

Entwicklung und Praxiseinsatz interaktiver Visualisierungen für Chemievorlesungen an einer japanischen Universität

Von der Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften der
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg zur Erlangung
des Grades und Titels eines

Dr. phil.

angenommene Dissertation

von Frau Mareike Bolten

geboren am 30.01.1982 in Braunschweig

Oldenburg, 2014

1. Gutachterin: Frau Prof. Dr. Verena Pietzner

2. Gutachter: Herr Prof. Dr. Ingo Eilks

Tag der Disputation: 21.01.2015

Teile dieser Arbeit wurden auf folgenden Tagungen präsentiert:

GDCP Jahrestagung 2014,
Bremen

15.-18.09.2014

Poster:

Bolten, M., Pietzner, V.: Nutzung von Visualisierungen in Chemievorlesungen: ein Beispiel aus Japan

31. Fortbildungs- und Vortragstagung der Fachgruppe Chemieunterricht 2014, Kiel

11.-13.09.2014

Poster:

Bolten, M., Pietzner, V.: Nutzung von Visualisierungen in Chemievorlesungen: ein Beispiel aus Japan.

GDCP Jahrestagung 2013,
München

09.-12.09.2013

Vortrag:

Bolten, M., Pietzner, V.: ChiLe@Uni: Praxiseinsatz von Visualisierungen in Chemievorlesungen.

GDCP Jahrestagung 2012,
Hannover

17.-20.09.2012

Vortrag:

Bolten, M., Pietzner, V.: Einsatz von Visualisierungen in Grundlagenvorlesungen der Chemie.

Danksagung

Während der Entstehungszeit der vorliegenden Arbeit haben mich viele Personen durch Anregungen, Diskussionen unterstützt und damit zu ihrem Gelingen beigetragen.

Frau Professor Dr. Verena Pietzner danke ich für die Überlassung dieses spannenden und immer wieder zahlreiche Überraschungen bietenden Forschungsthemas, ihre jederzeit offene Tür und Diskussionsbereitschaft.

Herrn Prof. Dr. Ingo Eilks danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Ein großer Dank gebührt Herrn Prof. Naoharu Watanabe, der diese Arbeit an der Shizuoka University initiierte. Ihm und ebenso Herrn Prof. Enoch Y. Park, Herrn Prof. Kyoji Suzuki und Herrn Prof. Yasushi Todoroki der Shizuoka University möchte ich für die Zusammenarbeit und das Vertrauen, sie bei ihren Lehrveranstaltungen begleiten zu dürfen, danken. Ohne die gute Zusammenarbeit und die Unterstützung bei der Entwicklung und Anpassung der Visualisierungen hätte die Studie in diesem Umfang nicht stattfinden können.

Den Studierenden der General Chemistry Lecture der Semester 2010/2011 bis 2012/2013, danke ich für ihre Bereitwilligkeit und Sorgfalt, die Fragebögen beantworteten.

Besonderer Dank gilt Herrn Ass. Prof. Vipin K. Deo, Frau Prof. Dr. Susanne Baldermann und Herrn Prof. Shingo Uchinokura für die Unterstützung während meiner Forschungsaufenthalte an der Shizuoka University.

Herrn PD Dr. Stefan Immel (TU Darmstadt) und der PhET-Entwicklergruppe der University of Colorado gilt ein besonderer Dank für die bereitwillige und unkomplizierte technische Unterstützung und die Nutzungsfreigabe ausgewählter Visualisierungen im Rahmen meiner Dissertation.

Meinen Kolleginnen und Kollegen im Institut für Biologie und Chemie der Universität Hildesheim und am Institut für Chemie der Carl-Ossietzky-Universität Oldenburg, insbesondere Herrn Reinhard Veters und Frau Dr. Andrea Fraske, danke ich für die zahlreichen Diskussionen, Denkanstöße und technische Unterstützung bei der Umsetzung des Projektes.

Neben der fachlichen Zuwendung bedarf es auch immer eines großen persönlichen Rückhalts, um ein solches, die halbe Welt umspannendes Vorhaben, zu einem glücklichen Ende zu bringen.

Allen voran möchte ich hier meinen Eltern für ihre stete und große Unterstützung über die Jahre des Studiums und der Promotion hinweg danken.

Der größte Dank gilt meinem Mann Alex, der mir mit großem Verständnis und beständiger Unterstützung in allen Lebenslagen den Rücken freigehalten und so manches anstehende Problem in anderem Licht mitbetrachtet hat.

Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit war die Erhebung von Veränderungen der Selbstwirksamkeitserwartung und der Einstellungen von Studierenden durch den Einsatz von digitalen Visualisierungen in einer Chemievorlesung. Die zweisemestrige Vorlesung (L1 und L2) richtet sich an die Studierenden der Studiengänge Forstwissenschaften, Angewandte Biowissenschaften und Biochemie einer japanischen Universität. In beiden Semestern wurden die Studierenden in zwei Gruppen aufgeteilt, so dass insgesamt vier Teilgruppen betrachtet wurden: L1.1, L1.2, L2.1 und L2.2.

Entgegen der üblichen Vorgehensweise, die in der Regel in der Untersuchung von Veränderungen des Lernerfolgs der Studierenden in einem eng begrenzten Themenfeld (z.B. Elektrochemie) besteht, wurde in dieser Studie das Vorlesungskonzept durch den Einsatz digitaler Visualisierungen über alle Themenbereiche hinweg abgeändert. Die auf diese Weise bewirkten Veränderungen der Selbstwirksamkeitserwartung und der Einstellungen wurden mit Hilfe eines Fragebogens in einem Kontrollgruppendesign als Pre-Post-Befragung erhoben. Der Fragebogen enthielt die Skalen *Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung*, *Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung*, *Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen* sowie eine *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten*, Fragen zur aktuellen Nutzung von Online-Materialien und zum Wunsch nach weiteren Angeboten in Form von eLearning-Kursen und Fragen zur *Computernutzung* in Vorlesungen und zum *computerbezogenen Lernen*. Begleitend zur Vorlesung wurde eine eLearning-Plattform angeboten, in der die digitalen Visualisierungen zum Eigenstudium zur Verfügung standen.

Ausgehend von der Schulbildung und der Beschränkung der Studienwahl durch allgemeine Studieneingangsprüfungen unterscheiden sich die japanischen Lernstrategien deutlich von denen in Europa. Die Grundhaltung der Studierenden und der Lehrenden ist hierdurch maßgeblich geprägt. Die japanischen Studierenden verhalten sich eher passiv-rezeptiv und zeigen wenig Eigeninitiative, was z.B. durch eine geringe aktive Mitarbeit in den Vorlesungen deutlich wird.

Durch den Vergleich der Kontroll- und Experimentalgruppe konnten signifikante Unterschiede in der Selbstwirksamkeitserwartung und der Einstellung gegenüber dem Lernen mit Computern identifiziert werden.

Während die Studierenden der Vorlesung L1 von der veränderten Vorlesungsform profitierten, fiel der Einfluss der digitalen Visualisierungen auf die Selbstwirksamkeitserwartungen der Studierenden bei Vorlesung L2 geringer aus. Signifikante geschlechtsspezifische Unterschiede konnten in den Skalen *Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung*, *Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* und *Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen* beobachtet werden. In L1.1 profitierten in der Kontrollgruppe die Studentinnen eher im Bereich der *chemiebezogenen Selbstwirksamkeit*, während die Studenten tendenziell bei der *Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen* profitierten. In

L1.2 und L2.2 profitierten die Studentinnen durch die veränderte Vorlesungsform im Bereich der *Kognitiven Selbstwirksamkeitserwartung*, *Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* sowie der *Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen*, die Studenten hingegen nicht. Für die L2.1 war aufgrund der Gruppengröße kein Vergleich der Geschlechter möglich.

Insgesamt wird deutlich, dass die Studentinnen der Experimentalgruppe eher im Bereich der *chemiebezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen* von der veränderten Vorlesungsform profitierten, während die Studenten eine Verbesserung bei den computerbezogenen Skalen aufweisen. Hierbei zeigte sich auch eine gewisse Skepsis der Studenten gegenüber der neuen Methodik, während sie bei den Studentinnen eher positiv aufgenommen wurde. Insgesamt bewerteten die Studierenden ihre eigenen Fähigkeiten eher niedrig, was sich erwartungsgemäß mit dem Bild des konfuzianischen Lehrer-Schüler-Verhältnisses deckt.

Während die digitalen Visualisierungen in den Vorlesungen von großem Interesse für die Studierenden waren, wurde die vorlesungsbegleitende eLearning-Plattform jedoch kaum als Informationsquelle genutzt. Hier bestätigte sich, dass autonome, interaktive eLearning-Angebote, welche sich im Bereich der westlichen Bildungsphilosophie bewährt haben, von japanischen Studierenden nur zögerlich angenommen werden. Gleichzeitig zeigte sich in der Bewertung der Vorlesung eine beginnende Ausdifferenzierung der Meinung der Studierenden. Vielfach verschob sich die Bewertung von der Kontroll- zur Experimentalgruppe ausgehend vom eher positiven in den neutralen Bereich.

Durch die Nutzung der Visualisierungen konnte der Methodenpool der beteiligten Dozenten erweitert werden. Das Lehrbuch sowie der Tafelanschrieb blieben die zentralen Bestandteile im Aufbau der Vorlesung, welche jedoch nun durch die Visualisierungen als zusätzliche Darstellungs- und Erklärungshilfen ergänzt wurden.

In der Vorlesung zeigten sich unterschiedliche Nutzungsstrategien der Dozenten. So wurden die Visualisierungen von Dozent D1, D3 und D4 zeitlich zusammenhängend verwendet und mehrere Visualisierungen aufeinanderfolgend gezeigt, wobei D4 die Visualisierung ausschließlich zur Einführung nutzte. Dozent D2 hingegen richtete sich bei der Präsentation der Visualisierungen rein nach der inhaltlichen Passung im Lehrvortrag, so dass hier ein stetiger Medienwechsel zustande kam.

Die Art der Nutzung der Visualisierungen spiegelt sich in der Bewertung der Vorlesung durch die Studierenden wieder. In der veränderten Vorlesungsform verschiebt sich die Dozentenbewertung in den leicht neutraleren Bereich bzw. es kommt zu einer stärkeren Ausdifferenzierung der Meinung der Studierenden.

Abstract

The objective of the study was to investigate changes regarding the self-efficacy as well as chemistry-related attitudes of students by using digital visualisations in a chemistry lecture. The two semester lecture (L1 and L2) is addressed to students of the study programmes Forestry Sciences, Applied Biosciences and Biochemistry at a Japanese university. In each semester, the students were split into two groups. Therefore, four lecture groups were investigated: L1.1, L1.2, L2.1 and L2.2.

Usually, studies in the field of Higher Education focus on only one topic within a lecture, e.g. electrochemistry. In contrast to this practice, the entire concept was modified within this study to use digital visualisations within the whole lecture. For the evaluation of the lecture, a questionnaire was filled out by the students at the beginning and at the end of the semester. The questionnaire consisted of the scales *Cognitive self-efficacy*, *chemistry self-efficacy*, *self-efficacy in everyday applications*. In addition, the students rated their *computer skills* and answered questions about their current use of online materials and their request for more e-learning courses, as well as further questions about computer usage in lectures and computer-aided learning. For the availability of the digital visualisations used in the lecture, an additional e-learning platform for individual learning was set up.

Based on the general education and the limited choice of study courses due to entry exams, the Japanese learning strategies differ considerably from those in Europe. The basic attitude of students and teachers is significantly affected by this. The Japanese students behave in a rather passive-receptive way and show little initiative. For example, a low level of active participation in the lectures can be observed.

Comparing the traditional lecture (without using digital visualisations) and the modified lecture, differences between both groups in self-efficacy and attitudes towards learning with computers can be observed.

The use of digital visualisations had different effects on the different scales in the respective lecture groups. Significant gender-related differences in the scales *cognitive self-efficacy*, *chemistry self-efficacy*, *self-efficacy in everyday applications* have been observed. In L1.1, the female students of the control group benefited in the scale *chemistry self-efficacy*, while the male students showed a benefit in *self-efficacy in everyday applications*. Female students in L1.2 and L2.2 benefited from the modified lecture in the scales *cognitive self-efficacy*, *chemistry self-efficacy*, *self-efficacy in everyday applications*. The male students in these lectures do not show any benefit at all. Due to group size, a gender-related comparison for lecture L2.1 was not possible.

From a general point of view, the female students of the experimental group profited regarding the chemistry-related self-efficacy, while the male students showed significant differences regarding the computer-related scales. The male students showed a certain degree of scepticism towards the new methodology, whereas the females rated the modified

lecture in a more positive way. Overall, the students evaluated their own skills rather low, which is in line with the image of the Confucian teacher-student relation.

While the digital visualisations have been of great interest during the lectures, the additional e-learning platform has hardly been used. Therefore it can be confirmed that autonomous, interactive e-learning programs, are only accepted hesitantly by Japanese students. The rating of the lecture showed a differentiation of the opinion of the students. In many cases, the mostly positive attitude assessment of the control- and the experimental group shifted to neutral.

Implementing the visualisations broadened the methodology of the lecturers. The textbook and the blackboard remained central elements in the lecture. However, these elements were now supplemented by the visualisation as an additional way of presentation and explanation.

Within the lectures, different strategies of usage of the visualizations have been observed. Lecturer D1, D3 and D4 showed several visualisations consecutively, but D4 only used them at the beginning of the lecture to introduce the topic. In contrast, Lecturer D2 used the visualisations at the appropriate place of the lecture resulting in a constant alternation of the different media.

The strategy how to use the visualizations is reflected in the rating of the lecture by the students. The modified lecture form is seen by the students slightly in a more neutral way, respectively resulting in a greater differentiation in the students' ratings.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	IV
Zusammenfassung	V
Abstract VII	
Inhaltsverzeichnis	I
1 Einleitung	1
2 Vom Bild zum Wissen – Lernen mit Visualisierungen	3
2.1 Lerntheoretische Ansätze des Lernens mit computerbasierten, interaktiven Visualisierungen.....	3
2.1.1 Cognitive-Load-Theorie.....	3
2.1.2 Multimedia Learning Theorie	4
2.1.3 Das Text-Bild-Verstehen-Modell	6
2.2 Positive Effekte durch das Lernen mit Visualisierungen.....	7
2.3 Veränderungen der Selbstwirksamkeitserwartung und der motivationalen Ebene	10
3 Einsatz von interaktiven Visualisierungen in der Chemielehre	12
3.1 Nutzung von Computern in der Lehre	12
3.2 Barrieren bei der Einführung neuer Lehrstrategien	16
3.3 Lernen in Japan	19
3.3.1 Strukturen des tertiären Bildungssektors	20
3.3.2 Das konfuzianische Kulturerbe der Studierenden.....	21
3.3.3 Genderaspekte in Japan.....	21
3.3.4 Nutzung von Computern im Rahmen der Lehre.....	22
3.4 Forschungsansatz der vorliegenden Arbeit	23
4 Einführung der Visualisierungen	25
4.1 Struktur der Vorlesungen	25
4.2 Beschreibung der räumlichen Situation in der Vorlesungssälen	27
4.3 Strategieplanung mit den Dozenten	28
4.4 Entwicklung der Visualisierungen	30
5 Konzeption und Validierung der Fragebogenstudie	35
5.1 Fragebogenerstellung	35
5.2 Fragebogenvalidierung.....	38
5.2.1 Methodik der Fragebogenauswertung.....	38
5.2.2 Faktorenanalyse des Abschnitts „Computerfähigkeiten und Lernen“	38

5.2.3	Reliabilitätsanalyse der Validierungsgruppe und Post-hoc-Analyse der Kontrollgruppe L1	39
5.2.4	Post-hoc-Analyse der Skala Dozentenbewertung.....	40
5.3	Beschreibung der Skalen.....	41
6	Ergebnisse der Studie.....	42
6.1	Auswertungsmethodik	42
6.1.1	Fragebogenauswertung	42
6.1.2	Nutzung des eLearning-Kurses.....	43
6.1.3	Videoauswertung	43
6.2	Darstellung der Ergebnisse von Vorlesung L1	44
6.2.1	Darstellung der Ergebnisse von Vorlesung L1.1	45
6.2.2	Darstellung der Ergebnisse von Vorlesung L1.2	58
6.3	Darstellung der Ergebnisse von Vorlesung L2	70
6.3.1	Darstellung der Ergebnisse von Vorlesung L2.1	71
6.3.2	Darstellung der Ergebnisse von Vorlesung L2.2	82
6.4	Nutzung der eLearning-Plattform durch die Studierenden	92
6.5	Analyse ausgewählter Vorlesungsstunden mittels Videoanalyse	92
6.5.1	Vorlesung L1	93
6.5.2	Vorlesung L2	94
7	Nutzen der Visualisierungen - Effekte auf die Lehre	97
7.1	Diskussion der Studienergebnisse L1	97
7.2	Diskussion der Studienergebnisse L2	100
7.3	Nutzung der Visualisierungen im eLearning-Kurs	102
7.4	Diskussion der Ergebnisse der Videoauswertung.....	102
8	Gesamtdiskussion.....	104
9	Literaturverzeichnis	110
	Abbildungsverzeichnis	120
	Tabellenverzeichnis.....	123
	Anhang	127

1 Einleitung

Computer sowie Informations- und Kommunikationstechnologien spielen eine wichtige Rolle in der modernen Gesellschaft. Der Einsatz der Technologien ist allen Bereichen des täglichen Lebens von Lehrern und Schülern gegenwärtig. Der Computer wird im Bereich der Universitäten von den Dozenten und Studierenden sowohl privat als auch in der Universität z. B. für Notizen, den Erwerb und Austausch von Informationen, die Recherche oder auch für die Erfassung und Präsentation von Daten genutzt; insgesamt erfolgt die Nutzung nur in einem begrenzten formalen akademischen Bereich (Selwyn, 2007).

In der universitären Chemielehre wird der Computer eher für eine internetbasierte Informationserfassung oder die Präsentation der Vorlesungsthemen in PowerPoint-Präsentationen genutzt. Erst langsam setzen sich Innovationen in der Hochschullehre und eine breitere Nutzung der Technik für die Lehre durch (Spotts, 1999).

Da das Fach Chemie eine hoch konzeptionell strukturierte Wissenschaft ist, können relevante Fakten zwar durch Memorieren oder Auswendiglernen gelernt werden, das nötige tiefere Verständnis kann jedoch nur durch die Verbindung der Einzelkonzepte gefördert werden (Sirhan, 2007). Computerbasierte, interaktive Visualisierungen können modellhaft chemische Prozesse auf atomarer und molekularer Ebene sichtbar machen. Sie bestehen in der Regel aus einer Folge von Bildern, die schnell aufeinanderfolgend auf einem Bildschirm angezeigt werden, so dass der Eindruck einer Bewegung erreicht wird.

Mit Blick auf die Möglichkeiten technologischer Werkzeuge für die Vermittlung chemischer Konzepte in der hochschuldidaktischen Lehre, wurden im Rahmen des Forschungsprojektes ChiLe@Uni in Zusammenarbeit mit der Agricultural Faculty der Shizuoka University (Shizuoka, Japan) interaktive Lernmaterialien für eine zweisemestrige Grundlagenvorlesung für Nebenfachstudierende im Fach Chemie entwickelt. Diese dienen zur Unterstützung der Dozenten bei der Vermittlung chemischen Grundlagenwissens für die Studierenden der Studiengänge Forstwissenschaften, Angewandte Biochemie und Biowissenschaften. Während der erste Teil der Vorlesung die Themen Atomstruktur, anorganische Verbindungen (Salze), Reaktionen von Reinstoffen sowie Begriffe wie Molarität und Konzentration beinhaltet, thematisiert der zweite Teil der Vorlesung die Reaktionen anorganischer Verbindungen und Reinsubstanzen sowie grundlegende thermodynamische Prozesse und Elektrochemie.

Mit Blick auf den Mangel an Interesse und der abnehmenden Lernerfolge der Studierenden wurden von den Dozenten neue Lehrmethoden gesucht, um die Studierenden bei der Entwicklung eines tieferen Verständnisses der Chemie zu unterstützen. Die für die Veranstaltungen entwickelten Visualisierungen greifen die von den Dozenten identifizierten schwerverständlichen Inhalte auf und verdeutlichen die relevanten chemischen Konzepte. In den Animationen werden hierbei sowohl Basiskonzepte der Chemie betrachtet, als auch weiterführende, studienspezifische Fragestellungen aufgegriffen. Die Visualisierungen wurden von den vier beteiligten Dozenten in der Vorlesung als Lehrmaterialien verwendet und standen den Studierenden der Kontrollgruppe zum eigenen, vertieften Lernen innerhalb einer Lernplattform zur Verfügung.

Lernen und die Entwicklung von Fähigkeiten in einem Studium sind stark mit der individuellen Selbstwirksamkeit (Bandura, 1986, 1989) der Studierenden verbunden. Dieses Konzept beschreibt die den Glauben eines Individuums an die Ausführung verschiedenster Aktivitäten im Kontext der eigenen Fähigkeiten und Potentiale, um ein gewünschtes Ziel zu erreichen. Positive Lernerfahrungen haben hierbei einen messbaren Einfluss auf die Einstellung der Studierenden zur Chemie und ihre Selbstwirksamkeit und beeinflussen so die Einstellung der Studierenden in Bezug auf das Studium (Dalgety, Coll & Jones, 2003). Die Selbstwirksamkeit trägt signifikant zur Meta-Memorisation von Wissen bei, da kognitive, affektive und motivationale Prozesse durch Erfolg oder Misserfolg der Studierenden in Prüfungen beeinflusst werden. Motivationale Aspekte des Denkens werden hierdurch beeinflusst und können den Studierenden helfen, über Schwierigkeiten hinweg zu kommen (Schunk, 1989). Eine Betrachtung des kulturellen Hintergrundes der Studierenden ist hierbei obligatorisch, da sich durch die Sozialisation der Studierenden auch Unterschiede bei der Bewertung der eigenen Fähigkeiten ergeben.

Die vorliegende Arbeit ist in sieben Kapitel gegliedert. Der Fokus liegt in den folgenden Theoriekapiteln zuerst auf dem Lernen mit Hilfe von Visualisierungen und auf den Einsatz von Visualisierungen in der Lehre. In Kapitel 2 werden die relevanten Ansätze der Lerntheorien bei der Nutzung von statischen und dynamischen Visualisierungen erläutert und positive Aspekte des Lernens mit Visualisierungen in der Chemie hervorgehoben. Danach erfolgt die Betrachtung der Literatur in Hinblick auf die Verwendung von Visualisierungen in der Lehre, welche sich auf die Art und Form des Einsatzes dieser in publizierten Forschungsergebnissen erstreckt (Kapitel 3). In diesem Zusammenhang werden Barrieren bei der Einführung neuer Lehrmethoden betrachtet und die Lehrform in Japan anhand eines kurzen Abrisses der Entwicklung der japanischen Universitäten in ihrer heutigen Form, der sozio-kulturelle Hintergrund der Studierenden und die Nutzung von Computern im Rahmen der Lehre speziell für den asiatischen Kulturbereich aufgezeigt. In Kapitel 4 werden die Entwicklung und Einführung der Visualisierungen in der vorliegenden Studie erläutert. Der Aufbau der Fragebogenstudie und die Entwicklung des verwendeten Fragebogens werden in Kapitel 5 erläutert. Im sechsten Kapitel werden die Ergebnisse der Fragebogenstudie sowie der Videoanalyse dargestellt. Die Diskussion der Einzelergebnisse erfolgt in Kapitel 7. Den Abschluss der Arbeit bilden die Gesamtdiskussion der Ergebnisse in Kapitel 8 und in Kapitel 9 eine Zusammenfassung der Ergebnisse und der Ausblick auf weitere Forschungsansätze.

