiten.	4	3,0

Für die Klausur Lehramt Chemie zeigt sich im dargestellten Lernziel in Tabelle 23, dass die Studierenden dieses im Durchschnitt als „eher wichtig“ bewertet haben. Der Dozent bewertete das Lernziel als sehr wichtig. Das dargestellte Lernziel ist von den Lernzielen, die in der Klausur waren, das Lernziel mit der niedrigsten Bewertung der Studierenden. Problematischer ist der Befund im Modul Chemie für Biologen. Hier fragte die Klausur mit einer Aufgabe ein Lernziel ab, welches sowohl vom Dozenten als auch von den Studierenden als „eher unwichtig“ bewertet wurde. Es wird somit eine Kompetenz geprüft, die vom Dozenten als weniger wichtig angesehen wird und wahrscheinlich in der Vorlesung weniger tief vermittelt wurde. Es ist im Sinne des Constructive Alignments davon auszugehen, dass dieses Lernziel eine Kompetenz beschreibt, die eventuell im Rahmen der Vorlesung nicht vollständig erworben wurde. Dadurch, dass diese Kompetenz in der Klausur geprüft wird, leidet die Kompetenzorientierung der Klausur. In der Klausur Chemie für Medizin wurde ähnlich wie in der Klausur Chemie für Lehramt ein Lernziel überprüft, welches von den Studierenden nur als eher wichtig bewertet wurde. Der Dozent wertete das abgeprüfte Lernziel als sehr wichtig.

Um nun einen vertieften Blick auf die unterschiedlichen Schwerpunkte der Klausuren der jeweiligen Substichproben zu bekommen, werden im Folgenden die inhaltlichen Schwerpunkte dargestellt. Hierzu wurden die zugeordneten Lernziele zu Themen zusammengefasst und die Summe der Punkte berechnet, die es in der jeweiligen Klausur zu erwerben gab. Zusätzlich dazu werden die mittleren Bewertungen dieser themenbasierten Lernzielcluster von Studierenden und dem jeweiligen Dozenten dargestellt. Sollten hierbei niedrige Bewertungen zu einem Thema sichtbar werden, würde dies für eine mangelnde Kompetenzorientierung sprechen. In der Tabelle 24 werden die fünf wichtigsten Themen der jeweiligen Klausuren zusammen mit der mittleren Bewertung von Studierenden und Dozent präsentiert.

Tabelle 24: Wichtigste Themen der Klausuren

Substichprobe	**Themen**	**Bewertung (M)**	
		Stud.	**Doz.**
Chemie für Lehramt	1. Löslichkeit	3.31	4
	2. Säuren und Basen	3.63	4
	3. Elektrochemie	3.48	4
	4. Redoxreaktionen	3.55	4
	5. Komplexverbindungen	3.23	4
Chemie für Biologen	1. Aufbau und Struktur organischer Verbindungen	2.97	3.5
	2. Säuren und Basen	3.02	2.4
	3. Ionenbindung	2.65	2.5
	4. Aufbau des Periodensystems	2.67	2
	5. Phasenübergänge	2.97	3
Chemie für Medizin	1. Aufbau und Struktur organischer Verbindungen	3.30	4
	2. Redoxreaktion	3.30	4
	3. Stöchiometrie	3.53	4
	4. Atomtheorie & Atombau	3.47	4
	5. Gase, Flüssigkeiten & Feststoffe	3.20	3

In Tabelle 24 lässt sich gut erkennen, dass in den Klausuren der Module Chemie für Biologen und Chemie für Medizin Lernziele zum Aufbau und zur Struktur organischer Verbindungen wichtig waren. Dieses Thema wurde auch von Studierenden und den beiden Dozenten als eher wichtig, beziehungsweise wichtig bewertet. In der Klausur des Moduls Chemie für Lehramt war hingegen das Thema Löslichkeit mit Kompetenzen rund um das Thema Löslichkeitsprodukt und Säuren und Basen wichtig. Hier haben sowohl die Studierenden als auch der Dozent diese Themen als eher wichtig und wichtig bewertet. Eine Auffälligkeit lässt sich in der Tabelle 24 im Bereich Chemie für Biologen entdecken. Hier finden sich Themen in der Klausur, die vom Dozenten als eher unwichtig bewertet wurden. Säuren und Basen, Ionenbindung und Aufbau des Periodensystems wurden vom Dozenten im Mittel mit 2 bis 2.5 bewertet. Für die Themen Ionenbindung und Aufbau des Periodensystems sind die mittleren Bewertungen

der Studierenden ebenfalls eher niedrig. Diese Auffälligkeit spricht für eine mangelnde Passung von Klausur und Lehre, wie sie im Modell des Constructive Alignment als wichtig beschrieben werden.

9.2.4 Prädiktoren des Klausurerfolgs

Im nun folgenden Kapitel werden mögliche Prädiktoren des Klausurerfolgs untersucht. Dabei geht es darum, die mangelnde Lernzielübereinstimmung als strukturelles Defizit mit den individuellen Faktoren für Klausurmisserfolg zu vergleichen, um so ein prädiktives Modell für Klausurerfolg zu erstellen. Um den Zusammenhang der einzelnen Faktoren darzustellen, wurde in einem ersten Schritt eine Korrelationsanalyse für alle möglichen Prädiktoren durchgeführt. Die nachfolgende Tabelle 25 stellt die Ergebnisse dieser Korrelationsanalyse dar. Um den Klausurerfolg zu operationalisieren, wurden die Klausurpunkte der ersten Klausur, die unmittelbar an die Lehre anschloss, genutzt. Hierdurch soll die Klausurleistung auf die vorangegangene Lehre zurückführbar sein.

Tabelle 25: Korrelationsanalyse Klausurerfolg (Gesamtstichprobe)

Mögliche Prädiktoren	**Klausurpunkte**
Lernzielübereinstimmung (κ_{gew}-Wert)	.34***
Vorwissen	.27*
Fachwissen	.66***
Abiturnote	- .10
Kurswahl	.20**
Motivation (Erwartung)	.17*
Motivation (Wert)	.19*
Motivation (Kosten)	.19*
	*** $p \leq .001$; ** $p \leq .01$; * $p \leq .05$

Die Korrelationsanalyse zeigt, dass alle möglichen Prädiktoren ausgenommen der Abiturnote einen signifikanten Zusammenhang mit den Klausurpunkten aufweisen. Es ist zu erkennen, dass der Kappa-Wert, also die Übereinstimmung von Studierenden und Dozierenden in der Lernzielwahrnehmung, einen mittleren korrelativen Effekt zeigt. Der Prädiktor mit der höchsten Korrelation ist das Fachwissen in Allgemeiner Chemie. Dies ist nicht erstaunlich und konnte im vorherigen Kapitel bereits beschrieben werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Fachwissen, welches mittels Fachwissenstest erhoben wurde, stark mit den Klausurpunkten zusammenhängt, was ein für die Klausur positives Ergebnis ist. Das Vorwissen in Allgemeiner Chemie, welches die Studierenden aus der Schule mitbringen, ist von den Prädiktoren, die zu den individuellen Studienvoraussetzungen zählen, der Prädiktor mit dem größten Zusammenhang mit den Klausurpunkten. Alle drei Motivationsskalen zeigen einen ähnlich hohen Zusammenhang auf. Dass die Abiturnote nicht signifikant ist, erstaunt im ersten Moment, lässt sich u. a. jedoch auf die Zusammensetzung der Stichprobe zurückführen. So kommen die meisten Studierenden der Stichprobe aus der Substichprobe der Medizinstudierenden, die meist sehr gute Abiturnoten aufweisen. In dieser Substichprobe mit sehr homogenen guten Abiturnoten zeigen diese keinen Zusammenhang zur

Klausurpunktzahl. Für die anderen Substichproben kann sehr wohl ein Zusammenhang zwischen Abiturnote und Klausurpunktzahlen gezeigt werden. Hierzu werden im Folgenden der Einfluss der bereits genannten Prädiktoren je Substichprobe dargestellt.

Tabelle 26: Korrelationsanalyse Klausurerfolg (Substichprobe Lehramt Chemie)

Mögliche Prädiktoren	**Klausurpunkte**
Lernzielübereinstimmung (κ_{gew}-Wert)	.08
Vorwissen	.41*
Fachwissen	.66***
Abiturnote	- .36*
Kurswahl	.39**
Motivation (Erwartung)	.16
Motivation (Wert)	- .09
Motivation (Kosten)	.31*
	*** $p \leq .001$; ** $p \leq .01$; * $p \leq .05$

Für die Substichprobe Lehramt Chemie kann kein Zusammenhang zwischen dem Kappa-Wert und den Klausurpunkten nachgewiesen werden. Das Vorwissen wie auch das Fachwissen, welches am Ende des Moduls erhoben wurde, zeigen einen signifikant mittleren bis starken Korrelationseffekt mit den Klausurpunkten. In dieser Substichprobe fällt der deutliche Zusammenhang von Kurswahl und Klausurpunktzahl auf. Die Wahl eines Chemie Leistungskurses steht in Zusammenhang mit dem Erfolg in der Klausur. Interessanterweise zeigen in dieser Substichprobe nur die Motivationsitems zu den Kosten einen Zusammenhang mit den Klausurpunkten. Generell kann für diese Substichprobe festgestellt werden, dass individuelle Studienvoraussetzungen wie das Vorwissen, die Abiturnote und die Wahl des Leistungskurses in starkem Zusammenhang zu den Klausurpunkten stehen. Etwas relativiert wird diese Feststellung durch eine relativ kleine Probandenanzahl in dieser Substichprobe. In Tabelle 27 werden Zusammenhänge der möglichen Prädiktoren mit der Klausur in der Substichprobe Chemie für Biologen dargestellt.

Tabelle 27: Korrelationsanalyse Klausurerfolg (Substichprobe Chemie für Biologen)

Mögliche Prädiktoren	**Klausurpunkte**
Lernzielübereinstimmung (κ_{gew}-Wert)	.38*
Vorwissen	-
Fachwissen	.64***
Abiturnote	- .42**
Kurswahl	.24
Motivation (Erwartung)	.31*
Motivation (Wert)	.31
Motivation (Kosten)	.08
	*** $p \leq .001$; ** $p \leq .01$; * $p \leq .05$

Für die Substichprobe Chemie für Biologen weist der Kappa-Wert einen signifikant mittleren Zusammenhang mit der Klausurpunktzahl auf. In dieser Substichprobe wurden keine Vorwissensdaten erhoben. Es lassen sich somit keine Aussagen über den Zusammenhang von Vorwissen und Klausurpunkten treffen. Für die Substichprobe Chemie für Biologen zeigt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen Abiturnoten und Klausurpunkten. Besonders in dieser Substichprobe ist, dass hier die Erwartungsskala der Motivationsitems einen signifikanten Zusammenhang aufweist. Das Fachwissen in Chemie ist auch in dieser Stichprobe der mögliche Prädiktor mit der signifikant höchsten Korrelation.

Tabelle 28: Korrelationsanalyse Klausurerfolg (Substichprobe Chemie für Medizin)

Mögliche Prädiktoren	**Klausurpunkte**
Lernzielübereinstimmung (κ_{gew}-Wert)	.38***
Vorwissen	.21
Fachwissen	.55***
Abiturnote	- .08
Kurswahl	.06
Motivation (Erwartung)	.07
Motivation (Wert)	.16
Motivation (Kosten)	.18
	*** $p \leq .001$; ** $p \leq .01$; * $p \leq .05$

In der Substichprobe Chemie für Medizin zeigen nur zwei mögliche Prädiktoren einen signifikanten Zusammenhang mit den Klausurpunkten auf. Der Kappa-Wert und das Fachwissen haben einen mittleren beziehungsweise starken Korrelationseffekt. Dass hier die Abiturnote, das Vorwissen und die Kurswahl keinen Zusammenhang aufzeigen, liegt an den Studierenden, welche meist sehr gute Abiturnoten haben und ein hohes Vorwissen aufweisen. So starten die meisten dieser Studierenden mit sehr ähnlichen Voraussetzungen ihr Studium. Wenn alle mit nahezu gleichen Bedingungen starten, kann ein Prädiktor wie beispielsweise die Abiturnote nicht über den Klausurerfolg entscheiden, da Misserfolg nun nicht mehr mit der Abiturnote zusammenhängen kann.

Bevor im weiteren Verlauf dieses Kapitels eine hierarchisch lineare Regressionsanalyse mit den Variablen gerechnet wird, die einen Zusammenhang zu den Klausurpunkten aufwiesen, soll im nächsten Schritt ein Regressionsmodell lediglich für den strukturellen Faktor, also die Lernzielübereinstimmung, berechnet werden.

Tabelle 29: Regressionsanalyse für Klausurpunkte

Variable	***B***	***SE B***	**β**	R^2
Modell				.12
Konstante	43.57^{***}	2.40		
Kappa	58.34^{***}	12.75	0.34^{***}	
Anmerkung: $N = 158$			$^{***}p \leq .001$; $^{**}p \leq .01$; $^{*}p \leq .05$	

Im einfachen Regressionsmodell in Tabelle 29 mit der Lernzielübereinstimmung (Kappa-Wert) als Prädiktor und den Klausurpunkten als Kriterium lässt sich eine Varianz von 12 Prozent aufklären. Der B-Wert zeigt, dass sich die Klausurpunkte um 58 Punkte erhöhen, wenn sich der Kappa-Wert um eins erhöhen würde. Aus dem Modell lässt sich ableiten, dass der Kappa-Wert ohne die Betrachtung weiterer Variablen einen signifikanten Einfluss auf den Klausurerfolg hat. Inwieweit dieser Einfluss sichtbar bleibt, wenn weitere Prädiktoren ins Modell aufgenommen werden, zeigt sich im Folgenden.

Es werden nun die in den Korrelationsanalysen untersuchten möglichen Prädiktoren abhängig von der Höhe der Korrelation in ein weiteres Regressionsmodell überführt (vgl. Tabelle 30). Hierbei werden die Prädiktoren schrittweise in das Modell gegeben, um zu überprüfen, wie der Einfluss des jeweiligen Prädiktors auf die Höhe der Varianzaufklärung ist. Das Regressionsmodell wurde erneut auf die Voraussetzungen überprüft, die für ein Regressionsmodell gelten. Die Prüfung der Voraussetzungen hat keine Verletzung dieser gezeigt.

Tabelle 30: Hierarchische Regression für Klausurpunkte

Variable	***B***	***SE B***	**β**	***R²***	***Δ R²***
Schritt 1				.30	
Konstante	53.64***	2.25			
Fachwissen	11.07***	2.14	0.54***		
Schritt 2				.30	-
Konstante	53.61***	3.57			
Fachwissen	11.06**	2.46	0.54***		
Kappa	0.18	21.18	0.001		
Schritt 3				.34	.04
Konstante	52.69***	3.53			
Fachwissen	14.98***	3.16	0.74***		
Kappa	2.43	20.78	0.01		
Vorwissen	-6.67	3.49	-0.28		
Schritt 4				.37	.03
Konstante	50.13***	3.72			
Fachwissen	14.91***	3.10	0.73***		
Kappa	10.20	20.80	0.06		
Vorwissen	-8.43*	3.55	-0.35*		
Kurswahl	10.32	5.54	0.20		
Schritt 5				.38	.01
Konstante	48.89**	14.92			
Fachwissen	14.95***	3.16	0.73***		
Kappa	5.40	22.26	0.03		

Vorwissen	-8.25*	3.64	-0.35*
Kurswahl	11.18	5.85	0.22
Motivation (E)	-1.94	3.72	-0.07
Motivation (W)	3.19	4.63	0.09
Motivation (K)	-1.50	3.44	-0.05

Anmerkung: $N = 65$ $^{***}p \leq .001$; $^{**}p \leq .01$; $^{*}p \leq .05$

In der hierarchischen Regressionsanalyse wurde in fünf Schritten Prädiktoren ins Modell gegeben. Es wurden somit fünf verschiedene Regressionsmodelle mit unterschiedlichen Variablen berechnet. Im ersten Schritt wurde das Fachwissen ins lineare Modell genommen. Durch das Fachwissen werden 30 Prozent der Varianz in den Klausurpunkten aufgeklärt. 70 Prozent der Varianz sind damit auf andere Variablen zurückzuführen. Der B-Wert sagt in diesem Fall aus, dass bei einer Erhöhung der Personenfähigkeit um eine Einheit, die Klausurpunkte um 11 Einheiten steigen. Es zeigt sich, dass das Fachwissen einen signifikanten Einfluss auf die Klausurpunktzahl hat. Es war jedoch anzunehmen, dass dieser Einfluss stärker ausfallen würde. Dass hierdurch lediglich 30 Prozent der Varianz aufgeklärt werden können, erstaunt. Die Klausuren erheben schließlich den Anspruch Kompetenzen der Allgemeinen Chemie zu messen, so wie es auch der Fachwissenstest tut.

Im zweiten Schritt des hierarchischen Regressionsmodells wurde als Prädiktor Lernzielübereinstimmung (Kappa) hinzugenommen. Dieser zeigt im Modell keinen signifikanten Einfluss auf den Klausurerfolg und kann somit nicht zur Vorhersage der Klausurpunkte in diesem Modell genutzt werden. Durch die Hinzunahme von Kappa in das Modell ändert sich die Varianzaufklärung nicht. Wie bereits zuvor klärt das Modell 30 Prozent der Varianz auf. Der hohe Standardfehler, den der Prädiktor Kappa aufweist, deutet auf eine starke Streuung um die Regressionsgrade hin und kann eine Ursache für die schlechte prädiktive Leistung dieses Prädiktors sein.

Im dritten Schritt der hierarchischen Regressionsanalyse wurde als zusätzlicher Prädiktor das Vorwissen in das Regressionsmodell genommen. Der Einfluss des Vorwissens wird in diesem Modell genau wie der Einfluss des Kappa-Werts nicht signifikant.

Es lässt sich jedoch beobachten, dass die Varianzaufklärung um vier Prozent steigt. Dass das Vorwissen keinen signifikanten Einfluss aufweist, überrascht, da sich Vorwissen in vorherigen Studien als zuverlässiger Prädiktor für Studienerfolg erwiesen hat. Ursächlich könnte hier die Stichprobegröße sein, die aufgrund der Tatsache, dass in der Substichprobe Chemie für Biologen kein Vorwissen zu Beginn des Semesters erhoben werden konnte, reduziert werden musste. In diesem Schritt steigt der Einfluss von Kappa auf die Klausurpunkte. Er wird jedoch erneut nicht signifikant.

Im vierten Schritt der Regressionsanalyse wird entsprechend der vorangegangenen Korrelationsanalysen der Prädiktor Kurswahl mit in das lineare Modell aufgenommen. Hierdurch steigt die Varianzaufklärung um drei Prozent im Vergleich zum vorherigen Modell. Der Einfluss der Kurswahl, wie auch des Kappa-Wertes sind nicht signifikant. Für den Einfluss von Vorwissen und Fachwissen können in diesem Modell signifikante Werte berichtet werden. Auffällig in diesem Modell ist die Beobachtung, dass das Vorwissen einen negativen B-Wert aufweist. Das sagt aus, dass durch die Erhöhung des Vorwissens die Klausurpunkte weniger werden. Dies kann beispielsweise an den heterogenen Substichproben liegen. Gerade für die Medizinstudierenden konnte für Vorwissen und Klausurpunkte kein Zusammenhang beobachtet werden. Die Mehrzahl der in dieser Regression betrachteten Fälle kommt aus der Substichprobe Chemie für Medizin.

Im letzten Schritt der hierarchischen Regressionsanalyse werden die drei Motivationsskalen zusammen zum Modell hinzugefügt. Dies geschieht aufgrund ihrer ähnlichen Korrelationen und der Ähnlichkeit des Konstrukts, welches sie messen. Durch die Hinzunahme dieser Prädiktoren wird lediglich ein Prozent Varianz zusätzlich aufgeklärt. Alle drei Prädiktoren haben keinen signifikanten Einfluss auf die Klausurpunktzahl.

Zusammenfassend kann für diese hierarchische Regressionsanalyse festgehalten werden, dass neben dem Prädiktor des Fachwissens, welches am Ende des Moduls erhoben wurde, nahezu kein weiterer Prädiktor eine signifikante Vorhersagekraft auf das Kriterium Klausurpunktzahl hat. Dies könnte an mehreren Effekten liegen. So ist die Stichprobengröße für diese Regressionsanalyse mit 65 Probanden recht gering. Die meisten dieser Probanden stammen aus der Substichprobe Chemie für Medizin, was dazu führt, dass die individuellen Faktoren, die in den Substichproben Lehramt Chemie und Chemie für Biologen noch einen Zusammenhang zeigten, nicht signifikant wurden. Da in der Substichprobe Chemie für Biologen kein Vorwissen erhoben wurde,

wurde diese Substichprobe nicht mit in die Regressionsanalyse eingebunden. Zusätzlich zu den gerade beschriebenen Problemen können auch Suppressions- und Redundanzeffekte eine Ursache für den nicht nachweisbaren Einfluss der Prädiktorvariablen Lernzielübereinstimmung (Kappa-Wert), Kurswahl und Motivation sein. Hierbei wird bei einem Suppressionseffekt die Varianz eines Prädiktors von einem anderen Prädiktor gebunden. Hierdurch steigt die Varianzaufklärung, ohne dass Prädiktoren signifikant werden. Bei Redundanzeffekten klären einzelne Prädiktoren weniger Varianz auf als gedacht, da ihr Beitrag zur Varianzaufklärung bereits in anderen Prädiktoren enthalten ist. So ist bei den Prädiktoren Vorwissen und Fachwissen ein Redundanzeffekt denkbar. In der Varianzaufklärung des Fachwissens könnte die Varianzaufklärung des Vorwissens inbegriffen sein. Zusätzlich hierzu ist auch ein Suppressionseffekt denkbar, da sich möglicherweise beide Prädiktoren in ihrer Varianzaufklärung beeinflussen.

10 Zusammenfassende Diskussion

Prüfungen in Modulen mit Allgemeiner Chemie bereiten vielen Studierenden Probleme. So zeigen sich Misserfolgsquoten, die häufig über 50 % liegen. Ausgehend von dieser Problematik wurden in vorangegangenen Studien Ursachen für das Prüfungsversagen und den häufig damit verbundenen Abbruch des Studiums untersucht. Hierbei wurden individuelle Faktoren gefunden, die den Studienerfolg oder den Studienmisserfolg begünstigen und damit als Prädiktoren dienen. So hat beispielsweise Averbeck (2021) zeigen können, dass unter anderem Vorwissen, mathematische Fähigkeiten und Motivation geeignete Prädiktoren für Studienerfolg im Studienfach Chemie sind. Sowohl die Abiturnote als auch die Leistungskurswahl in der Oberstufe zeigen einen Einfluss auf den Erfolg. Neben diesen individuellen Faktoren ist nun interessant, ob auch strukturelle Faktoren einen Einfluss auf den Prüfungserfolg in Allgemeiner Chemie haben. Hier konnten bereits Indizien gefunden werden, die dafürsprechen. Ein Indiz, welches direkt im Zusammenhang mit der Allgemeinen Chemie gefunden wurde, ist, dass in Laborpraktika der Allgemeinen Chemie die erwarteten Lernziele mit den am Ende wahrgenommenen Lernzielen nicht übereinstimmen. Das Gleiche lässt sich auch beobachten, wenn Dozierende nach wichtigen Lernzielen für Laborpraktika gefragt werden. Diese unterscheiden sich von den wahrgenommenen Lernzielen der Studierenden (Elert, 2019). Weitere Indizien wurden im theoretischen Hintergrund bereits dargestellt. Diese dargestellten Indizien lassen sich nicht mit dem Modell des Constructive Alignment vereinbaren, in dem die Wichtigkeit einer guten Passung zwischen Lernzielen, der Lehrveranstaltung und den dazugehörigen Prüfungen herausgestellt wird. So sollten bei einer Lehrveranstaltung, die sich auf zuvor festgelegte Lernziele bezieht, keine Diskrepanzen zwischen den gewünschten Lernzielen von Dozierenden und den am Ende wahrgenommenen Lernzielen von Studierenden beobachtet werden können. Ausgehend von diesen Feststellungen wurde im Rahmen dieser Studie überprüft, ob strukturelle Ursachen für Prüfungsmisserfolg in Modulen mit Allgemeiner Chemie beobachtet werden können. Hierbei wurde das Modell des Constructive Alignment als Ausgangspunkt genommen, um eine erste Forschungsfrage zu formulieren. So stellt sich die Frage, wie sich die von den Studierenden wahrgenommenen Lernziele mit den als wichtig erachteten Lernzielen der Lehrenden decken. Um diese Forschungsfrage beantworten zu können, wurden zunächst mögliche Lernziele der Allgemeinen Chemie abgeleitet. Hierzu wurden Lehrwerke, Modulhandbücher und Vorlesungsfolien gesichtet.