2 Vom Bild zum Wissen – Lernen mit Visualisierungen

Alle Arten von Visualisierungen können abstrakte Informationen in sinnvolle visuelle Darstellungen transformieren und somit das Verständnis der Inhalte stärker fördern als mit informativen Texten allein. Mit der Entwicklung des Computers und der Verbesserung der Möglichkeiten visueller Darstellungen können somit den Lernenden auch dynamische Visualisierungen zum Erkenntnisgewinn angeboten werden.

Im Bereich der multimedialen Visualisierungen können verschieden Formen von Visualisierungen identifiziert werden. Interaktive Informationsgrafiken verändern ihr Aussehen je nach Mausektion des Benutzers; möglich sind hier z. B. Mouse-Over-Effekte zum Zoomen, eine Statusänderung oder eine Hervorhebung verschiedener Aspekte der Grafik. Durch die so erlangte Fokussierung auf bestimmte Teilbereiche den Zugang zu den Informationen erleichtern (Weber & Wenzel, 2013). Dynamische Visualisierungen oder auch Animationen sind bildhafte Darstellungen, welche Bewegungen, Veränderungen und zeitliche Abfolgen von Objekten oder Prozessen wiedergeben (Schnotz & Lowe, 2008). Eine besondere Form einer Animation ist die Simulation, welche sich durch einen hohen Interaktivitäts- und Realitätsgrad auszeichnen. So ist es den Lernenden z. B. in einem virtuellen Experiment möglich, die Randbedingungen des Experiments zu verändern und dadurch entstehende Veränderungen im Reaktionsablauf zu beobachten. Durch die Untersuchung der Veränderungen kann die Entwicklung von tieferen Erkenntnissen gefördert werden (Schnotz & Lowe, 2008).

In den folgenden Abschnitten wird ein Überblick über das Lernen mit Visualisierungen gegeben. Dazu werden die drei wichtigsten Lerntheorien erläutert, welche im Zusammenhang mit dem Lernen mit Visualisierungen von zentraler Bedeutung sind. Positive Aspekte des Lernens mit Visualisierungen innerhalb der Chemie werden anhand des Konzeptes der Fehlvorstellungen, Veränderungen der Selbstwirksamkeitserwartungen der Studierenden und lernmotivationalen Aspekten herausgearbeitet.

2.1 Lerntheoretische Ansätze des Lernens mit computerbasierten, interaktiven Visualisierungen

Die Grundlagen der lerntheoretischen Modelle bilden die Annahme eines Arbeitsgedächtnisses nach Baddeley (1992) und seine Auslastung durch kognitive Belastungen nach der Cognitive-Load-Theorie (Chandler & Sweller, 1991) auf die sowohl die Multimedia-Learning-Theorie (Mayer, 2005b) als auch das Text-Bild-Verstehens-Modell (Schnotz & Bannert, 2003) Bezug nehmen.

2.1.1 Cognitive-Load-Theorie

Das sogenannte Arbeitsgedächtnis wurde von Baddeley (1992) in die aufmerksamkeitssteuernde Ausführungszentrale, den visuell-räumlichen Bereich und den akustischen Bereich gegliedert. In diesen Bereichen können bis zu sieben subjektiv neue Informationseinheiten simultan verfügbar sein. Dabei unterliegt das Arbeitsgedächtnis nach der „Cognitive-Load-Theorie“ (Chandler & Sweller, 1991) einer begrenzten Verarbeitungskapazität, weshalb das Informationsangebot strukturiert werden muss, um eine Überbelastung zu vermeiden. Nicht notwendige Informationen, welche das Arbeitsgedächtnis zusätzlich be-

lasten, verringern den Anteil an freien Informationseinheiten, die jedoch für Lernprozesse notwendig sind. Hierbei wird zwischen dem „*extraneous cognitive load*“, dem „*intrinsic cognitive load*“ und dem „*germane cognitive load*“ unterschieden.

Als „*extraneous cognitive load*“ werden Belastungen des Arbeitsgedächtnisses durch sachfremde Faktoren bezeichnet; dabei kann es sich sowohl um eine ungeeignete Art der Informationspräsentation handeln als auch um zusätzliche, weiterführende Informationen, die zum Verständnis des Lerninhaltes nicht zwingend notwendig sind. Als „*intrinsic cognitive load*“ wird die kognitive Belastung durch die dem Lerninhalt innewohnende Komplexität in Abhängigkeit vom Vorwissen des Lernenden bezeichnet. Die eigentliche, für das Lernen notwendige kognitive Belastung wird als „*germane cognitive load*“ bezeichnet. Da die Auslastung des Arbeitsgedächtnisses hauptsächlich bei Lernprozessen durch diesen bestimmt sein soll, müssen daher der „*extraneous cognitive load*“ und der „*intrinsic cognitive load*“ möglichst gering gehalten werden.

Studien über die Wirksamkeit von Visualisierungen in Lernprozessen konnten zeigen, dass die Lernleistungen von ausreichenden kognitive Ressourcen der Lernenden und dem Vorwissen abhängig sind (Sweller, 2005). Die kognitive Belastung kann durch unterschiedliche Effekte im Zusammenhang mit Visualisierungen gesteuert werden (Sweller, 2002):

- *Split attention effect*: Integration von Texten in relevanten bildlichen Darstellungen, durch die die Aufmerksamkeit des Lernenden gezielt gelenkt wird.
- *Modality effect*: Verbindung eines gesprochenen Textes mit bildlichen Darstellungen.
- *Redundancy effect*: Durch das Angebot an weiteren, nicht wichtigen Informationen kann das Lernen gestört werden.
- *Element interactivity*: Hierbei steigt die kognitive Belastung bei hoher Komplexität der Inhalte stark an, bei einzelnen verständlichen Lerneinheiten tritt der Effekt nicht auf.
- *Imagination effect*: Die Wahl der Informationsangebotsform ist besonders in Bezug auf das visuelle Vorstellungsvermögen abhängig von den Vorerfahrungen der Lernenden.

Durch die Zusammenfassung mehrere Elemente zu einer größeren Einheit bzw. durch das Angebot von Verarbeitungshilfen z.B. in Form von gesprochenen Texten oder farblichen Codierungen (Kalyuga, Chandler & Sweller, 1999) kann somit die kognitive Belastung verringert werden.

2.1.2 Multimedia Learning Theorie

Zusätzlich haben der geschriebene Text und die gesprochene Erklärung einen großen Einfluss auf die Verbesserung der Lernleistung der Studierenden. Die duale Kodierungstheorie (Clark & Paivio, 1991; Paivio, 1986) besagt, dass Informationen unterschiedlich kodiert werden; die Speicherung von bildlich präsentierten Informationen ist in der Regel besser als die von durch Erzählungen erlangten oder aus Texten gewonnen Informationen. Ausgehend von den Theorien von Paivio entwickelte Mayer (2002a, 2002b, 2005b) die Theorie des Multimedialernens (Abbildung 2.1). Durch eine geeignete multimediale Lernumge-

bung kann sowohl die Verarbeitungstiefe als auch die Konstruktion mentaler Modelle bei den Lernenden unterstützt werden.

Eingehende Informationen werden als Worte oder Bilder aus der multimedialen Präsentation selektiert und im sensorischen Gedächtnis über die Augen und/oder Ohren in parallelen Verarbeitungswegen aufgenommen. Diese Informationen werden in der Folge im Arbeitsgedächtnis als text- oder bildbasierte Repräsentationen (Klang oder bildhafte Vorstellung) verarbeitet und reorganisiert, wobei eine Vernetzung und Reorganisation der Informationen erfolgt. Als Ergebnis werden ein text- und bildbasiertes Modell erhalten, die im letzten Schritt der Informationsverarbeitung gegeneinander referenziert werden und ein Zusammenhang mit dem bestehenden Vorwissen hergestellt wird. Die Verarbeitungskapazität dieser beiden Kanäle ist dabei jedoch begrenzt.

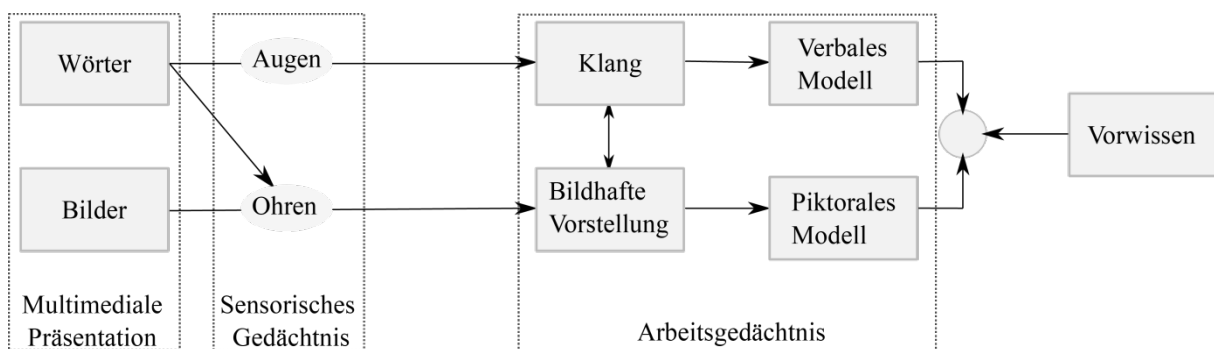


Abbildung 2.1: Theorie des multimedialen Lernens nach Mayer (2005b)

In den zwölf Multimediaprinzipien (Mayer, 2005a) werden auf der Basis dieses Modells die grundlegenden Voraussetzungen, welche multimediale Lerneinheiten in der Gestaltung von Bild, Text und Ton aufweisen sollen, definiert:

- Kohärenzprinzip: Vermeidung irrelevanter Wörter, Bilder und Töne;
- Signalprinzip: Hervorhebung der Organisation wesentlicher Lernelemente;
- Redundanzprinzip: Keine Verwendung erläuternder Texte bei der Verwendung von Bildern und Animationen mit gesprochenen Erklärungen;
- Räumliches Kontiguitätsprinzip: Präsentation zusammengehörige Bilder und Texte in räumlicher Nähe zueinander;
- Zeitliches Kontiguitätsprinzip: Gleichzeitige Präsentation zusammengehöriger Bilder;
- Segmentierungsprinzip: Aufteilung von Lerneinheiten in Abschnitte, so dass die Lernenden diese in ihrer eigenen Geschwindigkeit bearbeiten können;
- Prinzip des Vorwissens: Bessere Lerneffekte durch die vorhergehende Bearbeitung wesentlicher Konzepte, Begriffe und Bezeichnungen;
- Modalitätsprinzip: Verwendung gesprochener Erklärungen anstelle erklärender Lehrtexte;
- Multimediaprinzip: Verwendung von Bildern/Animationen zusätzlich zu Lerntexten
- Personalisierungsprinzip: Erzielung eines besseren Lernergebnisses durch die Verwendung eines dialogisierten Sprachstils;

- Stimmenprinzip: Verwendung menschlicher Stimmen bei der Erstellung von Visualisierungen;
- Bildprinzip: Erzielung besserer Lernergebnisse durch die Sichtbarkeit des Sprechers/der Sprecherin in einer multimedialen Präsentation.

Die genannten Multimediaprinzipien sind mit den von Sweller (Sweller, 2002) beschriebenen Faktoren zur Senkung der kognitiven Belastung des Arbeitsgedächtnisses vergleichbar. Die einzelnen Prinzipien können Unterkategorien zugewiesen werden, welche die verschiedenen Bereiche der Lernerleichterung für die Studierenden beschreiben. Zu den Prinzipien, welche die extrinsische Last der Lernenden senken, gehören das Kohärenzprinzip, das Signalprinzip, das Redundanzprinzip sowie das räumliche und das zeitliche Kontiguitätsprinzip. Das Segmentierungsprinzip, das Prinzip des Vorwissens und das Modalitätsprinzip dienen der Unterstützung wichtiger mentaler Prozesse, die das Verständnis der Abbildung oder Animation erleichtern und bei der Erstellung der Lernmaterialien berücksichtigt werden sollen. Der Förderung verständnisbildender Prozesse dienen das Multimediaprinzip, das Personalisierungsprinzip, das Stimmenprinzip sowie das Bildprinzip.

Individuelle Lerngruppenunterschiede sollten bei der Erstellung der Materialien berücksichtigt werden. Gerade das Multimediaprinzip sowie das räumliche und zeitliche Kontiguitätsprinzip sind für Lernende mit geringem Vorwissen entscheidend jedoch nicht für Lernende mit hohem Vorwissen (Mayer & Moreno, 2003).

2.1.3 Das Text-Bild-Verstehen-Modell

Ein weiteres Modell zur Erklärung des Text- und Bildverstehens wurde von Schnotz und Bannert (2003) entwickelt (Abbildung 2.2).

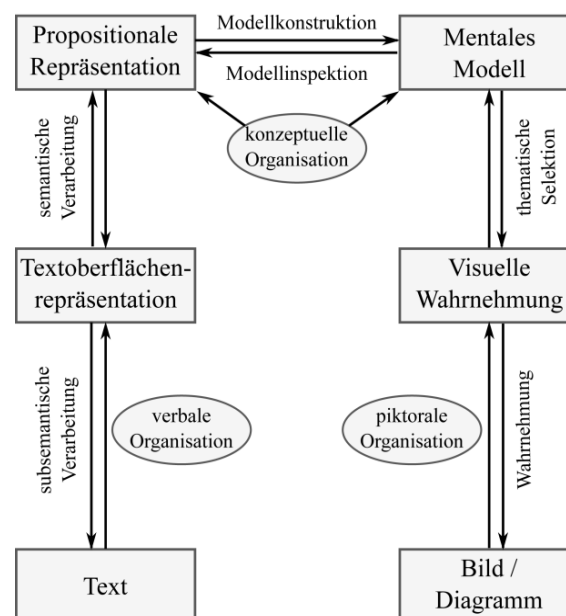


Abbildung 2.2: Text-Bild-Verstehen, Modell nach Schnotz & Bannert (2003)

Es basiert auf der Annahme, dass beschreibende Texte und bildliche Darstellungen verschiedenen Repräsentationsprinzipien und somit auch verschiedenen Prozessen bei der

Informationsverarbeitung unterliegen: Während in Texten die enthaltenen Informationen für den Leser aufeinanderfolgend aufbereitet werden, werden in Bildern die Informationen parallel zueinander angeboten.

Dabei werden in den beschreibenden Texten Symbolsysteme verwendet, deren Bedeutung allgemein definiert ist; in den bildlichen Darstellungen werden hingegen Strukturabbildungen verwendet, die Analogien zu den real existierenden Bezugssystemen darstellen. Die hierdurch bereits bei der Informationsselektion auftretenden Unterschiede gehen in das Modell ein. Während des Lesens von Texten werden durch Organisationsprozesse bereits die enthaltenen Informationen nach der äußeren Form in eine Textoberflächenrepräsentation verarbeitet, die noch stark am eigentlichen Text orientiert ist. Diese wird im weiteren Informationsverarbeitungsprozess in eine propositionale Repräsentation überführt. Analog dazu wird bei der Verarbeitung von bildlichen Informationen im ersten Schritt eine visuelle Repräsentation entwickelt, welche durch die weitere Informationsverarbeitung in ein mentales Modell überführt wird. Abschließend findet ein Abgleich (konzeptuelle Organisation) der propositionalen Repräsentation und des mentalen Modells durch eine Modellkonstruktion aus den textlichen Informationen und einer Modellinspektion anhand der propositionalen Repräsentation statt.

2.2 Positive Effekte durch das Lernen mit Visualisierungen

Die Überwindung von Fehlvorstellungen und Präkonzepten ist ein wichtiger Aspekt des Lernens in der Chemie. Darum ist das Wissen über Fehlvorstellungen unerlässlich für eine Entwicklung geeigneter Visualisierungen. Chemische Phänomene werden zumeist mit Hilfe von Atom- und Molekülmodellen erläutert. Das mangelnde Verständnis der chemischen Konzepte kann auf die Unfähigkeit der Lernenden zurückgeführt werden, korrekte mentale Modelle der vorgestellten Konzepte aufzubauen. Dozenten sollten daher im Vermittlungsprozess Fehlvorstellungen und Missverständnisse der beobachteten chemischen Prozess ansprechen und diskutieren (Falvo, 2008), andernfalls kann der Einsatz von Visualisierungen hinderlich für das Lernen sein (Berg, 2012; Plötzner, Lippitsch, Galmbacher & Heuer, 2006).

Fehlvorstellungen chemischer Reaktionen und Prozesse sind aus dem Bereich der Schulbildung (Tabelle 2.1) in der Literatur gut bekannt und beschrieben (Barke, Hazari & Yitbarek, 2009; Garnett, Garnett & Hackling, 1995; Kind, 2006; Sirhan, 2007). Im ersten Jahr an der Universität sind Fehlvorstellungen präsent, welche die Studierenden aus ihrem Vorwissen und ihrer Sicht auf die chemischen Phänomene aus der Schulzeit mitbringen. Um das Fach Chemie nun auf universitärem Niveau verstehen zu können, bedeutet das für die Studierenden ebenfalls, eine Verbindung zwischen diesem Vorwissen und dem neu präsentierten Wissen knüpfen zu können und hier einen konzeptuellen Wechsel zu vollziehen. Die Untersuchungen über Fehlvorstellungen im Bereich der Hochschule konzentrieren sich auf einzelne Themen, die die wichtigsten Fehlvorstellungen repräsentieren (Burke, Greenbowe & Windschitl, 1998). Es zeigt sich dabei, dass die an den Hochschulen beobachteten Fehlvorstellungen denen in der Schule beobachteten Fehlvorstellungen sehr ähnlich sind (Kind, 2006).

Tabelle 2.1: Hauptfehlvorstellungen im Fach Chemie in der Schulbildung (Kind, 2006)

Hauptfehlvorstellungen im Fach Chemie
Zustände und Eigenschaften der Materie
Partikel-Natur der Materie (Partikelgröße, Bewegung, Verhalten)
Bindungen und Kräfte zwischen den Teilchen der Materie
Änderungen der Aggregatzustände (fest, flüssig, gasförmig: Schmelzen, Kondensation und Gefrieren von Wasser)
Unterschiede zwischen den Elementen, Verbindungen und Mischungen
Chemische Reaktionen – Chemische Fachsprache
Reaktionen in geschlossenen Systemen
Reaktionen in offenen chemischen Systemen (Oxidationsprozesse in der Natur)
Säuren, Basen und Neutralisation
Thermodynamik – Bildung und Zerstörung von Energie
Dynamische Natur von Gleichgewichtsprozessen

Die Untersuchungen über Fehlvorstellungen im Rahmen der Forschung an Hochschulen konzentrieren sich auf die folgenden Themen, wobei an dieser Stelle exemplarische Forschungspublikationen genannt werden:

- der Partikelnatur der Materie (Ayas, Özmen & Çalýk, 2010; Meyer, 2007),
- der chemischer Formeln (Taskin & Bernholt, 2012),
- der chemischen Bindung (Coll & Taylor, 2001; Nicoll, 2001; Özmen, 2004; Ünal, Çalýk, Ayas & Coll, 2006),
- der Thermodynamik (Granville, 1985; Levy & Wilensky, 2009; Turányi & Tóth, 2013),
- der Elektrochemie (Burke et al., 1998, Sanger & Greenbowe, 1997a, 1997b; Schmidt, Marohn & Harrison, 2007),
- der Gleichgewichtschemie (Kousathana, Demerouti & Tsaparlis, 2005; Orgill & Sutherland, 2008),
- der Chemie der Lösungen (Calyk, Ayas & Ebenezer, 2005) und
- der Gasgesetze und Kinetik (Levy & Wilensky, 2009; Turányi & Tóth, 2013).

Die Verwendung dynamischer Visualisierungen und ein neues Unterrichtsdesign können Lernende von der Entwicklung gängiger Fehlvorstellungen bewahren und so die Zufriedenheit mit dem Lernprozess erhöhen. Auftretende Schwierigkeiten in Form von Fehlvorstellungen oder fehlerhafter Verknüpfung von Präkonzepten sind normal und können nicht durch Diskussionen oder die Präsentation von Visualisierungen ohne eine Kommentierung durch den Dozenten verhindert werden. Durch eine geschickte Führung der Dozenten sind die Studierenden in der Lage, ihre Vorkenntnisse mit den vorliegenden Problemen und Fragen zu verbinden (Kelly & Jones, 2008) und so fehlerbehaftete durch fachlich korrekte Konzepte zu ersetzen. Visualisierungen lehren nicht direkt, helfen den Lernenden aber durch die Veranschaulichung des abstrakten Phänomens (Kelly & Jones, 2008; Sanger & Greenbowe, 2000; Wu, Krajcik & Soloway, 2001). Mit der Verwendung von Visualisierungen kann das konzeptionelle Verständnis der Lernenden durch die Senkung der kognitiven Belastung (Sweller, 2005) und die Förderung der Bildung dynamischer, mentaler

Modelle besser gefördert werden als mit statischen Visualisierungen (Williamson & Abraham, 1995).

Wichtig für die Entwicklung der Fähigkeiten der Studierenden ist eine eindeutige Unterscheidung der Darstellungsebenen chemischer Prozesse. Im chemischen Dreieck nach Johnstone (Abbildung 2.3) werden zur Erklärung chemischer Phänomene und Prozesse drei Ebenen unterschieden: die makroskopische, die submikroskopische und die formale Ebene.

Während die makroskopische Darstellung dabei die Ebene des direkt Erkennbaren repräsentiert, gibt die submikroskopische Darstellung die Teilchen-Natur der Materie in den Modellen und Darstellungen der unsichtbaren Atome und Teilchen in Form einer fachsprachlichen Beschreibung wider. Diese werden dann auf der formalen Ebene in symbolische Darstellungen übersetzt, welche die ablaufenden Prozesse in Form von Symbolen, Gleichungen, Formeln sowie Regeln und Gesetzen abstrahiert wiedergeben.

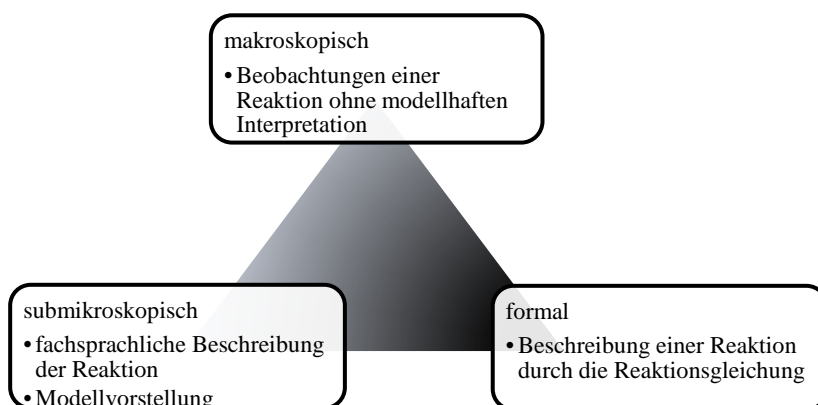


Abbildung 2.3: „Chemisches Dreieck“ nach Johnstone, Darstellung (Barke, 2006, S. 30–31)

Oftmals werden in den im Internet zu findenden Visualisierungen die makroskopische und die sub-mikroskopische Ebene in den Darstellungen vermischt. Dieses kann zu falschen und unzutreffenden mentalen Modellen in den Köpfen der Lernenden führen (Eilks, Witteck & Pietzner, 2009b), die wiederum aufgrund der Nichtpassung zum korrekten wissenschaftlichen Modell Fehlvorstellungen hervorrufen können.

Die Verwendung computerbasierter Visualisierungen kann die Fähigkeit der Studierenden, zwischen den 2D- und 3D-Modellvorstellungen chemischer Verbindungen zu wechseln, verbessern. So kann die Entwicklung mentaler Modelle und eine Verstärkung des konzeptionellen Wissens als Darstellungsfähigkeiten der Studierenden gesehen werden (Wu et al., 2001). Um aber eine gute Entwicklung dieser Fähigkeiten zu unterstützen, sollten in den 2D-Visualisierungen die Makro-, Submikro- und Repräsentationsebene eindeutig unterschieden werden (Barke, 2006, S. 30–31; Gabel, 1999; Johnstone, 1993).

2.3 Veränderungen der Selbstwirksamkeitserwartung und der motivationalen Ebene

Neben dem Vorwissen der Studierenden, ihren individuellen Lernstrategien, den Limitierungen des Arbeitsgedächtnisses während des Lernens sowie der Schaffung von Verknüpfungen im Wissen müssen auch motivationale Faktoren und die individuellen Einstellungen der Studierenden betrachtet werden (Sirhan, 2007). Besonders die wahrgenommene Selbstwirksamkeit trägt zur kognitiven Entwicklung bei (Bandura, 1993). Das Setzen persönlicher Ziele wird durch die Selbstwirksamkeit des Erreichens akademischer Ziele maßgeblich beeinflusst (Zimmerman, Bandura & Martinez-Pons, 1992).

Persönlichkeitsmerkmale wie z. B. Ziele, Überzeugungen und Einstellungen beeinflussen Lernerfolge, Erfahrungen und Ergebnisse der Lernenden. Die Erwartung von Erfolg oder Misserfolg werden dadurch geformt und die Lernenden beginnen so, ihre eigenen Fähigkeiten zu bewerten (Ames, 1990). Durch eine Nichtbeachtung motivationaler Aspekte in der Interaktion des Dozenten mit den Studierenden in Vorlesungen wird die Komplexität der Interaktion vernachlässigt (Ames, 1990; Nolen, 2003).

Es ist daher notwendig, die studentischen Überzeugungen, Einstellungen und Wahrnehmungen zu untersuchen, die sie zu einer Einschreibung in den Chemiekurs bringen, um Rückschlüsse auf ihr Vertrauen in ihre Fähigkeit, Chemie zu lernen, zu ziehen. Die Einstellung zu bestimmten Themen kann sowohl durch intrinsische Faktoren (z. B. Motivation, Wünsche oder persönliche Gefühle) und extrinsische Faktoren (z. B. neu gewonnene Informationen) beeinflusst werden (Skryabina, 2000). Die motivationale Ebene wird hierbei größtenteils durch die kognitive Aktivität bestimmt (Bandura, 1989). Lernen und Kompetenzentwicklung durch ein Studium an einer Universität sind damit eng mit den individuellen Lern- und Verstehensprozessen sowie der individuellen Selbstwirksamkeit der Studierenden verbunden.

Das Konzept der Selbstwirksamkeit (Bandura, 1986) beschreibt das Vertrauen der Menschen in ihre eigenen Fähigkeiten und Potentiale bei der Ausführung bestimmter Tätigkeiten, um ein gewünschtes Ergebnis zu erreichen (Abbildung 2.4). Die Lernerfahrungen der Studierenden haben einen messbaren Einfluss auf ihre Einstellung gegenüber dem Fach und ihrer Selbstwirksamkeit und beeinflusst somit auch die Fortführung des Studiums und die spezifische Einstellung der Studierenden zu diesem Fach (Dalgety et al., 2003).

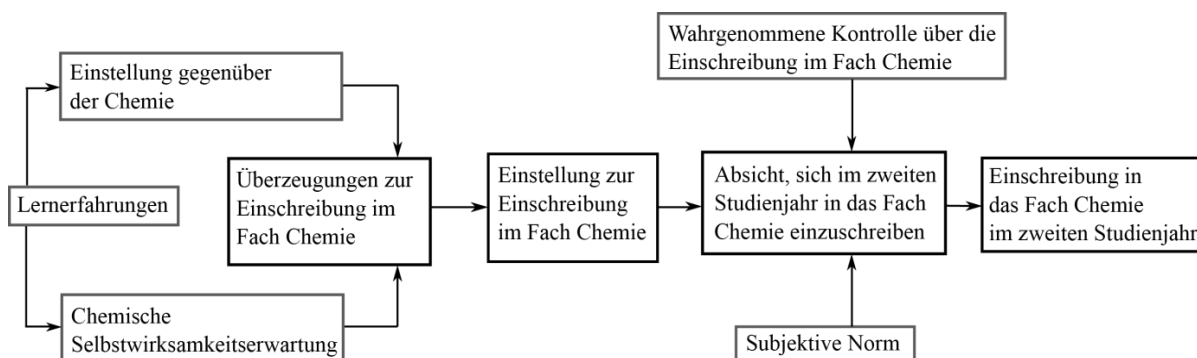


Abbildung 2.4: Visualisierung von Banduras' Social Cognitive Theory (adaptiert von Dalgety et al., 2003)

Die wahrgenommene Selbstwirksamkeit trägt wesentlich zur Meta-Speicherung von Wissen durch die Regulierung der kognitiven, affektiven und motivationalen Prozesse durch Erfolg oder Misserfolg der Studierenden in Prüfungen bei. Das Lernen und die Leistung der Studierenden werden durch diese motivationalen Aspekte beeinflusst und können dazu beitragen, Lernschwierigkeiten auch zu überwinden (Schunk, 1989). Die Motivation kann als das hauptsächliche Erklärungskonzept angesehen werden, das das Vertrauen an die eigene Leistungsfähigkeit beeinflusst (Schunk, 1990). Die angegebenen Faktoren können ebenfalls als Indikator der akademischen Performanz der Studierenden gewertet werden (Kan & Akbais, 2006).

Die Forschung über die Chemie-Lehre kann daher aus drei verschiedenen Perspektiven betrachtet werden:

1. dem Einfluss von Lernerfahrungen auf die Einstellungen gegenüber Chemie (Dalgety et al., 2003);
2. der Selbstwirksamkeit der Studierenden (Dalgety et al., 2003);
3. der Selbsteinschätzung der Studierenden ihrer chemiebezogenen Fähigkeiten für die Beurteilung der Studienwahl und den Erfolg im Studium (Uzuntiryaki & Çapa Aydın, 2009).

Besonders wichtig für die Entwicklung eines Verständnisses naturwissenschaftlicher Konzepte sind ein starkes, positives Selbstkonzept und damit ein Gefühl der guten Performance in Chemieklassen (Nieswandt, 2007). Eine positive Veränderung in der Haltung gegenüber der Chemie kann damit als eine positive Veränderung in der Motivation gesehen werden (Berg, 2005). Die Einstellung der Studierenden gegenüber der Chemie wird nicht allein durch die Verwendung von Visualisierungen positiv beeinflusst, diese können das Verständnis erleichtern, wodurch eine Verbesserung der Einstellung der Studierenden und in der Folge bessere Prüfungsergebnisse erreicht werden können (Williamson & Abraham, 1995; Zusho, Pintrich & Coppola, 2003).

Sobald Visualisierungen verwendet werden, ist es notwendig, einen genaueren Blick auf die Selbstwirksamkeit der Studierenden in Bezug auf den Einsatz von Computern und die Arbeit mit diesem zu haben (Forman & Pomerantz, 2006; Gallagher, 2007; Yavuz, 2005). Dieser muss als wichtiger Einflussfaktor auf das individuelle Verhalten gewertet werden. Hierfür bilden die Konzepte der Computer Literacy und der behaviour-attitude-Theorie die Basis der Untersuchungen der computerbezogenen Überzeugungen und Einstellungen zu Computern. Die Darstellung von Bewegungen, Veränderungen und zeitliche Abfolgen durch Animationen sind wichtig für das Verständnis von chemischen Prozessen (Weiss, Knowlton & Morrison, 2002): jedoch sollten Visualisierungen nicht allein zur Erhöhung der Aufmerksamkeit der Lernenden oder aus rein motivationalen Gründen verwendet werden.

Nicht außeracht gelassen werden dürfen in diesem Zusammenhang die unterschiedlichen Erwartungen der Lernenden und Lehrenden. Im Übergang von der Schule in die Universität kann bei den Universitätsdozenten den Eindruck von schlecht auf diesen Wechsel vorbereiteten Studierenden erhalten (Brinkworth, McCann, Matthews & Nordström, 2009).

3 Einsatz von interaktiven Visualisierungen in der Chemielehre

Für den Einsatz von Visualisierungen für das individuelle Lernen sowie in Vorlesungen gibt es unterschiedliche Ansätze. Die Entwicklung von computerbasierten Unterrichtsmaterialien wie interaktive Simulationen, z. B. Physics Education Technology (PhET) (Adams, 2010; Wieman, Adams & Perkins, 2008; Wieman & Perkins, 2006) oder interaktive Lernumgebungen (z. B. Levy & Wilensky, 2009; Tasker & Dalton, 2006) werden als wichtige Strategien gewertet, um das individuelle Lernen der Studierenden zu fördern. Voraussetzung hierfür ist allerdings das Vorhandensein eines individuell nutzbaren Computers für jeden Teilnehmer. Die Nutzung solcher computerbasierten Unterrichtsmaterialien durch die Studierenden ist jedoch nicht in allen Lernumgebungen möglich, so können z. B. Simulationen in Vorlesungen in der Regel nur vom Dozenten vorgeführt werden. Des Weiteren gibt es zahlreiche Projekte die z. B. pädagogische Methoden an den Hochschulen verändern oder es werden veränderte Lehrpläne eingeführt (z. B. Wills & McNaught, 1996). In diesem Zusammenhang werden an den Hochschulen und Fakultäten Strategien zur Einführung von computerbasiertem Unterricht in den Lehrplänen diskutiert.

In diesem Kapitel soll ein Überblick über die aktuellen Forschungsansätze der Lehre mit Visualisierungen in der Chemie gegeben werden, wobei hierbei ein besonderes Augenmerk auf die Lehre der Chemie an Universitäten gelegt wird. Der Forschungsansatz der Arbeit wird hieraus im Zusammenhang von allgemeinen Innovationshindernissen bei der Einführung neuer Lehrmethoden vor dem Hintergrund der japanspezifischer Lernumgebung entwickelt.

3.1 Nutzung von Computern in der Lehre

Von den meisten Verlagen werden inzwischen zusätzliche Materialien wie z.B. Power-Point-Präsentationen mit den im Lehrbuch verwendeten Grafiken den Dozenten zur Verfügung gestellt, um diese in den Vorlesungen nutzen zu können. Die Nutzung des Computer über den Status eines reinen Präsentationstools hinaus beruhen auf der Überzeugung und Einstellung der Dozenten zur Nutzung interaktiver Lehrmittel (Rienties, Brouwer & Lygo-Baker, 2013). Wie jedoch (Rutten, van Joolingen & van der Veen, 2012) feststellten, beschränken sich die Studien bei der Untersuchung von Effekten durch den Einsatz von Simulationen auf die gleichen Lehrbedingungen; der Einfluss durch den Lehrenden, das Curriculum und andere pädagogische Faktoren werden in der Regel vernachlässigt. Oftmals erscheint es den Lehrenden als zu komplex, die nötigen chemischen Strukturformeln als computerbasierte Modelle selbst zu erstellen, da die nötigen Visualisierungen nicht vorhanden bzw. die verfügbaren zu komplex für das Niveau der Lernenden sind. Dieser Mangel an geeigneten Materialien wird mehr und mehr für Schulen geschlossen. Auf der Ebene der Hochschulen sind derzeit geeignete Visualisierungen für die Unterstützung der Lehre noch nicht flächendeckend vorhanden. Ein Grund dafür mag der relativ langsame Prozess methodischer Innovationen in Lehre und Lernen an Universitäten sein (Spotts, 1999), da er in der Regel abhängig von den individuellen Überzeugungen und Einstellungen der Lehrenden in Bezug zu den neuen didaktischen Methoden ist.

Doch vor allem die Möglichkeiten der Verwendung von statischen und dynamischen Visualisierungen im Bereich der Lehre der Chemie sind sehr vielversprechend (Velázquez-

Marcano, Williamson, Ashkenazi, Tasker & Williamson, 2004). Gerade zur Darstellung der realen Strukturen einzelner chemischer Moleküle und übergeordneten Molekülstrukturen sind die Möglichkeiten der 3D-Darstellung mit Hilfe von Computern gut geeignet. Computerbasierte, interaktive Materialien können konzeptionelle Modelle chemischer Vorgänge auf atomarer Ebene sichtbar machen und so den Studierenden zu einem besseren Verständnis der Konzepte chemischer Verfahren verhelfen (Falvo, 2008; Sanger & Greenbowe, 2000). An Universitäten werden in der Regel allein die statischen Darstellungen der eingesetzten Chemielehrbücher verwendet bzw. die Strukturformeln an die Tafel geschrieben. Konkrete Einsatzszenarien computerbasierter Materialien haben bislang einen exemplarischen Charakter.

Verschiedene Projekte und Forschungsansätze, welche mit diversen Variationen dieser Idee arbeiten, sind hauptsächlich in den USA und England zu finden. Die hier exemplarisch aufgeführten Veröffentlichungen befassen sich mit der Verwendung und Entwicklung von Visualisierungen im naturwissenschaftlichen Unterricht in Schulen (Barnea & Dori, 1999; Burke et al., 1998; Frailich, Kesner & Hofstein, 2009; Gregorius, Santos, Dano & Gutierrez, 2010a; Homer & Plass, 2010; König, 2003; Sanger & Greenbowe, 2000) sowie in Colleges und Universitäten (Burke et al., 1998; Greenbowe, 1994; Huk, Steinke & Flo-to, 2010; Kelly & Jones, 2007; Kolopajlo, 2007, Rosenthal & Sanger, 2013, 2013; Sanger & Badger, 2001; Sanger, Brecheisen & Hynek, 2001; Sanger, Campbell, Felker & Spencer, 2007; Sanger & Greenbowe, 2000; Sinex, 2008; Stieff & Wilensky, 2003; Supasorn, Suits, Jones & Vibuljan, 2008; Trindade & Fiolhais, 2003; Velázquez-Marcano et al., 2004; Williamson et al., 2012; Williamson & Abraham, 1995). Grundsätzlich können aber die Ergebnisse aus der Forschung über den Einsatz von Visualisierungen an Schulen auch auf den Bereich der Hochschulen übertragen werden.

Eine Übersicht dieser exemplarischen Forschungsergebnisse aufgeschlüsselt nach Untersuchungsgruppe, Thema der untersuchten Visualisierungen und Erhebungsrahmen der Studie ist in Tabelle 3.1 für den sekundären und in für den tertiären Bildungsbereich zu finden. Hierbei werden allerdings keine eindeutigen Abgrenzungen der Ausrichtungen der Universitäten und Colleges im amerikanischen Raum gemacht, so dass hier keine Einschätzung über das angestrebte Abschlussziel der Bildungseinrichtung gemacht werden kann. Die Forschungsansätze fokussieren zumeist auf die Charakteristika des effektiven Lernens und den Ansatz der Interaktion der Lernenden mit den entwickelten Materialien. Das Feld der Visualisierungsforschung ist hierbei hauptsächlich auf eng designte Experimente und Instrumente beschränkt, der Einsatz der Visualisierungen als langfristig eingesetztes Lehrmittel in alltäglichen Lehrsituationen kann dadurch jedoch nicht repräsentiert werden. Darüber hinaus steht nur wenig Literatur zur Verfügung, die auf die Nutzung und Entwicklung von Visualisierungen und die Anwendbarkeit in Vorlesungen konzentriert (Gilbert, 2010).

Tabelle 3.1: Exemplarische, nicht abschließende Übersicht der Veröffentlichungen mit Bezug zur Verwendung von Visualisierungen in der Lehre im sekundären und tertiären Bildungsbereich

Publikation	Setting	Thema der untersuchten Animation/Visualisierung:	Erhebung
Burke et al., 1998	Highschool	Standard-Wasserstoff-Elektrode	k.A.
Barnea & Dori, 1999	Highschool	Räumliches Vorstellungsvermögen von Molekülen	Students Achievement Test on Structure and Bonding; Spatial Ability Test; Model perception questionnaire
Sanger & Greenbowe, 2000	Allgemeine Chemie, College	Elektrochemische Prozesse in einer galvanischen Zelle (Kupfer-Zink) auf mikroskopischer Ebene	Zwischenprüfungsbenotung; unmittelbarer Post-Test; delayed Post-Test
König, 2003	9./10. Klasse, Gymnasium	Atommodelle und Chemische Bindungen	Pre-/Post-Leistungstest; Interview
Frailich et al., 2009	10. Klasse, Highschool	Chemische Bindungen, Online Lernumgebung	Pre-/Post-Leistungstest; Bewertung des Performancelevels durch den Lehrer
Gregorius et al., 2010a	1. elementary school (3 rd -5 th grade) 2. secondary school	Verwendung einzelner Lerneinheiten: 1. States of Matter and the Effects of Heat on Molecules 2. Solutions (Solution Formation, Solubility and Solvation)	Pre-Post-Leistungstest
Homer & Plass, 2010	Middleschool, Highschool	Kinetische Gastheorie und Ideales Gas	Pre-/Post-Leistungstest
Greenbowe, 1994	Undergraduates, tertiärer Bildungsbereich	„Electrochemical Workbench“ – interaktive Multimedia Software für den Bau und Testung elektrochemischer Zellen	k.A.
Williamson & Abraham, 1995	Allgemeine Chemie, College	Animationen zum Thema Gase, Flüssigkeiten und Feststoffe (u.a. Einfluss von Temperatur und Druck, Diffusion, Ideales Gas, Zwischenmolekulare Kräfte) und Reaktionschemie (u.a. Lösungen, Präzipitation, Temperatureffekte)	Test of Logical Thinking (TOLT); Particulate Nature of Matter Evaluation Test (PNMET); Birnie-Abraham-Renner-Quick Attitude Differential (BAR)
Sanger & Badger, 2001	2. Semester Chemie, Universität	Elektronendichteverteilung in (un)polaren Molekülen	Post-Leistungstest (2 Fragen)
Sanger et al., 2001	2. Semester Chemie, College	Diffusion und Osmose	Diffusion and Osmosis Diagnostic Test (DODT)
Stieff & Wilensky, 2003	Undergraduates, Universität	Einsatz von Simulationen	Interview
Trindade & Fiolhais, 2003	Allgemeine Chemie, Universität	Visualisierung der Atomorbitale von Wasserstoff	Beschreibung des Atomorbitals durch die Studierenden

-Fortsetzung Tabelle 3.1-

Publikation	Setting	Thema der untersuchten Animation/Visualisierung:	Erhebung
Velázquez-Marcano et al., 2004	Allgemeine Chemie, Universität	Dynamisches Gas-Gleichgewicht	Online-Leistungstest
Tasker & Dalton, 2006	3. Studienjahr Chemie, Universität	VisChem Projekt (Visualisierungen der molekularen Ebene verschiedener Reaktionen)	Pre-/Post-Leistungstest; follow-up Interviews
Kelly & Jones, 2007	1. Semester Chemie, College	Auflösung von Natriumchlorid in Wasser	Niedergeschriebene Beobachtungen und Erklärungen der Studierenden; teilstrukturierte Interviews; Beobachtung der Studierenden
Kolopajlo, 2007	Allgemeine Chemie, Universität	Einsatz verschiedener Animationen in einer Vorlesung (u.a. Verhalten positive und negative geladener Ionen, Formeln ionischer Verbindungen, Ionisierung, Ionisierung von NaCl in Wasser)	Kursnoten; Lernstil
Sanger et al., 2007	2. Semester Chemie, tertiärer Bildungsbereich	Veränderung der Molekularbewegungen durch Absenken der Temperatur	Post-Leistungstest
Sinex, 2008	Allgemeine Chemie, College	Simulation von Boyles Gesetz	k.A.
Supasorn et al., 2008	Organische Chemie 1, Universität	Extraktionssimulation der Organischen Chemie	Spatial Ability Test; Pre-, Post-Leistungstest
Huk et al., 2010	Biologiekurs, College	Struktur und Funktion der ATP-Synthase	k.A.
Williamson et al., 2012	2. Semester Chemie, Universität	Dynamisches Gas-Gleichgewicht	Test of Logical Thinking (TOLT), Online-Test
Rosenthal & Sanger, 2013	2. Semester Chemie, tertiärer Bildungsbereich	Redox-Reaktionen: 2D- bzw. 3D-Animation der Reaktion zwischen Silber und Kupfer in Lösungen	Interview

In der Chemie werden in universitären Vorlesungen und Übungen eher klassische Vorgehensweisen genutzt; die Initiative zur Innovation der Lehrsituation liegt ausschließlich bei den Dozenten. Allerdings findet auch hier eine Veränderungen der pädagogischen Methoden und Arbeitskultur an den Hochschulen bzw. Lehrplaninnovationen hin zu einer moderneren Lehrgestaltung statt (z. B. Wills & McNaught, 1996). Projekte, welche computer-gestützte Lehrmaterialien wie z. B. Simulationen zum individuellen Lernen der Studieren-

den entwickeln und evaluieren (z. B. Adams, 2010; Wieman et al., 2008; Wieman & Perkins, 2006), sind zu finden.

Der Einsatz von Computern als Lernwerkzeuge kann den Lernprozess der Studierenden positiv beeinflussen. Durch die Verwendung von Animationen setzten sich die Studierenden stärker mit den Inhalten der Visualisierungen auseinander, stellten mehr Fragen und schienen Gefallen am Lernen zu finden (Gregorius et al., 2010a). Allerdings wird nur die reine Einführung dynamischer Visualisierungen in eine Vorlesung nicht zu einem besseren Lernerfolg der Studierenden führen und nicht alle Probleme der Chemie-Lehre lösen (Hegarty, 2004). Im Gegensatz zu den Experten, welche verschiedenartige Visualisierungen zu lesen und zu transformieren gelernt haben, haben die Lernenden in der Studienanfängersphase größere Probleme, diese Transformationen von Modellen in andere Symboldarstellungen nachzuvollziehen (Gregorius, Santos, Dano & Gutierrez, 2010b; Kozma & Russell, 1997; Williamson & Abraham, 1995).

So konnte gezeigt werden, dass die Verwendung dynamischer Visualisierungen Studierende vor der Entwicklung gängiger Fehlvorstellungen bewahrt und dass die Zufriedenheit mit dem Lernprozess erhöht wird (Eilks, Witteck & Pietzner, 2009a; Eilks et al., 2009b; Eilks, Witteck & Pietzner, 2012). In der Kombination mit einer guten Methodik durch die Dozenten können die Studierenden durch den Einsatz der Visualisierungen in naturwissenschaftlichen Fächern profitieren (Bodemer, Plötzner, Feuerlein & Spada, 2004; Plötzner, Lipitsch, Galmbacher, Heuer & Scherrer, 2009; Tasker & Dalton, 2006). Daher sollte der Computereinsatz in einer breiteren Perspektive und insbesondere seine Bedeutung im Bildungskontext betrachtet werden. Ohne neue Perspektiven auf allen Ebenen eines Bildungssystems bleiben Lehrprozesse unverändert, so dass auch der Einsatz von Computern keinen großen Einfluss auf Bildungseinrichtungen hat (Sancho, 2004). In anderen Bildungsbereichen wird der Einsatz von Visualisierungen durch den Beitrag zum Verstehensprozess bei der Verwendung von z.B. visuellen Signalen zu einem allgegenwärtigen Bestandteil für die Übermittlung von Informationen entwickelt (Scheiter & Gerjets, 2010).

Auf der anderen Seite müssen die Studierenden lernen, wichtige und relevante Informationen in den dynamischen und interaktiven Visualisierungen zu identifizieren. Sie müssen ggf. lernen, wie die in den Visualisierungen enthaltenen Informationen mit anderen Informationsquellen wie Lehrtexten oder Präsentationen bezogen und verknüpft werden können (Plötzner, Leuders & Wichert, 2009).

3.2 Barrieren bei der Einführung neuer Lehrstrategien

In den letzten Jahren haben Innovationen in der Hochschulbildung weltweit mehr und mehr an Bedeutung gewonnen. In Europa wie in Japan wurde das Hochschulsystem erheblich reformiert. Mit dem Bologna-Prozess und den Anforderungen der Lissabon-Agenda (Eilks & Byers, 2009) wurde in Europa das Bachelor/Master-System implementiert. In Japan wurde durch das Global 30-Projekt im Jahr 2008 eine vergleichbare Internationalisierung der japanischen Universitäten initiiert (Burgess, Gibson, Klaphake & Selzer, 2010). Beide Entwicklungen sollten die Hochschulsysteme verbessern, damit sie den Anforderungen der Internationalisierung und Globalisierung genügen. Folglich müssen auch die Universitäten neue Strategien und Methoden für die Bildungsentwicklung finden.