Anhand dieser Vorlagen wurden schließlich 104 Lernziele ausgemacht, die die Allgemeine Chemie thematisch breit abdecken. Hierbei wurden auch Lernziele formuliert, die angrenzende Disziplinen, wie die Physikalische Chemie, die Organische Chemie und die Biochemie, adressieren. Dies solle gewährleisten, dass die Lernziele auch zu Modulen passen, die Allgemeine Chemie mit einem leicht veränderten Schwerpunkt thematisieren. Dies kann zum Beispiel bei den Modulen Chemie für Medizin oder Chemie für Biologen möglich sein. Zusätzlich zur thematischen Breite der Lernziele wurde auf die kognitive Tiefe dieser geachtet. So wurden Lernziele zu den kognitiven Dimensionen Erinnern, Verstehen und Anwenden formuliert. Um die Validität der Lernziele zu gewährleisten, wurden diese durch mehrere Experten gesichtet und überarbeitet. Anschließend wurden die Lernziele verschiedenen Dozierenden zu Beginn ihrer Vorlesung vorgelegt und wurden von diesen auf einer vierstufigen Likert-Skala nach ihrer Wichtigkeit in Bezug auf die jeweilige Vorlesung bewertet. Nach der letzten Vorlesungssitzung wurden die Lernziele den Studierenden vorgelegt, ebenfalls mit der Aufgabe, diese nach Wichtigkeit zu bewerten. Dies sollten sie nach der empfundenen Wichtigkeit mit Bezug zur kommenden Klausur tun. Zusätzlich zu den Lernzielen wurde ein Fachwissenstest eingesetzt. Dieser bestand aus Items, die dem Fachwissenstest von Freyer (2013) und Averbeck (2021) entnommen und durch zusätzliche neue Items ergänzt wurden. Bei der Auswahl und Neukonzeption der Fachwissensitems wurde darauf geachtet, dass zu allen Themen, zu denen es Lernziele gab, auch passende Fachwissensitems vorhanden waren. Der Fachwissenstest wurde sowohl zu Anfang des Semesters eingesetzt, um das Vorwissen der Studierenden zu erheben, wie auch am Ende des Semesters, um das Fachwissen zu erheben, welches am Ende des Moduls vorhanden ist. Um den Fachwissenstest und die Bearbeitung der Lernziele im Vorfeld zu überprüfen, wurden im Rahmen einer Pilotstudie beide Testinstrumente eingesetzt. Zusätzlich wurden auch die individuellen Variablen, wie Motivation, Abiturnote und Kurswahl im Fach Chemie miterhoben. Der eingesetzte Fachwissenstest wurde nach der Erhebung mittels Item-Response-Theorie ausgewertet, um Personenfähigkeiten und Itemschwierigkeiten zu analysieren. Fehlende Werte können mittels Raschmodell geschätzt werden. Es zeigte sich hinsichtlich der Modellgüte, dass die Fachwissensitems reliabel messen und alle Items gut zum Raschmodell passten. Die interne Konsistenz der Motivationsitems zu den Unterskalen „Erwartung“, „Wert“ und „Kosten“ zeigten gute bis zufriedenstellende Werte. Ein erster Blick in die Lernzielübereinstimmung im Rahmen der Pilotstudie zeigte eine niedrige Übereinstimmung

zwischen den vom Dozenten gewünschten Lernzielen und den als wichtig erachteten Lernzielen der Studierenden. Aus der Pilotstudie konnte zusammenfassend abgeleitet werden, dass die eingesetzten Instrumente sowohl von ihrer Güte als auch von ihrer Ökonomie gut geeignet sind, um sich den Forschungsfragen in der Hauptstudie zu nähern. In der Hauptstudie wurden drei Module, Chemie für Lehramt, Chemie für Medizin und Chemie für Biologen, untersucht. Der für Studierende zu Beginn des Semesters eingesetzte Fachwissenstest zeigte eine akzeptable Reliabilität (WLE-Reliabilität: .76) und Passung zum Raschmodell. Es kann daraus geschlossen werden, dass der Fachwissenstest gut geeignet ist, Fachwissen in Chemie zu erfassen. Am Ende des Semesters, kurz vor der Prüfung, wurde der Fachwissenstest erneut eingesetzt. Diesmal wurde er zusammen mit den Lernzielen, den Motivationsitems und der Abfrage von Abiturnote und Leistungskurswahl den Studierenden vorgelegt. Auch der zweite Fachwissenstest zeigte eine gute Reliabilität (WLE-Reliabilität: .82). Die Infit-MNSQ Werte zeigen, dass alle Items des Tests zum Raschmodell passen und geeignet sind, das Konstrukt Fachwissen zu erfassen. Die drei Skalen des Motivationsfragebogens zeigen eine hohe interne Konsistenz (Erwartung Cronbach‘s α: .85; Wert Cronbach‘s α: .89; Kosten Cronbach‘s α: .71). Alle eingesetzten Instrumente können zur Beantwortung der Forschungsfragen einbezogen werden.

Für die erste Forschungsfrage wurde zur ersten Übersicht die mittlere Bewertung der Lernziele, die die Studierenden vorgenommen haben, mit der mittleren Bewertung der Dozenten verglichen. Hierbei konnte festgestellt werden, dass die Passung nicht gut ist. In den Substichproben wird die schlechte Passung besonders in der Substichprobe Chemie für Lehramt und Chemie für Biologen sichtbar. In der Substichprobe Lehramt Chemie ist daran vor allem das Antwortverhalten des Dozenten ursächlich, welcher ausschließlich dichotom mit unwichtig oder sehr wichtig bewertet hat, je nachdem, ob das Lernziel thematisch in die Vorlesung passte. Zur genaueren Betrachtung wurden in einem zweiten Schritt Interraterreliabilitäten mittels gewichtetem Cohen’s κ berechnet. Hierbei wurde für jeden Studierenden in Bezug zum Lehrenden ein Kappa-Wert errechnet, welcher eine Aussage über die Einigkeit bei der Bewertung der Lernziele gibt. Die errechneten Kappa-Werte reichten für die Gesamtstichprobe von κ_{gew}: -.13 bis κ_{gew}: .53. Der Mittelwert dieser Kappa-Werte liegt bei $M_{\kappa\ gew}$: .14. Der mittlere Kappa-Wert liegt hierbei im niedrigen Bereich, was für eine schlechte Übereinstimmung in der Einschätzung der Wichtigkeit der Lernziele steht. Für die Studierenden

ist nicht ersichtlich, welche Lernziele die Dozenten als wichtig erachten. Diese Beobachtung wiederholt sich, wenn die einzelnen Substichproben betrachtet werden. Hier liegen die Mittelwerte bei $M_{\kappa\ gew}$: .12 für die Substichprobe Chemie für Lehramt, bei $M_{\kappa\ gew}$: .11 für die Substichprobe Chemie für Biologen und bei $M_{\kappa\ gew}$: .16 für die Substichprobe Chemie für Medizin. In keiner der drei Substichproben liegt eine gute Übereinstimmung in der Bewertung der Lernziele vor. Die Medizinstudierenden haben jedoch die höchste Übereinstimmung mit der Bewertung ihres Dozenten. Die unterschiedliche Wahrnehmung der Lernziele hat vermutlich ihre Ursache in der Vorlesung, die der jeweilige Dozent hält. So kann es sein, dass der Dozent die Lernziele, die er wichtig findet, nicht prägnant genug in der Vorlesung thematisiert. Die Studierenden werden vermutlich die Lernziele als wichtig erachten, die thematisch in der Vorlesung große Aufmerksamkeit bekommen haben. Themen, die ausführlicher besprochen wurden, werden vermutlich als wichtiger wahrgenommen. Die Betrachtung einzelner Themen innerhalb der Lernziele hat die Erkenntnis gebracht, dass es Themen gibt, in denen Studierende und Lehrende eine ähnliche Wahrnehmung der Wichtigkeit haben und es andere Themen gibt, bei denen sich beide Parteien sehr uneinig waren. Dabei lässt sich beobachten, dass vorrangig vermeintlich komplexere Themen die größte Differenz in der Bewertung der Wichtigkeit zeigten. Hier kann vermutet werden, dass insbesondere komplexe Themen wie Komplexverbindungen, Kinetik und Organische Chemie als nicht so relevant von den Studierenden bewertet werden. Grundlagenthemen wie beispielsweise Atomtheorie und Atombau werden hingegen von beiden Parteien als ähnlich wichtig bewertet. Um Prädiktoren zu finden, die eine hohe Übereinstimmung in der Lernzielwahrnehmung mit dem Dozenten vorhersagen, wurde im nächsten Schritt zunächst überprüft, ob es Zusammenhänge zwischen den Kappa-Werten und den individuellen Voraussetzungen der Studierenden gibt. Hierzu wurden das erhobene Vorwissen, die Abiturnote, die Kurswahl und die Motivation mit den Kappa-Werten korreliert. Es zeigte sich ein signifikant mittlerer Zusammenhang für das Vorwissen und geringe Zusammenhänge für die Abiturnote und die „Wert-Skala“ der Motivation. Aus dieser Zusammenhangsanalyse kann geschlossen werden, dass ein hoher Kappa-Wert mit einem hohen Vorwissen, einer eher guten Abiturnote und wertbezogener Motivation zusammenhängt. Um jedoch zu überprüfen, ob die gefundenen Variablen mit Zusammenhängen einen tatsächlichen Einfluss auf eine ähnliche Lernzielbewertung haben, wurde anschließend eine hierarchische Regression ge-

rechnet. Hierbei wurden die möglichen Prädiktoren schrittweise in das Regressionsmodell gegeben, um zusätzliche Varianzaufklärung zu detektieren. Es zeigt sich, dass lediglich das Vorwissen einen signifikanten Einfluss auf den Kappa-Wert hat. Die anderen Prädiktoren erhöhen zwar leicht die Varianzaufklärung, haben jedoch keinen signifikanten Einfluss auf die Übereinstimmung in der Lernzielwahrnehmung. Durch das Regressionsmodell wird deutlich, dass die überprüften Prädiktoren nur etwa 10 % Varianz aufklären. Es kann daher festgestellt werden, dass die meisten Prädiktoren für die übereinstimmende Wahrnehmung der Lernziele mit dem Dozenten unbekannt sind. Der Einfluss des Vorwissens auf die Übereinstimmung der Lernzielwahrnehmung kann damit erklärt werden, dass ein erhöhtes Vorwissen das Einbinden von Lernzielen und Themen in den Gesamtkontext und das Bewerten ihrer Wichtigkeit vereinfacht. Da der Dozent ebenfalls über ein hohes Vorwissen verfügt, werden Studierende mit steigendem Vorwissen dem Dozenten in diesem Punkt ähnlicher und kommen so zu einer ähnlicheren Bewertung der Lernziele.

Die zweite Forschungsfrage beschäftigt sich mit den Inhalten der Prüfungen, die am Ende der untersuchten Module auf die Studierenden warten. Sie fragt konkret in welchem Umfang Prüfungen die von den Lehrenden intendierten bzw. die von den Studierenden rezipierten Kompetenzen abprüfen. Alle Prüfungen der untersuchten Module waren schriftliche Klausuren. Während den Studierenden in den Modulen Chemie für Lehramt und Chemie für Medizin offene Aufgaben gestellt wurden, enthält die Klausur im Modul Chemie für Biologen Multiple-Choice-Aufgaben. Alle drei Klausuren stellen für sich den Anspruch, Kompetenzen des Moduls zu überprüfen. Ob dies wirklich gelingt, wurde vorab durch den eingesetzten Fachwissenstest zum zweiten Messzeitpunkt, am Ende des Moduls, überprüft. Da dieser Fachwissenstest reliabel und valide Fachwissen in Allgemeiner Chemie erfasst, kann durch diesen Test eine externe Validierung der Klausur vorgenommen werden. Es ist im Falle einer Kompetenzorientierung der Klausur davon auszugehen, dass die Klausuren und der Fachwissenstest hoch miteinander korrelieren. Hierzu wurden die Klausurpunkte der Studierenden mit ihren Personenfähigkeiten verglichen. Die Annahme, dass Test und Klausur miteinander korrelieren, konnte bestätigt werden. Alle drei Klausuren korrelieren hoch mit dem Fachwissenstest. Die Klausuren und der Fachwissenstest scheinen somit größtenteils das gleiche Konstrukt zu erfassen. Dieses Ergebnis erlaubte weitere Untersuchungen der Klausuren durchzuführen. Im nächsten Schritt wurden deshalb den gestellten Klausuraufgaben Lernziele der Allgemeinen Chemie, die im Rahmen dieser

Arbeit entwickelt wurden, zugeordnet. Es gab dabei Klausuraufgaben, zu denen ein Lernziel exakt passte. Anderen Aufgaben wurden zum Teil mehrere Lernziele zugeordnet, wenn darin Kompetenzen formuliert waren, die zum Lösen der Aufgabe vorhanden sein mussten. Die Lernziele, die den Klausuraufgaben zugeordnet worden sind, wurden mit den Punkten versehen, die man mit der beschriebenen Kompetenz erwerben konnte. Hierdurch entstand für jede Klausur eine Rangliste mit Lernzielen, die für das erfolgreiche Lösen der Aufgaben nötig waren. Interessant im Sinne der zweiten Forschungsfrage war nun zu überprüfen, ob diese Rangliste der Lernziele, die den Klausuren zugeordnet werden konnten, mit der Bewertung dieser Lernziele durch Dozierende und Studierende übereinstimmt. So wurde angenommen, dass Lernziele, die Kompetenzen beinhalteten, für die die Studierenden viele Punkte in der Klausur bekamen, sowohl von diesen als auch von den Dozierenden als wichtig bewertet wurden. Methodisch sollte mittels Rangkorrelation ein Zusammenhang gezeigt werden, was jedoch nicht gelang. Kein errechneter Zusammenhang zeigte ein signifikantes Ergebnis. Ursächlich hierfür ist unter anderem die geringe Anzahl an Lernzielen, die miteinander verglichen wurden.

Um dennoch zu überprüfen, ob die in den Klausuraufgaben gefundenen Lernziele zu den als wichtig bewerteten Lernzielen von Dozierenden und Studierenden passen, wurde im nächsten Schritt nach Lernzielen aus Klausuraufgaben gesucht, die auffällige Bewertungen von Studierenden oder Dozierenden hatten. Hierbei wurde jeweils das Lernziel präsentiert, welches in den Klausuraufgaben gefunden wurde, von Studierenden und Dozierenden jedoch die niedrigste Bewertung erhalten hatte. Während in den Substichproben Chemie für Lehramt und Chemie für Medizin lediglich Lernziele gefunden wurden, die von Studierenden mit „eher wichtig“ bewertet wurden und damit keine Auffälligkeit aufweisen, wurde im Studiengang Chemie für Biologen ein Lernziel ausgemacht, dessen formulierte Kompetenz eine Klausuraufgabe prüfte, was Dozent und Studierende als „eher unwichtig“ bewertet hatten. Dieser Befund zeigt, dass die Klausur Kompetenzen abprüft, die der Dozent als eher unwichtig für seine Veranstaltung sieht und von Studierenden nach Besuch der Vorlesung ebenfalls als eher unwichtig wahrgenommen wurden. Dementsprechend ist davon auszugehen, dass für das Erwerben der im Lernziel formulierten Kompetenzen nur wenig Zeit aufgebracht worden ist. In der Klausur kann es deshalb dazu kommen, dass eine Aufgabe dazu von Studierenden als unerwartet wahrgenommen wird. Um weitere Auffälligkeiten in den Klausuren zu finden, wurde im nächsten Schritt untersucht, welche Themen

in den Prüfungen abgeprüft werden. Hierzu wurden die gefundenen Lernziele themenbasiert zusammengefügt und eine Rangliste der wichtigsten Themen für jede untersuchte Klausur erstellt. Auffällig dabei ist, dass in den Klausuren der Substichproben Chemie für Medizin und Chemie für Biologen ein Schwerpunkt auf den Aufbau und die Struktur organischer Verbindungen gelegt wurde. Dies entspricht auch der wahrgenommenen Wichtigkeit der dazugehörigen Lernziele durch die Studierenden. In der Allgemeinen Chemie für Lehramt liegen die thematischen Schwerpunkte eher bei Themen wie Löslichkeiten und Säuren und Basen, die von den Studierenden ebenfalls als wichtig wahrgenommen wurden. Interessant ist jedoch zu beobachten, dass, wie bereits in der Analyse einzelner Lernziele beschrieben, ganze Themen abgeprüft wurden, die die Studierenden nicht als wichtig wahrgenommen haben. Auch der Dozent bewertet diese Themen als wenig wichtig. So wurden die Themen Säuren und Basen ($M_{\text{Bewertung}}$: 2.4), Ionenbindung ($M_{\text{Bewertung}}$: 2.5) und Aufbau des Periodensystems ($M_{\text{Bewertung}}$: 2.0) vom Dozenten als eher unwichtig bewertet. Für die Themen Ionenbindungen und Aufbau des Periodensystems sind die Bewertungen der Studierenden ähnlich gering. Diese Beobachtungen lassen sich nicht mit dem Modell des Constructive Alignments vereinbaren, welches die Passung von Lernzielen und Prüfungen als wichtig herausstellt. Studierende, die die Wichtigkeit einzelner Themen nicht richtig wahrnehmen, konzentrieren ihre Lernanstrengung auf andere vermeintlich wichtigere Themen und sind so nicht optimal auf die Prüfung vorbereitet.

Um zu prüfen, ob die festgestellte schlechte Passung in der Bewertung der Lernziele zwischen Dozierenden und Studierenden tatsächlich Nachteile mit sich bringt, wurde im Rahmen der dritten Forschungsfrage untersucht, welchen Einfluss die Höhe der Lernzielübereinstimmung zwischen den von Studierenden wahrgenommenen Lernzielen und den als wichtig erachteten Lernzielen der Lehrenden auf den Klausurerfolg hat. Hierzu wurde zunächst überprüft, ob der Kappa-Wert der Studierenden einen Zusammenhang mit den Klausurpunkten aufweist. Zusätzlich wurde auch der Zusammenhang von Klausurpunkten und den erhobenen individuellen Variablen überprüft. Es zeigt sich ein mittlerer korrelativer Effekt zwischen der Lernzielübereinstimmung (Kappa-Wert) und den Klausurpunkten. Ebenfalls besteht ein Zusammenhang, wie bereits beschrieben, zwischen dem Fachwissenstest und den Klausurpunkten. Zusätzlich hängen auch Vorwissen, die Kurswahl und die Motivationsskalen mit dem Klausurerfolg zusammen. Eine Besonderheit stellt die Abiturnote dar. Diese korreliert nur in den

Substichproben Chemie für Lehramt und Chemie für Biologen mit den Klausurpunkten. Dies liegt an der Tatsache, dass im Studiengang Medizin die Abiturnoten der Studierenden im Mittel deutlich besser sind (Lehramt *M:* 2.26 *SD:* 0.7; Biologie *M:* 2.08 *SD:* 0.55; Medizin *M:* 1.55 *SD:* 0.53). Der Numerus Clausus ist für dieses Studienfach besonders hoch. Somit ist die Abiturnote kein Prädiktor mehr für die Klausurleistung, da innerhalb der Abiturnoten wenig Streuung vorhanden ist. Auch für das Vorwissen kann für Studierende im Modul Chemie für Medizin kein signifikanter Zusammenhang mit den Klausurpunkten nachgewiesen werden. Dies kann ähnlich wie bei der Abiturnote auch mit dem hohen mittleren Vorwissen im Studiengang Medizin begründet werden. Der für die Gesamtstichprobe nachgewiesene signifikante mittlere Zusammenhang zwischen der Lernzielübereinstimmung und den Klausurpunkten lässt sich in der Substichprobe Chemie für Lehramt nicht beobachten. Wenn die Wahrnehmung der dem Dozenten wichtigen Lernziele durch die Studierenden keine Relevanz für den Klausurerfolg hat, ist anzunehmen, dass die Klausur nur wenig mit den Lernzielen der Vorlesung zu tun hat. Dies ist ein weiteres Indiz, dass innerhalb der Passung von Prüfung und Lernzielen Defizite vorhanden sind.

Um die gefundenen Zusammenhänge weiter zu untersuchen und Prädiktoren auszumachen, die den Klausurerfolg beeinflussen, wurden Regressionsanalysen gerechnet. In einer ersten Regressionsanalyse wurde der Einfluss der Übereinstimmung der Lernzielbewertung auf den Klausurerfolg untersucht. Diese einfache lineare Regression blendete die individuellen Faktoren zunächst aus und konzentrierte sich nur auf den untersuchten strukturellen Faktor. In diesem Modell zeigt die Lernzielübereinstimmung (Kappa-Wert) einen signifikanten Einfluss auf die Höhe der Klausurpunktzahl. Durch den Prädiktor Lernzielübereinstimmung (Kappa) lassen sich 12 % Varianz in den Klausurergebnissen aufklären. Dieses Ergebnis bestätigt die Vermutung, dass es für das Bestehen der Klausur wichtig ist, die Lernziele, die vom Dozenten als wichtig erachtet werden, wahrzunehmen und so das Lernen auf diese Inhalte zu konzentrieren. Zusammen mit den bereits beschriebenen Defiziten in der Wahrnehmung der als wichtig erachteten Lernziele durch Studierende weist dieser Befund auf strukturelle Probleme innerhalb der untersuchten Module hin. In den Modulen Chemie für Lehramt und Chemie für Biologen sind diese Probleme besonders deutlich, da hier die Übereinstimmung in der Lernzielwahrnehmung besonders gering war und auch in den von Klausuraufgaben abgefragten Lernzielen Defizite erkennbar waren. Abschließend zu diesen Befunden wurden im letzten Schritt die zuvor erhobenen individuellen Variablen,

die für die individuellen Faktoren für Prüfungserfolg stehen, mit in das Regressionsmodell genommen. Hierzu wurde ein hierarchisches Regressionsmodell gerechnet, in welchem die Prädiktoren schrittweise nach der Höhe ihres Zusammenhangs mit den Klausurpunkten in das Modell gegeben wurden. Im ersten Schritt wurde so der Einfluss von Fachwissen auf die Klausurpunkte berechnet. Der Einfluss von Fachwissen auf Klausurpunkte ist signifikant und klärt bereits 30 % der Varianz auf. Dass Fachwissen viel Varianz aufklärt, war zu erwarten. Dass jedoch 70 % des Klausurerfolgs von anderen Faktoren außer dem Fachwissen abhängen, ist überraschend. Im zweiten Schritt wurde bereits die Übereinstimmung in der Lernzielwahrnehmung (Kappa-Wert) mit in das Modell einbezogen. Hierdurch konnte keine zusätzliche Varianz aufgeklärt werden. Im Modell mit anderen Prädiktoren wie dem Fachwissen zeigt der Kappa-Wert keinen Einfluss mehr auf die Klausurpunkte. Es ist davon auszugehen, dass durch den starken Einfluss des Fachwissens der Einfluss des Kappa-Werts nicht mehr sichtbar ist. Dies zeigt sich auch in den weiteren Schritten des hierarchischen Regressionsmodells. Nur das Vorwissen hat neben dem Fachwissen einen signifikanten Einfluss auf den Klausurerfolg. Insgesamt kommt das Regressionsmodell mit allen hineingegebenen Variablen auf eine Varianzaufklärung von 38 %. Dass die in der Korrelationsanalyse dargestellten Variablen im Regressionsmodell keinen Einfluss auf den Klausurerfolg zeigen, kann mehrere Ursachen haben. So können beispielsweise Redundanz- oder Suppressionseffekte hierfür verantwortlich sein. Eine weitere Ursache könnte sein, dass die Variable Fachwissen die anderen Einflussfaktoren überdeckt. Hierdurch wäre deren Einfluss nicht mehr sichtbar.

11 Limitationen der Studie

Die vorliegende Studie hat im Sinne des Constructive Alignments unter anderem die Übereinstimmung in der Lernzielbewertung von Studierenden und Lehrenden untersucht. Das Modell des Constructive Alignments beschreibt die Passung von Lernzielen, Lehre und Prüfungen. In dieser Studie wurde ein Schwerpunkt auf die Passung von Lernzielen und Prüfungen gesetzt. Inwieweit sich die Lehre tatsächlich auf zuvor definierte Lernziele bezieht, wurde im Rahmen dieser Studie nicht untersucht. Die Bewertung der Lernziele durch die Studierenden zum Ende des Semesters erfolgte auf Grundlage der in der Vorlesung als wichtig wahrgenommenen Lernziele. Zusätzlich fanden semesterbegleitend teils Seminare und Übungen statt, die ebenfalls einen Einfluss auf die wahrgenommene Wichtigkeit der Lernziele durch die Studierenden gehabt haben könnten. Dieser mögliche Einfluss wurde im Rahmen dieser Studie nicht erfasst. In der Planung der Studie wurde angenommen, dass die wahrgenommene Wichtigkeit der Lernziele vorrangig durch die Vorlesung beeinflusst wird, da diese von dem Dozenten gehalten wird, welcher auch die Prüfung stellt. Zusätzlich wurde angenommen, dass sich Seminare und Prüfungen thematisch an der Vorlesung orientieren und somit die Wahrnehmung der Studierenden nicht groß beeinflussen.

Die Betrachtung der Lernziele, die durch Klausuraufgaben abgefragt wurden und der anschließende Vergleich mit den als wichtig erachteten Lernzielen der Studierenden und den intendierten Lernzielen des Lehrenden wurde im Rahmen der Studie vorrangig quantitativ beantwortet. Um zusätzliche Informationen zu generieren, wäre ein qualitatives Vorgehen empfehlenswert. Durch Interviews der Studierenden zu den Klausuraufgaben könnten zudem neue Erkenntnisse gewonnen werden. In der Studie wird angenommen, dass die Auswahl der Klausuraufgaben durch den Dozenten systematisch erfolgt. Dies scheint mit Blick auf die gesichteten Klausuren jedoch nicht sicher der Fall zu sein. So könnte hier eine ergänzende qualitative Befragung der Dozierenden Aufschluss über die Prüfungserstellung geben.

Generell muss zu den Lernzielen erwähnt werden, dass diese trotz sorgfältiger Auswahl nicht den Anspruch erheben, alle Kompetenzen, die im Rahmen von Modulen mit Allgemeiner Chemie erworben werden, abzudecken. Trotz der inhaltlichen Breite und der kognitiven Tiefe dieser Lernziele gibt es noch viele weitere Lernziele und Unterlernziele, die für diese Art von Modulen formuliert werden müssten. Im Rahmen dieser Studie wurde sich für die Auswahl entschieden, die bereits vorgestellt wurde

und im Anhang zu finden ist. Diese Auswahl deckt die möglichen Kompetenzen so gut es geht ab.

Zusätzlich zu den bereits aufgeführten Limitationen muss im Rahmen dieser Studie erwähnt werden, dass die Erhebung der Daten in einem Zeitraum stattfand, der durch Distanzlehre infolge der Covid-19-Pandemie geprägt war. Dies führte zu Schwierigkeiten bei der Akquirierung von Studierenden. Die Testungen fanden online mittels digitaler Instrumente statt. Die Studierenden empfanden so teilweise weniger Verbindlichkeit vergleichend zu einer in Präsenz stattfindenden Datenerhebung. Zusätzlich wurde eine schlechtere Erreichbarkeit der Studierenden wahrgenommen, sodass ein Teil der Daten unvollständig ist, da Studierende nicht zu beiden Testzeitpunkten anzutreffen waren. Das Ausfüllen von Testitems zu Hause birgt immer die Option, sich externe Hilfe bei der Beantwortung der Items zu holen. Dies konnte im Rahmen dieser Studie nicht kontrolliert werden.

Durch die gefundenen individuellen und strukturellen Prädiktoren für Klausurerfolg konnten knapp 40 % der Varianz aufgeklärt werden. Es zeigt sich, dass es noch weitere Faktoren gibt, die einen Einfluss auf den Klausurerfolg haben. So wurde weder die Art der Veranstaltung berücksichtigt, die den Kompetenzerwerb ermöglichen soll, noch der zeitliche Umfang der Vorlesung und der einzelnen Themen innerhalb der Vorlesung. Zusätzlich dazu wurden im Rahmen dieser Studie die Auswirkungen, die die Distanzlehre im Vergleich zur Präsenzlehre hat, nicht untersucht. Hier sind Effekte denkbar.

Die Generalisierbarkeit dieser Studie ist aufgrund der Tatsache, dass lediglich Studierende und Lehrende der Universität Duisburg-Essen berücksichtig wurden, eingeschränkt. Die teils geringe Anzahl an Studierenden und Lehrenden gibt nur eingeschränkt die Möglichkeit, die Befunde dieser Studie auf ähnlich Situationen zu übertragen.

12 Implikationen und Ausblick

Die vorliegende Studie konnte zeigen, dass Lernziele in Allgemeiner Chemie von Studierenden anders wahrgenommen werden als von den Dozenten gedacht. Zusätzlich dazu konnte ein Zusammenhang zwischen übereinstimmender Lernzielwahrnehmung und Prüfungserfolg gezeigt werden. Dieses Ergebnis zeigt, dass es wichtig ist, dass die Studierenden die Lernziele, die den Dozierenden wichtig sind, wahrnehmen. Es fällt den Studierenden eher leicht, die vermeintlich wichtigen Lernziele wahrzunehmen, die mit einem höheren Vorwissen in die Vorlesung starten. Diese Erkenntnis verdeutlicht, dass vor allem Studierende mit niedrigem Vorwissen Probleme haben, die wesentlichen Lernziele wahrzunehmen. Diese Erkenntnisse könnten Dozierende nutzen und beispielsweise Lernziele einer Vorlesungssitzung zu Beginn oder am Ende der Sitzung transparent darstellen. Eine weitere Option stellen die Modulhandbücher dar. Hier gibt es immer wieder Modulhandbücher, in denen die Lernziele nur sehr oberflächlich oder ohne konkrete Kompetenzbeschreibung dargestellt werden. Würden diese Modulhandbücher konkrete und kompetenzorientierte Lernziele beinhalten, könnten sich Studierende an diesen Modulhandbüchern orientieren. Ein weiterer Effekt von gut ausformulierten Modulhandbüchern wäre, dass sich bei der Erstellung von Prüfungen daran orientiert werden könnte. Dozierende hätten so die Möglichkeit, ihre Ideen für Prüfungsaufgaben mit Hilfe der Lernziele im Sinne des Constructive Alignments zu validieren und so eine kompetenzorientierte Prüfung zu erstellen. In der Studie wurde deutlich, dass hier häufig Schwächen bestehen. Prüfungen prüfen dann gut, wenn sie die erworbenen Kompetenzen auch abprüfen. Das gelingt dann besonders gut, wenn möglichst ein breites Kompetenzspektrum in den Prüfungen abgedeckt wird. In der Studie wurden gerade hier Schwächen sichtbar. Wenn möglichst viele Kompetenzen abgeprüft werden, haben Studierende bessere Chancen zu bestehen, auch bei Kompetenzlücken. Ob die vorgestellten Implikationen für die Lehre tatsächlich einen Einfluss auf die Lernzielwahrnehmung und damit auch auf den Erfolg im Modul haben, wäre in einem Folgeprojekt zu überprüfen. Hierzu würde sich eine Interventionsstudie anbieten. So wäre denkbar, dass Lernziele in einer Übungsgruppe, die begleitend zur Vorlesung stattfindet, bewusst transparent gemacht werden und eine andere Übungsgruppe ohne diese Intervention auskommt. Dies wäre dann im Studiendesign die Kontrollgruppe. Anschließend könnte überprüft werden, ob durch das gezielte Präsentieren von relevanten Lernzielen die Studienleistung besser wird. Zusätzlich wäre es interessant, nach der Klausur Informationen über die Wahrnehmung der Prüfung zu erlangen.

Es könnte qualitativ erfragt werden, ob durch die Intervention die Prüfung anders wahrgenommen wurde. Ebenfalls könnte qualitativ untersucht werden, welche Lernziele tatsächlich in der Vorlesung vorkommen und in welchem Umfang diese behandelt werden. Hiermit ließe sich die Frage beantworten, ob dies eher die Lernziele sind, die die Dozierenden als wichtig erachten oder ob das mehr den Lernzielen entspricht, die durch die Studierenden wahrgenommen werden.

13 Verzeichnisse

13.1 Literaturverzeichnis

Achtziger, A. & Gollwitzer, P. M. (2018). Motivation und Volition im Handlungsverlauf. In J. Heckhausen & H. Heckhausen (Hrsg.), *Motivation und Handeln* (S. 355–388). Springer Berlin Heidelberg.

Adams, R. & Wu, M. (2002). PISA 2000 Technical Report.

Albrecht, A. & Nordmeier, V. (2013). Interventionsstudie im Lehramtsstudium der Physik - dem Erfolg auf der Spur. In *PhyDid-A: Physik und Didaktik in Schule und Hochschule* (S. 62–72).

Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.

Averbeck, D. (2021). *Zum Studienerfolg in der Studieneingangsphase des Chemiestudiums: Der Einfluss Kognitiver und Affektiv-Motivationaler Variablen*. *Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 308*. Logos.

Backhaus, K., Erichson, B., Weiber, R. & Plinke, W. (2016). Regressionsanalyse. In K. Backhaus, B. Erichson, W. Plinke & R. Weiber (Hrsg.), *Multivariate Analysemethoden* (S. 63–134). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-46076-4_2

Barr, R. B. & Tagg, J. (1995). From Teaching to Learning — A New Paradigm For Undergraduate Education. *Change: The Magazine of Higher Learning*, *27*(6), 12–26. https://doi.org/10.1080/00091383.1995.10544672

Biggs, J. (2003). Aligning teaching and assessment to curriculum objectives.

Biggs, J. (2014). Constructive alignment in university teaching. *HERDSA*. www.herdsa.org.au/herdsa-review-higher-education-vol-1/5-22

Blanz, M. (2021). *Forschungsmethoden und Statistik für die Soziale Arbeit: Grundlagen und Anwendungen* (2. Auflage). W. Kohlhammer Verlag. http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783170398191

Blömeke, S. (2009). Ausbildungs- und Berufserfolg im Lehramtsstudium im Vergleich zum Diplom-Studium – Zur prognostischen Validität kognitiver und psycho-motivationaler Auswahlkriterien. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, *12*(1), 82–110. https://doi.org/10.1007/s11618-008-0044-0

Bond, T. G., Yan, Z. & Heene, M. (2021). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences* (Fourth edition). Routledge, Taylor & Francis Group.

Boone, W. J., Staver, J. R. & Yale, M. S. (2014). *Rasch Analysis in the Human Sciences*. Springer Netherlands. https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=1593304

Brändle, T. (2010). *10 Jahre Bologna-Prozess*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92203-4

Brendel, S., Hanke, U. & Macke, G. (2019). *Kompetenzorientiert lehren an der Hochschule*. Verlag Barbara Budrich; UTB.

Bücker, S., Deimling, M., Durduman, J., Holzhäuser, J., Schnieder, S., Tietze, M., Sayeed, S. & Schneider, M. (2015). Prüfungen. In M. Schneider & M. Mustafić (Hrsg.), *Gute Hochschullehre: Eine evidenzbasierte Orientierungshilfe: Wie man Vorlesungen, Seminare und Projekte effektiv gestaltet* (S. 119–150). Springer.

Bühner, M. (2021). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (4. Aufl.). *Pearson Studium - Psychologie*. Pearson.

Bühner, M. & Ziegler, M. (2017). *Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler* (2. Aufl.). *ps Psychologie*. Pearson.

Cohen, J. (1960). A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational and Psychological Measurement*, *20*(1), 37–46. https://doi.org/10.1177/001316446002000104

Cohen, J. (1968). Weighted kappa: nominal scale agreement with provision for scaled disagreement or partial credit. *Psychological bulletin*, *70*(4), 213–220. https://doi.org/10.1037/h0026256

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Aufl.). Erlbaum. http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0731/88012110-d.html

Dany, S., Szczyrba, B. & Wildt, J. (Hrsg.). (2008). *Blickpunkt Hochschuldidaktik: Bd. 118*. *Prüfungen auf die Agenda! Hochschuldidaktische Perspektiven auf Reformen im Prüfungswesen*. Bertelsmann.

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993). *Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik*. https://www.pedocs.de/volltexte/2017/11173/pdf/zfpaed_1993_2_deci_ryan_die_selbstbestimm

Dochy, F., Rijdt, C. de & Dyck, W. (2002). Cognitive Prerequisites and Learning: How Far Have We Progressed since Bloom? Implications for Educational Practice and Teaching. *Active Learning in Higher Education*(3), 265–284. https://doi.org/10.1177/1469787402003003006

Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5

Dresel, M. & Lämmle, L. (2011). Motivation. In T. Götz (Hrsg.), *UTB Pädagogische Psychologie, Schulpädagogik: Bd. 3481. Emotion, Motivation und selbstreguliertes Lernen* (S. 80–141). Schöningh.

Eilks, I., Bäumer, M. & Byers, B. (2010). Methodische Innovationen für die Chemielehre. *CHEMKON*, *17*(3), 124–130. https://doi.org/10.1002/ckon.201010139

Elert, T. (2019). *Course Success in the Undergraduate General Chemistry Lab*. *Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 284*. Logos.

Ertel, H. & Wehr, S. (2007). Kompetenzorientierung und Lernerzentrierung in der Hochschullehre: Bolognagerechter Hochschulunterricht. In S. Wehr & H. Ertel (Hrsg.), *Aufbruch in der Hochschullehre: Kompetenzen und Lernende im Zentrum; Beiträge aus der hochschuldidaktischen Praxis* (1. Aufl., S. 13–30). Haupt Verlag.

Fendler, J. & Glaeser-Zikuda, M. (2013). Lehrerfahrung und der „Shift from teaching to learning“. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, *8*(3), Artikel 3. https://doi.org/10.3217/zfhe-8-03/03

Field, A., Miles, J. & Field, Z. (2014). *Discovering statistics using R* (Repr). SAGE.

Fleckenstein, K. (2008). Aspekte der Lehr-Lern-Beziehung im modularisierten Studiensystem. In G. Bechtold & P. S. Helferich (Hrsg.), *Generation Bologna: Neue Herausforderungen am Übergang Schule - Hochschule* (S. 37–46). W. Bertelsmann Verlag.

Formazin, M., Schroeders, U., Köller, O., Wilhelm, O. & Westmeyer, H. (2011). Studierendenauswahl im Fach Psychologie. *Psychologische Rundschau.* Vorab-Onlinepublikation. https://doi.org/10.1026/0033-3042/a000093

Freeman, S., Haak, D. & Wenderoth, M. P. (2011). Increased course structure improves performance in introductory biology. *CBE life sciences education*, *10*(2), 175–186. https://doi.org/10.1187/cbe.10-08-0105

Freyer, K. (2013). *Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie*. Zugl.: Universität Duisburg-Essen, Diss. *Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 156*. Logos Berlin.

Freyer, K., Epple, M., Brand, M., Schiebener, J. & Sumfleth, E. (2014). Studienerfolgsprognose bei Erstsemesterstudierenden in Chemie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *20*(1), 129–142. https://doi.org/10.1007/s40573-014-0015-3

Fries, M. (2002). Abitur und Studienerfolg. Welchen „Wert “hat das Abitur für ein erfolgreiches Studium. https://www.bzh.bayern.de/uploads/media/1-2002-fries.pdf

Frölich-Steffen, S. & den Ouden, H. (2019). Hochschulprüfungen im Fokus. Vom autodidaktischen Abschauen zu didaktisch-gereifter Prüfungskompetenz. In S. Frölich-Steffen, H. den Ouden & U. Gießmann (Hrsg.), *Kompetenzorientiert prüfen und bewerten an Universitäten: Didaktische Grundannahmen, rechtliche Rahmenbedingungen und praktische Handlungsempfehlungen* (1. Aufl., S. 11–27). Verlag Barbara Budrich.

Grassinger, R., Dickhäuser, O. & Dresel, M. (2019). Motivation. In D. Urhahne, M. Dresel & F. Fischer (Hrsg.), *Psychologie für den Lehrberuf* (1. Aufl., S. 208–225). Springer Berlin Heidelberg.

Gröblinghoff, F. (2013). *nexus impulse für die Praxis Nr. 2: Lernergebnisse praktisch formulieren: Projekt nexus - Konzepte und gute Praxis für Studium und Lehre*. HRK.

Heckhausen, J. & Heckhausen, H. (2018). Motivation und Handeln: Einführung und Überblick. In J. Heckhausen & H. Heckhausen (Hrsg.), *Motivation und Handeln* (S. 1–12). Springer Berlin Heidelberg.

Hell, B., Linsner, M. & Kurz, G. (2008). Prognose des Studienerfolgs. http://kops.uni-konstanz.de/bitstream/handle/123456789/10609/hell_studieneignung_und_studierendenauswahl.pdf?sequence=1

Hennecke, B. (2008). Der Bologna-Prozess als Herausforderung für die Bildungslandschaft - der besondere Beratungsbedarf an der Schnittstelle Schule - Hochschule. In G. Bechtold & P. S. Helferich (Hrsg.), *Generation Bologna: Neue Herausforderungen am Übergang Schule - Hochschule* (S. 11–23). W. Bertelsmann Verlag.

Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J. & Woisch, A. (2017, Juni). Zwischen Studienerwartungen und Studienwirklichkeit: Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen, *2017, 1*.

Heublein, U., Hutzsch, C., Schreiber, J., Sommer, D. & Besuch, G. (2010). Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkönnlichen Studiengängen. http://www.dgb-jugend.de/neue_downloads/data/abbrecherstudie_2010.pdf

Heublein, U., Richter, J. & Schmelzer, R. (2020). *Die Entwicklung der Studienabbruchquoten in Deutschland.* https://doi.org/10.34878/2020.03.DZHW_BRIEF

Heublein, U. & Wolter, A. (2011). Studienabbruch in Deutschland. Definition, Häufigkeit, Ursachen, Maßnahmen. Vorab-Onlinepublikation. https://doi.org/10.25656/01:8716

Hillebrecht, L. (2019). Theoretisch-konzeptionelle Zugänge zum Studienerfolg. In L. Hillebrecht (Hrsg.), *Studienerfolg von berufsbegleitend Studierenden* (S. 13–76). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26164-1_2

Hülsmann, C. (2015). *Kurswahlmotive Im Fach Chemie: Eine Studie Zum Wahlverhalten und Erfolg Von Schülerinnen und Schülern in der Gymnasialen Oberstufe*. *Studien Zum Physik- und Chemielernen Ser: v.195*. Logos Verlag Berlin. https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=5247113

Kelava, A. & Moosbrugger, H. (2020). Einführung in die Item-Response-Theorie (IRT). In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (3. Aufl., S. 371–395). Springer.

Kennedy, D. (2008). *Lernergebnisse (Learning Outcomes) in der Praxis. Ein Leitfaden.* DAAD.

Kleppin, K. (2009). Kompetenzorientiertes Prüfen in der Hochschule: Eigentlich eine Selbstverständlichkeit? In P. A. Neuhaus & P. A. Zervakis (Hrsg.), *Beiträge zur Hochschulpolitik: Bd. 2009,1. Neue Anforderungen an die Lehre in Bachelor- und Master-Studiengängen: Jahrestagung des HRK Bologna-Zentrums [am 10.-11. April 2008]* (2. Aufl., S. 109–116).

Klieme, E. & Leutner, D. (2006). *Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG*. Beltz.

Knobelsdorf, M. & Kreitz, C. (2012). *Konstruktivistisch- und Kompetenzorientierte Lehre der Theoretischen Informatik.* Universität Potsdam. https://www.cs.uni-potsdam.de/ti/kreitz////PDF/12HDI-Theorie.pdf

Kordts-Freudinger, R. (2013). Die Einstellung Hochschullehrender zum kompetenzorientierten Prüfen. In I. van den Berk, M. Merkt, P. Salden & A. Scholkmann (Hrsg.), *ZHW-Almanach.*

Kosovich, J. J., Hulleman, C. S., Barron, K. E. & Getty, S. (2015). A Practical Measure of Student Motivation. *The Journal of Early Adolescence*, *35*(5-6), 790–816. https://doi.org/10.1177/0272431614556890

Kultusministerkonferenz (2017). Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2017/2017_02_16-Qualifikationsrahmen.pdf

Landis, J. R. & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, *33*(1), 159. https://doi.org/10.2307/2529310

Lange, E. (2009). *Schlüsselkompetenzen - wie sie entstehen und verbessert werden können: Eine empirische Untersuchung bei Studierenden*. Budrich.

Linacre, J. M. (2022). *A user's guide to WINSTEPS: Rasch-Model Computer Programs*. Program Manual 5.2.5. Mesa Press.

Mandl, H. (2006). Wissensaufbau aktiv gestalten. *Magazin SCHÜLER*, 28–30.

Manukjan, A. & Wendt, C. (2017). *fokus: LEHRE: Handreichung: Kompetenzorientierte Prüfungsformate (mit Checkliste und weiterführenden Beschreibungen).* Otto von Guericke Universität Magdeburg. https://www.fokus-lehre.ovgu.de/fokuslehre_media/Publikationen/Handreichungen+_+Konzepte/Handreichung_Pr%C3%BCfungsformate_17_04_12-p-614.pdf

McHugh, M. L. (2012). Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochemia Medica*, *22*(3), 276–282. https://hrcak.srce.hr/89395

McMahon, T. & Thakore, H. (2006). Achieving constructive alignment: Putting outcomes first. *Quality of higher education*, 10–19.

Metzger, C. (2011). Kompetenzorientiert prüfen – Herausforderungen für Lehrpersonen. In O. Zlatkin-Troitschanskaia (Hrsg.), *Stationen Empirischer Bildungsforschung* (Bd. 85, S. 383–394). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-94025-0_27

Möller, C. (1976). *Technik der Lernplanung: Methoden und Probleme der Lernzielerstellung* (5. Aufl.). *Beltz-Studienbuch: Bd. 7*. Beltz.

Momsen, J., Offerdahl, E., Kryjevskaia, M., Montplaisir, L., Anderson, E. & Grosz, N. (2013). Using assessments to investigate and compare the nature of learning in undergraduate science courses. *CBE life sciences education*, *12*(2), 239–249. https://doi.org/10.1187/cbe.12-08-0130

Moosbrugger, H., Schermelleh-Engel, K., Gäde, J. C. & Kelava, A. (2020). Testtheorien im Überblick. In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (3. Aufl., S. 252–271). Springer.

Müller, A. & Schmidt, B. (2009). Prüfungen als Lernchance: Sinn, Ziele und Formen von Hochschulprüfungen. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung (ZFHE)*(1), 23–45.

Müller, F. H. (2012). Prüfen an Universitäten. Wie Prüfungen das Lernen steuern. In B. Kossek & C. Zwiauer (Hrsg.), *Universität in Zeiten von Bologna: Zur Theorie und Praxis von Lehr- und Lernkulturen* (S. 121–132). V&R Unipress.

Paetz, N.-V., Ceylan, F., Fiehn, J., Schworm, S. & Harteis, C. (2011). *Kompetenz in der Hochschuldidaktik*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92873-9

Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W. & Naumann, E. (2021). *Quantitative Methoden 1: Einführung in die Statistik für Psychologie, Sozial- & Erziehungswissenschaften* (5., überarb. Auflage 2021). Springer Berlin; Springer.

Reinmann, G. & Mandl, H. (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Anwendung Psychologie. Pädagogische Psychologie: Ein Lehrbuch* (5. Aufl., S. 613–656). Beltz PVU.

Reis, O. & Ruschin, S. (2008). Kompetenzorientiert prüfen - Baustein eines gelungenen Paradigmenwechsels. In S. Dany, B. Szczyrba & J. Wildt (Hrsg.), *Blickpunkt Hochschuldidaktik: Bd. 118. Prüfungen auf die Agenda! Hochschuldidaktische Perspektiven auf Reformen im Prüfungswesen* (S. 45–57). Bertelsmann.

Rheinberg, F. & Engeser, S. (2018). Intrinsische Motivation und Flow-Erleben. In J. Heckhausen & H. Heckhausen (Hrsg.), *Motivation und Handeln* (S. 423–450). Springer Berlin Heidelberg.

Rheinberg, F. & Vollmeyer, R. (2019). *Motivation* (9. Aufl.). *Urban-Taschenbücher: Bd. 6*. Verlag W. Kohlhammer. https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=5589314 https://doi.org/Falko

Rodriguez, M. C. (2003). Construct Equivalence of Multiple-Choice and Constructed-Response Items: A Random Effects Synthesis of Correlations. *Journal of Educational Measurement*, *40*(2), 163–184. https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.2003.tb01102.x

Roloff, S. (2008). Erfolge nachweisen: Prüfungen in der Hochschullehre. In T. Stelzer-Rothe & T. Brinker (Hrsg.), *Das Kompendium. Kompetenzen in der Hochschullehre: Rüstzeug für gutes Lehren und Lernen an Hochschulen* (2. Aufl., S. 313–342). Merkur-Verl.

Romeike, R. (2010). *Output statt Input - Zur Kompetenzformulierung in der Hochschullehre Informatik*. https://www.computingeducation.de/pub/2010_Romeike_HDI2010.pdf

Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary educational psychology*, *25*(1), 54–67. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020

Schaper, N., Hilkenheimer, F. & Bender, E. (2013). *Fachgutachten - Umsetzungshilfen für kompetenzorientiertes Prüfen.*

Schellenberger, L. (2020). Transparente Bewertungsstandards als Lernprozess. Vorab-Onlinepublikation. https://doi.org/10.11588/HINT.2020.1.77691 (61-77 Seiten / HINT. Heidelberg Inspirations for Innovative Teaching, Bd. 1 Nr. 1 (2020): Heidelberg Inspirations for Innovative Teaching).

Schermutzki, M. (2008). Learning outcomes – Lernergebnisse: Begriffe, Zusammenhänge, Umsetzung und Erfolgsermittlung: Lernergebnisse und Kompetenzvermittlung als elementare Orientierungen des Bologna-Prozesses. In B. Berendt, A. Fleischmann, N. Schaper, B. Szczyrba & J. Wildt (Hrsg.), *Neues Handbuch Hochschullehre* (E 3.3). DUZ Verlags- und Medienhaus GmbH. (Erstveröffentlichung 2008)

Schindler, C. (2015). *Herausforderung Prüfen: Eine fallbasierte Untersuchung der Prüfungspraxis von Hochschullehrenden im Rahmen eines Qualitätsentwicklungsprogramms.*

Schindler, C., Schulz, F., Bauer, J. & Prenzel, M. (2015). Herausforderung Prüfen: Entwicklung und Evaluation eines Qualitätsentwicklungsprogramms für Lehrende an Hochschulen.

Schulz, F., Zehner, F., Schindler, C. & Prenzel, M. Prüfen und Lernen im Studium: Erste Schritte zur Untersuchung von Prüfungsanforderungen und Lerntypen. *Beiträge zur Hochschulforschung,* 2014(36).

Schwedler, S. (2017). Was überfordert Chemiestudierende zu Studienbeginn? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *23*(1), 165–179. https://doi.org/10.1007/s40573-017-0064-5

Simon, B. & Taylor, J. (2009). What is the Value of Course-Specific Learning Goals? *Journal of Science College Teaching*, *2009*, 52–57.

Stefanica, F. (2013). Modulbeschreibungen - Diskreptionen realer Ansprüche oder realitätsferne Lyrik? Eine qualitative Analyse am Beispiel Höhere / Angewandte) Mathematik I/II im Rahmen des Maschinenbaustudiums an ausgewählten Hochschulstandorten Baden-Württembergs. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*(109), 286–303.

Stiensmeier-Pelster, J. & Otterpohl, N. (2018). Motivation in Schule und Hochschule. In J. Heckhausen & H. Heckhausen (Hrsg.), *Motivation und Handeln* (S. 570–589). Springer Berlin Heidelberg.

Streller, S., Bolte, C., Dietz, D. & La Noto Diega, R. (2019). *Chemiedidaktik an Fallbeispielen*. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-58645-7

Strobl, C. (2012). *Das Rasch-Modell: Eine verständliche Einführung für Studium und Praxis* (2. Aufl.). *Sozialwissenschaftliche Forschungsmethoden*. Rainer Hampp Verlag.

Szczyrba, B. (2006). „The Shift from Teaching to Learning“ — Psychodramatische Perspektiven auf die Hochschullehre. *Zeitschrift für Psychodrama und Soziometrie*, *5*(1), 47–58. https://doi.org/10.1007/s11620-006-0005-7

Trapmann, S., Hell, B., Weigand, S. & Schuler, H. (2007). Die Validität von Schulnoten zur Vorhersage des Studienerfolgs - eine Metaanalyse. *Zeitschrift für*

Pädagogische Psychologie, *21*(1), 11–27. https://doi.org/10.1024/1010-0652.21.1.11

Vogel, C. & Wanken, S. (2015). Kompetenzorientierung und Öffnung für neue Zielgruppen in Hochschulen des lebenslangen Lernens - eine vierdimensionale Herausforderung. In R. Arnold, K. Wolf & S. Wanken (Hrsg.), *Fachtagung selbstgesteuert, kompetenzorientiert und offen?! / Rolf Arnold, Konrad Wolf, Simone Wanken (Hrsg.) ; Band 1. Offene und kompetenzorientierte Hochschule* (S. 31–58). Schneider Verlag Hohengehren GmbH.

Walpuski, M. & Ropohl, M. (2014). Statistische Verfahren für die Analyse des Einflusses von Aufgabenmerkmalen auf die Schwierigkeit. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 385–398). Springer Berlin Heidelberg.

Walzik, S. (2012). *Kompetenzorientiert prüfen: Leistungsbewertung an der Hochschule in Theorie und Praxis*. *UTB Schlüsselkompetenzen: Bd. 3*. Budrich.

Wehr, S. (2007). Kompetenzorientiertes Prüfen: Fördern durch beurteilen. In S. Wehr & H. Ertel (Hrsg.), *Aufbruch in der Hochschullehre: Kompetenzen und Lernende im Zentrum; Beiträge aus der hochschuldidaktischen Praxis* (1. Aufl., S. 115–125). Haupt Verlag.

Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Beltz-Pädagogik. Leistungsmessungen in Schulen.* Beltz.