Die Einführung von Innovationen ist in der Regel abhängig von der Einstellung und der Überzeugung der Dozenten. Oft gibt es keine zwingenden Gründe, die in ihren Augen bewährte Lehrmethode ändern. Die möglichen Barrieren für die Einführung von Innovationen in der Hochschullehre wurden z. B. von Sunal identifiziert (Sunal et al., 2001; Sunal, Wright, Hodges & Sunal, 2000) und stellen sich als denen in der Schule vorliegenden Barrieren ähnlich dar (Tabelle 3.2). Während die Überwindung der häufig genannten Barrieren nur langfristig möglich ist, können die Probleme durch seltener genannte Barrieren hingegen kurzfristig angegangen werden. Hauptsächlich überwiegen jedoch Ressourcenkonflikte, die zur Verfügung stehende Zeiten sowie verschiedene Zuständigkeiten betreffen, die von den Fakultätsmitgliedern nur langfristig überwunden werden können.

Tabelle 3.2: Barrieren für die Verbesserung der Lehrenden im naturwissenschaftlichen Unterricht (Sunal et al., 2000)

Häufig genannte Barrieren:	Weniger häufig genannte Barrieren:
wenig Kontrolle durch die Fakultätsmitglieder	direkte Kontrolle durch die Fakultätsmitglieder
Ressourcen, Zeitkonflikte, Zuständigkeitskonflikte.	Studierende: schwacher Bildungshintergrund, Angst vor neuen Arten von Unterricht, Angst vor der Wissenschaft; Persönlichen Widerstand gegen Veränderungen Schlüsselpersonal: unqualifiziert, uninteressiert, wenig Zusammenarbeit; Mangel an Lehrausbildung, Zustimmung von College, Abteilung und/oder Lehrplanausschluss sind nötig, Führungsfragen, Änderungen in der Institution: schwindende Ressourcen, Kreditstunden bereits im Programm, Tenure-/Förderungsfragen, Unterrichtsmaterialien nicht verfügbar.

Sie sind in der Regel nicht mit der Persönlichkeit der Dozenten verbunden und scheinen außerhalb ihrer Kontrolle zu liegen. Andere Barrieren sind z.B. die Ablehnung neuer Methoden durch die Studierenden, nicht ausreichend qualifiziertes oder nicht interessiertes Personal, fehlende Zustimmung durch die administrative Ebene der Universitäten sowie persönliche Widerstände einzelner Dozenten. Eine Änderung im Unterrichtsstil ist nicht möglich, bis der Dozent seinerseits unzufrieden mit seinen eigenen Lehrkonzepten wird (Sunal et al., 2001). Dabei konnten Miller, Martineau und Clark (Miller, Martineau & Clark, 1999) zeigen, dass Studierende wesentlich aus der Reorganisation des Lehrens und Lernens an Universitäten profitieren können. Dies bedeutet jedoch, dass nicht nur der Dozent seine Lehrform ändert, sondern vielmehr, dass eine vollständige Systematisierung der technologischen Unterstützung vom Universitätscampus bis zum einzelnen Vorlesungsraum nötig ist, um die Lernprozesse der Studierenden besser zu unterstützen. Allerdings werden professionelle Entwicklungsprozesse selten auf universitärer Ebene angestoßen,

sondern beruhen auf freiwilligen Weiterbildungsangeboten; es gibt oft kein Gesamtkonzept, das alle Ebenen und Funktionen an Hochschulen verbindet.

Concerns-Based-Adoption-Model

Hinderungsgründe der Einführung von Innovationen können in der Wahrnehmung des aufgetretenen Problems in der Persönlichkeit des Dozenten verankert sein und sich in der Bereitschaft widerspiegeln, eine bestehende Situation zu ändern. Zu Einschätzung der Bereitschaft der Situationsveränderung durch die einzelnen Dozenten kann das Concerns-Based-Adoption-Model (CBAM) (Hall, George & Rutherford, 1977) herangezogen werden, welches den Prozess der Auseinandersetzung von Personen mit einem Thema aus Hinterfragen, Analyse, Strategiefindung und der Erwägung von Alternativen und Konsequenzen darstellt.

Die Stages of Concern (SOC) geben dabei den Grad der persönlichen Betroffenheit der Personen durch die verändernde Maßnahme wieder: die Gefühle, Einstellungen und Empfindungen der Personen gegenüber der verändernden Maßnahme, welche sowohl positiver als auch negativer Natur sein können, und sich auf die Umsetzung der Maßnahme auswirken. Die SOC werden in sieben Stufen gegliedert, welche von Personen bei der Einführung einer verändernden Maßnahme in der Regel nacheinander durchlaufen werden.



Abbildung 3.1: Stages of Concern (Buichl & Wilbers, 2011)

Levels of Use

Zusätzlich werden im CBAM die Levels of Use (LOU) definiert, die den Zusammenhang zwischen Verhaltensänderungen und Reaktionen der Personen in Bezug auf die verändernde Maßnahme mit dieser Maßnahme selbst herstellen. Diese umfassen die Einstellungen und Handlungen der einzelnen Personen mit der verändernden Maßnahme bzw. deren Umsetzung. Die LOU werden dabei in acht Stufen unterteilt, wobei hier eine Unterscheidung zwischen den Nutzern und den Nichtnutzern einer verändernden Maßnahme getroffen wird. Auch hier entsprechen die verschiedenen Stufen einem jeweiligen Verhalten der Per-

sonen, die mit der verändernden Maßnahme befasst sind, welche aber im Gegensatz zu den SOC nicht alle durchlaufen werden, sondern die Personen zwischen den einzelnen Levels springen können. Die Einordnung der Personen in die LOU wird durch die Merkmale der Level zusammen mit den Informationen über die individuelle Person getroffen.

Users	VI	Erneuern, Umstrukturieren	Stadium, in welchem der Akteur die Qualität der Anwendung der Innovation evaluiert, um diese mit dem Ziel zu optimieren, einen noch positiveren Einfluss auf den Lerner zu erreichen. Der Akteur versucht neue Entwicklungen in Bezug auf die Innovation und weitere Ziele sowohl auf persönlicher als auch auf organisationaler Ebene zu finden.
	V	Integration, Eingliederung	Stadium, in welchem der Akteur kollegialen Austausch bezüglich eigener Erfahrungen mit der Innovation sucht, um einen ganzheitlichen Einfluss auf den Lerner auszuüben.
	IV B	Verbesserung	Stadium, in welchem der Akteur die Anwendung der Innovation verändert, um den Einfluss auf den Lerner zu verbessern. Änderungen basieren auf sowohl kurzfristigen als auch langfristigen Erfahrungen.
	IV A	Routine	Stadium, in welchem der Akteur die Innovation konstant umsetzt und nur wenige Anpassungen vornimmt. Punktuell ist der Gedanke zur Anwendungsoptimierung bzw. der Blick auf die Auswirkungen der Neuerung vorhanden.
	III	Erste Anwendung	Stadium, in welchem der Akteur den Fokus auf kurzzeitige Anwendung (day-to-day) richtet. Eine Reflexion der Handlungen ist aus zeitlichen Gründen nicht machbar. Einzelne Modifikationen erfolgen mit Blick auf gesetzte Ziele bzw. anhand der Vorstellung des Akteurs. Die Perspektive des Lerners bleibt hier unberührt.
Nonusers	II	Vorbereitung	Stadium, in welchem sich der Akteur auf eine erste Anwendung der Innovation vorbereitet.
	I	Orientierung	Stadium, in welchem der Akteur Informationen über die Innovation einholt. Erstmals wird ein Nutzen der Innovation und die Anforderung auf den Anwender erkannt.
	0	Keine Anwendung	Stadium, in welchem der Akteur kein oder nur geringes Wissen über die Innovation hat und nicht in den Innovationsprozess integriert ist. Aktivitäten, um diesem entgegenzuwirken erfolgen nicht.

Abbildung 3.2: Level of use (Buichl & Wilbers, 2011)

3.3 Lernen in Japan

Zum besseren Verständnis der Ausgangslage des Projektes werden an dieser Stelle die Eckpunkte der Entstehung des heutigen modernen japanischen Universitätssystems erläutert, die Sozialisierung der Studierenden im konfuzianischen Bildungssystem betrachtet und wichtige Studien über die Lernmotivation der Studierenden im Umgang mit Computern dargelegt.

Über die Erforschung des Einflusses von Motivation und Entwicklung auf den Lernerfolg der Studierenden sowie den Zusammenhang dieser beiden Komponenten existiert im Gegensatz z.B. zur Publikationsanzahl dieser Themen im amerikanischen Raum nur eine geringe Anzahl international publizierter Studien aus dem japanischen Kulturkreis. Die in einschlägigen Publikationen über das japanische Studiensystem zitierten Studien, welche sich mit Themen der studentischen Identität und Leben, dem Einfluss von Colleges auf die Studierenden und Beweggründen der Studierenden werden in der Regel nur auf Japanisch publiziert. Als Erklärungen für diese Situation werden eine verzögerte Einführung von Theoriemodellen über studentische Lernprozesse sowie die Entwicklung von kontinuierlichen Erhebungsmethoden der Lernerfolge Studierender genannt (Yamada, 2014). Somit ist nur ein kleiner Bruchteil der Forschung über englischsprachige Artikel zugänglich. Vergleichsstudien wie z. B. die TIMSS-Studie oder OECD-Vergleichsstudien sind hingegen leicht zu finden, beschränken sich jedoch auf den reinen Vergleich der Leistungen der Lernenden. Sozio-motivationale Aspekte des Lernens werden hier nicht abgebildet. Ebenso werden konstruktive Kritiken des japanischen Bildungssystems in der Regel nur in japani-

scher Sprache veröffentlicht und sind so keiner breiten Mehrheit zugänglich (Amano & Poole, 2005).

3.3.1 Strukturen des tertiären Bildungssektors

Der Grundstein für die moderne japanische Universität wurde 1868 im Rahmen der Meiji Restauration mit der Gründung der Universität von Tokyo (1866 Umbenennung in Kaiserliche Universität von Tokyo) nach dem Vorbild der europäischen Universitäten gelegt. Hier wurden die für die Nation nach dem politischen Umschwung wichtigen Regierungsbeamte und Fachkräfte ausgebildet. Ausgehend von den ersten Fakultäten des Rechts, der Literatur, Wissenschaften und Medizin (1877) wurden im Laufe der Jahre die ingenieurwissenschaftliche und die agrarwissenschaftliche Fakultät (1891) gegründet. So entstanden bis 1940 die sieben über das gesamte Land verteilte kaiserliche Universitäten (Tokyo, Kyoto, Tohoku, Kyushu, Hokkaido, Osaka, Nagoya), in den ausgewählte Teile der Bevölkerung ausgebildet wurden. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde unter amerikanischer Besatzung die erste Bildungsreform auf dem Weg zu einer Demokratisierung Japans, basierend auf dem amerikanischen Bildungsmodell, angestoßen: alle Institutionen des tertiären Bildungssektors wurden unter dem Status der „daigaku“ (neue Universität) zusammengefasst. In jeder Präfektur war so zumindest eine Universität vertreten. Mit der zunehmenden Produktionstätigkeit der Industrie wurde in der Nachkriegszeit auch der Bedarf an besser ausgebildeten Fachkräften für die Industrie und Gesellschaft immer größer. So wurden ab ca. 1960 weitere Bildungsinstitutionen für den unteren bis mittleren Bildungssektor gegründet. Hierbei kam es auch zu einer vermehrten Gründung privater Hochschulen, welche jedoch durch die fehlende öffentliche Kontrolle zu einer breiten Streuung der Qualität der Bildung führten, die erst 1975 durch die Einführung eines Kontrollplanes durch das Bildungsministerium verstärkt kontrolliert wurden. Durch die rasche Vergrößerung der Studierendenzahlen und die Zunahme an Studienmöglichkeiten entspann sich ein Wettkampf, der eine große Differenz in Status und Ansehen zwischen den einzelnen Institutionen zur Folge hatte. Dies schlug sich in einer Auseinandersetzung um den Eintritt in die traditionellen nationalen Universitäten und die besten privaten Universitäten nieder. Durch die Reform der Eingangsprüfungen im Jahr 1977 wurde ein nationaler, verbindlicher Eingangstest für die nationalen und öffentlichen Universitäten geschaffen (Amano & Poole, 2005, Saito, 2011a, 2011b; Teichler, 1997), der den Zugang der Studierenden zu den verschiedenen Bildungseinrichtungen bis heute regelt.

Wichtige Reformen in den letzten Jahren waren (Saito, 2011b):

1. die Vereinigung der nationalen Universitäten mit dem Ziel einer größeren Unabhängigkeit und Autonomie der Universitäten zur Revitalisierung der Lehr- und Forschungsaktivitäten;
2. die Einführung eines Qualitätssicherungsprogramms (Selbst-Monitoring und eine Selbstevaluation der Lehr- und Forschungsaktivitäten);
3. die Internationalisierung der japanischen Hochschulen;
4. die Ausweitung der konkurrierenden Mittelzuweisungen zwischen den nationalen, öffentlichen und privaten Universitäten.

Auch sind die Universitäten heutzutage strengerem Forderungen der verschiedenen Akteure der Hochschulbildung an die Verbesserung der Bildung ausgesetzt. Hierbei sollen die jeweils eigenen Bildungsphilosophien dieser in die Praxis umgesetzt werden und die gleichzeitig die Entwicklung der Studierenden gefördert werden, wodurch die Kontrolle der Bildungsqualität einer steigenden Notwendigkeit unterliegt (Yamada, 2014).

3.3.2 Das konfuzianische Kulturerbe der Studierenden

Japan wird zusammen mit China, Vietnam, Singapur und Korea zu den Ländern des konfuzianischen Kulturerbes gezählt. Studierende dieses Kulturraumes weisen einen rezeptiven Lernstil auf, der den konfuzianischen Werten zugerechnet wird: Sie sind passiv, unwillig Fragen zu stellen bzw. vor der Klasse zu sprechen; der Lernerfolg basiert meist auf dem Auswendiglernen anstelle eines Verständnisses der Inhalte (Purdie, Hattie & Douglas, 1996; Subramaniam, 2008). Im Gegensatz hierzu steht der Lernstil westlicher Studierender, der als selbstbewusst, bestimmt und unabhängig beschrieben wird. Die Studierenden sind willig, Fragen zu stellen und neue Wege des Denkens und Handelns zu erforschen (Purdie et al., 1996).

Das japanische Denken und Handeln wird von einer Vielzahl von Regeln gesteuert, die sich auch in einem imitativen und von Übungen und Wiederholungen geprägten Lernstil der Studierenden widerspiegeln. Das Lernen ist demzufolge mit dem Prozess der Nachahmung einer durch den Lehrenden vorgegebenen Vorlage zu vergleichen (Felix, 2012, S. 142–144). So haben die Studierenden des konfuzianischen Kulturraumes in der Regel eine andere Ansicht eines angemessenen Verhaltens im Klassenraum gegenüber dem Dozenten als die Studierenden des westlich geprägten Kulturraumes. Ein „guter Studierender“ wurde lange Zeit als ruhig, passiv, aufmerksam und gut in Tests abschneidend empfunden; aus der Sicht der Dozenten ist hierbei aber eine Veränderung dieser Begriffsdefinition hin zu einem eher westlich geprägten, diskussionsbereiten und ideenpräsentierenden Studierenden zu beobachten. Das Bild des traditionellen „guten Studierenden“ ist in der Vorstellung der Studierende jedoch tief verankert und prägt ihr Verhalten (Hammond, 2007). Andere Einflussfaktoren, wie z. B. das spezifische Bildungssystem, und seine Anforderungen, die Arbeitsbelastung der Studierenden sowie Curricula, Prüfungen, Lehrmethoden und weitere mit dem Studienkontext und Umgebung verbundenen Probleme können die Aktivität bzw. Passivität der Studierenden steuern (Tran, 2013).

3.3.3 Genderaspekte in Japan

Unter japanischen Schülern gibt es eine eindeutige geschlechterstereotype Zuordnung der Fächer Sozialwissenschaften, Computer, Mathematik und Naturwissenschaften zum männlichen Geschlecht, während den Frauen die Sprachen (Japanisch oder Fremdsprachen) zugeordnet werden (Evans, Schweingruber & Stevenson, 2002; Makrakis & Sawada, 1996).

Diese Genderunterschiede spiegeln sich sowohl in der Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften (Nakazawa et al., 2001; Scantlebury, Baker, Sugi, Yoshida & Uysal, 2007) als auch in der späteren Studienwahl wider (Amano, 1997; Inoue, 2009; Makrakis & Sawada, 1996). Als Einflussfaktoren können hierbei die Struktur des Arbeitsmarktes, welche die Ausbildungswahl der Studentinnen beeinflusst, aber auch die Erwartungen der Gesellschaft an Frauen und die Erfahrungen der Frauen in den Bildungsinstitutionen gezählt wer-

den. Jedoch beginnen sich die Anforderungen des Arbeitsmarktes und die Einstellung der Studentinnen zu verändern (Inoue, 2009). Dabei muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass sich die Bewertung der Einstellung gegenüber Naturwissenschaften japanischer Studierender ähnlich der westlicher Kulturen (z. B. USA) verhält; die Männer weisen dabei jedoch ein traditionelleres Genderschema auf als die Frauen (Scantlebury et al., 2007).

Unterschiede in der Einstellung gegenüber Computern werden ebenfalls durch die Kultur und das Geschlecht der Studierenden beeinflusst (Makrakis, 1992), hierbei liegt ebenfalls die geschlechterstereotype Zuordnung der Fächer zugrunde (Makrakis & Sawada, 1996). Die Selbstwirksamkeitserwartung gegenüber der Computernutzung japanischer Studierender unterscheidet sich jedoch zwischen den männlichen und weiblichen Studierende nur unwesentlich: beide Gruppen weisen eine geringe Selbstwirksamkeitserwartung in Bezug auf die Computernutzung an. Während die Studentinnen unsicher in Bezug auf ihre individuellen Fähigkeiten sind, schätzen sie ihre Fähigkeiten der Computernutzung in einer Gruppe genauso gut wie die Männer ein (Makrakis, 1993).

3.3.4 Nutzung von Computern im Rahmen der Lehre

Asiatische Studierende nutzen den Computer für verschiedene Zwecke, zum Beispiel ausgiebig für soziale Netzwerke und Kommunikation. Sie haben nur wenig Erfahrung mit computerbasierten Lernmaterialien, aber erwarten, dass sie sehr nützlich sind und sie zu vielen verbesserten Arten von Lernleistungen führen. Sie sind vorsichtig bei der Kommentierung ungewöhnlicher Strategien, weshalb Innovationen daher vorsichtig eingeführt werden sollten (Lam, Lee, Chan & McNaught, 2011). Moderne autonome, lernerzentrierte und auf Onlinelernprozessen basierende Bildungsansätze, welche sich im Bereich der westlichen Bildungsphilosophie bewährt haben, wecken nur langsam das Interesse der asiatischen Lernenden. Um davon profitieren zu können, müssen die Lernenden selbstgesteuert und verantwortlich für ihre Lernprozesse sein (Subramaniam, 2008).

Seit 2002 werden durch die Chemical Software Society of Japan und die Society of Computer Chemistry, Japan vermehrt Lernangebote in der Form von eLearning-Angeboten für die Lehre der Chemie an Schulen zur Verfügung gestellt. Hierbei handelt es sich in der Regel um Lernprogramme welche als *computer-aided instruction* oder *computer-assisted learning* identifiziert werden können (Yoshimura, 2006). Von Seiten japanischer Hochschuldozenten wird die Verwendung von Computern als eine wichtige Entwicklungsmöglichkeit für die Lehre der Chemie gesehen (Yoshimura, 2006). Ideen zu Einbindung von computer- bzw. multimedial-gestützter Lehre sind in japanischen, englischsprachigen Zeitschriften existent. Als Beispiele können die Simulation der Schrödinger-Gleichung mittels einer Tabellenkalkulationssoftware (Lim, 2006), die Nutzung von Flash-Animationen als eLearning-Einheiten (Oikawa, Okuda & Takano, 2006) oder auch die Entwicklung von Lernmaterialien zur Nutzung auf Mobiltelefonen (Yoshimura, Nakayama & Uejima, 2004) genannt werden. Jedoch bleiben diese Ansätze zumeist auf der Stufe der rein technischen Methodenentwicklung; eine vertiefte Evaluation der Nutzung und des Nutzens für die Lernenden bleibt hier aus.

3.4 Forschungsansatz der vorliegenden Arbeit

Das in dieser Arbeit beschriebene Design und die Entwicklung von Visualisierungen für neue Wege in der Lehre und beim Lernen von Chemie an Universitäten unter dem Projekttitel „ChiLe@Uni“ basieren auf den Ergebnissen, die im Projekt „ChiLe - Chemie interaktiv lernen“ gewonnenen wurden, welches sich mit dem Chemielernen im zweiten Bildungsabschnitt befasst (Eilks & Byers, 2009; Eilks et al., 2009a, 2012). Das Ziel des Projektes ChiLe@Uni ist, digitale Visualisierungen als neue Lehr- und Lernmethoden speziell für Vorlesungen des Faches Allgemeine und Anorganische Chemie zu entwickeln.

In Zusammenarbeit mit der Faculty of Agriculture der Shizuoka University, Japan, wurde eine zweiteilige Vorlesung der Allgemeinen und Anorganischen Chemie für Studierenden des ersten Studienjahres der Studiengänge Forstwissenschaften, Angewandte Biochemie und Biowissenschaften neu gestaltet. Im Vorfeld der Studie wurde von den Dozenten durch die schwächer werdenden Leistungen der Studierenden festgestellt, dass sie mehr und mehr Schwierigkeiten beim Erlernen und Verstehen der Konzepte der Chemie hatten. Folglich wurden diese mit weiteren Schwierigkeiten durch das fehlende Verständnis der chemischen Grundlagen in fortgeschrittenen Vorlesungen des weiteren Studiums konfrontiert. Mit Blick auch auf einen Mangel an Interesse und den abnehmenden Lernerfolg der Studierenden in den letzten Jahren haben die Dozenten neue Lehrmethoden gesucht, um die Studierenden bei der Entwicklung eines tieferen Verständnis der Chemie unterstützen.

Die in diesem Projekt entwickelten Visualisierungen sollen den Studierenden die grundlegenden Konzepte der Chemie veranschaulichen und so verhindern, dass Fehlvorstellungen durch das in der Schule erlernte Vorwissen in Verbindung mit dem nun an der Universität vermittelten Fachwissen gebildet werden. Die Visualisierungen unterstützen die Bildung mentaler Modelle und Vorstellungen chemischer Reaktionen sowie die kognitiven Prozesse der Studierenden, um so ein tieferes Verständnis und eine Abstraktion des Wissens zu ermöglichen.

Von modernen Forschungsansätzen wie der Implementierung von Blended-Learning wird in der Literatur häufiger berichtet (z. B. Regan, Childs & Hayes, 2011), jedoch fokussieren diese Ansätze in der Regel auf den Selbstlernprozessen der Studierenden. Für dieses Projekt wurde hingegen der Ansatz der Weiterentwicklung einer bestehenden Vorlesungsreihe gewählt, um das Chemielehren und -lernen in einer typischen Vorlesungssituation weiterzuentwickeln. Durch die Verknüpfung der Materialentwicklung mit der Anwendung in einer realen Vorlesungssituation ist es nun zum ersten Mal möglich, die praktische Relevanz des Einsatzes moderner Visualisierungen in einer kompletten Vorlesungsreihe zu untersuchen. Da bislang verfügbare Visualisierungen üblicherweise auf selbstgesteuerte Lernprozesse ausgerichtet sind, müssen für die Weiterentwicklung von Lernprozessen in Vorlesungen andere Ansätze und Notwendigkeiten berücksichtigt werden.