Wigfield, A. & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-Value Theory of Achievement Motivation. *Contemporary educational psychology*, *25*(1), 68–81. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015

Wildt, J. (2005). The Shift from Teaching to Learning – Thesen zum Wandel der Lernkultur in modularisierten Studienstrukturen. In U. Welbers (Hrsg.), *Blickpunkt Hochschuldidaktik: Bd. 116. The shift from teaching to learning: Konstruktionsbedingungen eines Ideals; für Johannes Wildt zum 60. Geburtstag* (S. 168–178). Bertelsmann.

Wildt, J. & Wildt, B. (2011). Lernprozessorientiertes Prüfen im "Constructive Alignment": Ein Beitrag zur Förderung der Qualität von Hochschulbildung durch eine Weiterentwicklung des Prüfungssystems. In B. Berendt, A. Fleischmann, N. Schaper, B. Szczyrba & J. Wildt (Hrsg.), *Neues Handbuch Hochschullehre* (H 6.1). DUZ Verlags- und Medienhaus GmbH. (Erstveröffentlichung 2011)

Wilson, M. (2005). *Constructing Measures: An Item Response Modeling Approach*. Lawrence Erlbaum Associates.

Winteler, A. (2008). *Professionell lehren und lernen: Ein Praxisbuch* (3. Aufl. (Nachdr. der 2., durchges. Aufl. 2005). Wiss. Buchges.

Winter, F. (2018). *Lerndialog statt Noten: Neue Formen der Leistungsbeurteilung* (2. Auflage). Beltz. https://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783407295699

Wirtz, M. & Kutschmann, M. (2007). Analyse der Beurteilerübereinstimmung für kategoriale Daten mittels Cohens Kappa und alternativer Masse [Analyzing interrater agreement for categorical data using Cohen's kappa and alternative coefficients]. *Die Rehabilitation*, *46*(6), 370–377. https://doi.org/10.1055/s-2007-976535

Wirtz, M. A. & Caspar, F. (2007). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität: Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen*. Hogrefe, Verl. für Psychologie.

13.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Themen und Anzahl der Lernziele 42
Tabelle 2: Skalen der Motivation mit Beispielen 45
Tabelle 3: Teilnehmenden-Anzahl je Substichprobe (Hauptstudie) und für beide Testzeitpunkte 45
Tabelle 4: Deskriptive Informationen zu den Substichproben 46
Tabelle 5: Grade der Übereinstimmung mittels Cohen's Kappa (Landis & Koch, 1977) 48
Tabelle 6: Effektstärken des Korrelationskoeffizienten (Cohen, 1988) 54
Tabelle 7: Kennwerte des Raschmodells zum Fachwissenstest (Pilot) 57
Tabelle 8: Kennwerte des Raschmodells zum Vorwissenstest 61
Tabelle 9: Kennwerte des Raschmodells zum Fachwissenstest 63
Tabelle 10: Interne Konsistenz der Motivationsskalen 65
Tabelle 11: Extreme Kappa Werte und Mittelwert der Gesamtstichprobe 70
Tabelle 12: Extreme Kappa-Werte und Mittelwert der Substichprobe Chemie Lehramt 72
Tabelle 13: Extreme Kappa-Werte und Mittelwert der Substichprobe Chemie für Biologen 73
Tabelle 14: Extreme Kappa-Werte und Mittelwert Chemie für Medizin 74
Tabelle 15: Mittlere Kappa-Werte für jedes Thema getrennt nach Substichproben 75
Tabelle 16: Korrelative Beziehung der Prädiktoren und der Lernzielübereinstimmung 76
Tabelle 17: Hierarchische Regression zur Vorhersage des gew. Kappa-Werte (Gesamtstichprobe) 77
Tabelle 18: Korrelation des Fachwissens mit den Prüfungspunkten der jeweiligen Abschlussprüfungen 78
Tabelle 19: Zugeteilte Lernziele der Klausur Allgemeine Chemie für Lehramt 80
Tabelle 20: Korrelationsanalyse Lernziele der Klausur und Bewertungen von Studierenden und Dozent (Lehramt Chemie) 80
Tabelle 21: Korrelationsanalyse Lernziele der Klausur und Bewertungen von Studierenden und Dozent (Chemie für Biologen) 81
Tabelle 22: Korrelationsanalyse Lernziele der Klausur und Bewertungen von Studierenden und Dozent (Chemie für Medizin) 82
Tabelle 23: Exempl. Lernziele der Klausur mit niedriger Bewertung 82

Tabelle 24: Wichtigste Themen der Klausuren 84
Tabelle 25: Korrelationsanalyse Klausurerfolg (Gesamtstichprobe) 86
Tabelle 26: Korrelationsanalyse Klausurerfolg (Substichprobe Lehramt Chemie) ... 87
Tabelle 27: Korrelationsanalyse Klausurerfolg (Substichprobe Chemie für Biologen) 88
Tabelle 28: Korrelationsanalyse Klausurerfolg (Substichprobe Chemie für Medizin) 89
Tabelle 29: Regressionsanalyse für Klausurpunkte 90
Tabelle 30: Hierarchische Regression für Klausurpunkte 91

13.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Studienabbruchquoten nach Studiengängen (Heublein et al., 2020) 3
Abbildung 2: Motive für Studienabbruch (Heublein et al., 2010) 4
Abbildung 3: Rubikon-Modell (Achtziger & Gollwitzer, 2018) 7
Abbildung 4: Erwartungs-Wert-Modell von Wigfield und Eccles (Stiensmeier-Pelster & Otterpohl, 2018, S. 572) 10
Abbildung 5: Constructive Alignment nach Wildt und Wildt (2011) 15
Abbildung 6: Kognitive Prozessdimensionen nach Anderson und Krathwohl (2001) 22
Abbildung 7: Vorgehensmodell für die Prüfungserstellung und -auswertung (Schindler, 2015, S. 40) 34
Abbildung 8: Zeitlicher Ablauf der Datenerhebung (Hauptstudie) 39
Abbildung 9: Logistische Funktion des Rasch-Modells (Strobl, 2012, S. 9) 50
Abbildung 10: Beispielhafte Wright Map 51
Abbildung 11: Wright Map zu den Fachwissensitems der Pilotstudie 58
Abbildung 12: Lernzielbewertung von Studierenden und Dozenten (Pilotstudie) 59
Abbildung 13: Wright Map des Vorwissenstests 62
Abbildung 14: Wright Map des Fachwissenstests 64
Abbildung 15: Lernzielbewertung von Dozenten und Studierenden der Gesamtstichprobe 66
Abbildung 16: Lernzielbewertung Chemie Lehramt 67
Abbildung 17: Lernzielbewertung Chemie für Medizin 68
Abbildung 18: Lernzielbewertung Chemie für Biologen 69
Abbildung 19: Histogramm der gewichteten Kappa-Werte (Gesamtstichprobe) 70
Abbildung 20: Histogramm der gewichteten Kappa-Werte der Substichprobe: Chemie Lehramt 71
Abbildung 21: Histogramm der gewichteten Kappa-Werte der Substichprobe: Chemie für Biologen 72
Abbildung 22: Histogramm der gewichteten Kappa-Werte der Substichprobe: Chemie für Medizin 73

14 Anhang

I Lernziele der Allgemeinen Chemie

Inhalt:

1. Atomtheorie & Atombau
2. Stöchiometrie
3. Aufbau des Periodensystems
4. Chemische Bindungen
    a. Ionenbindung
    b. Kovalente Bindung
    c. Metallbindung
    d. Komplexverbindungen
5. Gase, Flüssigkeiten, Feststoffe
    a. Wechselwirkungen
    b. Phasenübergänge
6. Chemisches Gleichgewicht
    a. Löslichkeit
7. Säuren und Basen
8. Redoxreaktionen
    a. Elektrochemie
9. Kinetik
10. Thermodynamische Grundlagen
11. Aufbau und Struktur organischer Verbindungen
12. Grundtypen organisch-chemischer Reaktionen
13. Reaktionen von Carbonylverbindungen
14. Wichtige Klassen von Biomolekülen

Lernziele:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende…

6. Atomtheorie & Atombau

- verschiedene Atommodelle beschreiben und nach ihrer zeitlichen Entstehung sortieren.
- die verschiedenen Atommodelle vergleichen und Stärken und Schwächen herausstellen.
- verschiedene Atomteilchen (Protonen, Neutronen, Elektronen) benennen und erklären.
- die Existenz verschiedener Atome auf die unterschiedliche Quantität der Atomteilchen zurückführen und aufbauend hierauf den systematischen Aufbau des PSE erklären.
- radioaktiven Zerfall (Ursache und Arten des Zerfalls) erklären und vergleichen.
- Parameter von elektromagnetischer Strahlung (z.B. Intensität, Wellenlänge und Frequenz) mittels Gleichung berechnen.

7. Stöchiometrie

- den Zusammenhang von Volumen, Stoffmenge und Masse qualitativ beschreiben.
- den Zusammenhang von Volumen, Stoffmenge und Masse quantitativ beschreiben
- Reaktionsgleichungen mit Hilfe einfacher Regeln (stöchiometrische Faktoren) ausgleichen.
- den Massenanteil sowie die Ausbeute mit Hilfe von stöchiometrischen Regeln errechnen und begründen.
- verschiedene Arten chemischer Formeln (z.B. Verhältnis-, Summen-, Konstitutions-, Valenzstrich- und Strukturformeln) darstellen und erklären.
- verschiedene Arten chemischer Formeln (z.B. Verhältnis-, Summen-, Konstitutions-, Valenzstrich- und Strukturformeln) vergleichen.

8. Aufbau des Periodensystems

- die Ordnungszahl eines Elements mit der Atommasse und Position im PSE in Verbindung bringen.
- die Zunahme der Atommasse mit weiteren spezifischen Elementeigenschaften (z.B. Atomradius, Elektronegativität, usw.) in Bezug setzen und vergleichen.
- den Elementen verschiedene Quantenzahlen zuordnen und einen Zusammenhang zur Besetzung von Orbitalen formulieren.
- das Orbitalmodell (Atomorbitale) quantenmechanisch erklären.
- Gemeinsamkeiten innerhalb von Hauptgruppen und Perioden beschreiben.

9. Chemische Bindungen

- die Oktettregel als energetisch günstigsten Zustand beschreiben.
- die chemische Bindung als Mittel zur Erfüllung der Oktettregel erklären.
- die verschiedenen Bindungsarten gegenüberstellen und Unterschiede darstellen.
- die Elektronegativität erklären und zur Vorhersage einer Bindungsart anwenden.

a. Ionenbindung

- die Gitterstruktur ionischer Bindungen darstellen.
- typische Eigenschaften, die mit der Struktur der ionischen Bindung einhergeht, mit Hilfe von Bindungsmodellen erklären und voraussagen.

b. Kovalente Bindung

- Bindungskräfte zwischen den Atomen beschreiben und zwischen unpolaren und polaren Elektronenpaarbindungen differenzieren.
- typische Eigenschaften von Molekülverbindungen mit Hilfe von intermolekularen Wechselwirkungen erklären und voraussagen.
- das VSEPR-Modell beschreiben.
- geometrische Strukturen mittels VSEPR-Modell voraussagen und vergleichen.

c. Metallbindung

- das Elektronengasmodell beschreiben und charakteristische Eigenschaften von Metallen daran erklären.

- Leiter, Isolator und Halbleiter mittels Bändermodell darstellen und voraussagen.
- verschiedene Kugelpackungen miteinander vergleichen.

d. Komplexverbindungen

- Komplexverbindungen und deren Grundbegriffe (Zentralatom, Ligand, Koordinationszahl, usw.) definieren.
- die Nomenklaturregeln für Komplexverbindungen nennen und auf verschiedene Beispiele anwenden.
- Aussagen über die Stabilität verschiedener Komplexverbindungen tätigen.
- Regeln für die Stabilität von Komplexverbindungen definieren.

10. Gase, Flüssigkeiten, Feststoffe

- ideale Gase mit dem allgemeinen Gasgesetz beschreiben und Änderungen berechnen.
- das ideale Gasgesetz um Eigenschaften realer Gase erweitern.
- charakteristische Eigenschaften von Flüssigkeiten beschreiben und erklären.
- Stoffe und Stoffgemische voneinander unterscheiden und systematisch veranschaulichen.

a. Wechselwirkungen

- intermolekulare Wechselwirkungen nennen und erklären.
- intramolekulare Wechselwirkungen nennen und erklären.
- Die chemischen und physikalischen Eigenschaften verschiedener Verbindungen mit inter- bzw. intramolekularen Wechselwirkungen erklären.

b. Phasenübergänge

- verschiedene Phasenübergänge energetisch betrachten und erklären
- Phasendiagramme auswerten.
- verschiedene Aggregatzustände und deren Übergänge auf Teilchenebene erklären.

11. Chemisches Gleichgewicht

- das chemische Gleichgewicht qualitativ als dynamisches Gleichgewicht beschreiben.
- das chemische Gleichgewicht quantitativ über das Massenwirkungsgesetz beschreiben.
- Gleichgewichtskonstanten und Gleichgewichtskonzentrationen berechnen
- das Prinzip von Le Chatelier erklären und den Einfluss von Konzentration, Druck und Temperatur auf das chemische Gleichgewicht beschreiben.

a. Löslichkeit

- Löslichkeit mittels Löslichkeitsprodukt und Ionenprodukt erklären.
- verschiedene Salze mittels Löslichkeitsprodukt sortieren und vergleichen.

12. Säuren und Basen

- verschiedene Säure-Base-Theorien (Arrhenius, Brönstedt und Lowry, Lewis) beschreiben und erklären.
- verschiedene Säure-Base-Theorien miteinander vergleichen und nach ihrer Entwicklung ordnen.
- die Säure-Base-Theorie von Brönstedt und Lowry mit Beispielen erklären.
- die Formel zur Errechnung des pH-Werts darstellen und einzelne Bestandteile erklären.
- die Formel zur Errechnung des pH-Werts auf Beispiele anwenden und für schwache Säuren erweitern.
- den pKs-Wert (pK_B-Wert) als Maß für die Säurestärke (Basenstärke) erklären und herleiten.
- Wasser in den Kontext von Säuren und Basen einordnen und die besonderen Eigenschaften (Ampholyt) herausstellen.
- Säure-Base-Indikatoren nennen und vergleichen
- die Wirkweise von Säure-Base-Indikatoren erklären und nach Unterschieden sinnvoll sortieren.
- die Wirkweise von Puffersystemen erklären und mit Beispielen verdeutlichen.
- verschiedene Puffersysteme berechnen.

- volumetrische Titration zur Bestimmung des pH-Wertes als Analyseverfahren erklären.
- den Kurvenverlauf von Titrationskurven qualitativ erklären und charakteristische Punkte (Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) identifizieren und erklären.

13. Redoxreaktionen

- verschiedene Definitionen von Reduktion und Oxidation (Sauerstoff- bzw. Elektronenübertragungsreaktionen) nennen und zeitlich sortieren.
- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen erklären und Redox-Paare in einer Redox-Gleichung identifizieren.
- Oxidationszahlen mittels Hilfsregeln bestimmen und in verschiedenen Beispielen anwenden.
- das Prinzip hinter Oxidationszahlen (heterolytische Bindungsspaltung) erklären und so die Hilfsregeln selbst herleiten.
- systematisch Redoxgleichungen ausgleichen und vervollständigen.

a. Elektrochemie

- ein einfaches galvanisches Element skizzieren und erklären.
- die elektrochemische Spannungsreihe erklären.
- mittels der elektrochemischen Spannungsreihe das Oxidationsverhalten verschiedener Stoffe zueinander vorhersagen.
- die Nernst-Gleichung darstellen und einzelne Bestandteile erklären.
- mittels Nernst-Gleichung Elektrodenpotentiale verschiedener galvanischer Elemente errechnen und vergleichen.
- verschiedene Akkumulatoren skizzieren und erklären.
- das Prinzip der Elektrolyse erklären.
- eine Elektrolysezelle skizzieren.
- alltägliche Phänomene der Elektrochemie aufzeigen und erklären.

14. Kinetik

- verschiedene Abhängigkeiten der Reaktionsgeschwindigkeit auflisten und erklären.
- die verschiedenen Abhängigkeiten mittels Graphen darstellen und mit geeigneten Formeln berechnen.
- die Reaktionsgeschwindigkeit einer Reaktion unter differenten Bedingungen vergleichen.
- die Ordnung einer Reaktion berechnen.
- die Aktivierungsenergie als Energiedifferenz zwischen Ausgangszustand und Übergangszustand erklären und den Einfluss eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie beschreiben.
- verschiedene Katalysatoren miteinander vergleichen und Unterschiede darstellen.

15. Thermodynamische Grundlagen

- den Begriff der Enthalpie und Entropie definieren.
- die Reaktionsenthalpie verschiedener Reaktionen errechnen und vergleichen.
- die Begriffe endotherm und exotherm erklären.
- mittels Enthalpie und Entropie die Gibbs-Energie verschiedener Reaktionen berechnen.
- die Gibbs-Energie interpretieren und Reaktionen nach endergon und exergon sortieren.

16. Aufbau und Struktur organischer Verbindungen

- Besonderheiten des Kohlenstoffs (Elektronenkonfiguration, Bindigkeit, Möglichkeit zur Hybridisierung) nennen und erklären.
- Die Bindungsmöglichkeiten (Einfach- und Mehrfachbindungen) des Kohlenstoff-Atoms mittels Hybridisierung erklären und an Beispielen verdeutlichen.
- Die Geometrie verschiedener Kohlenstoffverbindungen mittels Hybridisierung vorhersagen.
- Einfache Kohlenstoffverbindungen (z.B. homologe Reihe der Alkane) nennen und die Systematik erklären.

- Typische funktionelle Gruppen von organischen Verbindungen nennen und skizzieren.
- Die Isomerie von organischen Verbindungen erklären (Aufbau und Eigenschaften) und mit Beispielen skizzieren.
- Die Nomenklatur von Isomeren beschreiben und anhand von Beispielen erklären.

17. Grundtypen organisch-chemischer Reaktionen

- die Grundtypen organisch-chemischer Reaktionen nennen.
- Unterschiede zwischen verschiedenen Reaktionstypen analysieren.
- Unterschiede innerhalb eines Reaktionstyps analysieren (z.B. Unterschiede zwischen S_N1- und S_N2-Reaktion).
- nach Kenntnis der Edukte und Produkte den richtigen Reaktionstyp auswählen und einen möglichen Reaktionsverlauf erstellen.

18. Reaktionen von Carbonylverbindungen

- die Besonderheiten von Carbonylverbindungen erklären.
- mögliche Reaktionen nennen und erklären.
- typische Reaktionsprodukte/Klassen nennen und den Reaktionsverlauf skizzieren.

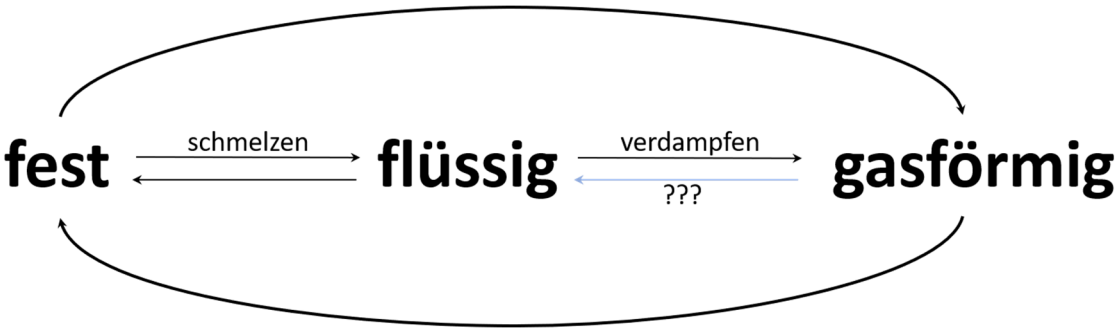
19. Wichtige Klassen von Biomolekülen

- Grundlegende Informationen zum Aufbau von Kohlenhydraten, Aminosäuren, Nucleinsäuren, Protein und Peptide nennen und erklären.
- typische Reaktionen von Kohlenhydraten, Aminosäuren, Nucleinsäuren, Protein und Peptide nennen und erklären.

II Fachwissenstest zur Allgemeinen Chemie

Frage 1

In der folgenden Abbildung sind durch Pfeile die Übergänge zwischen den Aggregatzuständen dargestellt. Wie bezeichnet man den Übergang vom gasförmigen zum flüssigen Aggregatzustand?



Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Erstarren
- ☐ Kühlen
- ☐ Kondensieren
- ☐ Sublimieren

Frage 2

Was versteht man unter der Elektronegativität eines Elements?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Die Fähigkeit des Atoms die eigenen Elektronen in der Hülle anzuziehen
- ☐ Die Fähigkeit des Atoms die Elektronen abzugeben
- ☐ Die Fähigkeit des Atoms Bindungselektronen anzuziehen
- ☐ Die Fähigkeit des Atoms Elektronen aufzunehmen

Frage 3

Sie haben eine Essigsäure/Acetat-Pufferlösung hergestellt:

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O \leftrightarrows CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

Zu dieser Pufferlösung geben Sie eine kleine Menge Salzsäure (HCl). Was lässt sich feststellen, nachdem sich das Gleichgewicht erneut eingestellt hat?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Die Stoffmenge an $CH_3COOH_{(aq)}$ steigt und der pH-Wert bleibt konstant.
- ☐ Die Stoffmenge an $CH_3COO^-_{(aq)}$ steigt und der pH-Wert bleibt konstant.
- ☐ Die Stoffmenge an $CH_3COOH_{(aq)}$ steigt und der pH-Wert sinkt.
- ☐ Die Stoffmenge an $CH_3COO^-_{(aq)}$ steigt und der pH-Wert sinkt.

Frage 4

Eine wesentliche Aussage der Dalton'schen Atomtheorie ist:

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Jedes Atom besteht aus kleinsten Teilchen, die je nach Element eine bestimmte Masse besitzen.
- ☐ Atome werden bei chemischen Reaktionen in ihre kleinsten Teilchen zerlegt.
- ☐ Die Atome von verschiedenen Elementen können nicht ineinander umgewandelt werden.
- ☐ Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Atome mit neuen Eigenschaften.

Frage 5

Welche atomare Zusammensetzung hat das Isotop $^{24}_{12}Mg$?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Das Isotop hat 12 Protonen, 24 Neutronen und 12 Elektronen.
- ☐ Das Isotop hat 24 Protonen, 24 Neutronen und 24 Elektronen.
- ☐ Das Isotop hat 12 Protonen, 12 Neutronen und 12 Elektronen.
- ☐ Das Isotop hat 24 Protonen, 12 Neutronen und 24 Elektronen.

Frage 6

Welches der folgenden Teilchen hat den größten Radius?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Lithiumatom
- ☐ Kaliumkation
- ☐ Lithiumanion
- ☐ Kaliumatom

Frage 7

Welche Aussage trifft zu? Eine wässrige 0,1 M Essigsäure wird durch Zugabe von Wasser im Verhältnis 1:1 verdünnt.

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Der Dissoziationsgrad nimmt ab.
- ☐ Die Stoffmenge an Acetationen nimmt zu.
- ☐ Die Stoffmenge an Oxoniumionen nimmt ab.
- ☐ Die Gleichgewichtskonstante wird geringer.

Frage 8

Gegeben ist die folgende Gasreaktion:

$$2\ NO_{(g)} + H_{2\ (g)} \leftrightarrows N_2O_{(g)} + H_2O_{(g)}$$

Wie verändern sich die jeweiligen Konzentrationen der Reaktionsteilnehmer im Gleichgewicht, wenn der Gesamtdruck auf das System erhöht wird?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Die Konzentrationen von *NO* und H_2 nehmen ab und die Konzentrationen von N_2O und H_2O nehmen zu.
- ☐ Die Konzentrationen von *NO* und H_2 nehmen zu und die Konzentrationen von N_2O und H_2O nehmen zu.
- ☐ Die Konzentrationen von *NO* und H_2 nehmen ab und die Konzentrationen von N_2O und H_2O nehmen ab.
- ☐ Die Konzentrationen von *NO* und H_2 nehmen zu und die Konzentrationen von N_2O und H_2O nehmen ab.

Frage 9

Kreuzen Sie an, welchen Zusammenhang folgende Formel beschreibt.

$$pH = pK_s + log\frac{c(A^-)}{c(HA)}$$

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Das Lambert-Beersche Gesetz
- ☐ Die Henderson-Hasselbalch-Gleichung
- ☐ Das 1. Faradaysche Gesetz
- ☐ Die Nernst-Gleichung

Frage 10

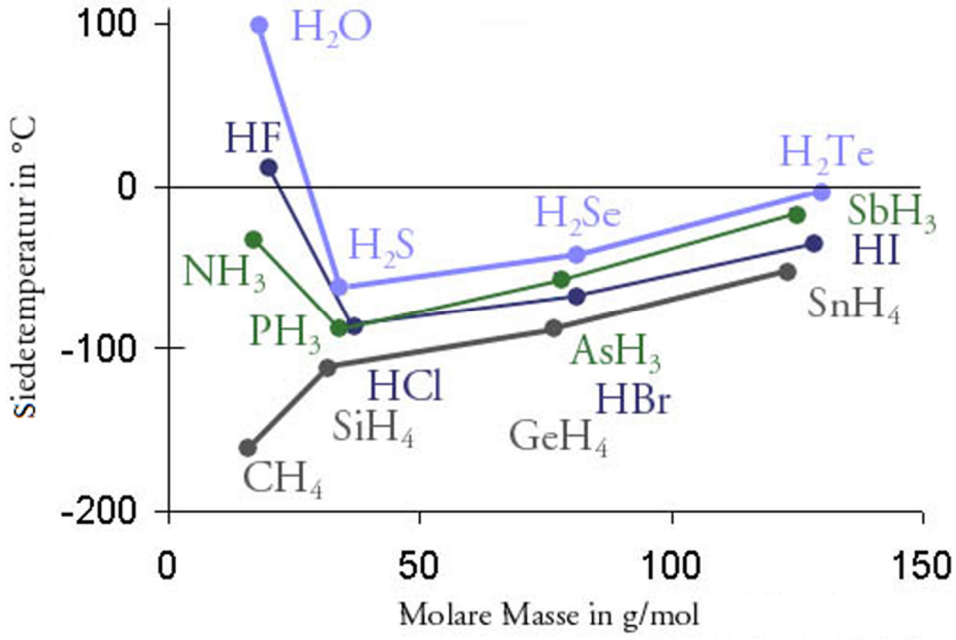
Welche der folgenden Verbindungen hat den stärksten kovalenten Charakter?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ HF
- ☐ HCl
- ☐ HBr
- ☐ HI

Frage 11

Allgemein kann man feststellen, dass sich mit steigender molarer Masse von Verbindungen innerhalb einer Gruppe des Periodensystems der Elemente (PSE) die Siedepunkte erhöhen. Für die Hydride der Elemente der 4. – 7. Hauptgruppe ist dieser Zusammenhang in der untenstehenden Abbildung dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Siedepunkte von NH_3, H_2O und HF wesentlich höher liegen, als man erwarten würde. Welche zusätzliche zwischenmolekulare Wechselwirkung liegt bei NH_3, H_2O und HF gleichermaßen vor?



Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Van-der-Waals-Kräfte
- ☐ Dipol-Dipol-Wechselwirkungen
- ☐ Wasserstoffbrückenbindungen
- ☐ London-Wechselwirkungen

Frage 12

Welche Aussage über die Oxidationszahl trifft zu?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Alkalimetalle haben in Verbindungen die Oxidationszahl -II
- ☐ Fluor hat in Verbindungen immer die Oxidationszahl +I
- ☐ Die Oxidationszahl eines Atoms im elementaren Zustand ist 0
- ☐ Die Oxidationszahl eines einatomigen Ions ist nicht gleich dessen Ladung

Frage 13

Wie lautet die Reaktionsgleichung für die Neutralisation von Schwefelsäure (*H_2SO_4*) mit Natronlauge (*NaOH*)?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2\ H_2O$
- ☐ $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_3 + 2\ H_2O + ½\ O_2$
- ☐ $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow 2\ NaSO_4 + 2\ H_2O$
- ☐ $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow 2\ Na_2^{+} + SO_4^{2-} + 2\ H_2O$

Frage 14

Bei der Reaktion von 20,0 g Calciumcarbonat (*$CaCO_3$*) mit Salzsäure (*HCl*) entstehen 8,8 g Kohlenstoffdioxid (*CO_2*), 22,2 g Calciumchlorid (*$CaCl_2$*) und 3,6 g Wasser (*H_2O*) nach folgender Gleichung:

$CaCO_3 + 2\ HCl \rightarrow CO_2 + CaCl_2 + H_2O$

Welche Masse Salzsäure ist nötig, um Calciumcarbonat gerade aufzulösen?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ 7,3 g
- ☐ 14,6 g
- ☐ 20,0 g
- ☐ 40,0 g

Frage 15

Gegeben ist folgende Redoxreaktion: *$Zn_{(s)} + Pb^{2+}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Pb_{(s)}$*. Entscheiden Sie, welche Halbreaktion richtig ist.

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + e^-$
- ☐ $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2\ e^-$
- ☐ $Zn_{(s)} + 2\ e^- \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)}$
- ☐ $Zn^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Zn_{(s)}$

Frage 16

Der Komplex $[Co(NH_3)_3Cl_3]$ hat…

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ 2 Liganden
- ☐ 3 Liganden
- ☐ 6 Liganden
- ☐ 9 Liganden

Frage 17

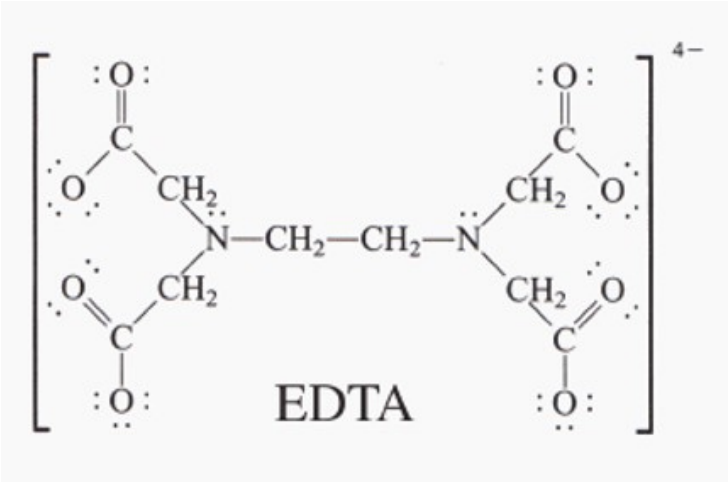
Mit welcher Formel ist es möglich, die molare Masse einer Verbindung zu berechnen?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ $M = {}^{m}/_{n}$
- ☐ $m = {}^{M}/_{n}$
- ☐ $M = {}^{n}/_{m}$
- ☐ $m = {}^{n}/_{M}$

Frage 18

EDTA (Ethylendiamintetraacetat) wird als Komplexbildner zur titrimetrischen Bestimmung von Metallen verwendet. Kreuzen Sie an, welche Aussage auf diesen Liganden zutrifft. EDTA ist ein…



Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ einzähniger Ligand
- ☐ zweizähniger Ligand
- ☐ vierzähniger Ligand
- ☐ sechszähniger Ligand

Frage 19

Warum lässt sich ein reales Gas nicht beliebig komprimieren?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Aufgrund der Geschwindigkeit jedes einzelnen Gasteilchens
- ☐ Aufgrund des Binnendrucks der gesamten Gasteilchen
- ☐ Aufgrund der anziehenden Wechselwirkungen der Gasteilchen
- ☐ Aufgrund des Eigenvolumens jedes einzelnen Gasteilchens

Frage 20

Welche Aussage zu folgender Redoxreaktion ist richtig?

$$Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu$$

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Die Sulfationen werden reduziert.
- ☐ Zink ist das Reduktionsmittel.
- ☐ Kupfer gibt zwei Elektronen ab.
- ☐ Zink wird zu Zinksulfat reduziert.

Frage 21

Was geschieht laut der kinetischen Gastheorie, wenn das Volumen eines Gases in einem Behälter verringert wird?

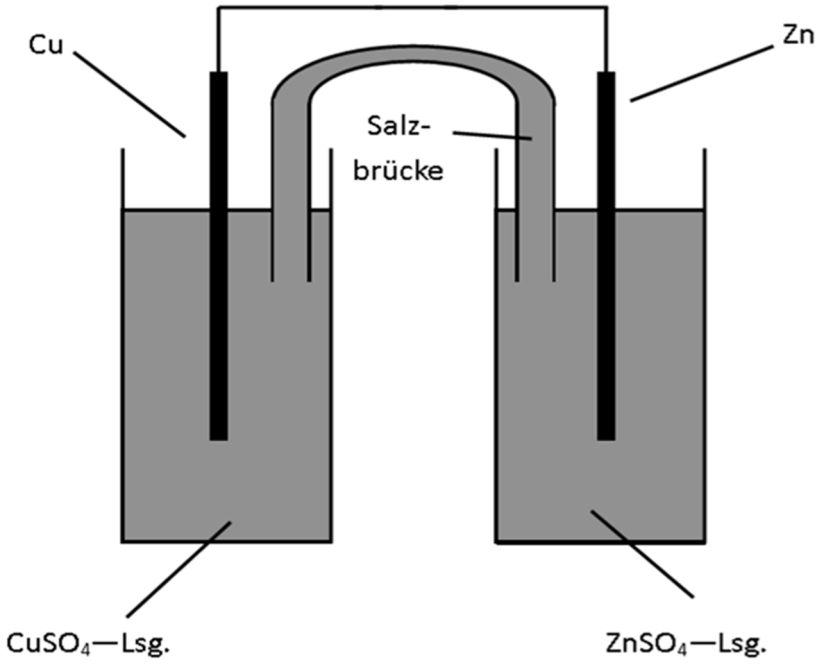
Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Der Druck erhöht sich, da die Geschwindigkeit der Teilchen zunimmt.
- ☐ Der Druck erhöht sich, da die Anzahl der Stöße der Teilchen zunimmt.
- ☐ Der Druck erhöht sich, da der übertragene Impuls der Teilchen zunimmt.
- ☐ Der Druck erhöht sich, da die kinetische Energie der Teilchen zunimmt.

Frage 22

In einem galvanischen Element laufen Oxidations- und Reduktionsprozesse aufgrund der Reduktionspotentiale beider Halbzellen ab. Wie lautet entsprechend die Gesamtreaktion des dargestellten Daniell-Elements, wenn die Reduktionspotentiale beider Halbzellen wie folgt lauten:

$$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn; \qquad E^0 = -0{,}76V$$
$$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu; \qquad E^0 = 0{,}34V$$



Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ $Zn^{2+} + Cu^{2+} \rightarrow Zn + Cu$
- ☐ $Zn + Cu^{+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$
- ☐ $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Cu + Zn^{2+}$
- ☐ $Cu + Zn^{2+} \rightarrow Zn + Cu^{2+}$

Frage 23

Eine Reaktion besitzt eine Reaktionsenthalpie von $\Delta H = -50\ ^{KJ}/_{mol}$. Welche Aussage trifft auf diese Reaktion zu?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Es handelt sich bei dieser Reaktion um eine exotherme Reaktion, da Energie frei wird.
- ☐ Es handelt sich bei dieser Reaktion um eine endotherme Reaktion, da Energie frei wird.
- ☐ Es handelt sich bei dieser Reaktion um eine exotherme Reaktion, da Energie verbraucht wird.
- ☐ Es handelt sich bei dieser Reaktion um eine endotherme Reaktion, da Energie verbraucht wird.

Frage 24

Wie lautet die Gleichung, um die Gleichgewichtskonstante der folgenden Reaktion zu berechnen?

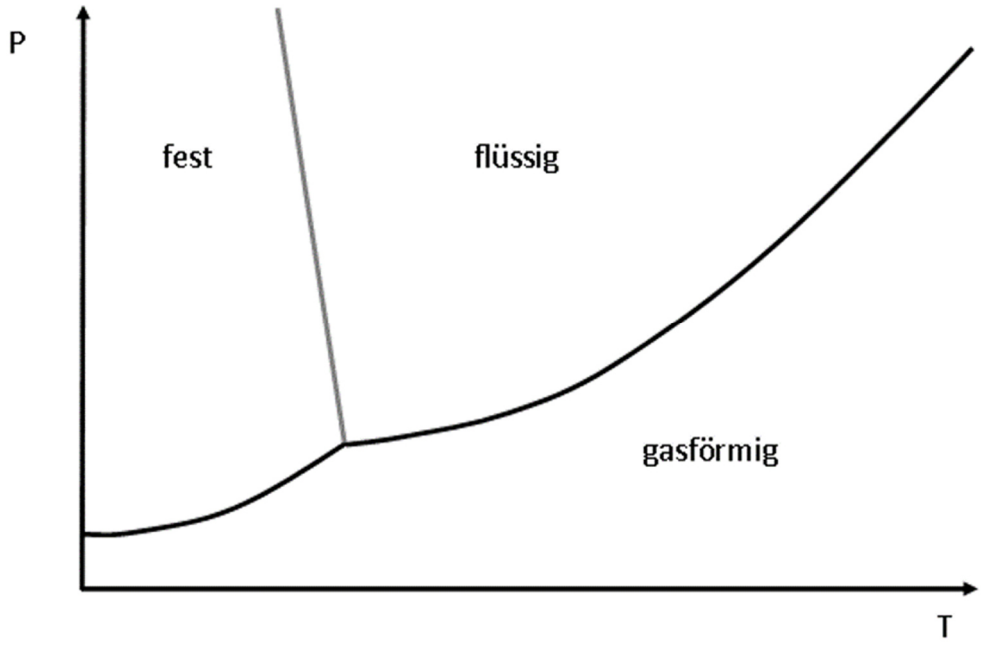
$2\ H_2O \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ $K = \frac{c(H_3O^+) + c(OH^-)}{c^2(H_2O)}$
- ☐ $K = c(H_3O^+) + c(OH^-) - c^2(H_2O)$
- ☐ $K = \frac{c^2(H_2O)}{c(H_3O^+) \cdot c(OH^-)}$
- ☐ $K = \frac{c(H_3O^+) \cdot c(OH^-)}{c^2(H_2O)}$

Frage 25

Wie wird die hellgrau gekennzeichnete Linie (zwischen fest und flüssig) im nachfolgenden Diagramm bezeichnet?



Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Kondensationskurve
- ☐ Sublimationspunkt
- ☐ Schmelzkurve
- ☐ Kritischer Punkt

Frage 26

Es soll folgende Reaktion betrachtet werden:

$$\frac{1}{2}\ H_{2\,(g)} + \frac{1}{2}\ Cl_{2\,(g)} \rightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

Wie lässt sich demzufolge die freie Standardbildungsenthalpie der Chlorid-Ionen berechnen?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ $\Delta_B G^\theta\ (Cl^-, aq) = \Delta_B G^\theta - \Delta_B G^\theta\ (H^+, aq)$
- ☐ $\Delta_B G^\theta\ (Cl^-, aq) = \Delta_B G^\theta\ (H_2, g) + \Delta_B G^\theta\ (Cl, g)$
- ☐ $\Delta_B G^\theta\ (Cl^-, aq) = \Delta_B G^\theta - \Delta_B G^\theta\ (H_2, g) - \Delta_B G^\theta\ (Cl, g)$
- ☐ $\Delta_B G^\theta\ (Cl^-, aq) = \Delta_B G^\theta\ (Cl_2, g) + \Delta_B G^\theta\ (H^+, aq)$

Frage 27

Eine galvanische Zelle besteht aus den Halbzellen Fe/ Fe^{3+} und Ag/ Ag^+.

Welche Reaktionen laufen an den Elektroden ab?

Standardelektrodenpotenziale: Fe / Fe^{3+} = -0,03 V; Ag/ Ag^+ = 0,80 V

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Eisen wird reduziert und Silber oxidiert. An der Anode gehen Fe-Ionen in Lösung.
- ☐ Eisen wird reduziert und Silber oxidiert. An der Anode scheiden sich Fe-Ionen als Feststoff ab.
- ☐ Eisen wird oxidiert und Silber reduziert. An der Anode scheiden sich Fe-Ionen als Feststoff ab.
- ☐ Eisen wird oxidiert und Silber reduziert. An der Anode gehen Fe-Ionen in Lösung.

Frage 28

Wie groß ist die Konzentration von Calciumsulfat ($CaSO_4$) in einer gesättigten wässrigen Lösung?

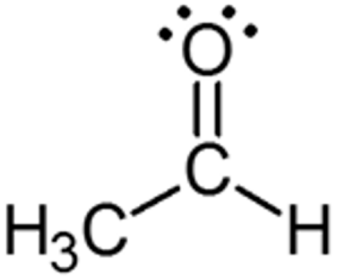
Hinweis: **K_L (Calciumsulfat):** $6{,}2 \cdot 10^{-5}\ {mol^2}/{L^2}$

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ $c_{CaSO_4} = 7{,}8 \cdot 10^{-3}\ {mol}/{L}$
- ☐ $c_{CaSO_4} = 6{,}2 \cdot 10^{-5}\ {mol}/{L}$
- ☐ $c_{CaSO_4} = 3{,}1 \cdot 10^{-5}\ {mol}/{L}$
- ☐ $c_{CaSO_4} = 1{,}2 \cdot 10^{-4}\ {mol}/{L}$

Frage 29

Wie bezeichnet man diese Verbindung?



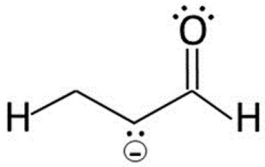
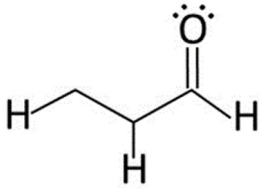
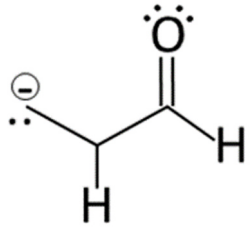
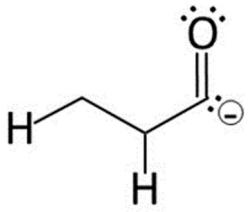
Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Ethan
- ☐ Ethanal
- ☐ Ethanol
- ☐ Ethanon

Frage 30

Welche Verbindung stellt ein Enolat dar?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ 
- ☐ 
- ☐ 
- ☐ 

Frage 31

Von welchem Faktor hängt die Reaktionsgeschwindigkeit einer Reaktion nicht ab?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Temperatur
- ☐ Leitfähigkeit
- ☐ Konzentration
- ☐ Zerteilungsgrad

Frage 32

In der Katalyse wird auch von homogener und heterogener Katalyse gesprochen. Was ist mit heterogener Katalyse gemeint?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Katalysator und Reaktanden liegen in der gleichen Phase vor.
- ☐ Zwei verschiedene Katalysatoren werden zur Katalyse verwendet.
- ☐ Ein Katalysator katalysiert parallel verschiedene Reaktionen.
- ☐ Katalysator und Reaktanden liegen in verschiedenen Phasen vor.

Frage 33

Bei der Betrachtung von Schmelztemperaturen verschiedener ionischer Verbindungen lassen sich systematische Unterschiede feststellen. Welche ionische Verbindung hat die höchste Schmelztemperatur?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ NaF
- ☐ NaCl
- ☐ NaBr
- ☐ NaI

Frage 34

Halbleitende Materialien sind häufig in modernen Technologien zu finden. Mit dem Bändermodell für die metallische Bindung kann ein Halbleiter erklärt werden. Wodurch zeichnet sich der Halbleiter nach diesem Modell aus?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Bei einem Halbleiter überlappen Valenz- und Leitungsband.
- ☐ Bei einem Halbleiter sind die Elektronen nur im Valenzband.
- ☐ Bei einem Halbleiter sind die Elektronen nur im Leitungsband.
- ☐ Bei einem Halbleiter besteht eine kleine Lücke zwischen Valenz- und Leitungsband.

Frage 35

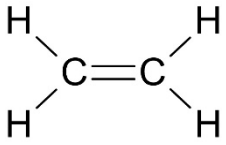
Welche Elektronenkonfiguration hat das Element Sauerstoff (O)?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ $1s^2\,2s^2\,2p^2$
- ☐ $1s^2\,2s^2\,2p^3$
- ☐ $1s^2\,2s^2\,2p^4$
- ☐ $1s^2\,2s^2\,2p^5$

Frage 36

Welche Hybridisierung weisen die C-Atome in folgender organischen Verbindung auf?

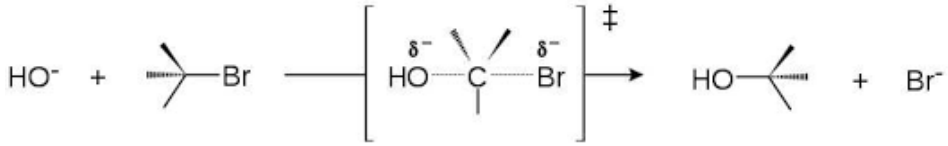


Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ sp-hybridisiert
- ☐ sp^2-hybridisiert
- ☐ sp^3-hybridisiert
- ☐ nicht hybridisiert

Frage 37

Um welche Art von Reaktionsmechanismus handelt es sich bei dieser schematischen Reaktion?



Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ S_N1-Reaktion (Nucleophile Substitution Typ 1)
- ☐ S_N2-Reaktion (Nucleophile Substitution Typ 2)
- ☐ E1-Reaktion (Eliminierung Typ 1)
- ☐ E2-Reaktion (Eliminierung Typ 2)

Frage 38

Proteine können auf mehreren Strukturebenen betrachtet werden. Auf welcher Strukturebene kann man die regionale, zweidimensionale Orientierung (α-Helix, ß-Faltblatt) der Aminosäuren zueinander erkennen?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Primärstruktur
- ☐ Sekundärstruktur
- ☐ Tertiärstruktur
- ☐ Quartärstruktur

Frage 39

Welcher der folgenden Zucker ist kein Disaccharid?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ Saccharose
- ☐ Maltose
- ☐ Lactose
- ☐ Fructose

Frage 40

Bei der Betrachtung von radioaktiven Zerfallsprozessen lassen sich verschiedene Zerfallsarten definieren. Von welcher Zerfallsart spricht man, wenn man die Freisetzung von Elektronen aus dem Atomkern beschreibt?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- ☐ α-Zerfall
- ☐ β-Zerfall
- ☐ ε-Zerfall
- ☐ γ-Zerfall

III Lebenslauf

Persönliche Daten:

- Name: Simon Kaulhausen
- Geburtsdatum: [redacted]
- Geburtsort: [redacted]

Schulischer und beruflicher Werdegang:

▪ Seit 11/2022	Studienreferendar am Zentrum für schulpraktische Lehrerausbildung Krefeld
▪ 05/2019 - 11/2022	wissenschaftlicher Mitarbeiter Didaktik der Chemie Arbeitsgruppe: Prof. Dr. Maik Walpuski
▪ 08/2016 - 04/2019	Masterstudium Chemie und Sport für Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen, Universität Duisburg-Essen, Abschluss: Master of Education
▪ 10/2012 – 07/2016	Bachelorstudium Chemie und Sport für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen, Universität Duisburg-Essen, Abschluss: Bachelor of Arts
▪ 06/2012	Allgemeine Hochschulreife, Steinbart-Gymnasium Duisburg

IV Veröffentlichungen und Vorträge

Tagungsbandbeiträge

- **Kaulhausen, S.**, Eitemüller, C. & Walpuski, M. (2022). Strukturelle Ursachen von Prüfungsmisserfolg in Chemie an der Universität. In S. Habig, & H. van Vorst (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Virtuelle Jahrestagung (S. 392-395). Universität Duisburg-Essen. Verfügbar unter https://www.gdcp-ev.de/wp-content/tb2022/TB2022_716_Kaulhausen.pdf
- Behrendt, A., Güth, F., **Kaulhausen, S.**, Steinbach, M., Vogelsang, C., & Weiler, D. C. (2021). Flexible Gestaltung von Datenerhebungen in Schulen und Universitäten. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch?*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Virtuelle Jahrestagung (S. 48-50). Universität Duisburg-Essen. Verfügbar unter https://www.gdcp-ev.de/wp-content/tb2021/TB2021_48_Behrendt.pdf
- **Kaulhausen, S.**, Eitemüller, C. & Walpuski, M. (2021). Schwierigkeiten beim kompetenzorientierten Prüfen in Chemie an der Universität. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch?*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Virtuelle Jahrestagung (S. 597-600). Universität Duisburg-Essen. Verfügbar unter https://www.gdcp-ev.de/wp-content/tb2021/TB2021_621_Kaulhausen.pdf

Posterpräsentationen und Vorträge

- **Kaulhausen, S.**, Eitemüller, C. & Walpuski, M. (2022). Constructive Alignment in der Allgemeinen Chemie an der Universität. Vortrag zur Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDCP). Aachen, Deutschland.
- **Kaulhausen, S.**, Eitemüller, C. & Walpuski, M. (2022). Strukturelle Ursachen von Prüfungsmisserfolg im Fach Chemie an der Universität. Poster zur Jahrestagung der Gesellschaft für empirische Bildungsforschung (GEBF). Virtuelle Jahrestagung.

- **Kaulhausen, S.**, Eitemüller, C. & Walpuski, M. (2022). Constructive Alignment in der Allgemeinen Chemie an der Universität. Vortrag im Rahmen des Graduiertenkolloquiums „Naturwissenschaftlicher Unterricht“ des Interdisziplinären Zentrums für Bildungsforschung (IZfB), Essen.
- **Kaulhausen, S.**, Eitemüller, C. & Walpuski, M. (2021). Strukturelle Ursachen für Prüfungsmisserfolg im Fach Chemie an der Universität. Poster zur Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDCP). Virtuelle Jahrestagung.
- **Kaulhausen, S.**, Eitemüller, C. & Walpuski, M. (2020). Transparenz beim kompetenzorientierten Prüfen im Fach Chemie an der Universität. Vortrag zum Doktorierendenkolloquium der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDCP). Virtuelles Doktorierendenkolloquium.
- **Kaulhausen, S.**, Eitemüller, C. & Walpuski, M. (2020). Schwierigkeiten beim kompetenzorientierten Prüfen in Chemie an der Universität. Poster zur Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDCP).
- **Kaulhausen, S.**, Eitemüller, C. & Walpuski, M. (2020). Transparenz von Lernzielen im Rahmen eines kompetenzorientierten Prüfens. Vortrag im Rahmen des Graduiertenkolloquiums „Naturwissenschaftlicher Unterricht“ des Interdisziplinären Zentrums für Bildungsforschung (IZfB), Essen.

V Danksagung

Hiermit möchte ich mich herzlich bei allen Menschen bedanken, die während der Promotion an mich geglaubt und mich unterstützt haben.

Besonders möchte ich Herrn Prof. Dr. Maik Walpuski dafür danken, dass er mir die Chance gegeben hat, den nächsten Schritt zu gehen und immer an mich geglaubt hat. Durch Maiks Unterstützung und seine motivierende Art habe ich diese Herausforderung meistern können. Danke.

Ebenfalls danken möchte ich Herrn Prof. Dr. Mathias Ropohl. Mathias hat neben der Übernahme des Zweitgutachtens in vielen Gesprächen dazu beigetragen, dass ich mich an der Schützenbahn wohlgefühlt habe. Er stand stets mit Rat und Tat zur Seite. Danke.

Für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes danke ich Herrn Prof. Dr. Sebastian Schlücker.

Ich danke auch den Kolleginnen und Kollegen aus der Fakultät für Chemie und der Fakultät für Biologie für ihre Unterstützung.

Als nächstes möchte ich Frau Dr. Carolin Eitemüller danken. Carolin hat mich während der Promotion hervorragend unterstützt und motiviert. Sie hatte immer ein offenes Ohr und half durch ihre Expertise. Bei Unsicherheiten meinerseits war sie stets an meiner Seite. Danke.

Für die Unterstützung in organisatorischen und technischen Fragen danke ich Herrmann Vielhauer, Tessa de Kok, Janina Schmidt, Katrin Falchi, Aimee Grinda und Christoph Pelka. Danke.

Mein nächster Dank gilt all meinen geschätzten Kolleginnen und Kollegen, ohne die die Zeit an der Schützenbahn, auf diversen Tagungen und Ausflügen nicht das gewesen wäre, was sie war: Grandios! Ich danke dabei insbesondere meinen Bürokollegen Dennis Kirstein, Fabien Güth und Martin Steinbach, die immer für mich da waren und mich in schwierigen Phasen hervorragend unterstützt haben. Eure Expertise sowie eure fürsorgliche Art haben maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen. Danke euch!