Bei der Einführung von Lehrinnovationen muss auch im Speziellen auf die Sozialisierung der Studierenden in der konfuzianisch geprägten Kultur geachtet werden. Die Studierenden wurden in ihrer Schulzeit nachhaltig durch die dort angewandten Lernstrategien geprägt und wenden diese auch in der Universität an. Daher müssen sie bei der Einführung von Lehrinnovationen vorsichtig an diese neuen Techniken herangeführt werden, die ihnen

vielleicht vielversprechend erscheinen, aber von ihnen auch mit Vorsicht betrachtet werden.

Mit der Einführung der Visualisierungen wird im Gegensatz zu bislang üblichen Studien das Gesamtkonzept der Vorlesung beeinflusst, so dass zur Beobachtung von Veränderungen hierdurch nicht mit themenbezogenen Wissensstanderhebungen gearbeitet werden kann. Daher werden die Veränderungen über die Selbstwirksamkeitserwartungen der Studierenden, ihre Selbsteinschätzung und Zufriedenheit mittels eines Fragebogens im Kontrollgruppendesign erhoben.

Es ergeben sich damit die folgenden Fragen für den Einsatz der Visualisierungen in den Vorlesungen:

1. Welche Veränderungen hat es durch den Technikeinsatz in der Einstellung der Studierenden im Befragungszeitraum gegeben?
2. In wieweit unterschieden sich die Kontroll- und die Experimentalgruppe in der Einstellung zu den beiden Befragungszeitpunkten voneinander?
3. Inwieweit unterscheidet sich Entwicklung der Skalenbewertung der Kontrollgruppe von der Experimentalgruppe?
4. Ist die Veränderung in der Einstellung der Studierenden der Kontroll- und Experimentalgruppe geschlechtsabhängig?
5. Verändert sich die Bewertung der Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen?
6. Wie wird die Vorlesung abschließend von den Studierenden bewertet?

4 Einführung der Visualisierungen

Zur Entwicklung der Visualisierungen für die beiden Teilvorlesungen wurden verschiedene Einflussfaktoren berücksichtigt. Dazu gehören der Aufbau und die zeitliche Abfolge der in der Vorlesung vorkommenden Themen sowie die Struktur der Räumlichkeiten, welche für die Vorlesungen im Erhebungszeitraum genutzt wurden. Zentraler Ausgangspunkt ist neben diesen formalen Anforderungen die Strategieentwicklung der Einführung von Visualisierungen in Zusammenarbeit mit den Dozenten. Abschließend werden der Entwicklungsprozess, insbesondere die Konzeption und der Aufbau der Visualisierungen, sowie die verwendeten Entwicklungstools vorgestellt.

4.1 Struktur der Vorlesungen

In Japan sind das Winter- und das Sommersemester mit jeweils 15 Wochen gleichlang. Dabei ist es aber möglich, in der letzten Woche der Vorlesungszeit die Abschlussprüfung durchzuführen. Die Vorlesung setzt sich aus zwei Teilvorlesungen (L1 und L2) zusammen, die von insgesamt vier Dozenten (D1-D4) gehalten werden. Dabei wird jeweils eine Teilvorlesung von jeweils zwei Dozenten in Absprache miteinander gehalten, so dass sowohl die Themen der Vorlesung als auch der zeitliche Ablauf allen Beteiligten bekannt ist und verlässlich eingehalten wird. Die an den Vorlesungen teilnehmenden Studierenden der Studiengänge Forstwissenschaften, Angewandte Biochemie und Biowissenschaften werden in zwei Gruppen aufgeteilt. Die Aufteilung richtet sich dabei in Vorlesung L1 nach den Ergebnissen des Studieneingangstests, so dass eine leistungsschwächere und eine leistungsstärkere Gruppe entstehen. In Vorlesung L2 richtet sich dagegen die Aufteilung nach dem Studiengang der Studierenden. Wechsel zwischen den Vorlesungsgruppen sind jedoch möglich. Während der Vorlesungszeit erfolgen zweiwöchentliche Kurzttests sowie am Ende der Vorlesung ein Abschlusstest, in denen die Studierenden eine festgesetzte minimale Punktzahl zum Bestehen des Kurses erreichen müssen.

Vorlesung L1

Die Vorlesung L1 wird im Sommersemester zeitgleich von zwei Dozenten (D1 und D2) angeboten und umfasst zwei Teilgruppen, die im Folgenden als L1.1 und L1.2 bezeichnet werden. Sie beinhaltet grundlegende Themen, wie z.B. die Atomstruktur, anorganische Verbindungen, Reaktionen der Reinsubstanzen und Begriffe wie Molarität und Konzentrationen. Die Aufteilung der Studierenden auf die beiden Kurse erfolgt nach den Ergebnissen der Einstufungstests für das Studium. Tabelle 4.1 gibt einen Überblick über die Themenverteilung in den beiden Teilvorlesungen L1.1 und L1.2 nach den Angaben der Dozenten in der Vorabbefragung. Der Themenumfang der beiden Kurse ist hierbei gleich. Unterschiede zwischen den beiden Kursen bestehen durch die unterschiedliche Ausrichtung. Während sich L1.1 an die Studierenden mit geringeren chemischen Vorkenntnissen wendet, werden in L1.2 die Studierenden mit einem höheren Anforderungsniveau konfrontiert. Dies resultiert im Aufbau der Vorlesung in einer Verkürzung bzw. Verlängerung der Besprechung einiger Themen. So wird z. B. das VSEPR-Modell in L1.1 nur erläutert und eingeführt, während der Dozent der Vorlesung L1.2 auch auf die mathematische Berechnung der Orbitale eingeht. Es ist jedoch deutlich eine übereinstimmende Themenübersicht zu erkennen, welche in dieser Form auch dem Studienhandbuch zu entnehmen ist.

Tabelle 4.1: Aufbau der Vorlesungen L1.1 und L1.2 nach den Angaben der Dozenten aus der Vorabbefragung in den 15 Vorlesungswochen (W)

W	Themen Vorlesung L1.1	Themen Vorlesung L1.2
1	Einführung: Grundlegende Definitionen, Wissenschaftliche Schreibweise, mathematisches Runden	Einführung
2	Atomtheorie: Atomnummer, Atomgewicht, Isotope, Atomtheorie, Energie und Photonen, Periodensystem, Elektronenschalen (Haupt- und Nebenschalen), Besetzungsregeln der Elektronen Konfiguration, Valenzschale, Valenzelektronen (Hundt-, Pauli-Regel)	Messungen in der Chemie
3	Atomtheorie: Fortsetzung, Periodensystem	Atomtheorie: Elemente und Atomnummer, Isotope und Atomgewicht
4	Atomtheorie: Elektronensymbol, Ionen- und Molekülbindung, Elektronegativität	Elektronenstruktur der Atome
5	Ionen, ionische Verbindungen, Ionisierungsenergie, Elektronenaffinität, Ionenbindung, Oktett-Regel	Elektronenstruktur der Atome
6	Atomtheorie: Kovalente Bindung, Moleküle, Bindungslänge, potentielle Energie, Molekülverbindungen, Anzahl kovalenter Bindungen, Mehrfach- und Einfachbindungen	Elektronenstruktur der Atome
7	VSEPR: Einführung des Modells	Elektronenstruktur der Atome
8	VSEPR: Vorhersage der Molekülstruktur	Elektronenkonfiguration
9	VSEPR: Bildung der Hybridorbitale (sp , sp^2 , sp^3 , sp^3d)	Elektronenkonfiguration
10	Polare und nicht-polare Verbindungen, binäre Verbindungen	Ionische Verbindungen
11	Wiederholung der vorhergehenden Kapitel	Kovalente Bindungen
12	Säuren und Basen: Brønsted-Lowry-Theorie, Lewis-Theorie, konjugierte Säuren- und Basenpaare, Stärke von Säuren und Basen, Säuredissoziation (K_A), Dissoziation von Wasser, pH-Wert	Kovalente Bindungen
13	Säuren und Basen: Berechnung von pH-Werten	Kovalente Bindungen
14	Säuren und Basen: Puffersysteme, pH-Wert und Konzentrationen, Titration, Notwendigkeit von Puffersystemen in lebenden Organismen	Kovalente Bindungen
15	Abschlussprüfung	Säuren und Basen Abschlussprüfung

Vorlesung L2

Die Vorlesung L2 wird jeweils im Wintersemester zeitgleich von zwei Dozenten (D3 und D4) angeboten. Sie umfasst die beiden Teilgruppen L2.1 und L2.2 und beinhaltet in der Fortsetzung der ersten Vorlesung die Reaktionen von anorganischen Verbindungen und Reinsubstanzen, insbesondere elektrochemische und thermodynamische Prozesse werden hier thematisiert. Tabelle 4.2 gibt einen Überblick über die Themenverteilung in den beiden Teilvorlesungen nach den Angaben von Dozent D3 in der Vorabbefragung. Die beiden Kurse sind im Gegensatz zu den Kursen der Vorlesung L1 äquivalent zueinander und folgen demselben Themenverteilungsplan. Die Aufteilung der Studierenden auf die Kurse erfolgt hier nicht mehr nach dem Leistungsniveau der Studierenden, sondern nach dem Studienfach der Studierenden.

Tabelle 4.2: Aufbau der Vorlesungen L2.1 und L2.2 nach den Angaben der Dozenten aus der Vorabbefragung in den 15 Vorlesungswochen (W)

W	Themen Vorlesung L2
1	Chemische Reaktionen: Wissenschaftliche Einheiten (mol, Avogadro Zahl)
2	Chemische Reaktionen: Lösungsreaktionen, Redox-Reaktionen
3	Chemische Reaktionen: Oxidationszahlen, Batterie, Solarzelle
4	Fortsetzung Chemische Reaktionen: Oxidationszahlen, Batterie, Solarzelle
5	Energien und chemische Bindungen: endotherme Reaktionen, exotherme Reaktionen, Enthalpie, Entropie
6	Chemische Reaktionen: Reaktionsgeschwindigkeiten, Potentielle und Aktivierungsenergie, Katalysatoren
7	Thermodynamische Prozesse: Chemisches Gleichgewicht, Le Chatelier Prinzip
8	Fortsetzung: Thermodynamische Prozesse
9	Thermodynamische Prozesse: Van't Hoff Gleichung
10	Thermodynamische Prozesse: Veränderungen von Entropie und Enthalpie
11	Thermodynamische Prozesse: Ideales Gas
12	Molekulare Interaktionen: Molekül-Molekül Interaktionen, Wasserstoffbrückenbindung
13	Elektrolyse
14	Säuren und Basen: Puffersysteme
15	Radiochemie: Radioaktivität
	Abschlussprüfung

4.2 Beschreibung der räumlichen Situation in der Vorlesungssälen

Während des Untersuchungszeitraumes wurden von den Dozenten verschiedene Räume genutzt, welche sich aber nur in geringem Maße voneinander unterschieden. Im Allgemeinen folgt der Aufbau der genutzten Vorlesungsräume an der Shizuoka University dem gleichen Grundaufbau. An der Stirnseite des Raumes befinden sich jeweils das Dozentenpult und ein kleines Podest vor der leicht erhöht angebrachten und sich über die volle Raumbreite von ca. 6 m erstreckenden Tafel. Die Studentenpulte sind in drei gleichgroße Blöcke aufgeteilt: einen Mittelblock und jeweils rechts bzw. links von einem Gang abgetrennt zwei Seitenblöcke, die drei bzw. vier Plätze aufweisen. Die Sitzreihen steigen zum hinteren Teil des Raumes leicht an, um den Studierenden eine bessere Sicht auf die Tafel zu ermöglichen. Alle Vorlesungsräume weisen eine Lautsprecheranlage auf, mit denen die Dozenten während der Vorlesung arbeiten, sowie einen festinstallierten Beamer und eine Leinwand auf.

Die von den Dozenten der Vorlesung L1.1 (Dozent D1) und L1.2 (Dozent D2) genutzten Räume, befinden sich im gleichen Gebäude. Dozent D2 nutzte im Gegensatz zu Dozent D1 einen moderner eingerichteten Raum (Abbildung 4.1), der zusätzliche Repeater-Bildschirme aufweist. Die Leinwand ist bei den genutzten Räumen jeweils auf der vom Dozenten aus gesehenen rechten Raumseite vor der Tafel angebracht, so dass es möglich war, sowohl Visualisierungen auf der Leinwand dazustellen als auch gleichzeitig die Tafel zu nutzen. Diese Anordnung ist bei beiden Dozenten sowohl in der Kontroll- als auch in der Experimentalgruppe möglich.



Abbildung 4.1: Ansicht des von D2 genutzten Vorlesungsraumes. An der Stirnseite des Raumes sind die Tafel mit der sich davor befindlichen Leinwand zuerkennen, im Vordergrund die beiden Repeater-Bildschirme für die Studierenden der hinteren Sitzreihen.

Im Falle der Vorlesung 2 (Dozenten D3 und D4) können in der Experimentalgruppe nur Vorlesungsräume genutzt werden, in denen sich die Leinwand direkt vor der Tafel befindet. Der weitere Aufbau der Räume entspricht dem Muster der Vorlesung 1. Durch die direkt mittig vor der Tafel angebrachte Leinwand wurde der Einsatz der Visualisierungen innerhalb der Vorlesung für die Dozenten deutlich erschwert, da die Tafel nicht gleichzeitig nutzbar war.

4.3 Strategieplanung mit den Dozenten

Zu Beginn des Projekts wurden die Themen der Chemievorlesung, die bei den Studierenden die meisten Verständnisprobleme hervorgerufen haben, von den Dozenten identifiziert. In einer Vorabbefragung wurden die Dozenten nach ihrer Einschätzung der Schwierigkeiten der Studierenden in ihren Vorlesungen befragt, wobei nur die drei Dozenten D1, D2 und D3 Angaben machten (Tabelle 4.3).

Tabelle 4.3: Benannte Schwierigkeiten durch die Dozenten im Vorfeld der Studie

Vorlesung L1.1	Vorlesung L1.2	Vorlesung 2 (L2.1)
Inhalte schwer zu verstehen: Atomorbitale, VSEPR Stereochemie Molekülorbitale, Hybridorbitale	Studenten wollen nicht hart nachdenken	Inhalte schwer zu verstehen
Puffermechanismus (Säure-/Basenzugabe, ablaufende Reaktionen, Berechnungen: pH- Wert, Protonenkonzentration)	Anscheinend denken sie, dass Chemie durch Aus- wendiglernen lernbar ist	Puffermechanismus Batterie

Es erscheint den Dozenten, als ob die Studierenden deutliche Schwierigkeiten im Verständnis der komplexen Vorlesungsinhalte hätten; dieses äußert sich durch eine Verschlechterung der Testergebnisse. Des Weiteren entsteht der Eindruck, dass die Studierenden eher versuchen, komplexe Inhalte der Vorlesung auswendig zu lernen, anstelle die Inhalte im Zusammenhang zu verstehen. In der Hauptsache wurde von diesen Dozenten ein fehlender Leistungswille der Studierenden bemängelt, die ihren Angaben nach „nicht hart nachdenken wollten“ und so vermehrt durch reines Auswendiglernen, wie die Studierenden dies aus ihrer Schulzeit gewohnt waren, die Fakten für die Prüfung erlernten.

Während die Dozenten D1 und D3 an dieser Stelle konkrete Angaben zu den problematischen Themenbereichen aus der Vorlesung machen (z. B. Stereochemie, Molekülorbitale oder Puffermechanismen), benennt der Dozent D2 hier keine konkreten Themenbereiche. In einem nachfolgenden Gespräch mit dem vierten Dozenten wurde eine Deckungsgleichheit der Antworten mit denen des Dozenten D3 festgestellt; daher werden die beiden parallel ablaufenden Vorlesungsteile in dieser Hinsicht gleich betrachtet. Auf eine gesonderte Auflistung der Antworten wird an dieser Stelle verzichtet.

Die Verwendung von Visualisierungen wird von den Dozenten als richtiges Medium angesehen, um die unsichtbaren Prozesse in der Chemie zu veranschaulichen, und so z. B. die Elektronenstruktur von Atomen sichtbar zu machen. Es wurde auch in Gesprächen die Meinung geäußert, dass zu viel scheinbare Hilfe die Studierenden hindern würde, ein tieferes Verständnis der Details zu erreichen.

Die beiden Vorlesungen werden basierend auf dem verwendeten Chemielehrbuch (McMurry, Castellion, Ballantine & Sugawara, 2007a, 2007b; McMurry, Castellion, Ballantine, Sugawara & Imanishi, 2007); engl. Sprachausgabe (McMurry, 2010)) durchgeführt, wobei dieses sowohl die Hauptlehrgrundlage in der Vorlesung als auch die Lerngrundlage der Studierenden darstellt. Die Vorlesungen werden in der Regel durch Tafelanschiebe begleitet, die Ergänzungen und Erklärungen der Inhalte des verwendeten Textbuches darstellen bzw. für Demonstrationsrechnungen verwendet werden. Eine Darstellung von Tabellen und Grafiken in Form einer Projektion bzw. die Verwendung von PowerPoint-Präsentationen o.ä. zur Ergänzung und Unterstützung des Lehrvortrages fand zu diesem Zeitpunkt keine Anwendung.

Von den Dozenten werden in begrenztem Ausmaß zusätzlich verschiedene weitere Materialien in der Vorlesung verwendet. Alle Dozenten setzen einen Test in 14-täglichem Rhythmus als Kontrollmechanismus und Teilprüfung für die Studierenden seiner Vorlesung ein. Im Rahmen der Beobachtungen vor Ort wurde ersichtlich, dass auch dieser Dozent D1 ihn als Test innerhalb der Vorlesung einsetzt, während D2 ihn jedoch als anzugebende, bewertete Hausaufgabe einsetzte. Dozent D3 gab an, ebenfalls einen Test zu verwenden und diesen immer am Ende eines Themenabschnitts einzusetzen. Im Falle der L2 wurde dieses erst in der Beobachtungsphase der Kontrollvorlesung erkannt. Von Dozent D3 wurde er jedoch ebenfalls als bewertete Hausaufgabe eingesetzt, während Dozent D4 den Test in den ersten 15 Minuten der Vorlesungsstunde nach Kapitelabschluss durchführte.

Dozent D2 verwendet ein in den letzten Jahren entwickeltes Erweiterungsskript zusätzlich zum Lehrbuch ein, mit dem er die in seiner Vorlesung vorkommenden vertieften Inhalte abdeckte, welche in dieser Form im Lehrbuch nicht zu seiner Zufriedenheit enthalten waren.

Aus den Ergebnissen wurde der erste Entwurf eines Vorschlages für die Erstellung der Visualisierungen entwickelt, der nachfolgend zuerst mit den Dozenten abgesprochen wurde. Die Materialentwicklung und Absprachen erfolgten sowohl im Vorfeld als auch vertieft in der Zeit der Evaluation und Vorlesungsbeobachtungen der jeweiligen Kontrollgruppen.

4.4 Entwicklung der Visualisierungen

Ausgehend von den Theorien des Lernens (vgl. Kapitel 2.1) wurde die Entwicklung der Visualisierungen konzeptioniert. Die Cognitive-Load-Theorie kann mit der Berücksichtigung der Begrenzung des Arbeitsgedächtnisses als Ausgangspunkt der Konzeption multimedialen Lernens identifiziert werden. Im Zusammenhang mit Designentscheidungen, welche den *intrinsic*, *extraneous* und *germane cognitive load* beeinflussen, kann die Grundlage für ein effektives Lernen geschaffen werden. Besonders der Wissensstand der Lernenden ist hier maßgeblich, da hierdurch die Komplexität des Lernmaterials sowie eine Sequenzierung der Lernmaterialien und damit der *intrinsic load* gesteuert werden kann (Niegemann, 2008, S. 49). Das visuelle Vorstellungsvermögen der Lernenden ist hier abhängig von den Vorerfahrungen und dem Lernstand (*imagination effect*) und muss daher die Wahl der Informationsangebotsform mitbestimmen: hierbei darf die Gruppe der schwächeren Lerner nicht durch ein Angebot zu viele Informationen überfordert werden, während die Gruppe der stärkeren Lerner nicht durch zu einfach Darstellungen unterfordert werden sollte.

Aus der Multimedia-Learning-Theorie kann abgeleitet werden, dass das Informationsangebot für die Lernenden auf die beiden Aufnahmekanäle verteilt werden muss, um eine Überlastung des Arbeitsgedächtnisses und damit den Lernprozess zu verhindern. Ebenso sollte der Informationsfluss auf beiden Aufnahmekanälen beschränkt werden, um eine Konkurrenz der Informationsaufnahme der beiden Kanäle im Arbeitsgedächtnis zu vermeiden (Niegemann, 2008, S. 53–54). Den Multimediaprinzipien von Mayer und Moreno (Mayer & Moreno, 2002) folgend wurde die besondere Aufmerksamkeit den Prinzipien des Multimedia-Designs (Multimedia-Prinzip, Raum Kontiguitätsprinzip, Redundanzprinzip, Kohärenzprinzip und Modalitätsprinzip) bei der Erstellung der Visualisierungen gewidmet. Das für die Texte bzw. verbale Erzählungen in Animationen relevante Personalitätsprinzip (Mayer & Moreno, 2002) wird durch den Dozenten selbst über die Integration in einen Vortrag Präsentation realisiert. Für die Gestaltung einer effektiven Unterrichtssequenz wird eine kurze Animation für den gewählten Inhalt präsentiert. Sie enthält so viele Details wie für die genaue Darstellung der chemischen Fachinhalte notwendig sind, Buttons zur Steuerung der Visualisierung (Pause, Vorwärts, Rückwärts, Ende) und adressiert eine Fehlvorstellung, wie sie von der Literatur berichtet wird (z. B. Kind, 2006).

Mit Hilfe von geeigneten Visualisierungen wird so eine Basis für die Entwicklung von dynamischen mentalen Modellen der chemischen Konzepte, Reaktionen, Prozesse und

Strukturen geschaffen. Im Gegensatz zu den Visualisierungen des ursprünglichen ChiLe-Projekts werden in den Visualisierungen weniger Textinformationen gegeben. Zum besseren Verständnis und der individualisierbaren Nutzung der Visualisierungen durch die beteiligten Dozenten werden innerhalb dieser nur Stichworte genannt. Daher ist der Dozent in der Lage, diese Visualisierungen in seine eigenen Erklärungen frei einzubinden.

Software und technische Gestaltung

Für die Entwicklung der 2D-Animationen wurde Macromedia Director (Macromedia, 2004) genutzt, um eine plattformübergreifende Nutzungsmöglichkeit (Windows und Mac) zu bieten. Die 3D-Moleküle wurden zunächst mit ChemSketch (Advanced Chemistry Development, 2012) gezeichnet; danach wurden die Optimierung der 3D-Struktur und die Berechnung der Moleküloberflächen mit HyperChem (HyperCube, 2007) durchgeführt. Da die Visualisierungen in größeren Hörsälen mit einer Raumlänge von ca. 20 m verwendet werden, müssen die Visualisierungen auf diese Distanzen angepasst werden, so dass auch in der letzten Sitzreihe die Details der Abbildungen noch gut zu erkennen sind. Durch die Skalierung der Visualisierungen auf eine Auflösung von 1000x600 px sind auch kleine Details wie z. B. Elektronendarstellungen gut zu erkennen. Die Größen in den Darstellungen wurden so gewählt, dass die realen Größenverhältnisse der Atome und Ionen wiedergegeben werden.