Ich danke im Weiteren auch meiner Familie dafür, dass sie mich auf diesem Weg unterstützt hat. Ohne eure Rückendeckung hätte ich mir diese Reise nicht zugetraut.

Zu guter Letzt möchte ich Svenja Boegel danken. Es ist wunderbar, dass wir uns an der Schützenbahn gefunden und lieben gelernt haben. Du unterstützt mich jeden Tag, motivierst mich und bist immer an meiner Seite. Danke.

Bisher erschienene Bände der Reihe *„Studien zum Physik- und Chemielernen“*

ISSN 1614-8967 (vormals *Studien zum Physiklernen* ISSN 1435-5280)

1 Helmut Fischler, Jochen Peuckert (Hrsg.): Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie
ISBN 978-3-89722-256-4 40.50 EUR

2 Anja Schoster: Bedeutungsentwicklungsprozesse beim Lösen algorithmischer Physikaufgaben. *Eine Fallstudie zu Lernprozessen von Schülern im Physiknachhilfeunterricht während der Bearbeitung algorithmischer Physikaufgaben*
ISBN 978-3-89722-045-4 40.50 EUR

3 Claudia von Aufschnaiter: Bedeutungsentwicklungen, Interaktionen und situatives Erleben beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben
ISBN 978-3-89722-143-7 40.50 EUR

4 Susanne Haeberlen: Lernprozesse im Unterricht mit Wasserstromkreisen. *Eine Fallstudie in der Sekundarstufe I*
ISBN 978-3-89722-172-7 40.50 EUR

5 Kerstin Haller: Über den Zusammenhang von Handlungen und Zielen. *Eine empirische Untersuchung zu Lernprozessen im physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-242-7 40.50 EUR

6 Michaela Horstendahl: Motivationale Orientierungen im Physikunterricht
ISBN 978-3-89722-227-4 50.00 EUR

7 Stefan Deylitz: Lernergebnisse in der Quanten-Atomphysik. *Evaluation des Bremer Unterrichtskonzepts*
ISBN 978-3-89722-291-5 40.50 EUR

8 Lorenz Hucke: Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computergestützten Experimenten des physikalischen Praktikums
ISBN 978-3-89722-316-5 50.00 EUR

9 Heike Theyßen: Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin. *Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion*
ISBN 978-3-89722-334-9 40.50 EUR

10 Annette Schick: Der Einfluß von Interesse und anderen selbstbezogenen Kognitionen auf Handlungen im Physikunterricht. *Fallstudien zu Interessenhandlungen im Physikunterricht*
ISBN 978-3-89722-380-6 40.50 EUR

11 Roland Berger: Moderne bildgebende Verfahren der medizinischen Diagnostik. *Ein Weg zu interessanterem Physikunterricht*
ISBN 978-3-89722-445-2 40.50 EUR

12 Johannes Werner: Vom Licht zum Atom. *Ein Unterrichtskonzept zur Quantenphysik unter Nutzung des Zeigermodells*
ISBN 978-3-89722-471-1 40.50 EUR

13 Florian Sander: Verbindung von Theorie und Experiment im physikalischen Praktikum. *Eine empirische Untersuchung zum handlungsbezogenen Vorverständnis und dem Einsatz grafikorientierter Modellbildung im Praktikum*
ISBN 978-3-89722-482-7 40.50 EUR

14 Jörn Gerdes: Der Begriff der physikalischen Kompetenz. *Zur Validierung eines Konstruktes*
ISBN 978-3-89722-510-7 40.50 EUR

15 Malte Meyer-Arndt: Interaktionen im Physikpraktikum zwischen Studierenden und Betreuern. *Feldstudie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen im physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-541-1 40.50 EUR

16 Dietmar Höttecke: Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. *Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen*
ISBN 978-3-89722-607-4 40.50 EUR

17 Gil Gabriel Mavanga: Entwicklung und Evaluation eines experimentell- und phänomenorientierten Optikcurriculums. *Untersuchung zu Schülervorstellungen in der Sekundarstufe I in Mosambik und Deutschland*
ISBN 978-3-89722-721-7 40.50 EUR

18 Meike Ute Zastrow: Interaktive Experimentieranleitungen. *Entwicklung und Evaluation eines Konzeptes zur Vorbereitung auf das Experimentieren mit Messgeräten im Physikalischen Praktikum*
ISBN 978-3-89722-802-3 40.50 EUR

19 Gunnar Friege: Wissen und Problemlösen. *Eine empirische Untersuchung des wissenszentrierten Problemlösens im Gebiet der Elektrizitätslehre auf der Grundlage des Experten-Novizen-Vergleichs*
ISBN 978-3-89722-809-2 40.50 EUR

20 Erich Starauschek: Physikunterricht nach dem Karlsruher Physikkurs. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie*
ISBN 978-3-89722-823-8 40.50 EUR

21 Roland Paatz: Charakteristika analogiebasierten Denkens. *Vergleich von Lernprozessen in Basis- und Zielbereich*
ISBN 978-3-89722-944-0 40.50 EUR

22 Silke Mikelskis-Seifert: Die Entwicklung von Metakonzepten zur Teilchenvorstellung bei Schülern. *Untersuchung eines Unterrichts über Modelle mithilfe eines Systems multipler Repräsentationsebenen*
ISBN 978-3-8325-0013-9 40.50 EUR

23 Brunhild Landwehr: Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. *Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen*
ISBN 978-3-8325-0044-3 40.50 EUR

24 Lydia Murmann: Physiklernen zu Licht, Schatten und Sehen. *Eine phänomenografische Untersuchung in der Primarstufe*
ISBN 978-3-8325-0060-3 40.50 EUR

25 Thorsten Bell: Strukturprinzipien der Selbstregulation. *Komplexe Systeme, Elementarisierungen und Lernprozessstudien für den Unterricht der Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-0134-1 40.50 EUR

26 Rainer Müller: Quantenphysik in der Schule
ISBN 978-3-8325-0186-0 40.50 EUR

27 Jutta Roth: Bedeutungsentwicklungsprozesse von Physikerinnen und Physikern in den Dimensionen Komplexität, Zeit und Inhalt
ISBN 978-3-8325-0183-9 40.50 EUR

28 Andreas Saniter: Spezifika der Verhaltensmuster fortgeschrittener Studierender der Physik
ISBN 978-3-8325-0292-8 40.50 EUR

29 Thomas Weber: Kumulatives Lernen im Physikunterricht. *Eine vergleichende Untersuchung in Unterrichtsgängen zur geometrischen Optik*
ISBN 978-3-8325-0316-1 40.50 EUR

30 Markus Rehm: Über die Chancen und Grenzen moralischer Erziehung im naturwissenschaftlichen Unterricht
ISBN 978-3-8325-0368-0 40.50 EUR

31 Marion Budde: Lernwirkungen in der Quanten-Atom-Physik. *Fallstudien über Resonanzen zwischen Lernangeboten und SchülerInnen-Vorstellungen*
ISBN 978-3-8325-0483-0 40.50 EUR

32 Thomas Reyer: Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht. *Exemplarische Analysen im Physikunterricht der gymnasialen Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-0488-5 40.50 EUR

33 Christoph Thomas Müller: Subjektive Theorien und handlungsleitende Kognitionen von Lehrern als Determinanten schulischer Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-0543-1 40.50 EUR

34 Gabriela Jonas-Ahrend: Physiklehrervorstellungen zum Experiment im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-0576-9 40.50 EUR

35 Dimitrios Stavrou: Das Zusammenspiel von Zufall und Gesetzmäßigkeiten in der nichtlinearen Dynamik. *Didaktische Analyse und Lernprozesse*
ISBN 978-3-8325-0609-4 40.50 EUR

36 Katrin Engeln: Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken
ISBN 978-3-8325-0689-6 40.50 EUR

37 Susann Hartmann: Erklärungsvielfalt
ISBN 978-3-8325-0730-5 40.50 EUR

38 Knut Neumann: Didaktische Rekonstruktion eines physikalischen Praktikums für Physiker
ISBN 978-3-8325-0762-6 40.50 EUR

39 Michael Späth: Kontextbedingungen für Physikunterricht an der Hauptschule. *Möglichkeiten und Ansatzpunkte für einen fachübergreifenden, handlungsorientierten und berufsorientierten Unterricht*
ISBN 978-3-8325-0827-2 40.50 EUR

40 Jörg Hirsch: Interesse, Handlungen und situatives Erleben von Schülerinnen und Schülern beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben
ISBN 978-3-8325-0875-3 40.50 EUR

41 Monika Hüther: Evaluation einer hypermedialen Lernumgebung zum Thema Gasgesetze. *Eine Studie im Rahmen des Physikpraktikums für Studierende der Medizin*
ISBN 978-3-8325-0911-8 40.50 EUR

42 Maike Tesch: Das Experiment im Physikunterricht. *Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*
ISBN 978-3-8325-0975-0 40.50 EUR

43 Nina Nicolai: Skriptgeleitete Eltern-Kind-Interaktion bei Chemiehausaufgaben. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Säure-Base*
ISBN 978-3-8325-1013-8 40.50 EUR

44 Antje Leisner: Entwicklung von Modellkompetenz im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-1020-6 40.50 EUR

45 Stefan Rumann: Evaluation einer Interventionsstudie zur Säure-Base-Thematik
ISBN 978-3-8325-1027-5 40.50 EUR

46 Thomas Wilhelm: Konzeption und Evaluation eines Kinematik/Dynamik-Lehrgangs zur Veränderung von Schülervorstellungen mit Hilfe dynamisch ikonischer Repräsentationen und graphischer Modellbildung – mit CD-ROM
ISBN 978-3-8325-1046-6 45.50 EUR

47 Andrea Maier-Richter: Computerunterstütztes Lernen mit Lösungsbeispielen in der Chemie. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Löslichkeit*
ISBN 978-3-8325-1046-6 40.50 EUR

48 Jochen Peuckert: Stabilität und Ausprägung kognitiver Strukturen zum Atombegriff
ISBN 978-3-8325-1104-3 40.50 EUR

49 Maik Walpuski: Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback
ISBN 978-3-8325-1184-5 40.50 EUR

50 Helmut Fischler, Christiane S. Reiners (Hrsg.): Die Teilchenstruktur der Materie im Physik- und Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-1225-5 34.90 EUR

51 Claudia Eysel: Interdisziplinäres Lehren und Lernen in der Lehrerbildung. *Eine empirische Studie zum Kompetenzerwerb in einer komplexen Lernumgebung*
ISBN 978-3-8325-1238-5 40.50 EUR

52 Johannes Günther: Lehrerfortbildung über die Natur der Naturwissenschaften. *Studien über das Wissenschaftsverständnis von Grundschullehrkräften*
ISBN 978-3-8325-1287-3 40.50 EUR

53 Christoph Neugebauer: Lernen mit Simulationen und der Einfluss auf das Problemlösen in der Physik
ISBN 978-3-8325-1300-9 40.50 EUR

54 Andreas Schnirch: Gendergerechte Interessen- und Motivationsförderung im Kontext naturwissenschaftlicher Grundbildung. *Konzeption, Entwicklung und Evaluation einer multimedial unterstützten Lernumgebung*
ISBN 978-3-8325-1334-4 40.50 EUR

55 Hilde Köster: Freies Explorieren und Experimentieren. *Eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht*
ISBN 978-3-8325-1348-1 40.50 EUR

56 Eva Heran-Dörr: Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften
ISBN 978-3-8325-1377-1 40.50 EUR

57 Agnes Szabone Varnai: Unterstützung des Problemlösens in Physik durch den Einsatz von Simulationen und die Vorgabe eines strukturierten Kooperationsformats
ISBN 978-3-8325-1403-7 40.50 EUR

58 Johannes Rethfeld: Aufgabenbasierte Lernprozesse in selbstorganisationsoffenem Unterricht der Sekundarstufe I zum Themengebiet ELEKTROSTATIK. *Eine Feldstudie in vier 10. Klassen zu einer kartenbasierten Lernumgebung mit Aufgaben aus der Elektrostatik*
ISBN 978-3-8325-1416-7 40.50 EUR

59 Christian Henke: Experimentell-naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in der Oberstufe. *Untersuchung am Beispiel des HIGHSEA-Projekts in Bremerhaven*
ISBN 978-3-8325-1515-7 40.50 EUR

60 Lutz Kasper: Diskursiv-narrative Elemente für den Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer multimedialen Lernumgebung zum Erdmagnetismus*
ISBN 978-3-8325-1537-9 40.50 EUR

61 Thorid Rabe: Textgestaltung und Aufforderung zu Selbsterklärungen beim Physiklernen mit Multimedia
ISBN 978-3-8325-1539-3 40.50 EUR

62 Ina Glemnitz: Vertikale Vernetzung im Chemieunterricht. *Ein Vergleich von traditionellem Unterricht mit Unterricht nach Chemie im Kontext*
ISBN 978-3-8325-1628-4 40.50 EUR

63 Erik Einhaus: Schülerkompetenzen im Bereich Wärmelehre. *Entwicklung eines Testinstruments zur Überprüfung und Weiterentwicklung eines normativen Modells fachbezogener Kompetenzen*
ISBN 978-3-8325-1630-7 40.50 EUR

64 Jasmin Neuroth: Concept Mapping als Lernstrategie. *Eine Interventionsstudie zum Chemielernen aus Texten*
ISBN 978-3-8325-1659-8 40.50 EUR

65 Hans Gerd Hegeler-Burkhart: Zur Kommunikation von Hauptschülerinnen und Hauptschülern in einem handlungsorientierten und fächerübergreifenden Unterricht mit physikalischen und technischen Inhalten
ISBN 978-3-8325-1667-3 40.50 EUR

66 Karsten Rincke: Sprachentwicklung und Fachlernen im Mechanikunterricht. *Sprache und Kommunikation bei der Einführung in den Kraftbegriff*
ISBN 978-3-8325-1699-4 40.50 EUR

67 Nina Strehle: Das Ion im Chemieunterricht. *Alternative Schülervorstellungen und curriculare Konsequenzen*
ISBN 978-3-8325-1710-6 40.50 EUR

68 Martin Hopf: Problemorientierte Schülerexperimente
ISBN 978-3-8325-1711-3 40.50 EUR

69 Anne Beerenwinkel: Fostering conceptual change in chemistry classes using expository texts
ISBN 978-3-8325-1721-2 40.50 EUR

70 Roland Berger: Das Gruppenpuzzle im Physikunterricht der Sekundarstufe II. *Eine empirische Untersuchung auf der Grundlage der Selbstbestimmungstheorie der Motivation*
ISBN 978-3-8325-1732-8 40.50 EUR

71 Giuseppe Colicchia: Physikunterricht im Kontext von Medizin und Biologie. *Entwicklung und Erprobung von Unterrichtseinheiten*
ISBN 978-3-8325-1746-5 40.50 EUR

72 Sandra Winheller: Geschlechtsspezifische Auswirkungen der Lehrer-Schüler-Interaktion im Chemieanfangsunterricht
ISBN 978-3-8325-1757-1 40.50 EUR

73 Isabel Wahser: Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-1815-8 40.50 EUR

74 Claus Brell: Lernmedien und Lernerfolg - reale und virtuelle Materialien im Physikunterricht. *Empirische Untersuchungen in achten Klassen an Gymnasien (Laborstudie) zum Computereinsatz mit Simulation und IBE*
ISBN 978-3-8325-1829-5 40.50 EUR

75 Rainer Wackermann: Überprüfung der Wirksamkeit eines Basismodell-Trainings für Physiklehrer
ISBN 978-3-8325-1882-0 40.50 EUR

76 Oliver Tepner: Effektivität von Aufgaben im Chemieunterricht der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-1919-3 40.50 EUR

77 Claudia Geyer: Museums- und Science-Center-Besuche im naturwissenschaftlichen Unterricht aus einer motivationalen Perspektive. *Die Sicht von Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern*
ISBN 978-3-8325-1922-3 40.50 EUR

78 Tobias Leonhard: Professionalisierung in der Lehrerbildung. *Eine explorative Studie zur Entwicklung professioneller Kompetenzen in der Lehrererstausbildung*
ISBN 978-3-8325-1924-7 40.50 EUR

79 Alexander Kauertz: Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben
ISBN 978-3-8325-1925-4 40.50 EUR

80 Regina Hübinger: Schüler auf Weltreise. *Entwicklung und Evaluation von Lehr-/ Lernmaterialien zur Förderung experimentell-naturwissenschaftlicher Kompetenzen für die Jahrgangsstufen 5 und 6*
ISBN 978-3-8325-1932-2 40.50 EUR

81 Christine Waltner: Physik lernen im Deutschen Museum
ISBN 978-3-8325-1933-9 40.50 EUR

82 Torsten Fischer: Handlungsmuster von Physiklehrkräften beim Einsatz neuer Medien. *Fallstudien zur Unterrichtspraxis*
ISBN 978-3-8325-1948-3 42.00 EUR

83 Corinna Kieren: Chemiehausaufgaben in der Sekundarstufe I des Gymnasiums. *Fragebogenerhebung zur gegenwärtigen Praxis und Entwicklung eines optimierten Hausaufgabendesigns im Themenbereich Säure-Base*
978-3-8325-1975-9 37.00 EUR

84 Marco Thiele: Modelle der Thermohalinen Zirkulation im Unterricht. *Eine empirische Studie zur Förderung des Modellverständnisses*
ISBN 978-3-8325-1982-7 40.50 EUR

85 Bernd Zinn: Physik lernen, um Physik zu lehren. *Eine Möglichkeit für interessanteren Physikunterricht*
ISBN 978-3-8325-1995-7 39.50 EUR

86 Esther Klaes: Außerschulische Lernorte im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Die Perspektive der Lehrkraft*
ISBN 978-3-8325-2006-9 43.00 EUR

87 Marita Schmidt: Kompetenzmodellierung und -diagnostik im Themengebiet Energie der Sekundarstufe I. *Entwicklung und Erprobung eines Testinventars*
ISBN 978-3-8325-2024-3 37.00 EUR

88 Gudrun Franke-Braun: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. *Ein Aufgabenformat zur Förderung der sachbezogenen Kommunikation und Lernleistung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*
ISBN 978-3-8325-2026-7 38.00 EUR

89 Silke Klos: Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht. *Der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts*
ISBN 978-3-8325-2133-2 37.00 EUR

90 Ulrike Elisabeth Burkard: Quantenphysik in der Schule. *Bestandsaufnahme, Perspektiven und Weiterentwicklungsmöglichkeiten durch die Implementation eines Medienservers*
ISBN 978-3-8325-2215-5 43.00 EUR

91 Ulrike Gromadecki: Argumente in physikalischen Kontexten. *Welche Geltungsgründe halten Physikanfänger für überzeugend?*
ISBN 978-3-8325-2250-6 41.50 EUR

92 Jürgen Bruns: Auf dem Weg zur Förderung naturwissenschaftsspezifischer Vorstellungen von zukünftigen Chemie-Lehrenden
ISBN 978-3-8325-2257-5 43.50 EUR

93 Cornelius Marsch: Räumliche Atomvorstellung. *Entwicklung und Erprobung eines Unterrichtskonzeptes mit Hilfe des Computers*
ISBN 978-3-8325-2293-3 82.50 EUR

94 Maja Brückmann: Sachstrukturen im Physikunterricht. *Ergebnisse einer Videostudie*
ISBN 978-3-8325-2272-8 39.50 EUR

95 Sabine Fechner: Effects of Context-oriented Learning on Student Interest and Achievement in Chemistry Education
ISBN 978-3-8325-2343-5 36.50 EUR

96 Clemens Nagel: eLearning im Physikalischen Anfängerpraktikum
ISBN 978-3-8325-2355-8 39.50 EUR

97 Josef Riese: Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-2376-3 39.00 EUR

98 Sascha Bernholt: Kompetenzmodellierung in der Chemie. *Theoretische und empirische Reflexion am Beispiel des Modells hierarchischer Komplexität*
ISBN 978-3-8325-2447-0 40.00 EUR

99 Holger Christoph Stawitz: Auswirkung unterschiedlicher Aufgabenprofile auf die Schülerleistung. *Vergleich von Naturwissenschafts- und Problemlöseaufgaben der PISA 2003-Studie*
ISBN 978-3-8325-2451-7 37.50 EUR

100 Hans Ernst Fischer, Elke Sumfleth (Hrsg.): nwu-essen – 10 Jahre Essener Forschung zum naturwissenschaftlichen Unterricht
ISBN 978-3-8325-3331-1 40.00 EUR

101 Hendrik Härtig: Sachstrukturen von Physikschulbüchern als Grundlage zur Bestimmung der Inhaltsvalidität eines Tests
ISBN 978-3-8325-2512-5 34.00 EUR

102 Thomas Grüß-Niehaus: Zum Verständnis des Löslichkeitskonzeptes im Chemieunterricht. *Der Effekt von Methoden progressiver und kollaborativer Reflexion*
ISBN 978-3-8325-2537-8 40.50 EUR

103 Patrick Bronner: Quantenoptische Experimente als Grundlage eines Curriculums zur Quantenphysik des Photons
ISBN 978-3-8325-2540-8 36.00 EUR

104 Adrian Voßkühler: Blickbewegungsmessung an Versuchsaufbauten. *Studien zur Wahrnehmung, Verarbeitung und Usability von physikbezogenen Experimenten am Bildschirm und in der Realität*
ISBN 978-3-8325-2548-4 47.50 EUR

105 Verena Tobias: Newton'sche Mechanik im Anfangsunterricht. *Die Wirksamkeit einer Einführung über die zweidimensionale Dynamik auf das Lehren und Lernen*
ISBN 978-3-8325-2558-3 54.00 EUR

106 Christian Rogge: Entwicklung physikalischer Konzepte in aufgabenbasierten Lernumgebungen
ISBN 978-3-8325-2574-3 45.00 EUR

107 Mathias Ropohl: Modellierung von Schülerkompetenzen im Basiskonzept Chemische Reaktion. *Entwicklung und Analyse von Testaufgaben*
ISBN 978-3-8325-2609-2 36.50 EUR

108 Christoph Kulgemeyer: Physikalische Kommunikationskompetenz. *Modellierung und Diagnostik*
ISBN 978-3-8325-2674-0 44.50 EUR

109 Jennifer Olszewski: The Impact of Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Teacher Actions and Student Outcomes
ISBN 978-3-8325-2680-1 33.50 EUR

110 Annika Ohle: Primary School Teachers' Content Knowledge in Physics and its Impact on Teaching and Students' Achievement
ISBN 978-3-8325-2684-9 36.50 EUR

111 Susanne Mannel: Assessing scientific inquiry. *Development and evaluation of a test for the low-performing stage*
ISBN 978-3-8325-2761-7 40.00 EUR

112 Michael Plomer: Physik physiologisch passend praktiziert. *Eine Studie zur Lernwirksamkeit von traditionellen und adressatenspezifischen Physikpraktika für die Physiologie*
ISBN 978-3-8325-2804-1 34.50 EUR

113 Alexandra Schulz: Experimentierspezifische Qualitätsmerkmale im Chemieunterricht. *Eine Videostudie*
ISBN 978-3-8325-2817-1 40.00 EUR

114 Franz Boczianowski: Eine empirische Untersuchung zu Vektoren im Physikunterricht der Mittelstufe
ISBN 978-3-8325-2843-0 39.50 EUR

115 Maria Ploog: Internetbasiertes Lernen durch Textproduktion im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-2853-9 39.50 EUR

116 Anja Dhein: Lernen in Explorier- und Experimentiersituationen. *Eine explorative Studie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen bei Kindern im Alter zwischen 4 und 6 Jahren*
ISBN 978-3-8325-2859-1 45.50 EUR

117 Irene Neumann: Beyond Physics Content Knowledge. *Modeling Competence Regarding Nature of Scientific Inquiry and Nature of Scientific Knowledge*
ISBN 978-3-8325-2880-5 37.00 EUR

118 Markus Emden: Prozessorientierte Leistungsmessung des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens. *Eine vergleichende Studie zu Diagnoseinstrumenten zu Beginn der Sekundarstufe I*
ISBN 978-3-8325-2867-6 38.00 EUR

119 Birgit Hofmann: Analyse von Blickbewegungen von Schülern beim Lesen von physikbezogenen Texten mit Bildern. *Eye Tracking als Methodenwerkzeug in der physikdidaktischen Forschung*
ISBN 978-3-8325-2925-3 59.00 EUR

120 Rebecca Knobloch: Analyse der fachinhaltlichen Qualität von Schüleräußerungen und deren Einfluss auf den Lernerfolg. *Eine Videostudie zu kooperativer Kleingruppenarbeit*
ISBN 978-3-8325-3006-8 36.50 EUR

121 Julia Hostenbach: Entwicklung und Prüfung eines Modells zur Beschreibung der Bewertungskompetenz im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3013-6 38.00 EUR

122 Anna Windt: Naturwissenschaftliches Experimentieren im Elementarbereich. *Evaluation verschiedener Lernsituationen*
ISBN 978-3-8325-3020-4 43.50 EUR

123 Eva Kölbach: Kontexteinflüsse beim Lernen mit Lösungsbeispielen
ISBN 978-3-8325-3025-9 38.50 EUR

124 Anna Lau: Passung und vertikale Vernetzung im Chemie- und Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-3021-1 36.00 EUR

125 Jan Lamprecht: Ausbildungswege und Komponenten professioneller Handlungskompetenz. *Vergleich von Quereinsteigern mit Lehramtsabsolventen für Gymnasien im Fach Physik*
ISBN 978-3-8325-3035-8 38.50 EUR

126 Ulrike Böhm: Förderung von Verstehensprozessen unter Einsatz von Modellen
ISBN 978-3-8325-3042-6 41.00 EUR

127 Sabrina Dollny: Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften
ISBN 978-3-8325-3046-4 37.00 EUR

128 Monika Zimmermann: Naturwissenschaftliche Bildung im Kindergarten. *Eine integrative Längsschnittstudie zur Kompetenzentwicklung von Erzieherinnen*
ISBN 978-3-8325-3053-2 54.00 EUR

129 Ulf Saballus: Über das Schlussfolgern von Schülerinnen und Schülern zu öffentlichen Kontroversen mit naturwissenschaftlichem Hintergrund. *Eine Fallstudie*
ISBN 978-3-8325-3086-0 39.50 EUR

130 Olaf Krey: Zur Rolle der Mathematik in der Physik. *Wissenschaftstheoretische Aspekte und Vorstellungen Physiklernender*
ISBN 978-3-8325-3101-0 46.00 EUR

131 Angelika Wolf: Zusammenhänge zwischen der Eigenständigkeit im Physikunterricht, der Motivation, den Grundbedürfnissen und dem Lernerfolg von Schülern
ISBN 978-3-8325-3161-4 45.00 EUR

132 Johannes Börlin: Das Experiment als Lerngelegenheit. *Vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität*
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR

133 Olaf Uhden: Mathematisches Denken im Physikunterricht. *Theorieentwicklung und Problemanalyse*
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR

134 Christoph Gut: Modellierung und Messung experimenteller Kompetenz. *Analyse eines large-scale Experimentiertests*
ISBN 978-3-8325-3213-0 40.00 EUR

135 Antonio Rueda: Lernen mit ExploMultimedial in kolumbianischen Schulen. *Analyse von kurzzeitigen Lernprozessen und der Motivation beim länderübergreifenden Einsatz einer deutschen computergestützten multimedialen Lernumgebung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*
ISBN 978-3-8325-3218-5 45.50 EUR

136 Krisztina Berger: Bilder, Animationen und Notizen. *Empirische Untersuchung zur Wirkung einfacher visueller Repräsentationen und Notizen auf den Wissenserwerb in der Optik*
ISBN 978-3-8325-3238-3 41.50 EUR

137 Antony Crossley: Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher physikalischer Konzepte auf den Wissenserwerb in der Thermodynamik der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-3275-8 40.00 EUR

138 Tobias Viering: Entwicklung physikalischer Kompetenz in der Sekundarstufe I. *Validierung eines Kompetenzentwicklungsmodells für das Energiekonzept im Bereich Fachwissen*
ISBN 978-3-8325-3277-2 37.00 EUR

139 Nico Schreiber: Diagnostik experimenteller Kompetenz. *Validierung technologiegestützter Testverfahren im Rahmen eines Kompetenzstrukturmodells*
ISBN 978-3-8325-3284-0 39.00 EUR

140 Sarah Hundertmark: Einblicke in kollaborative Lernprozesse. *Eine Fallstudie zur reflektierenden Zusammenarbeit unterstützt durch die Methoden Concept Mapping und Lernbegleitbogen*
ISBN 978-3-8325-3251-2 43.00 EUR

141 Ronny Scherer: Analyse der Struktur, Messinvarianz und Ausprägung komplexer Problemlösekompetenz im Fach Chemie. *Eine Querschnittstudie in der Sekundarstufe I und am Übergang zur Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-3312-0 43.00 EUR

142 Patricia Heitmann: Bewertungskompetenz im Rahmen naturwissenschaftlicher Problemlöseprozesse. *Modellierung und Diagnose der Kompetenzen Bewertung und analytisches Problemlösen für das Fach Chemie*
ISBN 978-3-8325-3314-4 37.00 EUR

143 Jan Fleischhauer: Wissenschaftliches Argumentieren und Entwicklung von Konzepten beim Lernen von Physik
ISBN 978-3-8325-3325-0 35.00 EUR

144 Nermin Özcan: Zum Einfluss der Fachsprache auf die Leistung im Fach Chemie. *Eine Förderstudie zur Fachsprache im Chemieunterricht*
ISBN 978-3-8325-3328-1 36.50 EUR

145 Helena van Vorst: Kontextmerkmale und ihr Einfluss auf das Schülerinteresse im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3321-2 38.50 EUR

146 Janine Cappell: Fachspezifische Diagnosekompetenz angehender Physiklehrkräfte in der ersten Ausbildungsphase
ISBN 978-3-8325-3356-4 38.50 EUR

147 Susanne Bley: Förderung von Transferprozessen im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3407-3 40.50 EUR

148 Cathrin Blaes: Die übungsgestützte Lehrerpräsentation im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Evaluation der Effektivität*
ISBN 978-3-8325-3409-7 43.50 EUR

149 Julia Suckut: Die Wirksamkeit von piko-OWL als Lehrerfortbildung. Eine Evaluation zum Projekt *Physik im Kontext* in Fallstudien
ISBN 978-3-8325-3440-0 45.00 EUR

150 Alexandra Dorschu: Die Wirkung von Kontexten in Physikkompetenztestaufgaben
ISBN 978-3-8325-3446-2 37.00 EUR

151 Jochen Scheid: Multiple Repräsentationen, Verständnis physikalischer Experimente und kognitive Aktivierung: *Ein Beitrag zur Entwicklung der Aufgabenkultur*
ISBN 978-3-8325-3449-3 49.00 EUR

152 Tim Plasa: Die Wahrnehmung von Schülerlaboren und Schülerforschungszentren
ISBN 978-3-8325-3483-7 35.50 EUR

153 Felix Schoppmeier: Physikkompetenz in der gymnasialen Oberstufe.*Entwicklung und Validierung eines Kompetenzstrukturmodells für den Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen*
ISBN 978-3-8325-3502-5 36.00 EUR

154 Katharina Groß: Experimente alternativ dokumentieren. *Eine qualitative Studie zur Förderung der Diagnose- und Differenzierungskompetenz in der Chemielehrerbildung*
ISBN 978-3-8325-3508-7 43.50 EUR

155 Barbara Hank: Konzeptwandelprozesse im Anfangsunterricht Chemie. *Eine quasiexperimentelle Längsschnittstudie*
ISBN 978-3-8325-3519-3 38.50 EUR

156 Katja Freyer: Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3544-5 38.00 EUR

157 Alexander Rachel: Auswirkungen instruktionaler Hilfen bei der Einführung des (Ferro-)Magnetismus. *Eine Vergleichsstudie in der Primar- und Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-3548-3 43.50 EUR

158 Sebastian Ritter: Einfluss des Lerninhalts Nanogrößeneffekte auf Teilchen- und Teilchenmodellvorstellungen von Schülerinnen und Schülern
ISBN 978-3-8325-3558-2 36.00 EUR

159 Andrea Harbach: Problemorientierung und Vernetzung in kontextbasierten Lernaufgaben
ISBN 978-3-8325-3564-3 39.00 EUR

160 David Obst: Interaktive Tafeln im Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung*
ISBN 978-3-8325-3582-7 40.50 EUR

161 Sophie Kirschner: Modellierung und Analyse des Professionswissens von Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-3601-5 35.00 EUR

162 Katja Stief: Selbstregulationsprozesse und Hausaufgabenmotivation im Chemieunterricht
ISBN 978-3-8325-3631-2 34.00 EUR

163 Nicola Meschede: Professionelle Wahrnehmung der inhaltlichen Strukturierung im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Theoretische Beschreibung und empirische Erfassung*
ISBN 978-3-8325-3668-8 37.00 EUR

164 Johannes Maximilian Barth: Experimentieren im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. *Eine Rekonstruktion übergeordneter Einbettungsstrategien*
ISBN 978-3-8325-3681-7 39.00 EUR

165 Sandra Lein: Das Betriebspraktikum in der Lehrerbildung. *Eine Untersuchung zur Förderung der Wissenschafts- und Technikbildung im allgemeinbildenden Unterricht*
ISBN 978-3-8325-3698-5 40.00 EUR

166 Veranika Maiseyenka: Modellbasiertes Experimentieren im Unterricht. *Praxistauglichkeit und Lernwirkungen*
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR

167 Christoph Stolzenberger: Der Einfluss der didaktischen Lernumgebung auf das Erreichen geforderter Bildungsziele am Beispiel der W- und P-Seminare im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR

168 Pia Altenburger: Mehrebenenregressionsanalysen zum Physiklernen im Sachunterricht der Primarstufe. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie.*
ISBN 978-3-8325-3717-3 37.50 EUR

169 Nora Ferber: Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung von Kompetenzentwicklung im Fach Chemie in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-3727-2 39.50 EUR

170 Anita Stender: Unterrichtsplanung: Vom Wissen zum Handeln.
Theoretische Entwicklung und empirische Überprüfung des Transformationsmodells der Unterrichtsplanung
ISBN 978-3-8325-3750-0 41.50 EUR

171 Jenna Koenen: Entwicklung und Evaluation von experimentunterstützten Lösungsbeispielen zur Förderung naturwissenschaftlich-experimenteller Arbeitsweisen
ISBN 978-3-8325-3785-2 43.00 EUR

172 Teresa Henning: Empirische Untersuchung kontextorientierter Lernumgebungen in der Hochschuldidaktik. *Entwicklung und Evaluation kontextorientierter Aufgaben in der Studieneingangsphase für Fach- und Nebenfachstudierende der Physik*
ISBN 978-3-8325-3801-9 43.00 EUR

173 Alexander Pusch: Fachspezifische Instrumente zur Diagnose und individuellen Förderung von Lehramtsstudierenden der Physik
ISBN 978-3-8325-3829-3 38.00 EUR

174 Christoph Vogelsang: Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften. *Zusammenhangsanalysen zwischen Lehrerkompetenz und Lehrerperformanz*
ISBN 978-3-8325-3846-0 50.50 EUR

175 Ingo Brebeck: Selbstreguliertes Lernen in der Studieneingangsphase im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3859-0 37.00 EUR

176 Axel Eghtessad: Merkmale und Strukturen von Professionalisierungsprozessen in der ersten und zweiten Phase der Chemielehrerbildung. *Eine empirisch-qualitative Studie mit niedersächsischen Fachleiter_innen der Sekundarstufenlehrämter*
ISBN 978-3-8325-3861-3 45.00 EUR

177 Andreas Nehring: Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Fach Chemie. Eine kompetenzorientierte Modell- und Testentwicklung für den Bereich der Erkenntnisgewinnung
ISBN 978-3-8325-3872-9 39.50 EUR

178 Maike Schmidt: Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften. Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“
ISBN 978-3-8325-3907-8 38.50 EUR

179 Jan Winkelmann: Auswirkungen auf den Fachwissenszuwachs und auf affektive Schülermerkmale durch Schüler- und Demonstrationsexperimente im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-3915-3 41.00 EUR

180 Iwen Kobow: Entwicklung und Validierung eines Testinstrumentes zur Erfassung der Kommunikationskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3927-6 34.50 EUR

181 Yvonne Gramzow: Fachdidaktisches Wissen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik. Modellierung und Testkonstruktion
ISBN 978-3-8325-3931-3 42.50 EUR

182 Evelin Schröter: Entwicklung der Kompetenzerwartung durch Lösen physikalischer Aufgaben einer multimedialen Lernumgebung
ISBN 978-3-8325-3975-7 54.50 EUR

183 Inga Kallweit: Effektivität des Einsatzes von Selbsteinschätzungsbögen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Individuelle Förderung durch selbstreguliertes Lernen*
ISBN 978-3-8325-3965-8 44.00 EUR

184 Andrea Schumacher: Paving the way towards authentic chemistry teaching. *A contribution to teachers' professional development*
ISBN 978-3-8325-3976-4 48.50 EUR

185 David Woitkowski: Fachliches Wissen Physik in der Hochschulausbildung. *Konzeptualisierung, Messung, Niveaubildung*
ISBN 978-3-8325-3988-7 53.00 EUR

186 Marianne Korner: Cross-Age Peer Tutoring in Physik. *Evaluation einer Unterrichtsmethode*
ISBN 978-3-8325-3979-5 38.50 EUR

187 Simone Nakoinz: Untersuchung zur Verknüpfung submikroskopischer und makroskopischer Konzepte im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4057-9 38.50 EUR

188 Sandra Anus: Evaluation individueller Förderung im Chemieunterricht.*Adaptivität von Lerninhalten an das Vorwissen von Lernenden am Beispiel des Basiskonzeptes Chemische Reaktion*
ISBN 978-3-8325-4059-3 43.50 EUR

189 Thomas Roßbegalle: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zum besseren Verständnis atmosphärischer Phänomene. *Treibhauseffekt, saurer Regen und stratosphärischer Ozonabbau als Kontexte zur Vermittlung von Basiskonzepten der Chemie*
ISBN 978-3-8325-4059-3 45.50 EUR

190 Kathrin Steckenmesser-Sander: Gemeinsamkeiten und Unterschiede physikbezogener Handlungs-, Denk- und Lernprozesse von Mädchen und Jungen
ISBN 978-3-8325-4066-1 38.50 EUR

191 Cornelia Geller: Lernprozessorientierte Sequenzierung des Physikunterrichts im Zusammenhang mit Fachwissenserwerb. *Eine Videostudie in Finnland, Deutschland und der Schweiz*
ISBN 978-3-8325-4082-1 35.50 EUR

192 Jan Hofmann: Untersuchung des Kompetenzaufbaus von Physiklehrkräften während einer Fortbildungsmaßnahme
ISBN 978-3-8325-4104-0 38.50 EUR

193 Andreas Dickhäuser: Chemiespezifischer Humor. *Theoriebildung, Materialentwicklung, Evaluation*
ISBN 978-3-8325-4108-8 37.00 EUR

194 Stefan Korte: Die Grenzen der Naturwissenschaft als Thema des Physikunterrichts
ISBN 978-3-8325-4112-5 57.50 EUR

195 Carolin Hülsmann: Kurswahlmotive im Fach Chemie. Eine Studie zum Wahlverhalten und Erfolg von Schülerinnen und Schülern in der gymnasialen Oberstufe
ISBN 978-3-8325-4144-6 49.00 EUR

196 Caroline Körbs: Mindeststandards im Fach Chemie am Ende der Pflichtschulzeit
ISBN 978-3-8325-4148-4 34.00 EUR

197 Andreas Vorholzer: Wie lassen sich Kompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens fördern? *Eine empirische Untersuchung der Wirkung eines expliziten und eines impliziten Instruktionsansatzes*
ISBN 978-3-8325-4194-1 37.50 EUR

198 Anna Katharina Schmitt: Entwicklung und Evaluation einer Chemielehrerfortbildung zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung
ISBN 978-3-8325-4228-3 39.50 EUR

199 Christian Maurer: Strukturierung von Lehr-Lern-Sequenzen
ISBN 978-3-8325-4247-4 36.50 EUR

200 Helmut Fischler, Elke Sumfleth (Hrsg.): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften der Chemie und Physik
ISBN 978-3-8325-4523-9 34.00 EUR

201 Simon Zander: Lehrerfortbildung zu Basismodellen und Zusammenhänge zum Fachwissen
ISBN 978-3-8325-4248-1 35.00 EUR

202 Kerstin Arndt: Experimentierkompetenz erfassen.
Analyse von Prozessen und Mustern am Beispiel von Lehramtsstudierenden der Chemie
ISBN 978-3-8325-4266-5 45.00 EUR

203 Christian Lang: Kompetenzorientierung im Rahmen experimentalchemischer Praktika
ISBN 978-3-8325-4268-9 42.50 EUR

204 Eva Cauet: Testen wir relevantes Wissen? *Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften und gutem und erfolgreichem Unterrichten*
ISBN 978-3-8325-4276-4 39.50 EUR

205 Patrick Löffler: Modellanwendung in Problemlöseaufgaben. *Wie wirkt Kontext?*
ISBN 978-3-8325-4303-7 35.00 EUR

206 Carina Gehlen: Kompetenzstruktur naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4318-1 43.00 EUR

207 Lars Oettinghaus: Lehrerüberzeugungen und physikbezogenes Professionswissen. *Vergleich von Absolventinnen und Absolventen verschiedener Ausbildungswege im Physikreferendariat*
ISBN 978-3-8325-4319-8 38.50 EUR

208 Jennifer Petersen: Zum Einfluss des Merkmals Humor auf die Gesundheitsförderung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I.
Eine Interventionsstudie zum Thema Sonnenschutz
ISBN 978-3-8325-4348-8 40.00 EUR

209 Philipp Straube: Modellierung und Erfassung von Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung bei (Lehramts-) Studierenden im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-4351-8 35.50 EUR

210 Martin Dickmann: Messung von Experimentierfähigkeiten. *Validierungsstudien zur Qualität eines computerbasierten Testverfahrens*
ISBN 978-3-8325-4356-3 41.00 EUR

211 Markus Bohlmann: Science Education. Empirie, Kulturen und Mechanismen der Didaktik der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4377-8 44.00 EUR

212 Martin Draude: Die Kompetenz von Physiklehrkräften, Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-4382-2 37.50 EUR

213 Henning Rode: Prototypen evidenzbasierten Physikunterrichts. *Zwei empirische Studien zum Einsatz von Feedback und Blackboxes in der Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-4389-1 42.00 EUR

214 Jan-Henrik Kechel: Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren. *Eine qualitative Studie am Beispiel einer Experimentieraufgabe zum Hooke'schen Gesetz*
ISBN 978-3-8325-4392-1 55.00 EUR

215 Katharina Fricke: Classroom Management and its Impact on Lesson Outcomes in Physics. *A multi-perspective comparison of teaching practices in primary and secondary schools*
ISBN 978-3-8325-4394-5 40.00 EUR

216 Hannes Sander: Orientierungen von Jugendlichen beim Urteilen und Entscheiden in Kontexten nachhaltiger Entwicklung. *Eine rekonstruktive Perspektive auf Bewertungskompetenz in der Didaktik der Naturwissenschaft*
ISBN 978-3-8325-4434-8 46.00 EUR

217 Inka Haak: Maßnahmen zur Unterstützung kognitiver und metakognitiver Prozesse in der Studieneingangsphase. *Eine Design-Based-Research-Studie zum universitären Lernzentrum Physiktreff*
ISBN 978-3-8325-4437-9 46.50 EUR

218 Martina Brandenburger: Was beeinflusst den Erfolg beim Problemlösen in der Physik? *Eine Untersuchung mit Studierenden*
ISBN 978-3-8325-4409-6 42.50 EUR

219 Corinna Helms: Entwicklung und Evaluation eines Trainings zur Verbesserung der Erklärqualität von Schülerinnen und Schülern im Gruppenpuzzle
ISBN 978-3-8325-4454-6 42.50 EUR

220 Viktoria Rath: Diagnostische Kompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Modellierung, Testinstrumentenentwicklung und Erhebung der Performanz bei der Diagnose von Schülervorstellungen in der Mechanik*
ISBN 978-3-8325-4456-0 42.50 EUR

221 Janne Krüger: Schülerperspektiven auf die zeitliche Entwicklung der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4457-7 45.50 EUR

222 Stefan Mutke: Das Professionswissen von Chemiereferendarinnen und -referendaren in Nordrhein-Westfalen. *Eine Längsschnittstudie*
ISBN 978-3-8325-4458-4 37.50 EUR

223 Sebastian Habig: Systematisch variierte Kontextaufgaben und ihr Einfluss auf kognitive und affektive Schülerfaktoren
ISBN 978-3-8325-4467-6 40.50 EUR

224 Sven Liepertz: Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften, dem sachstrukturellen Angebot des Unterrichts und der Schülerleistung
ISBN 978-3-8325-4480-5 34.00 EUR

225 Elina Platova: Optimierung eines Laborpraktikums durch kognitive Aktivierung
ISBN 978-3-8325-4481-2 39.00 EUR

226 Tim Reschke: Lesegeschichten im Chemieunterricht der Sekundarstufe I zur Unterstützung von situationalem Interesse und Lernerfolg
ISBN 978-3-8325-4487-4 41.00 EUR

227 Lena Mareike Walper: Entwicklung der physikbezogenen Interessen und selbstbezogenen Kognitionen von Schülerinnen und Schülern in der Übergangsphase von der Primar- in die Sekundarstufe. *Eine Längsschnittanalyse vom vierten bis zum siebten Schuljahr*
ISBN 978-3-8325-4495-9 43.00 EUR

228 Stefan Anthofer: Förderung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehramtsstudierenden
ISBN 978-3-8325-4498-0 39.50 EUR

229 Marcel Bullinger: Handlungsorientiertes Physiklernen mit instruierten Selbsterklärungen in der Primarstufe. *Eine experimentelle Laborstudie*
ISBN 978-3-8325-4504-8 44.00 EUR

230 Thomas Amenda: Bedeutung fachlicher Elementarisierungen für das Verständnis der Kinematik
ISBN 978-3-8325-4531-4 43.50 EUR

231 Sabrina Milke: Beeinflusst *Priming* das Physiklernen?
Eine empirische Studie zum Dritten Newtonschen Axiom
ISBN 978-3-8325-4549-4 42.00 EUR

232 Corinna Erfmann: Ein anschaulicher Weg zum Verständnis der elektromagnetischen Induktion. *Evaluation eines Unterrichtsvorschlags und Validierung eines Leistungsdiagnoseinstruments*
ISBN 978-3-8325-4550-5 49.50 EUR

233 Hanne Rautenstrauch: Erhebung des (Fach-)Sprachstandes bei Lehramtsstudierenden im Kontext des Faches Chemie
ISBN 978-3-8325-4556-7 40.50 EUR

234 Tobias Klug: Wirkung kontextorientierter physikalischer Praktikumsversuche auf Lernprozesse von Studierenden der Medizin
ISBN 978-3-8325-4558-1 37.00 EUR

235 Mareike Bohrmann: Zur Förderung des Verständnisses der Variablenkontrolle im naturwissenschaftlichen Sachunterricht
ISBN 978-3-8325-4559-8 52.00 EUR

236 Anja Schödl: FALKO-Physik – Fachspezifische Lehrerkompetenzen im Fach Physik. *Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Physiklehrkräften*
ISBN 978-3-8325-4553-6 40.50 EUR

237 Hilda Scheuermann: Entwicklung und Evaluation von Unterstützungsmaßnahmen zur Förderung der Variablenkontrollstrategie beim Planen von Experimenten
ISBN 978-3-8325-4568-0 39.00 EUR

238 Christian G. Strippel: Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung an chemischen Inhalten vermitteln. *Konzeption und empirische Untersuchung einer Ausstellung mit Experimentierstation*
ISBN 978-3-8325-4577-2 41.50 EUR

239 Sarah Rau: Durchführung von Sachunterricht im Vorbereitungsdienst. *Eine längsschnittliche, videobasierte Unterrichtsanalyse*
ISBN 978-3-8325-4579-6 46.00 EUR

240 Thomas Plotz: Lernprozesse zu nicht-sichtbarer Strahlung. *Empirische Untersuchungen in der Sekundarstufe 2*
ISBN 978-3-8325-4624-3 39.50 EUR

241 Wolfgang Aschauer: Elektrische und magnetische Felder. *Eine empirische Studie zu Lernprozessen in der Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-4625-0 50.00 EUR

242 Anna Donhauser: Didaktisch rekonstruierte Materialwissenschaft. *Aufbau und Konzeption eines Schülerlabors für den Exzellenzcluster Engineering of Advanced Materials*
ISBN 978-3-8325-4636-6 39.00 EUR

243 Katrin Schüßler: Lernen mit Lösungsbeispielen im Chemieunterricht. *Einflüsse auf Lernerfolg, kognitive Belastung und Motivation*
ISBN 978-3-8325-4640-3 42.50 EUR

244 Timo Fleischer: Untersuchung der chemischen Fachsprache unter besonderer Berücksichtigung chemischer Repräsentationen
ISBN 978-3-8325-4642-7 46.50 EUR

245 Rosina Steininger: Concept Cartoons als Stimuli für Kleingruppendiskussionen im Chemieunterricht. *Beschreibung und Analyse einer komplexen Lerngelegenheit*
ISBN 978-3-8325-4647-2 39.00 EUR

246 Daniel Rehfeldt: Erfassung der Lehrqualität naturwissenschaftlicher Experimentalpraktika
ISBN 978-3-8325-4590-1 40.00 EUR

247 Sandra Puddu: Implementing Inquiry-based Learning in a Diverse Classroom: Investigating Strategies of Scaffolding and Students' Views of Scientific Inquiry
ISBN 978-3-8325-4591-8 35.50 EUR

248 Markus Bliersbach: Kreativität in der Chemie. *Erhebung und Förderung der Vorstellungen von Chemielehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4593-2 44.00 EUR

249 Lennart Kimpel: Aufgaben in der Allgemeinen Chemie. *Zum Zusammenspiel von chemischem Verständnis und Rechenfähigkeit*
ISBN 978-3-8325-4618-2 36.00 EUR

250 Louise Bindel: Effects of integrated learning: explicating a mathematical concept in inquiry-based science camps
ISBN 978-3-8325-4655-7 37.50 EUR

251 Michael Wenzel: Computereinsatz in Schule und Schülerlabor. *Einstellung von Physiklehrkräften zu Neuen Medien*
ISBN 978-3-8325-4659-5 38.50 EUR

252 Laura Muth: Einfluss der Auswertephase von Experimenten im Physikunterricht. *Ergebnisse einer Interventionsstudie zum Zuwachs von Fachwissen und experimenteller Kompetenz von Schülerinnen und Schülern*
ISBN 978-3-8325-4675-5 36.50 EUR

253 Annika Fricke: Interaktive Skripte im Physikalischen Praktikum. *Entwicklung und Evaluation von Hypermedien für die Nebenfachausbildung*
ISBN 978-3-8325-4676-2 41.00 EUR

254 Julia Haase: Selbstbestimmtes Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Eine empirische Interventionsstudie mit Fokus auf Feedback und Kompetenzerleben*
ISBN 978-3-8325-4685-4 38.50 EUR

255 Antje J. Heine: Was ist Theoretische Physik? *Eine wissenschaftstheoretische Betrachtung und Rekonstruktion von Vorstellungen von Studierenden und Dozenten über das Wesen der Theoretischen Physik*
ISBN 978-3-8325-4691-5 46.50 EUR

256 Claudia Meinhardt: Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zu Selbstwirksamkeitserwartungen von (angehenden) Physiklehrkräften in physikdidaktischen Handlungsfeldern
ISBN 978-3-8325-4712-7 47.00 EUR

257 Ann-Kathrin Schlüter: Professionalisierung angehender Chemielehrkräfte für einen Gemeinsamen Unterricht
ISBN 978-3-8325-4713-4 53.50 EUR

258 Stefan Richtberg: Elektronenbahnen in Feldern. Konzeption und Evaluation einer webbasierten Lernumgebung
ISBN 978-3-8325-4723-3 49.00 EUR

259 Jan-Philipp Burde: Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells
ISBN 978-3-8325-4726-4 57.50 EUR

260 Frank Finkenberg: Flipped Classroom im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-4737-4 42.50 EUR

261 Florian Treisch: Die Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung im Lehr-Lern-Labor Seminar
ISBN 978-3-8325-4741-4 41.50 EUR

262 Desiree Mayr: Strukturiertheit des experimentellen naturwissenschaftlichen Problemlöseprozesses
ISBN 978-3-8325-4757-8 37.00 EUR