Die Visualisierungen wurden in HTML-basierte Webseiten integriert, die als Rahmen aller im Hörsaal präsentierten Visualisierungen dienen. Durch die Erstellung von HTML-Seiten können die 2D-Animationen in jedem Browser (z. B. Internet Explorer, Firefox) über das Shockwave-Plugin von Adobe angezeigt werden. Die 3D-Molekülmodelle werden mittels des Java-Applets Jmol (Jmol Development Team, 2012) angezeigt, wobei hierfür keine weiteren Installationen außer Java auf dem Rechner vorgenommen werden müssen. Für den breiten Einsatz der Visualisierungen sollen alle Dateien kompatibel für den Einsatz im Internet und auf lokalen Rechnern sein; zusätzlich soll es ebenfalls für die Nutzer verschiedener Betriebssysteme möglich sein, die Visualisierungen verwenden zu können (Burke et al., 1998). Die erstellten Visualisierungen sind allgemein zugänglich auf der ChiLe@Uni-Projekthomepage (<http://highed.chemieunterricht-interaktiv.de>) unter der Creative Common License abrufbar.

Bereitstellung der Visualisierungen für die Dozenten und die Studierende

Die Bereitstellung der Visualisierungen erfolgte für die Dozenten in Form einer CD-Rom mit den lokal aufrufbaren HTML-Webseiten für die Verwendung im Vorlesungsraum. Die Navigation innerhalb der CD-ROM erfolgt durch mit Hyperlinks verbundenen Menüseiten, die zu den verschiedenen Visualisierungen führen. Um den Studierenden die Möglichkeit zu bieten, die Visualisierungen bei der Wiederholung und Festigung der Inhalte der Vorlesung zu verwenden, wurde ein eLearning-Kurs auf einem moodle[®]-Server eingerichtet. Die Struktur dieses Kurses richtete sich nach der Struktur der Vorlesung. Zur Nutzung der eLearning-Plattform wurde ein Computerpool der Shizuoka Universität mit den nötigen Java-Installationen eingerichtet. Als Spracheinstellung der eLearningplattform moodle[®]

wurde Japanisch gewählt, um den Studierenden die Nutzung des eLearning-Kurses zu erleichtern.

Aufbau der 2D-Visualisierungen

Die 2D-Visualisierungen können als interaktiv-dynamische Anzeigen (Hegarty, 2004) beschrieben werden: die Geschwindigkeit der Anzeige kann geändert und alle Teile können wiederholt angezeigt werden; jedoch haben die Lernenden einem in der Visualisierungen vorgegebenen Pfad zu folgen. Die Steuertasten für die 2D-Visualisierungen wurden direkt in den Shockwave-Animationen integriert. Abbildung 4.2 zeigt ein Beispiel einer 2D-Visualisierung zur Erklärung der Hundt- und Pauli-Regel zur Füllung der Orbitale der Atome (hier: Nickel) mit Elektronen. In der Regel sind die Visualisierungen bei der Erklärung chemischer Reaktionen (z. B. Oxidationsreaktionen) aus der Darstellung sowohl der submikroskopischen und der formalen Darstellungsebene zusammengesetzt, um das Verständnis der Studierenden für die Struktur der Materie zu entwickeln.

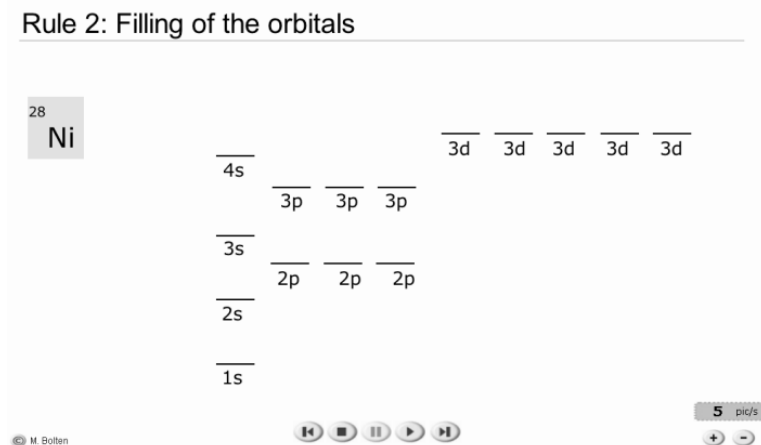


Abbildung 4.2: Beispiel der Ansicht einer 2D-Schockwave Animation, 2D-Visualisierung zur Erklärung der Hundt- und Pauli-Regel der Füllung von Atomorbitalen mit Elektronen

In der oberen Titelzeile wird der Abschnittstitel der Visualisierung angezeigt. Damit kann der Anwender den aktuellen Abschnitt der Animation identifizieren. Die Navigation innerhalb der Visualisierung erfolgt mittels der Steuerbuttons im unteren mittleren Bereich der Visualisierung. Im rechten unteren Bereich kann die Anzahl der Bilder pro Sekunde eingestellt werden; standardmäßig ist die Geschwindigkeit auf fünf Bilder pro Sekunde festgelegt, sie kann hier aber beschleunigt oder verlangsamt werden. Nur wenige Textanmerkungen sind gegeben, so dass die Dozenten die Animation in verschiedenen Unterrichtssituationen mit ihren eigenen Erklärungen verwenden können (Burke et al., 1998). Die 2D-Visualisierung stoppt jeweils nach einem vorher festgelegten Hauptabschnitt bzw. Schritt der beobachteten Reaktion analog zum Segmentierungsprinzip nach Mayer (vgl. Kapitel 2.1.2). Dies gibt den Dozenten die Möglichkeit, den Abschnitt zu diskutieren und verschiedene Aspekte zu betonen oder auch zu wiederholen. Die Ausführungen der Referenzen werden daher durch die Abschnitte vorstrukturiert, um wichtige Punkte hervorzuheben und Teilschritte der Visualisierung leichter erklären zu können.

Aufbau der 3 D-Visualisierungen

Für die 3D-Visualisierungen (Abbildung 4.3) wurden Strukturen verschiedener Moleküle und Verbindungen ausgewählt, um Eigenschaften wie die räumliche Anordnung oder die Größenbeziehung zwischen Atomen und Ionen zu zeigen. Die Schaltflächen zur Steuerung der Modelle wurden direkt in die HTML-Webseiten mit JavaScript eingebunden und neben der 3D-Visualisierung platziert. Die Tasten ermöglichen den Dozenten die Darstellungsform zwischen der Ball&Stick-Darstellung, der Stabdarstellung und der Einblendung des Van-der-Waals-Radius zu wechseln. Des Weiteren kann das Molekül automatisch rotiert und die Elementsymbole der Strukturen angezeigt werden. Eine Simulation für die Erforschung von Gaseigenschaften (LeMaster, 2012) und ein interaktives Periodensystem der Atomorbitale (Immel, 2009) konnte mit der Erlaubnis der jeweiligen Forschungsgruppen integriert werden.

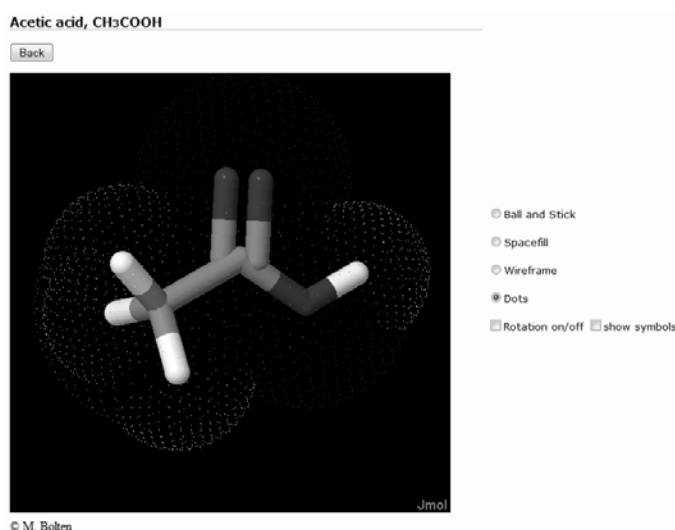


Abbildung 4.3: Designbeispiel eines 3 D-Jmol-Molekülmodells, Stabdarstellung mit eingeblendetem Van-der Waals-Radius

Eine Übersicht über die einzelnen Lernabschnitte und die darin enthaltenen Visualisierungen sind in Tabelle 4.4 (Vorlesung L1) und Tabelle 4.5 (Vorlesung L2) angegeben. Alle von den Dozenten im Kapitel 4.2 identifizierten Themen werden durch mindestens eine Visualisierung angesprochen.

Während der Entwicklung der Visualisierungen wurden die Unterschiede der Unterrichtstile und Vorstellungen der Dozenten auf der Grundlage der verschiedenen Lehr- und Lernkulturen und die verschiedenen Ansichten über das Lehren und Lernen in der Hochschulbildung in Japan und Europa berücksichtigt. Während des Auswahlprozesses der Themen und der Erstellung der Visualisierungen war ein enger Austausch zwischen den Entwicklern und den Dozenten nötig, um die Vorstellungen und Ideen mit der technischen Umsetzung der Visualisierung in Einklang zu bringen. Daher wurden die Visualisierungen mehrmals in Rücksprache mit den Dozenten überarbeitet. Einige der Themen (molekulare Wechselwirkungen sowie dem Thema Säuren, Basen und Puffersysteme) werden in Vorlesung Teil 1 eingeführt und in Vorlesung Teil 2 wiederholt bzw. vertieft. Einige der Visualisierungen sind daher in beiden Vorlesungsteilen enthalten. So werden die Dozenten in die

Lage versetzt, das Thema mit einer Visualisierung zu wiederholen, die den Studierenden bereits bekannt ist.

Tabelle 4.4: Liste der für die Chemievorlesung L1 entwickelten Visualisierungen nach der Strategieplanung mit den Dozenten der L1.1 und L1.2

Thema Vorlesung 1	Visualisierungen
Atome und VSEPR-Modell	What is an atom? Levels of atoms ^a Atomic diameter ^a Orbitals ^c VSEPR models of different substances ^a VSEPR models ^b
Elektronenkonfiguration	The electron dot symbol of Chlorine ^a Electron configuration of Chlorine ^a Electron configuration of Nickel and Copper ^a Electron configuration of Iron ^a Hybridisation of the C-Atom ^a
Bindungen und Interaktionen	Molecular interactions ^a Ionic and covalent bonding ^a Carbon modifications ^b Water and Ice ^b
Säuren und Basen	Reactions of Acids and Bases ^a Buffer reactions ^a Acetic acid ^b
Verschiedenes	Rutherford experiment ^a Potential energy ^a Crystal lattice of NaCl ^b

^a 2D-Shockwave Animation, ^b 3D-Jmol Molekülmodell, ^c 3D-Jmol Darstellung (Immel, 2009)

Tabelle 4.5: Liste der für die Chemievorlesung L2 entwickelten Visualisierungen nach der Strategieplanung mit den Dozenten der L2.1 und L2.2

Thema Vorlesung 2	Visualisierungen
Chemische Reaktionen	Reaction equations ^a Hydrogen catalysis ^a Entropy, Enthalpy, and Gibbs Free Energy ^a
Thermodynamische Prozesse	Le Châtelier principle ^a Gas properties ^c
Elektrochemie	Redox Reaction ^a Zinc and Copper solution ^a Daniell element ^a Lead accumulator ^a Solar cell ^a
Molekülinteraktionen	Ionic and covalent bonds ^a Water and ice ^b Crystal lattice ^b
Säuren und Basen: Puffersysteme	Acids and bases ^a Acetic acid ^b Buffer reactions ^a Blood buffer system ^a

^a 2D-Shockwave Animation, ^b 3D-Jmol Molekülmodell, ^c Simulation (LeMaster, 2012)

5 Konzeption und Validierung der Fragebogenstudie

Um die Veränderung der Selbsteinschätzung und damit auch der Lernleistung der Studierenden durch den Einsatz digitaler Medien zu erheben, wird eine fragebogenbasierte Interventionsstudie im Pre-Post-Design durchgeführt. Diese dient dem Vergleich der traditionellen Form der Vorlesung in der Kontrollgruppe, d.h. mündliche Präsentation mit ergänzendem Tafelinsatz, mit der durch interaktive Medien unterstützten Form der Vorlesung in der Experimentalgruppe. Um das Lernen mit den interaktiven Visualisierungen den Studierenden auch unabhängig von der Vorlesung zu ermöglichen, wird ein eLearning-Kkurs eingerichtet, in dem die Studierenden auf die Visualisierungen zugreifen können. Die Ergebnisse der einzelnen Vorlesungen werden nach Abschluss der jeweiligen Befragungsabschnitte verglichen.

Die Studie wird dabei in eine Validierungsphase und eine Hauptphase unterteilt, die zusammen 2,5 Jahre in Anspruch nahmen. Die Validierung fand im WS 2010/2011 mit einer Studierendengruppe statt. Die Haupterhebung fand im Zeitraum von Sommersemester 2011 bis Wintersemester 2012/2013 statt (Tabelle 5.1). Im Sommersemester 2011 und im Wintersemester 2011/2012 erfolgte die Datenerhebung für die Kontrollgruppen der beiden Vorlesungsgruppen von L1 (CL1.1 und CL1.2) bzw. L2 (CL2.1, CL2.2). In dem darauffolgenden Sommersemester 2012 bzw. Wintersemester 2012/2013 erfolgte die Datenerhebung in den Experimentalgruppen der jeweiligen Kurse von L1 (TL1.1 und TL1.2) bzw. L2 (TL2.1 und TL2.2). Die Fragebögen wurden in allen befragten Semestern jeweils in der ersten Vorlesungsstunde (Pre-Befragung) und in der letzten Vorlesungsstunde (Post-Befragung) ausgegeben, die Bearbeitungsphase dauert dabei jeweils ca. 20 min. Da die enthaltenen Fragen in englischer Sprache gestellt wurden, übersetzten die Dozenten einzelnen Fragen ins Japanische, um Missverständnisse zu vermeiden.

Tabelle 5.1: Übersicht über den Ablauf der Studie

Semester	Erhebungsgruppe	Vorlesung	Dozent
Wintersemester 2010/2011	Validierungsgruppe	L2.1	3
Sommersemester 2011		CL1.1	1
Wintersemester 2011/2012	Kontrollgruppe	CL1.2	2
		CL2.1	3
CL2.2		4	
Sommersemester 2012		TL1.1	1
Wintersemester 2012/2013	Experimentalgruppe	TL1.2	2
		TL2.1	3
		TL2.2	4

5.1 Fragebogenerstellung

Um die möglichen Veränderungen durch die zwei verschiedenen Unterrichtsmethoden (traditionelle vs. medienunterstützte Form) zu erfassen, wurde basierend auf dem zuvor erläuterten Theoriegebäude ein Fragebogen mit dem Fokus auf die Erhebung der Einstellung der Studierenden zu chemieverwandten Themen, zu ihren Erfahrungen mit Chemie und ihrer Einstellung gegenüber der Chemie sowie ihrer Nutzung von Computern/Technologie im Allgemeinen und zum Lernen erstellt. Auf Grund der spezialisierten Fragestellung nach der Nutzung von neuen Medien in der Chemielehre konnte nicht auf

einen fertigen Fragebogen aus der Literatur zurückgegriffen werden. Nach der Identifizierung der Hauptfragestellungen konnten aus der Literatur bekannte Fragebögen als Grundlage verwendet werden, um einen auf die vorliegenden, projektspezifischen Fragestellungen zugeschnittenen Fragebogen zu erhalten.

Der Fragebogen ist in drei Abschnitte gegliedert: „Einstellung gegenüber der Chemie“, „Chemieverständnis“ und „Computerfähigkeiten und Lernen“. Diese werden aus mehreren Skalen der verwendeten Fragebögen zusammengesetzt. Einen Überblick über die enthaltenen Skalen und Subskalen gibt Abbildung 5.1. Der Fragebogen wurde sowohl in der Pre- als auch in der Post-Befragung mit einer geringen Ergänzung der Fragen verwendet.

Einstellung gegenüber der Chemie	Chemieverständnis	Computerfähigkeiten und Lernen	Persönliche Daten
<ul style="list-style-type: none"> • Einstellung gegenüber Chemikern • Fähigkeiten von Chemikern • Einstellung gegenüber der Rolle der Chemie in der Gesellschaft • Freizeitinteressen • Karriereinteressen 	<ul style="list-style-type: none"> • Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartungen • Kognitive Selbstwirksamkeitserwartungen • Selbstwirksamkeitserwartungen für Alltagsanwendungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Einschätzung der eigenen Computererfahrungen • Nutzung von Online-Materialien und eLearningkursen zum Lernen • Computerbezogenes Lernen • Computernutzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Matrikelnummer • Alter • Geschlecht • Studiengang • Studiensemester

Abbildung 5.1: Skalen und Subskalen des Fragebogens

Der erste Abschnitt „Einstellung gegenüber der Chemie“ wird aus der Skala „Attitude toward chemistry“ des CAEQ-Fragebogens von (Dalgety et al., 2003) gebildet. In ihr werden die weiteren Subskalen „Attitude towards chemists“, „Skills of chemists“, „Attitude towards the role of chemistry in society“, „leisure interest in chemistry“, „Career interest in chemistry“ zusammengefasst.

Der zweite Abschnitt des Fragebogens „Chemieverständnis“ wird von den Skalen „Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung“ („Chemistry self-efficacy“, Dalgety et al., 2003), „Selbstwirksamkeit für die kognitiven Fähigkeiten“ („Self-efficacy for cognitive skills“) und Selbstwirksamkeit für Alltagsanwendungen „Self-efficacy for everyday applications“) gebildet. Diese wurden dem *College Chemistry Self-Efficacy Scale* (CCSES) von Uzuntiryaki und Çapa Aydın (2009) entnommen. Der CCSES enthält zusätzlich die Skala „Self-efficacy for psychomotoric skills“, welche aufgrund der Auslegung auf die praktischen Arbeiten im Labor hier ebenfalls nicht berücksichtigt wird, da die Studierenden in Japan im ersten Studienjahr noch keine praktischen Laborübungen absolvieren.

Der dritte Abschnitt des Fragebogens „Computerfähigkeiten und Lernen“ bezieht sich auf die Selbsteinschätzung der Computerfähigkeiten der Studierenden und den Einsatz des Computers zum Zwecke des Lernens durch die Studierenden. Die Elemente dieses Abschnittes (Tabelle 5.2) wurden verschiedenen Fragebögen entnommen (Forman & Pome-

rantz, 2006; Gallagher, 2007; Yavuz, 2005). Zur besseren Übersicht erfolgt in den folgenden Unterkapiteln die Identifizierung der einzelnen Items über die in Tabelle 5.2 zugewiesenen Nummerierung.

Tabelle 5.2: Fragen des Abschnittes „Computerfähigkeiten und Lernen“, Angabe der Literatur

Item	Fragentext	Literatur
60	How would you rate your computer skills (please mark only one item): Basic user (able to do basic word processing and use the internet). Intermediate users (have mastered the basics and have developed additional skills, including the use of different software programs). Advanced user (knowledgeable about hardware and software, able to problem-solve and advise and teach others). I have no computer skills at this time.	Forman & Pomerantz, 2006
61	Do you use Internet chemistry-related-Web sites to supplement your learning?	
62	Do you think you would prefer taking one or more of your courses during a term on a Web site where you studied and took the exams, on your own?	
63	Computers are good aids to learning.	Gallagher, 2007
64	Using computers makes learning more interesting.	
65	Computers have appositve effect on productive studying and learning.	Yavuz, 2005
66	Lectures should often include computer-assisted instruction.	
67	Using the internet in the learning process is a waste of time.	
68	Using technological tools does not affect the students' motivation.	
69	Technological tools do not need to be used in instruction.	
70	The challenge of solving problems with computers does not appeal to me.	

Die Frage nach den Computerfähigkeiten sowie nach der Nutzung von Chemiewebseiten zum Lernen und der Nutzung von Onlinekursen entstammen dem Fragebogen von Forman und Pomerantz (2006) zur computer-assisted instruction. Die Einschätzung der Studierenden, ob ein Computer eine gute Hilfe zum Lernen bzw. der Interessenförderung durch das Lernen mit dem Computer dient, wurden dem „Computer User Self-Efficacy Scale“ von Gallagher (2007) entnommen. Die weiteren Einschätzungen des Nutzens von Technologien zum Lernen und der Einschätzung der eigenen Beeinflussung dadurch wurden dem Fragebogen von Yavuz (2005) entnommen.

In einem abschließenden Block werden Items zur Personenidentifikation und demographische Elemente (Geschlecht, Alter, Matrikelnummer, Studienfach und Studiensemester) erhoben, die eine eindeutige Zuordnung der Fragebögen zu einer Person ermöglichen. Die Matrikelnummer dient dabei der Verknüpfung der Fragebögen der Pre- mit der Post-Befragung.

Für den Post-Fragebogen werden zusätzlich zu den bisher erläuterten Skalen aus dem dritten Abschnitt des Fragebogens von (Dalgety et al., 2003) („Experiences“) die Fragen, welche direkt die Vorlesung betreffen, für die Bewertung der Vorlesung durch die Studierenden verwendet. Alle weiteren Fragen aus diesem Abschnitt sind im vorliegenden Falle wiederum obsolet, da für die Studierenden weder Tutorien noch Laborarbeiten im Studienablauf vorgesehen sind. Der verwendete Fragebogen im Anhang zu finden.

5.2 Fragebogenvalidierung

An der Validierung des Fragebogens im Wintersemester 2010/2011 nahmen 91 Studierende (41 weiblich, 50 männlich) der Studienfächer Forstwissenschaften, Angewandte Biochemie und Biowissenschaften der Vorlesung L2 teil. Die Studierenden befanden sich mehrheitlich im 2. Studiensemester und waren 18 bis 19 Jahre alt ($N = 78$, 85,7 %). Die Validierung des Fragebogens wurde zu Beginn der Vorlesungsphase in der ersten Vorlesungsstunde durchgeführt.

5.2.1 Methodik der Fragebogenauswertung

Aufgrund der Verwendung von validierten Fragebögen bei der Erstellung des Erhebungsfragebogens, werden an dieser Stelle die Reliabilität der Skalen durch die Berechnung des Cronbach alpha [für die CAEQ-Subskalen unter Berücksichtigung der Hinweise bei Dalgaty et al. (2003)] berechnet.

Die Fragebögen der Validierungserhebung wurden in SPSS 20 erfasst. Die Kodierung der Items erfolgt dabei nach dem Grad der Zustimmung bei den Likert-Skalen mit der Kodierung 1 = keine Zustimmung bis 7 = volle Zustimmung, 1 = ablehnend bis 5 = zustimmend bzw. bei nominalen Items durch die Zuordnung einer Ziffer (bspw. männlich = 0, weiblich = 1). Negativ gepolte Items wurden umkodiert, die Matrikelnummern wurden zur Anonymisierung gelöscht. Die Berechnung der Skalen des Fragebogens *Einstellung gegenüber der Chemie*, *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung*, *Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung*, *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen*, *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten*, *Computerbezogenes Lernen*, *Computernutzung* erfolgt aufgrund der ermittelten nonparametrischen Verteilung der Antworten als Mediane. Im Laufe der Untersuchung stellte sich heraus, dass die Untersuchung der Hauptskala *Einstellung gegenüber der Chemie* die deutlichsten Ergebnisse lieferte, so dass von der Auswertung aller Subskalen im Folgenden abgesehen wird.

Für den neugebildeten Abschnitt „Computerfähigkeiten und Lernen“ wird eine Faktorenanalyse durchgeführt, um eine Reduktion der Dimensionen in der Datenauswertung zu erreichen. Die Faktorenanalyse wurde in einer gedrehten Komponenten-Matrix mit drei Iterationen (Varimax mit Kaiser Normalisierung) zu den Hauptkomponenten durchgeführt.

5.2.2 Faktorenanalyse des Abschnitts „Computerfähigkeiten und Lernen“

Bei der Faktorenanalyse des Abschnitts "Computerfähigkeiten und Lernen" werden zwei Komponenten ermittelt (Tabelle 5.3). Zur besseren Übersicht werden an dieser Stelle die Items in der laufenden Nummerierung der Items verwendet. Die Items 63-65, 67 und 70 werden als Komponente 1, die Items 66 und 68 als Komponente 2 klassifiziert. Item 69 ist nicht signifikant.

Allerdings ist der Validierungsgruppe mit 91 Studierenden relativ klein für die Durchführung einer Faktorenanalyse (Bortz & Schuster, 2010, S. 396), daher wird die Berechnung in der folgenden Erhebung der Kontrollgruppe L1 durch Post hoc-Analyse der Befragungsergebnisse der Kontrollgruppe L1 des Sommersemesters 2011 mit einer höheren Anzahl von Studierenden ($N = 175$, weiblich: 68, männlich: 105) wiederholt (Tabelle 5.4).

Tabelle 5.3: Rotierte Komponentenmatrix Validierungsgruppe, Extraktionsmethode: rotierte Komponentenanalyse, Rotationsmethode Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

Items	Komponente	
	1	2
63 Computers are good aids to learning.	0,723	
64 Using computers makes learning more interesting.	0,830	
65 Computers have a positive effect on productive studying and learning.	0,692	
67 Using the internet in the learning process is a waste of time.	0,710	
70 The challenge of solving problems with computers does not appeal to me.	0,614	
66 Lectures should often include computer-assisted instruction.		0,783
68 Using technological tools does not affect the students' motivation.		0,833
69 Technological tools do not need to be used in instruction.	0,288	

Es ergeben sich in der zweiten Analyse ebenfalls zwei Subskalen, die als *computerbezogenes Lernen* mit den Items 63, 64, 65 und 67, sowie als *Computernutzung* mit den Items 66, 68, 69, und 70 beschrieben werden. Die Skala *computerbezogenes Lernen* umfasst dabei die Einschätzung des Nutzens von Computern für das Lernen. Die Skala *Computernutzung* gibt die Einschätzung des Nutzens von Computern in der Lehre bzw. Vorlesungen der Studierenden wieder.

Tabelle 5.4: Rotierte Komponentenmatrix Pre-Befragung Kontrollgruppe L1, Extraktionsmethode: rotierte Komponentenanalyse, Rotationsmethode Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

Items	Komponente	
	1	2
63 Computers are good aids to learning.		0,830
64 Using computers makes learning more interesting.		0,833
65 Computers have a positive effect on productive studying and learning.		0,718
67 Using the internet in the learning process is a waste of time.		0,413
66 Lectures should often include computer-assisted instruction.	0,779	
68 Using technological tools does not affect the students' motivation.	0,719	
69 Technological tools do not need to be used in instruction.	0,672	
70 The challenge of solving problems with computers does not appeal to me.	0,787	

5.2.3 Reliabilitätsanalyse der Validierungsgruppe und Post-hoc-Analyse der Kontrollgruppe L1

Trotz der Verwendung von validierten Fragebögen wird an dieser Stelle erneut die Reliabilität des Fragebogens mittels Cronbach alpha für die Skalen des CAEQ Fragebogens (Dalgety et al., 2003) berechnet, da der Fragebogen aus verschiedenen Quellen neu zusammengestellt wurde. Die Skalen *Einstellung gegenüber der Chemie*, *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung*, *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung*, *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* und *computerbezogenes Lernen* zeigen eine gute Reliabilität mit einem Cronbach alpha von 0,7 und höher (Tabelle 5.5). Die Skala „Computernutzung“ zeigt hingegen eine unzureichende Reliabilität in der Validierungsgruppe von nur 0,355.

Die geringe Reliabilität kann aus der negativen Polarität der Items in diesem Teil des Fragebogens resultieren, die hier ggf. nicht in vollem Umfang von den japanischen Studenten

verstanden wurden. Die Ergebnisse der Analyse wurde aufgrund der kleinen Gruppengröße der Validierungsgruppe und der z.T. indifferenten Ergebnisse durch eine Post hoc-Analyse der Befragungsergebnisse der Kontrollgruppe L1 im Sommersemester 2011 bestätigt. Hiernach können sicher zwei Skalen identifiziert werden, deren Reliabilität ein akzeptables Niveau erreicht (Tabelle 5.5).

Tabelle 5.5: Ergebnisse der Cronbach alpha-Analyse der Validierungsgruppe im Wintersemester 2010/2011 bzw. Kontrollgruppe 1 im Sommersemester 2011

Item	Cronbach alpha Validierungsgruppe	Cronbach alpha Kontrollgruppe L1
Einstellung gegenüber der Chemie	0,835	0,790
Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	0,925	0,941
Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	0,918	0,924
Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	0,839	0,832
Computerbezogenes Lernen	0,775	0,719
Computernutzung	0,355	0,686

Es ist bekannt, dass der Antwort-Stil bei Likert-Skalen zwischen den Kulturen differiert (Marshall & Lee, 1998). Die beiden Subskalen mit geringer Reliabilität werten den Blick auf das Individuum. In der japanischen Kultur, in der der Blick mehr auf die Gesamtgesellschaft gerichtet ist, könnten die Studierenden Probleme haben, diese individuelle Bewertung von der Gesellschaftsnorm zu trennen und separat zu bewerten.

5.2.4 Post-hoc-Analyse der Skala Dozentenbewertung

Da der Abschnitt Dozentenzufriedenheit erst im Post-Fragebogen eingeführt wird, umfasste der Validierungstest im Wintersemester 2010/2011 diesen nicht. Für den Abschnitt „Computerfähigkeiten und Lernen“ wurde daher im ersten Schritt eine Faktorenanalyse als Post hoc-Analyse der Daten der Kontrollgruppe L1 durchgeführt (Tabelle 5.6).

Tabelle 5.6: Rotierte Komponentenmatrix Pre-Befragung Kontrollgruppe L1, Extraktionsmethode: rotierte Komponentenanalyse, Rotationsmethode Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

Items	Komponente 1
My lectures were interesting in my progress in chemistry.	0,741
The concepts introduced in the lecture material were explained clearly.	0,738
The lecture notes were interesting.	0,721
The chemistry lectures have made me feel that I have the ability to continue science.	0,602
The lecture notes were clearly presented.	0,686
It was easy to find a lecturer to discuss a problem with.	0,543
The lectures were presented in an interesting manner.	0,745
The lecturers explained problems clearly to me.	0,710

Aus den acht Items des Abschnittes konnten in der Post-hoc-Analyse durch die Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse) eine Hauptkomponente (*Dozentenzufriedenheit*) ex-

trahiert werden. Diese erklärt 47,5% der Gesamtvarianz, das Cronbach alpha der Skala liegt bei 0,839.

5.3 Beschreibung der Skalen

Abschließend wird an dieser Stelle eine inhaltlich zusammenfassende Beschreibung der Skalen gegeben, um die Dimension und Bedeutung für die folgenden Datenauswertungen eindeutig zu bestimmen.

Einstellung gegenüber dem Fach Chemie: Die Skala beschreibt die allgemeine Einstellung der Studierenden gegenüber dem Fach Chemie und ihre Sichtweise im Zusammenhang mit den jeweiligen Freizeitinteressen, der Einschätzung der Fähigkeiten von Chemikern, der Beurteilung der Rolle der Chemie in der Gesellschaft und persönlichen Karriereinteressen wieder.

Chemieverständnis:

Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung: Die Skala umfasst die Selbsteinschätzung des Chemieverständnisses und die Einschätzung der Anwendbarkeit von chemischem Fachwissen in der Universität.

Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung: Die Skala gibt das Vertrauen der Studierenden in die eigenen Fähigkeiten zur Anwendung chemischer Grundkenntnisse, z. B. beim Schreiben von Berichten und in Erklärungen für andere Personen, wieder.

Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen: Die Skala gibt das Vertrauen in die Anwendung des erlernten chemischen Fachwissens auf alltägliche Probleme z. B. das Verständnis populärwissenschaftlicher Fernsehsendungen wieder.

Computerfähigkeiten und Lernen:

Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten: Die Skala gibt die Bewertung der eigenen Fähigkeiten in Bezug auf den Umgang mit Computern wieder.

Dichotome Computernutzungsskalen: An dieser Stelle wird die aktuelle Nutzung von *Online-Materialien* in den Lernprozessen der Studierenden und eine Einschätzung zu einem vermehrten Einsatz von Webseiten zum Lernen und Prüfungen (eLearning-Kursen) erfragt.

Computerbezogenes Lernen: Die Skala umfasst die Einschätzung des Nutzens von Computern für das Lernen.

Computernutzung: Die Skala gibt die Einschätzung der Nutzung von Computern in der Lehre bzw. Vorlesungen der Studierenden wieder.

Dozentenbewertung: Die Skala umfasst die Einschätzung der Vorlesung über die Förderung von Interessen, Problemerkklärung und Präsentationsform durch die Studierenden.

6 Ergebnisse der Studie

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Fragebogenstudie dargelegt. Zu Beginn wird die Auswertungsmethodik innerhalb der Studie erläutert. Anschließend werden die Ergebnisse der Hauptbefragung der beiden untersuchten Vorlesungsteile L1 und L2 vorgestellt. Die Darstellung der Ergebnisse beginnt jeweils mit einer deskriptiven Beschreibung der Daten der Gesamtgruppe. Danach werden nacheinander die Ergebnisse der beiden Teilvorlesungen L1.1 und L1.2 bzw. L2.1 und L2.2 dargelegt. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt jeweils in der Reihenfolge der gestellten Forschungsfragen:

1. Welche Veränderungen hat es durch den Technikeinsatz in der Einstellung der Studierenden im Befragungszeitraum gegeben?
2. In wie weit unterschieden sich die Kontroll- und die Experimentalgruppe in der Einstellung zu den beiden Befragungszeitpunkten voneinander?
3. Inwieweit unterscheidet sich Entwicklung der Skalenbewertung der Kontrollgruppe von der Experimentalgruppe?
4. Ist die Veränderung in der Einstellung der Studierenden der Kontroll- und Experimentalgruppe geschlechtsabhängig?
5. Verändert sich die Bewertung der Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen?
6. Wie wird die Vorlesung abschließend von den Studierenden bewertet?

Am Ende des Kapitels erfolgt eine qualitative Auswertung exemplarischer Vorlesungstunden aller vier Dozenten, welche sie in der Experimentalphase bei der Durchführung einer durch Visualisierungen unterstützen Vorlesung zeigen. Anhand dieser Videos soll die Nutzung der Visualisierungen durch die Dozenten innerhalb der Stunden analysiert und unterschiedliches Nutzerverhalten aufgezeigt werden.

6.1 Auswertungsmethodik

Im folgenden Abschnitt werden einführend die in der Studie verwendeten Auswertungsmethodiken zur Auswertung der Fragebogenstudie und der Videobeobachtung erläutert.

6.1.1 Fragebogenauswertung

Die Fragebögen der sowohl der der Haupterhebung der Kontroll- und Experimentalgruppen wurden analog der Methodik der Erfassung der Items der Validierungsfragebögen in SPSS 20 erfasst: die Kodierung der Items erfolgt dabei nach dem Grad der Zustimmung bei den Likert-Skalen mit der Kodierung 1 = keine Zustimmung bis 5 bzw. 7 = volle Zustimmung bzw. bei nominalen Items durch die Zuordnung einer Ziffer (z. B. männlich = 0, weiblich = 1). Negativ gepolte Items wurden umkodiert. Die Matrikelnummern werden nach der Zusammenführung der Pre- und Post-Fragebögen zur Anonymisierung gelöscht.

Die Berechnung der Skalen des Fragebogens *Einstellung gegenüber der Chemie*, *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung*, *Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung*, *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen*, *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten*, *Computerbezogenes Lernen*, *Computernutzung* sowie die im Post-Fragebogen enthaltene *Dozentenbewertung* erfolgt aufgrund der ermittelten nonparametrischen Verteilung der Antworten als Mediane.

Soweit es die Datenlage zulässt, werden die Daten dreischrittig ausgewertet: Gesamtgruppe, Gesamtgruppe aufgeteilt nach Geschlecht und Gesamtgruppe aufgeteilt nach Studienfach. Die Betrachtung der Daten nach Gesamtgruppe und Studiengang unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Geschlechts kann nicht vorgenommen werden, da die Anzahl der Studierenden nicht groß genug ist und so keine zuverlässigen Ergebnisse berechnet werden können. Nicht signifikante Ergebnisse werden in der Beschreibung der Ergebnisse aus Gründen der Übersichtlichkeit nur erwähnt, wenn das Ergebnis für die Diskussion relevant ist.

Die Berechnung von Signifikanzen erfolgt in der Folge ebenfalls durch nonparametrische Methoden (Wilcoxon-, Mann-Whitney-U-Test). Eine Signifikanz wird bei den durchgeführten Analysen jeweils ab einem Signifikanzniveau p unter 0,05 angenommen.

Die Veränderungen der Skalenbewertung der Studierenden innerhalb der vier Teilgruppen im Verlauf der Vorlesung werden mittels des Wilcoxon-Tests bestimmt.

Die Unterschiede der Pre- bzw. Post-Skalenbewertungen der jeweiligen Kontroll- und Experimentalgruppe werden anhand des Mann-Whitney-U-Tests bestimmt.

Um die Entwicklung der jeweiligen Kontroll- und Experimentalgruppe vergleichen zu können, wird zuerst ein Differenzwert der Post- zur Pre-Skalenbewertung berechnet. Mittels des Mann-Whitney-U-Tests werden die Differenzwerte der Kontrollgruppen mit denen der Experimentalgruppe innerhalb der vier Teilgruppen verglichen.

Die Unterschiede der Entwicklung der Skalenbewertung der Studentinnen und Studenten jeweiligen Kontroll- und Experimentalgruppe werden anhand des Mann-Whitney-U-Tests bestimmt.

Die Auswertung der Angaben der Studierenden zur Nutzung von Online-Materialien und der Nutzung von eLearning-Kursen werden deskriptiv ausgewertet. Des Weiteren findet eine Prüfung der Daten auf signifikante Unterschiede der Angaben zwischen den Geschlechtern und den Studienfächern mittels des χ^2 -Tests statt. Eine Signifikanz wird hier ebenfalls ab einem Signifikanzniveau p unter 0,05 angenommen.

Die Angabenauswertung der Studierenden zur Dozentenbewertung erfolgen deskriptiv anhand von Häufigkeitsverteilungen.

6.1.2 Nutzung des eLearning-Kurses

Die Nutzung des eLearning-Kurses wird auf der Basis der Anmeldungen der Studierenden im moodle[®]-System analysiert. Als Grundlage wird die Gesamtanzahl der Studierenden des jeweiligen Semesters genutzt.

6.1.3 Videoauswertung

Die Auswertung der Videoaufzeichnungen erstreckt sich auf die Bewertung des Einsatzes der Visualisierungen in der Vorlesung. Die ausgewählten Videos werden qualitativ mittels der Videographie-Analysesoftware Videograph (Rimmele, 2004) ausgewertet.

Die Auswertung erstreckt sich dabei auf die Tätigkeiten des Dozenten in der Vorlesung und erfolgt in den Kategorien „Vortrag Buch“, „Vortrag Tafel“, „Vortrag Visualisierung“, „Frage an Studierende“, „Anderes“ und „Quiz“. Die Einteilung der videographierten Szenen richtet sich dabei nach der Haupttätigkeit, welcher der Dozent zum Zeitpunkt der Beobachtung nachging. So wird z. B. die Nutzung der Tafel zur Erläuterung einer Beispielrechnung aus dem Buch mit genauer Erklärung des Rechenweges als „Vortrag Tafel“ gewertet, obgleich das Beispiel aus dem Buch verwendet wird. Hingegen wird eine Erklärung des Unterrichtsstoffes aus dem Buch mit zeitweiligen Referenzierungen auf zuvor angeschriebene Beispiele an der Tafel als „Vortrag Buch“ gewertet.

6.2 Darstellung der Ergebnisse von Vorlesung L1

An der Chemievorlesung Teil 1 nahmen insgesamt 176 Studierende in der Kontrollgruppe und 164 Studierende in der Experimentalgruppe teil. Die Studierende teilen sich dabei gleichmäßig auf die beiden Teilgruppen L1.1 (CL1.1: 89, TL1.1: 81) und L1.2 (CL1.2: 87; TL1.2: 83) auf. Eine Übersicht über die Gesamtgruppe ist Tabelle 6.1 zu entnehmen. Die Abkürzung CL kennzeichnet dabei die Kontrollgruppe, die Abkürzung TL die Experimentalgruppe.

Tabelle 6.1: Übersicht über die Zusammensetzung der Stichprobe der Vorlesung L1, Angaben der Gruppengrößen in [%]

		CL1.1		TL1.1		CL1.2		TL1.2	
		Häufigkeit	Gültige %	Häufigkeit	Gültige %	Häufigkeit	Gültige %	Häufigkeit	Gültige %
Gesamtzahl		89		81		87		83	
Geschlecht	weiblich	37	42,0	32	40,0	31	36,0	30	36,1
	männlich	51	58,0	48	60,0	55	64,0	53	63,9
Studienfach	Forstwissenschaften	27	30,3	31	38,8	20	23,0	15	18,1
	Angewandte Biochemie	18	20,2	20	25,0	38	43,7	36	43,4
	Biowissenschaften	44	49,4	29	36,3	29	33,3	32	38,6
Alter	18/19	78	88,6	71	88,8	83	96,5	80	96,4
	20/21	7	8,0	9	11,3	3	3,5	3	3,6
	22/23	2	2,3	0	0,00	0	0,0	0	0,0
	24/25	1	1,1	0	0,00	0	0,0	0	0,0
Studiensemester	1	72	82,8	72	88,9	81	94,2	82	100
	2	2	2,3	5	6,2	1	1,2	0	0,0
	3	7	8,0	4	4,9	3	3,5	0	0,0
	4	1	1,1	0	0,0	1	1,2	0	0,0
	5	4	4,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	6	1	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Die Anzahl der weiblichen bzw. männlichen Studierenden in den vier Teilgruppen ist annähernd gleich. Die Teilgruppen L1.1 werden von ca. 40 % weiblichen und 60 % männlichen Studierenden besucht. In den Teilgruppen der L1.2 ist die Zahl der männlichen Studierenden mit ca. 64 % leicht höher.

Die Anteile der Studierenden der drei verschiedenen Studiengänge ist in den beiden Kursteilen recht gleichmäßig. Es zeigt sich nur ein leichter Trend zu einer Verteilung nach Studienfachwahl: während der Anteil der Studierenden der Forstwissenschaften und der Biowissenschaften in Teilgruppe L1.1 größer ist als in Teilgruppe L1.2, ist der Anteil der Studierenden der des Faches Angewandte Biochemie in L1.2 größer.

Die Kurse werden hauptsächlich von Studierenden im Alter von 18/19 Jahren besucht, was dem 1. Studiensemester entspricht. Nur ca. 11 % der Studierenden der Teilgruppen L1.1 und nur ca. 3,5 % der Studierenden der Teilgruppen L1.2 sind im Alter von 20/21 Jahren. Die höheren Altersgruppen und damit verbundenen höheren Studiensemester sind nur noch vereinzelt in den Kursen vertreten.

6.2.1 Darstellung der Ergebnisse von Vorlesung L1.1

In den nachfolgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Datenauswertung für die Vorlesung L1.1 nach der eingangs beschriebenen Vorgehensweise dargestellt.

6.2.1.1 Veränderungen innerhalb der Gruppen: Post-Pre-Analyse

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der Kontroll- und Experimentalgruppe C/TL1.1 sind parallele Entwicklungen zu verzeichnen. Im Vergleich der Skalenbewertung (Tabelle 6.2) verhalten sich die beiden Teilgruppen CL/TL1.1 im Trend ähnlich: die *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* und *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* werden von beiden Gruppen positiv bewertet, während das *computerbezogene Lernen* negativ bewertet wird, z.T. wurde hier die Signifikanz nur knapp verfehlt; die Bewertung der *Einstellung zum Fach Chemie* und der *Computernutzung* ändert sich bei beiden Gruppen nicht signifikant. Unterschiede zwischen den beiden Gruppen treten hingegen bei der Bewertung der *kognitiven Selbstwirksamkeitserwartung* und der *eigenen Computerfähigkeiten* auf. Die *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* wird nur in der Kontrollgruppe signifikant besser eingeschätzt. Bei der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* tritt hingegen nur bei der Experimentalgruppe eine signifikante Verbesserung auf.

Tabelle 6.2: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L1.1

Gruppe		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
CL1.1	Z	-,429 ^b	-4,386^c	-2,343^c	-5,538^c	-,316 ^b	-1,915 ^b	-1,646 ^b
	Signifikanz ^a	,668	,000	,019	,000	,752	,055	,100
TL1.1	Z	-1,740 ^b	-1,913 ^c	-1,642 ^c	-2,456^c	-4,259^c	-3,432^b	-,717 ^b
	Signifikanz ^a	,082	,056	,100	,014	,000	,001	,473

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) b. Basiert auf positiven Rängen. c. Basiert auf negativen Rängen.

Bei der Auswertung der Veränderungen in der Skalenbewertung der Geschlechtergruppen sind sowohl Unterschiede als auch parallele Entwicklungen in der Kontroll- und Experimentalgruppe L1.1 (Tabelle 6.3) festzustellen.

Die Studentinnen beider Gruppen bewerten die *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* signifikant besser. Die *Einstellung zum Fach Chemie* und zum *computerbezogenen Lernen* werden nur von den Studentinnen der Experimentalgruppe signifikant besser bewertet. Die *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* wird nur von den Studentinnen der Kontrollgruppe signifikant besser bewertet. Die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* fällt hingegen signifikant positiv in der Experimentalgruppe aus.

Die Studenten beider Teilgruppen hingegen bewerten die *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* signifikant besser sowie das *computerbezogene Lernen* signifikant schlechter. Die *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* und die *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* werden nur von der Kontrollgruppe signifikant besser bewertet, die *Computernutzung* hingegen signifikant schlechter. Die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* fällt in der Experimentalgruppe signifikant positiv aus.

Tabelle 6.3: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L1.1, betrachtet nach dem Geschlecht

Gruppe		Geschlecht	Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
CL1.1	weiblich	Z	-1,156 ^b	-3,308^c	-,898 ^c	-3,786^c	-,500 ^b	-,931 ^b	-1,002 ^c
		Signifikanz ^a	,248	,001	,369	,000	,617	,352	,316
	männlich	Z	-,294 ^c	-2,840^c	-2,252^c	-4,045^c	,000 ^d	-1,943 ^b	-2,764 ^b
		Signifikanz ^a	,769	,005	,024	,000	1,000	,052	,006
TL1.1	weiblich	Z	-2,029^b	-,262 ^c	-1,381 ^c	-2,284^c	-3,696^c	-2,690^b	-,374 ^c
		Signifikanz ^a	,043	,794	,167	,022	,000	,007	,708
	männlich	Z	-,496 ^b	-2,093^c	-,952 ^c	-1,389 ^c	-2,419^c	-2,405^b	-1,186 ^b
		Signifikanz ^a	,620	,036	,341	,165	,016	,016	,235

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) b. Basiert auf positiven Rängen. c. Basiert auf negativen Rängen. d. Die Summe der negativen Ränge ist gleich der Summe der positiven Ränge.

In der Auswertung der Teilgruppen, differenziert nach den Studiengängen, zeigen sich signifikante Unterschiede in der Bewertung der Skalen durch die Studierenden (Tabelle 6.4). Bei den Studierenden der Forstwissenschaften werden durch die Veränderung der

Vorlesungsform keine Verbesserungen festgestellt: die Bewertungen der Selbstwirksamkeitserwartungs-Skalen (*chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung*, *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen*) sind sowohl in der Kontroll- als auch in der Experimentalgruppe gleichbleibend positiv. Allerdings ergibt sich in der Experimentalgruppe eine signifikante Verschlechterung in der Einschätzung des *computerbezogenen Lernens* und eine signifikante Verbesserung der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten*.