263 Katrin Weber: Entwicklung und Validierung einer Learning Progression für das Konzept der chemischen Reaktion in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-4762-2 48.50 EUR

264 Hauke Bartels: Entwicklung und Bewertung eines performanznahen Videovignettentests zur Messung der Erklärfähigkeit von Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-4804-9 37.00 EUR

265 Karl Marniok: Zum Wesen von Theorien und Gesetzen in der Chemie. *Begriffsanalyse und Förderung der Vorstellungen von Lehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4805-6 42.00 EUR

266 Marisa Holzapfel: Fachspezifischer Humor als Methode in der Gesundheitsbildung im Übergang von der Primarstufe zur Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-4808-7 50.00 EUR

267 Anna Stolz: Die Auswirkungen von Experimentiersituationen mit unterschiedlichem Öffnungsgrad auf Leistung und Motivation der Schülerinnen und Schüler
ISBN 978-3-8325-4781-3 38.00 EUR

268 Nina Ulrich: Interaktive Lernaufgaben in dem digitalen Schulbuch eChemBook. *Einfluss des Interaktivitätsgrads der Lernaufgaben und des Vorwissens der Lernenden auf den Lernerfolg*
ISBN 978-3-8325-4814-8 43.50 EUR

269 Kim-Alessandro Weber: Quantenoptik in der Lehrerfortbildung. *Ein bedarfsgeprägtes Fortbildungskonzept zum Quantenobjekt „Photon“ mit Realexperimenten*
ISBN 978-3-8325-4792-9 55.00 EUR

270 Nina Skorsetz: Empathisierer und Systematisierer im Vorschulalter. *Eine Fragebogen- und Videostudie zur Motivation, sich mit Naturphänomenen zu beschäftigen*
ISBN 978-3-8325-4825-4 43.50 EUR

271 Franziska Kehne: Analyse des Transfers von kontextualisiert erworbenem Wissen im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4846-9 45.00 EUR

272 Markus Elsholz: Das akademische Selbstkonzept angehender Physiklehrkräfte als Teil ihrer professionellen Identität. *Dimensionalität und Veränderung während einer zentralen Praxisphase*
ISBN 978-3-8325-4857-5 37.50 EUR

273 Joachim Müller: Studienerfolg in der Physik. *Zusammenhang zwischen Modellierungskompetenz und Studienerfolg*
ISBN 978-3-8325-4859-9 35.00 EUR

274 Jennifer Dörschelln: Organische Leuchtdioden. *Implementation eines innovativen Themas in den Chemieunterricht*
ISBN 978-3-8325-4865-0 59.00 EUR

275 Stephanie Strelow: Beliefs von Studienanfängern des Kombi-Bachelors Physik über die Natur der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4881-0 40.50 EUR

276 Dennis Jaeger: Kognitive Belastung und aufgabenspezifische sowie personenspezifische Einflussfaktoren beim Lösen von Physikaufgaben
ISBN 978-3-8325-4928-2 50.50 EUR

277 Vanessa Fischer: Der Einfluss von Interesse und Motivation auf die Messung von Fach- und Bewertungskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4933-6 39.00 EUR

278 René Dohrmann: Professionsbezogene Wirkungen einer Lehr-Lern-Labor-Veranstaltung. *Eine multimethodische Studie zu den professionsbezogenen Wirkungen einer Lehr-Lern-Labor-Blockveranstaltung auf Studierende der Bachelorstudiengänge Lehramt Physik und Grundschulpädagogik (Sachunterricht)*
ISBN 978-3-8325-4958-9 40.00 EUR

279 Meike Bergs: Can We Make Them Use These Strategies? *Fostering Inquiry-Based Science Learning Skills with Physical and Virtual Experimentation Environments*
ISBN 978-3-8325-4962-6 39.50 EUR

280 Marie-Therese Hauerstein: Untersuchung zur Effektivität von Strukturierung und Binnendifferenzierung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Evaluation der Strukturierungshilfe Lernleiter*
ISBN 978-3-8325-4982-4 42.50 EUR

281 Verena Zucker: Erkennen und Beschreiben von formativem Assessment im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Entwicklung eines Instruments zur Erfassung von Teilfähigkeiten der professionellen Wahrnehmung von Lehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4991-6 38.00 EUR

282 Victoria Telser: Erfassung und Förderung experimenteller Kompetenz von Lehrkräften im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4996-1 50.50 EUR

283 Kristine Tschirschky: Entwicklung und Evaluation eines gedächtnisorientierten Aufgabendesigns für Physikaufgaben
ISBN 978-3-8325-5002-8 42.50 EUR

284 Thomas Elert: Course Success in the Undergraduate General Chemistry Lab
ISBN 978-3-8325-5004-2 41.50 EUR

285 Britta Kalthoff: Explizit oder implizit? *Untersuchung der Lernwirksamkeit verschiedener fachmethodischer Instruktionen im Hinblick auf fachmethodische und fachinhaltliche Fähigkeiten von Sachunterrichtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-5013-4 37.50 EUR

286 Thomas Dickmann: Visuelles Modellverständnis und Studienerfolg in der Chemie. *Zwei Seiten einer Medaille*
ISBN 978-3-8325-5016-5 44.00 EUR

287 Markus Sebastian Feser: Physiklehrkräfte korrigieren Schülertexte. *Eine Explorationsstudie zur fachlich-konzeptuellen und sprachlichen Leistungsfeststellung und -beurteilung im Physikunterricht*
ISBN 978-3-8325-5020-2 49.00 EUR

288 Matylda Dudzinska: Lernen mit Beispielaufgaben und Feedback im Physikunterricht der Sekundarstufe 1. *Energieerhaltung zur Lösung von Aufgaben nutzen*
ISBN 978-3-8325-5025-7 47.00 EUR

289 Ines Sonnenschein: Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsprozesse Studierender im Labor
ISBN 978-3-8325-5033-2 52.00 EUR

290 Florian Simon: Der Einfluss von Betreuung und Betreuenden auf die Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen. *Eine Zusammenhangsanalyse von Betreuungsqualität, Betreuermerkmalen und Schülerlaborzielen sowie Replikationsstudie zur Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen*
ISBN 978-3-8325-5036-3 49.50 EUR

291 Marie-Annette Geyer: Physikalisch-mathematische Darstellungswechsel funktionaler Zusammenhänge. *Das Vorgehen von SchülerInnen der Sekundarstufe 1 und ihre Schwierigkeiten*
ISBN 978-3-8325-5047-9 46.50 EUR

292 Susanne Digel: Messung von Modellierungskompetenz in Physik. *Theoretische Herleitung und empirische Prüfung eines Kompetenzmodells physikspezifischer Modellierungskompetenz*
ISBN 978-3-8325-5055-4 41.00 EUR

293 Sönke Janssen: Angebots-Nutzungs-Prozesse eines Schülerlabors analysieren und gestalten. *Ein design-based research Projekt*
ISBN 978-3-8325-5065-3 57.50 EUR

294 Knut Wille: Der Productive Failure Ansatz als Beitrag zur Weiterentwicklung der Aufgabenkultur
ISBN 978-3-8325-5074-5 49.00 EUR

295 Lisanne Kraeva: Problemlösestrategien von Schülerinnen und Schülern diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-5110-0 59.50 EUR

296 Jenny Lorentzen: Entwicklung und Evaluation eines Lernangebots im Lehramtsstudium Chemie zur Förderung von Vernetzungen innerhalb des fachbezogenen Professionswissens
ISBN 978-3-8325-5120-9 39.50 EUR

297 Micha Winkelmann: Lernprozesse in einem Schülerlabor unter Berücksichtigung individueller naturwissenschaftlicher Interessenstrukturen
ISBN 978-3-8325-5147-6 48.50 EUR

298 Carina Wöhlke: Entwicklung und Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Unterrichtswahrnehmung angehender Physiklehrkräfte
ISBN 978-3-8325-5149-0 43.00 EUR

299 Thomas Schubatzky: Das Amalgam Anfangs-Elektrizitätslehreunterricht. *Eine multiperspektivische Betrachtung in Deutschland und Österreich*
ISBN 978-3-8325-5159-9 50.50 EUR

300 Amany Annaggar: A Design Framework for Video Game-Based Gamification Elements to Assess Problem-solving Competence in Chemistry Education
ISBN 978-3-8325-5150-6 52.00 EUR

301 Alexander Engl: Chemie Pur – Unterrichten in der Natur: *Entwicklung und Evaluation eines kontextorientierten Unterrichtskonzepts im Bereich Outdoor Education zur Änderung der Einstellung zu „Chemie und Natur“*
ISBN 978-3-8325-5174-2 59.00 EUR

302 Christin Marie Sajons: Kognitive und motivationale Dynamik in Schülerlaboren. *Kontextualisierung, Problemorientierung und Autonomieunterstützung der didaktischen Struktur analysieren und weiterentwickeln*
ISBN 978-3-8325-5155-1 56.00 EUR

303 Philipp Bitzenbauer: Quantenoptik an Schulen. *Studie im Mixed-Methods Design zur Evaluation des Erlanger Unterrichtskonzepts zur Quantenoptik*
ISBN 978-3-8325-5123-0 59.00 EUR

304 Malte S. Ubben: Typisierung des Verständnisses mentaler Modelle mittels empirischer Datenerhebung am Beispiel der Quantenphysik
ISBN 978-3-8325-5181-0 43.50 EUR

305 Wiebke Kuske-Janßen: Sprachlicher Umgang mit Formeln von LehrerInnen im Physikunterricht am Beispiel des elektrischen Widerstandes in Klassenstufe 8
ISBN 978-3-8325-5183-4 47.50 EUR

306 Kai Bliesmer: Physik der Küste für außerschulische Lernorte. *Eine Didaktische Rekonstruktion*
ISBN 978-3-8325-5190-2 58.00 EUR

307 Nikola Schild: Eignung von domänenspezifischen Studieneingangsvariablen als Prädiktoren für Studienerfolg im Fach und Lehramt Physik
ISBN 978-3-8325-5226-8 42.00 EUR

308 Daniel Averbeck: Zum Studienerfolg in der Studieneingangsphase des Chemiestudiums. *Der Einfluss kognitiver und affektiv-motivationaler Variablen*
ISBN 978-3-8325-5227-5 51.00 EUR

309 Martina Strübe: Modelle und Experimente im Chemieunterricht. *Eine Videostudie zum fachspezifischen Lehrerwissen und -handeln*
ISBN 978-3-8325-5245-9 45.50 EUR

310 Wolfgang Becker: Auswirkungen unterschiedlicher experimenteller Repräsentationen auf den Kenntnisstand bei Grundschulkindern
ISBN 978-3-8325-5255-8 50.00 EUR

311 Marvin Rost: Modelle als Mittel der Erkenntnisgewinnung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Entwicklung und quantitative Dimensionalitätsanalyse eines Testinstruments aus epistemologischer Perspektive*
ISBN 978-3-8325-5256-5 44.00 EUR

312 Christina Kobl: Förderung und Erfassung der Reflexionskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5259-6 41.00 EUR

313 Ann-Kathrin Beretz: Diagnostische Prozesse von Studierenden des Lehramts – *eine Videostudie in den Fächern Physik und Mathematik*
ISBN 978-3-8325-5288-6 45.00 EUR

314 Judith Breuer: Implementierung fachdidaktischer Innovationen durch das Angebot materialgestützter Unterrichtskonzeptionen. *Fallanalysen zum Nutzungsverhalten von Lehrkräften am Beispiel des Münchener Lehrgangs zur Quantenmechanik*
ISBN 978-3-8325-5293-0 50.50 EUR

315 Michaela Oettle: Modellierung des Fachwissens von Lehrkräften in der Teilchenphysik. *Eine Delphi-Studie*
ISBN 978-3-8325-5305-0 57.50 EUR

316 Volker Brüggemann: Entwicklung und Pilotierung eines adaptiven Multistage-Tests zur Kompetenzerfassung im Bereich naturwissenschaftlichen Denkens
ISBN 978-3-8325-5331-9 40.00 EUR

317 Stefan Müller: Die Vorläufigkeit und soziokulturelle Eingebundenheit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse. *Kritische Reflexion, empirische Befunde und fachdidaktische Konsequenzen für die Chemielehrer*innenbildung*
ISBN 978-3-8325-5343-2 63.00 EUR

318 Laurence Müller: Alltagsentscheidungen für den Chemieunterricht erkennen und Entscheidungsprozesse explorativ begleiten
ISBN 978-3-8325-5379-1 59.00 EUR

319 Lars Ehlert: Entwicklung und Evaluation einer Lehrkräftefortbildung zur Planung von selbstgesteuerten Experimenten
ISBN 978-3-8325-5393-71 41.50 EUR

320 Florian Seiler: Entwicklung und Evaluation eines Seminarkonzepts zur Förderung der experimentellen Planungskompetenz von Lehramtsstudierenden im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5397-5 47.50 EUR

321 Nadine Boele: Entwicklung eines Messinstruments zur Erfassung der professionellen Unterrichtswahrnehmung von (angehenden) Chemielehrkräften hinsichtlich der Lernunterstützung
ISBN 978-3-8325-5402-6 46.50 EUR

322 Franziska Zimmermann: Entwicklung und Evaluation digitalisierungsbezogener Kompetenzen von angehenden Chemielehrkräften
ISBN 978-3-8325-5410-1 49.50 EUR

323 Lars-Frederik Weiß: Der Flipped Classroom in der Physik-Lehre. *Empirische Untersuchungen in Schule und Hochschule*
ISBN 978-3-8325-5418-7 51.00 EUR

324 Tilmann Steinmetz: Kumulatives Lehren und Lernen im Lehramtsstudium Physik. *Theorie und Evaluation eines Lehrkonzepts*
ISBN 978-3-8325-5421-7 51.00 EUR

325 Kübra Nur Celik: Entwicklung von chemischem Fachwissen in der Sekundarstufe I. *Validierung einer Learning Progression für die Basiskonzepte „Struktur der Materie“, „Chemische Reaktion“ und „Energie“ im Kompetenzbereich „Umgang mit Fachwissen“*
ISBN 978-3-8325-5431-6 55.00 EUR

326 Matthias Ungermann: Förderung des Verständnisses von Nature of Science und der experimentellen Kompetenz im Schüler*innen-Labor Physik in Abgrenzung zum Regelunterricht
ISBN 978-3-8325-5442-2 55.50 EUR

327 Christoph Hoyer: Multimedial unterstütztes Experimentieren im webbasierten Labor zur Messung, Visualisierung und Analyse des Feldes eines Permanentmagneten
ISBN 978-3-8325-5453-8 45.00 EUR

328 Tobias Schüttler: Schülerlabore als interessefördernde authentische Lernorte für den naturwissenschaftlichen Unterricht nutzen
ISBN 978-3-8325-5454-5 50.50 EUR

329 Christopher Kurth: Die Kompetenz von Studierenden, Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-5457-6 58.50 EUR

330 Dagmar Michna: Inklusiver Anfangsunterricht Chemie *Entwicklung und Evaluation einer Unterrichtseinheit zur Einführung der chemischen Reaktion*
ISBN 978-3-8325-5463-7 49.50 EUR

331 Marco Seiter: Die Bedeutung der Elementarisierung für den Erfolg von Mechanikunterricht in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5471-2 66.00 EUR

332 Jörn Hägele: Kompetenzaufbau zum experimentbezogenen Denken und Arbeiten. *Videobasierte Analysen zu Aktivitäten und Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe bei der Bearbeitung von fachmethodischer Instruktion*
ISBN 978-3-8325-5476-7 56.50 EUR

333 Erik Heine: Wissenschaftliche Kontroversen im Physikunterricht. *Explorationsstudie zum Umgang von Physiklehrkräften und Physiklehramtsstudierenden mit einer wissenschaftlichen Kontroverse am Beispiel der Masse in der Speziellen Relativitätstheorie*
ISBN 978-3-8325-5478-1 48.50 EUR

334 Simon Goertz: Module und Lernzirkel der Plattform FLexKom zur Förderung experimenteller Kompetenzen in der Schulpraxis *Verlauf und Ergebnisse einer Design-Based Research Studie*
ISBN 978-3-8325-5494-1 66.50 EUR

335 Christina Toschka: Lernen mit Modellexperimenten *Empirische Untersuchung der Wahrnehmung und des Denkens in Analogien beim Umgang mit Modellexperimenten*
ISBN 978-3-8325-5495-8 50.00 EUR

336 Alina Behrendt: Chemiebezogene Kompetenzen in der Übergangsphase zwischen dem Sachunterricht der Primarstufe und dem Chemieunterricht der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5498-9 40.50 EUR

337 Manuel Daiber: Entwicklung eines Lehrkonzepts für eine elementare Quantenmechanik *Formuliert mit In-Out Symbolen*
ISBN 978-3-8325-5507-8 48.50 EUR

338 Felix Pawlak: Das Gemeinsame Experimentieren (an-)leiten *Eine qualitative Studie zum chemiespezifischen Classroom-Management*
ISBN 978-3-8325-5508-5 46.50 EUR

339 Liza Dopatka: Konzeption und Evaluation eines kontextstrukturierten Unterrichtskonzeptes für den Anfangs-Elektrizitätslehreunterricht
ISBN 978-3-8325-5514-6 69.50 EUR

340 Arne Bewersdorff: Untersuchung der Effektivität zweier Fortbildungsformate zum Experimentieren mit dem Fokus auf das Unterrichtshandeln
ISBN 978-3-8325-5522-1 39.00 EUR

341 Thomas Christoph Münster: Wie diagnostizieren Studierende des Lehramtes physikbezogene Lernprozesse von Schüler*innen? Eine Videostudie zur Mechanik
ISBN 978-3-8325-5534-4 44.50 EUR

342 Ines Komor: Förderung des symbolisch-mathematischen Modellverständnisses in der Physikalischen Chemie
ISBN 978-3-8325-5546-7 46.50 EUR

343 Verena Petermann: Überzeugungen von Lehrkräften zum Lehren und Lernen von Fachinhalten und Fachmethoden und deren Beziehung zu unterrichtsnahem Handeln
ISBN 978-3-8325-5545-0 47.00 EUR

344 Jana Heinze: Einfluss der sprachlichen Konzeption auf die Einschätzung der Qualität instruktionaler Unterrichtserklärungen im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-5545-0 47.00 EUR

345 Jannis Weber: Mathematische Modellbildung und Videoanalyse zum Lernen der Newtonschen Dynamik im Vergleich
ISBN 978-3-8325-5566-5 68.00 EUR

346 Fabian Sterzing: Zur Lernwirksamkeit von Erklärvideos in der Physik *Eine Untersuchung in Abhängigkeit von ihrer fachdidaktischen Qualität und ihrem Einbettungsformat*
ISBN 978-3-8325-5576-4 52.00 EUR

347 Lars Greitemann: Wirkung des Tablet-Einsatzes im Chemieunterricht der Sekundarstufe I unter besonderer Berücksichtigung von Wissensvermittlung und Wissenssicherung
ISBN 978-3-8325-5580-1 50.00 EUR

348 Fabian Poensgen: Diagnose experimenteller Kompetenzen in der laborpraktischen Chemielehrer*innenbildung
ISBN 978-3-8325-5587-0 48.00 EUR

349 William Lindlahr: Virtual-Reality-Experimente *Entwicklung und Evaluation eines Konzepts für den forschend-entwickelnden Physikunterricht mit digitalen Medien*
ISBN 978-3-8325-5595-5 49.00 EUR

350 Bert Schlüter: Teilnahmemotivation und situationales Interesse von Kindern und Eltern im experimentellen Lernsetting KEMIE
ISBN 978-3-8325-5598-6 43.00 EUR

351 Katharina Nave: Charakterisierung situativer mentaler Modellkomponenten in der Chemie und die Bildung von Hypothesen *Eine qualitative Studie zur Operationalisierung mentaler Modell-komponenten für den Fachbereich Chemie*
ISBN 978-3-8325-5599-3 43.00 EUR

352 Anna B. Bauer: Experimentelle Kompetenz Physikstudierender *Entwicklung und erste Erprobung eines performanzorientierten Kompetenzstrukturmodells unter Nutzung qualitativer Methoden*
ISBN 978-3-8325-5625-9 47.00 EUR

353 Jan Schröder: Entwicklung eines Performanztests zur Messung der Fähigkeit zur Unterrichtsplanung bei Lehramtsstudierenden im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-5655-9 46.50 EUR

354 Susanne Gerlach: Aspekte einer Fachdidaktik Körperpflege *Ein Beitrag zur Standardentwicklung*
ISBN 978-3-8325-5659-4 45.00 EUR

355 Livia Murer: Diagnose experimenteller Kompetenzen beim praktisch-naturwissenschaftlichen Arbeiten *Vergleich verschiedener Methoden und kognitive Validierung eines Testverfahrens*
ISBN 978-3-8325-5657-0 41.50 EUR

356 Andrea Maria Schmid: Authentische Kontexte für MINT-Lernumgebungen *Eine zweiteilige Interventionsstudie in den Fachdidaktiken Physik und Technik*
ISBN 978-3-8325-5605-1 57.00 EUR

357 Julia Ortmann: Bedeutung und Förderung von Kompetenzen zum naturwissenschaftlichen Denken und Arbeiten in universitären Praktika
ISBN 978-3-8325-5670-9 37.00 EUR

358 Axel-Thilo Prokop: Entwicklung eines Lehr-Lern-Labors zum Thema Radioaktivität *Eine didaktische Rekonstruktion*
ISBN 978-3-8325-5671-6 49.50 EUR

359 Timo Hackemann: Textverständlichkeit sprachlich variierter physikbezogener Sachtexte
ISBN 978-3-8325-5675-4 41.50 EUR

360 Dennis Dietz: Vernetztes Lernen im fächerdifferenzierten und integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht aufgezeigt am Basiskonzept Energie *Eine Studie zur Analyse der Wirksamkeit der Konzeption und Implementation eines schulinternen Curriculums für das Unterrichtsfach „Integrierte Naturwissenschaften 7/8“*
ISBN 978-3-8325-5676-1 49.50 EUR

361 Ann-Katrin Krebs: Vielfalt im Physikunterricht *Zur Wirkung von Lehrkräftefortbildungen unter Diversitätsaspekten*
ISBN 978-3-8325-5672-3 65.50 EUR

362 Simon Kaulhausen: Strukturelle Ursachen für Klausurmisserfolg in Allgemeiner Chemie an der Universität
ISBN 978-3-8325-5699-0 37.50 EUR

363 Julia Eckoldt: Den (Sach-)Unterricht öffnen *Selbstkompetenzen und motivationale Orientierungen von Lehrkräften bei der Implementation einer Innovation untersucht am Beispiel des Freien Explorierens und Experimentierens*
ISBN 978-3-8325-5663-1 48.50 EUR

364 Albert Teichrew: Physikalische Modellbildung mit dynamischen Modellen
ISBN 978-3-8325-5710-2 58.50 EUR

365 Sascha Neff: Transfer digitaler Innovationen in die Schulpraxis *Eine explorative Untersuchung zur Förderung der Implementation*
ISBN 978-3-8325-5687-7 59.00 EUR

Alle erschienenen Bücher können unter der angegebenen ISBN direkt online (http://www.logos-verlag.de) oder per Fax (030 - 42 85 10 92) beim Logos Verlag Berlin bestellt werden.

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Martin Hopf und Mathias Ropohl

Die Reihe umfasst inzwischen eine große Zahl von wissenschaftlichen Arbeiten aus vielen Arbeitsgruppen der Physik- und Chemiedidaktik und zeichnet damit ein gültiges Bild der empirischen physik- und chemiedidaktischen Forschung im deutschsprachigen Raum.
Die Herausgeber laden daher Interessenten zu neuen Beiträgen ein und bitten sie, sich im Bedarfsfall an den Logos-Verlag oder an ein Mitglied des Herausgeberteams zu wenden.

Kontaktadressen:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf
Universität Wien,
Österreichisches Kompetenzzentrum
für Didaktik der Physik,
Porzellangasse 4, Stiege 2,
1090 Wien, Österreich,
Tel. +43-1-4277-60330,
e-mail: martin.hopf@univie.ac.at

Prof. Dr. Mathias Ropohl
Didaktik der Chemie,
Fakultät für Chemie,
Universität Duisburg-Essen,
Schützenbahn 70, 45127 Essen,
Tel. 0201-183 2704,
e-mail: mathias.ropohl@uni-due.de

In universitären Modulen zur Allgemeinen Chemie sind hohe Misserfolgsquoten von über 50 % zu beobachten. Eine mögliche Ursache könnte neben individuellen Faktoren in einem fehlenden Constructive Alignment, also der fehlenden Passung von Lernzielen, Lehre und Prüfungen liegen.

Vor diesem Hintergrund wurden an einer Universität drei Module zur Allgemeinen Chemie mit $N = 3$ Lehrpersonen und $N = 292$ Studierenden untersucht. In einem quantitativen Studiendesign wurde dabei mittels Fragebogen erhoben, welche Lernziele in der Allgemeinen Chemie von Studierenden und Lehrpersonen als wichtig erachtet werden und analysiert, ob Studierende die intendierten Lernziele der Lehrpersonen wahrnehmen. Hierzu wurde die Übereinstimmung in der Lernzielbewertung mittels gewichtetem Kappa berechnet. In einem zweiten Schritt wurde überprüft, welche Kompetenzen durch die Prüfungen abgebildet werden, indem den Prüfungsaufgaben die zuvor definierten Lernziele zugeordnet wurden. Anschließend wurde mit Hilfe von Zusammenhangs- und Regressionsanalysen untersucht, ob eine hohe übereinstimmende Wahrnehmung der wichtigen Lernziele zu besseren Prüfungsergebnissen führt.

Die Ergebnisse zeigen, dass Studierende die intendierten Lernziele der Lehrpersonen durch das Besuchen der Lehrveranstaltung kaum erkennen und dass dies in einem Zusammenhang zum Prüfungsmisserfolg steht. Die Relevanz transparenter Lernziele in Lehrveranstaltungen sowie Prüfungen, die das Erreichen dieser Lernziele überprüfen, wird aus den Ergebnissen dieser Studie deutlich.

Logos Verlag Berlin

ISBN 978-3-8325-5699-0

DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN

Offen im Denken

ub | universitäts bibliothek

Dieser Text wird via DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: 10.30819/5699
URN: urn:nbn:de:hbz:465-20260130-155217-9

Dieses Werk kann unter einer Creative Commons Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitungen 3.0 Lizenz (CC BY-NC-ND 3.0) genutzt werden.