Die Studierenden der Angewandten Biochemie weisen ebenfalls in der Kontroll- und der Experimentalgruppe eine signifikante, positive Bewertung der *chemiebezogenen Selbstwirksamkeitserwartung* und der *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* auf, wobei die Bewertung der *chemiebezogenen Selbstwirksamkeit* hier knapp verfehlt wird. Zusätzlich ergibt sich in der Kontrollgruppe eine signifikante Verbesserung der Bewertung der *kognitiven Selbstwirksamkeitserwartung*, während das *computerbezogene Lernen* tendenziell schlechter bewertet wird.

Während die Studierenden der Biowissenschaften in der Kontrollgruppe signifikante Unterschiede in der Bewertung der *chemiebezogenen* und *kognitiven Selbstwirksamkeitserwartung* aufwiesen, liegen diese in der Experimentalgruppe nicht mehr vor, hingegen verschlechtert hier sich tendenziell die Bewertung der *Computernutzung*. Die in der Kontrollgruppe noch signifikant positiv bewerteten *eigenen Computerfähigkeiten* verfehlt hier knapp die Signifikanz.

Tabelle 6.4: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L1.1, betrachtet nach dem Studienfach

Studienfach		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Forstwissenschaften	Z	-,174 ^b	-2,299^c	-,175 ^c	-3,254^c	-1,698 ^b	-1,428 ^b	-,580 ^b
	Signifikanz ^a	,862	,022	,861	,001	,090	,153	,562
Angewandte Biochemie	Z	-1,118 ^c	-2,233^c	-1,482 ^c	-2,665^c	-1,000 ^b	-,061 ^c	-,451 ^b
	Signifikanz ^a	,264	,026	,138	,008	,317	,951	,652
Biowissenschaften	Z	-1,260 ^b	-3,058^c	-2,365^c	-3,650^c	-2,000^c	-1,528 ^b	-1,488 ^b
	Signifikanz ^a	,207	,002	,018	,000	,046	,127	,137
Forstwissenschaften	Z	-1,246 ^b	-2,395^c	-,830 ^c	-2,112^c	-3,710^c	-2,930^b	-,633 ^b
	Signifikanz ^a	,213	,017	,407	,035	,000	,003	,526
Angewandte Biochemie	Z	-1,374 ^b	-1,919 ^c	-2,208^c	-2,161^c	-1,539 ^c	-1,852 ^b	-1,122 ^c
	Signifikanz ^a	,170	,055	,027	,031	,124	,064	,262
Biowissenschaften	Z	-,530 ^b	-,926 ^b	-,295 ^b	-,170 ^c	-1,845 ^c	-,986 ^b	-1,820 ^b
	Signifikanz ^a	,596	,354	,768	,865	,065	,324	,069

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) b. Basiert auf positiven Rängen. c. Basiert auf negativen Rängen.

6.2.1.2 Vergleich der Pre- und Post-Bewertungen der Skalen

Im Vergleich der Pre- und Post-Bewertungen der Fragebogenskalen durch die Kontroll- und Experimentalgruppe ist eine unterschiedliche Entwicklung der Kontroll- und Experimentalgruppe in der Bewertung der *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* und der *kognitiven Selbstwirksamkeitserwartung* zu verzeichnen. Während in der Pre-Befragung (Tabelle 6.5) bei der *chemiebezogenen Selbstwirksamkeitserwartung* noch kein Unterschied auffällig ist, wird diese in der Post-Befragung von den Studierenden der Kontrollgruppe signifikant höher bewertet. Hingegen wird die *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* in der Pre-Befragung nur knapp die Signifikanz verfehlt, die dann in der Post-Befragung erreicht wird. Die Bewertung der *eigenen Computerfähigkeiten* gleicht sich im Verlauf der Vorlesung an: sie wird in der Pre-Befragung noch von den Studierenden der Kontrollgruppe höher bewertet, in der Post-Befragung ist hier jedoch kein signifikanter Unterschied mehr zu verzeichnen. Die *Computernutzung* wird bei beiden Befragungen hingegen von den Studierenden der Experimentalgruppe höher bewertet.

Tabelle 6.5: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertungen der Pre- und Post-Befragung der Kontroll- mit der Experimentalgruppe L1.1

		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Pre	Mann-Whitney-U	3362,000	3245,500	2815,000	3157,500	2236,000	3158,000	2534,000
	Wilcoxon-W	6443,000	6326,500	5896,000	6985,500	5317,000	6986,000	6275,000
	Z	-,106	-,493	-1,945	-,779	-4,191	-,838	-2,766
	Signifikanz ^a	,916	,622	,052	,436	,000	,402	,006
Post	Mann-Whitney-U	2776,500	2451,500	2482,000	2620,500	2569,000	2727,500	2046,000
	Wilcoxon-W	5779,500	5454,500	5485,000	5623,500	5495,000	5653,500	5206,000
	Z	-1,122	-2,262	-2,176	-1,630	-1,196	-1,034	-3,540
	Signifikanz ^a	,262	,024	,030	,103	,232	,301	,000

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

In der Auswertung der Ergebnisse der Geschlechtergruppen sind Unterschiede in der Skalenbewertung sowohl innerhalb der Geschlechtergruppen als auch zwischen den Geschlechtern zu erkennen (Tabelle 6.6).

Während die Studentinnen der Kontrollgruppe in der Pre-Befragung die *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* und die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* signifikant höher bewerten, wird in der Post-Bewertung die *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* von ihnen signifikant höher bewertet.

Bei den Studierenden sind hingegen signifikante höhere Bewertungen der *Computernutzung* sowohl in der Kontroll- als auch in der Experimentalgruppe festzustellen. Die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* wird von ihnen in der Kontrollgruppe in der Pre-Befragung signifikant höher bewertet. In der Post-Befragung ist hier bei beiden Geschlechtergruppen zwischen den beiden Kursen kein Unterschied mehr auszumachen.

Tabelle 6.6: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertungen der Pre- und Post-Befragung der Kontroll- mit der Experimentalgruppe L1.1, betrachtet nach dem Geschlecht

		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung	
Pre	weiblich	Mann-Whitney-U	546,500	572,000	399,000	551,000	308,000	493,000	461,000
		Wilcoxon-W	1249,500	1275,000	895,000	1254,000	804,000	1196,000	1127,000
		Z	-,348	-,019	-2,237	-,282	-3,899	-1,115	-1,250
		Signifikanz ^a	,728	,985	,025	,778	,000	,265	,211
	männlich	Mann-Whitney-U	1116,500	1075,500	1081,000	1082,500	866,000	1146,500	826,000
		Wilcoxon-W	2244,500	2203,500	2209,000	2357,500	1994,000	2421,500	2101,000
		Z	-,442	-,736	-,697	-,676	-2,251	-,221	-2,583
		Signifikanz ^a	,658	,462	,486	,499	,024	,825	,010
Post	weiblich	Mann-Whitney-U	491,500	354,500	434,000	496,000	436,500	547,500	461,500
		Wilcoxon-W	1019,500	882,500	962,000	1024,000	997,500	1075,500	1091,500
		Z	-,917	-2,643	-1,634	-,813	-1,366	-,166	-1,293
		Signifikanz ^a	,359	,008	,102	,416	,172	,868	,196
	männlich	Mann-Whitney-U	926,500	921,500	830,500	811,000	883,000	833,000	565,500
		Wilcoxon-W	1961,500	1956,500	1865,500	1846,000	1829,000	1823,000	1555,500
		Z	-,726	-,753	-1,528	-1,644	-,412	-1,179	-3,459
		Signifikanz ^a	,468	,451	,126	,100	,680	,238	,001

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

In der Betrachtung der Daten - aufgeschlüsselt nach der dem Studienfach der Studierenden - können Unterschiede in der Pre- und Post-Bewertung (Tabelle 6.7) festgestellt werden.

Die Studierenden der Forstwissenschaften bewerten zu beiden Befragungszeitpunkten die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* in der Kontrollgruppe signifikant höher. Die *Computernutzung* wird von den Studierenden der Experimentalgruppe in der Pre-Befragung in der Tendenz bzw. in der Post-Befragung signifikant besser bewertet.

Bei den Studierenden der Angewandten Biochemie treten erst in der Post-Befragung signifikante Unterschiede in der Bewertung auf. Hier bewertet die Kontrollgruppe das *computerbezogene Lernen* signifikant und die *Einstellung zur Chemie* tendenziell höher bzw. die Experimentalgruppe die *Computernutzung* signifikant höher.

Tabelle 6.7: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertungen der Pre- und Post-Befragung der Kontroll- mit der Experimentalgruppe L1.1, betrachtet nach Studienfach

		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung	
Pre	Forstwissenschaften	Mann-Whitney-U	364,500	378,000	384,500	329,500	201,500	395,500	276,000
		Wilcoxon-W	829,500	756,000	849,500	707,500	666,500	860,500	627,000
		Z	-,688	-,441	-,336	-1,228	-3,895	-,169	-1,933
		Signifikanz ^a	,492	,659	,737	,219	,000	,865	,053
	Angewandte Biochemie	Mann-Whitney-U	176,500	163,500	147,000	172,000	145,000	167,000	158,000
		Wilcoxon-W	347,500	373,500	357,000	343,000	355,000	377,000	329,000
		Z	-,106	-,495	-1,005	-,237	-1,109	-,424	-,657
		Signifikanz ^a	,916	,620	,315	,812	,267	,671	,511
	Biowissenschaften	Mann-Whitney-U	537,500	539,000	425,000	567,500	425,500	472,000	390,000
		Wilcoxon-W	1440,500	945,000	831,000	1470,500	831,500	1375,000	1293,000
		Z	-,634	-,601	-2,016	-,249	-2,060	-1,484	-2,447
		Signifikanz ^a	,526	,548	,044	,803	,039	,138	,014
Post	Forstwissenschaften	Mann-Whitney-U	297,500	380,500	387,000	362,500	258,000	303,000	249,000
		Wilcoxon-W	793,500	876,500	883,000	687,500	558,000	768,000	574,000
		Z	-1,586	-,118	-,009	-,418	-2,035	-1,275	-2,221
		Signifikanz ^a	,113	,906	,993	,676	,042	,202	,026
	Angewandte Biochemie	Mann-Whitney-U	107,000	140,500	154,500	153,000	121,500	103,500	97,500
		Wilcoxon-W	297,000	330,500	344,500	343,000	274,500	293,500	250,500
		Z	-1,823	-,691	-,245	-,273	-1,316	-1,956	-2,089
		Signifikanz ^a	,068	,490	,807	,785	,188	,050	,037
	Biowissenschaften	Mann-Whitney-U	449,000	298,000	279,500	327,000	442,000	426,500	361,500
		Wilcoxon-W	1190,000	676,000	657,500	705,000	820,000	1129,500	1064,500
		Z	-,893	-2,924	-3,207	-2,505	-,479	-1,048	-1,950
		Signifikanz ^a	,372	,003	,001	,012	,632	,295	,051

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

Die Befragung der Studierenden der Biowissenschaften weist mehr signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen auf. Die *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* wird so-

wohl in der Pre- als auch der Post-Befragung von den Studierenden der Kontrollgruppe höher bewertet. Die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* wird nur in der Pre-Befragung durch die Studierenden der Kontrollgruppe signifikant höher eingeschätzt. In der Post-Befragung werden die *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* und *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* in der Post-Bewertung von der Kontrollgruppe signifikant höher bewertet. Die Skala *Computernutzung* wird zu beiden Befragungszeitpunkten von den Studierenden der Kontrollgruppe höher bewertet, die Signifikanz wird in der Post-Befragung nur knapp verfehlt.

6.2.1.3 Vergleich der Bewertungsentwicklung der korrespondierenden Teilgruppen

Sowohl bei der Kontroll- als auch der Experimentalgruppe zeigen sich signifikante Zusammenhänge der Entwicklung der Bewertung der Selbstwirksamkeitserwartungs-Skalen *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung*, *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* und *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen*, sowie ein Zusammenhang zwischen den Skalen *Computerbezogenes Lernen* und *Computernutzung*.

In der Entwicklung der Bewertung besteht zwischen der Teilgruppen CL1.1 und TL 1.1 (Tabelle 6.8) in der Analyse der „normierten“ Skalendaten ein signifikanter Unterschied bei der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten*. Die Studierenden der Experimentalgruppe bewerten ihre Computerfähigkeiten insgesamt höher.

Tabelle 6.8: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests, Vergleich der Veränderung der Einstellungen der Studierenden der Kontroll- und Experimentalgruppe L1.1

	Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Mann-Whitney-U	2757,500	2533,000	2825,500	2468,500	1683,500	2620,000	2697,000
Wilcoxon-W	5607,500	5383,000	5675,500	5318,500	4384,500	5395,000	5700,000
Z	-,775	-1,579	-,512	-1,802	-4,161	-1,009	-,577
Signifikanz ^a	,438	,114	,608	,072	,000	,313	,564

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

Bei der Betrachtung der Geschlechtergruppen von Kontroll- und Experimentalgruppe L1.1 (Tabelle 6.9) werden die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* sowohl von den Studentinnen als auch den Studenten der Experimentalgruppe signifikant höher bewertet. Hingegen bewerten die Studentinnen der Kontrollgruppe die *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* signifikant höher. Bei den männlichen Studierenden beurteilen die Studenten der Kontrollgruppe die *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* besser, die Signifikanz wird hier allerdings nur knapp verpasst.

Tabelle 6.9: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests, Vergleich der Veränderung der Einstellungen der Studierenden unterschieden nach Geschlechtergruppen der Kontroll- und Experimentalgruppe L1.1

Geschlecht		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
weiblich	Mann-Whitney-U	485,000	362,500	493,000	500,000	248,000	459,500	490,500
	Wilcoxon-W	981,000	858,500	1123,000	996,000	809,000	955,500	986,500
	Z	-,765	-2,371	-,663	-,553	-3,819	-1,097	-,491
	Signifikanz ^a	,444	,018	,508	,580	,000	,273	,624
männlich	Mann-Whitney-U	910,000	933,500	831,000	746,000	621,000	885,000	789,000
	Wilcoxon-W	1900,000	1923,500	1821,000	1736,000	1441,000	1831,000	1735,000
	Z	-,513	-,293	-1,178	-1,870	-2,211	-,352	-1,192
	Signifikanz ^a	,608	,770	,239	,062	,027	,725	,233

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

Bei der Auswertung der Ergebnisse nach dem Studienfach (Tabelle 6.10) fällt das ähnliche Verhalten der Studierenden der Forstwissenschaften und der Angewandten Biochemie auf. Die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* wird in Experimentalgruppe sowohl von den Studierenden der Forstwissenschaften als auch den Studierenden der Angewandten Biochemie signifikant höher bewertet. Zusätzlich ist die Tendenz zur höheren Bewertung der Einstellung zur Chemie bei den Studierenden der Angewandten Biochemie in der Kontrollgruppe zu erkennen.

Die Studierenden der Biowissenschaften aus der Kontrollgruppe weisen hingegen signifikante Unterschiede bei der Bewertung der *chemiebezogenen Selbstwirksamkeitserwartung* und der *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* auf.

Tabelle 6.10: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests, Vergleich der Veränderung der Einstellungen der Studierenden unterschieden nach Studienfach der Kontroll- und Experimentalgruppe L1.

Studienfach		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung ^a	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Forstwissenschaften	Mann-Whitney-U	357,500	342,500	351,000	350,500	124,000	306,000	322,500
	Wilcoxon-W	822,500	807,500	676,000	815,500	424,000	741,000	757,500
	Z	-,316	-,559	-,421	-,420	-4,198	-1,014	-,468
	Signifikanz ^a	,752	,576	,673	,675	,000	,311	,640
Angewandte Biochemie	Mann-Whitney-U	105,500	156,500	140,000	144,500	97,000	126,000	112,000
	Wilcoxon-W	295,500	309,500	293,000	334,500	250,000	316,000	265,000
	Z	-1,830	-,161	-,698	-,542	-2,033	-1,172	-1,598
	Signifikanz ^a	,067	,872	,485	,588	,042	,241	,110
Biowissenschaften	Mann-Whitney-U	450,000	302,500	359,500	335,000	373,500	443,000	444,500
	Wilcoxon-W	1153,000	653,500	710,500	686,000	901,500	1109,000	795,500
	Z	-,450	-2,536	-1,763	-2,062	-,748	-,364	-,341
	Signifikanz ^a	,653	,011	,078	,039	,454	,716	,733

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

6.2.1.4 Vergleich der Bewertungsentwicklung der Geschlechter in den Hauptskalen

Die Auswertung der Daten kann auf der Ebene der Gruppen nur aufgeteilt nach dem Geschlecht der Studierenden betrachtet werden (Tabelle 6.11). Die weitere Ausdifferenzierung ist nicht möglich, da die Studentinnen und Studenten nicht gleichmäßig auf die Vorlesungsgruppen verteilen und somit die Gruppengröße für eine zuverlässige Analyse zu gering ist.

Bei der Betrachtung der Unterschiede in der Skalenbewertung der *Computernutzung* ist ein signifikanter Unterschied in der Bewertung nur für die Kontrollgruppe zu verzeichnen. Hier bewerten die Studentinnen die Skala signifikant höher. In der Experimentalgruppe hingegen ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Tabelle 6.11: Berechnung der Unterschiede zwischen den Geschlechtern, Betrachtung der Gesamtgruppe L1.1

Gruppe		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
CL1.1	Mann-Whitney-U	696,000	716,500	673,000	693,500	640,500	694,500	456,500
	Wilcoxon-W	1326,000	1706,500	1303,000	1323,500	1201,500	1640,500	1402,500
	Z	-,754	-,541	-1,000	-,764	-,239	-,601	-2,882
	Signifikanz ^a	,451	,588	,317	,445	,811	,548	,004
TL1.1	Mann-Whitney-U	587,000	549,500	618,000	623,000	518,500	650,000	575,500
	Wilcoxon-W	1083,000	1045,500	1608,000	1613,000	1421,500	1146,000	1521,500
	Z	-1,089	-1,446	-,708	-,640	-1,585	-,186	-1,014
	Signifikanz ^a	,276	,148	,479	,522	,113	,852	,311

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

6.2.1.5 Dichotome Computernutzungsfragen

Bei der Auswertung der Gesamtgruppenergebnisse L1.1 (Abbildung 6.1) fällt bei der Frage nach der Nutzung von Online-Materialien sowohl in der Kontroll- als auch in der Experimentalgruppe eine steigende Angabe der Nutzung auf. Der Zuwachs bei der Zustimmung ist dabei in der Experimentalgruppe (37,2 Prozentpunkte) etwas größer als in der Kontrollgruppe (29,7 Prozentpunkte). Die Frage nach der den eLearning-Kursen wird von den Kursern hingegen unterschiedlich beantwortet. Während in der Kontrollgruppe diese Frage im Verlauf der Vorlesung vermehrt ablehnt wird (-28,3 Prozentpunkte), nimmt die Zustimmung in der Experimentalgruppe hingegen deutlich zu (31,8 Prozentpunkte).

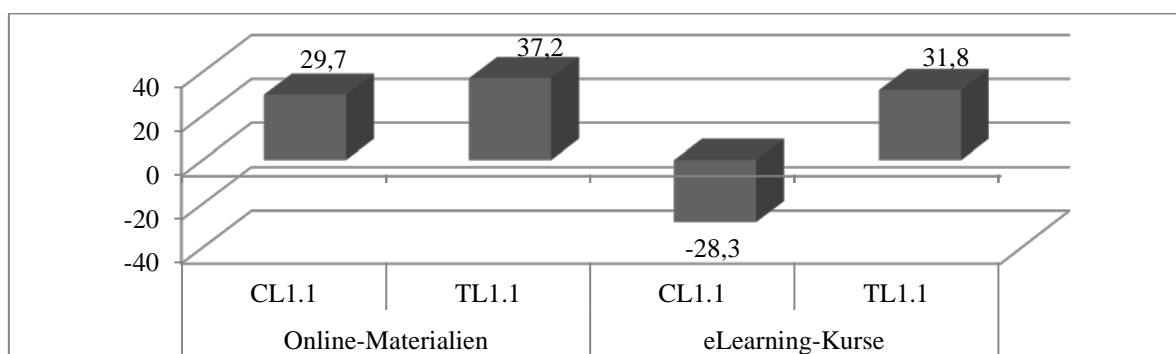


Abbildung 6.1: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL1.1) und Experimentalgruppe (TL1.1) für die Gesamtgruppe, Angabe der Differenz der Ja-Antworten [Prozentpunkte]

Die beiden Geschlechtergruppen weisen ein sehr ähnliches Abstimmungsverhalten bei der Bewertung der Fragen auf (Abbildung 6.2). Es sind deshalb nur geringe Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern zu erkennen, die Bewertung folgt dem allgemeinen Trend der Gesamtgruppe. Im χ^2 -Test ergeben sich jedoch keine Unterschiede zwischen den Bewertungen der Geschlechter.

Die angegebene Nutzung von Online-Lernmaterialien steigt sowohl bei den Studentinnen als auch den Studenten an: bei den Studentinnen der Kontrollgruppe ist der Anstieg jedoch doppelt so groß (37,9 Prozentpunkte) als in der Experimentalgruppe (18,5 Prozentpunkte), während bei den Studenten die Nutzung sowohl in der Kontroll- (35 Prozentpunkte) als auch der Experimentalgruppe (16,7 Prozentpunkte) etwas geringer ausfällt.

Bei der Frage nach der Nutzung von eLearning-Angeboten ist die Entwicklung beider Geschlechtergruppen leicht unterschiedlich. Während die Studentinnen der Kontrollgruppe diese Lernform noch stark ablehnen (-34,6 Prozentpunkte), ist die Ablehnung bei den Studenten deutlich geringer (-12,3 Prozentpunkte). In den Experimentalgruppen hingegen fällt die Bewertung wieder gleich aus, sowohl die Studentinnen (11,6 %) als auch die Studenten (12,1 Prozentpunkte) stimmen der Frage in gleichem Maße zu.

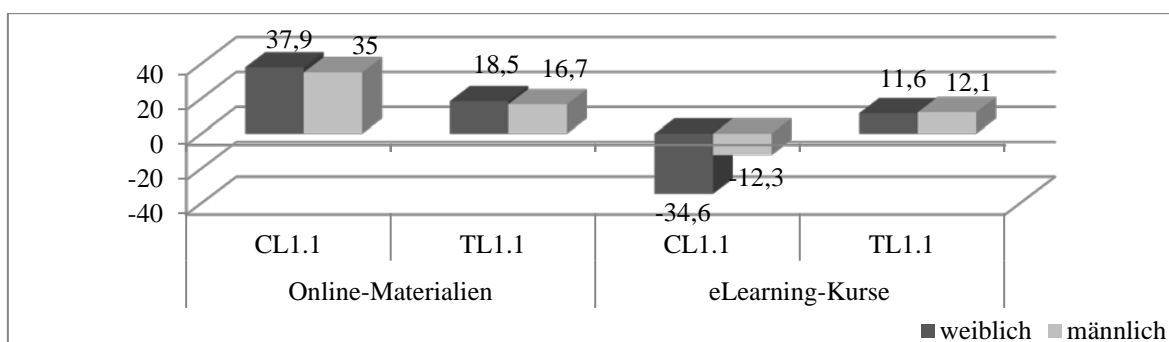


Abbildung 6.2: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL1.1) und Experimentalgruppe (TL1.1) betrachtet nach dem Geschlecht, Angabe der Differenz der Ja-Antworten [Prozentpunkte]

Unterschiede zwischen den Angaben der Studierenden der drei Studienfächer sind zu erkennen (Abbildung 6.3). In allen drei Studiengängen kann einen Zuwachs in der Zustimmung zur Nutzung von Online-Lernmaterialien beobachtet werden. Die Unterschiede zwischen den Studiengängen sind im χ^2 -Test nur für die Kontrollgruppe in der Post-Befragung signifikant ($\chi^2 = 8,639$; $p = 0,013$): die Studierenden der Angewandten Biochemie dabei den größten Zuwachs an Zustimmung (71,1 Prozentpunkte), während er bei den anderen Studiengängen geringer ausfällt. In der Experimentalgruppe verzeichnen die Studierenden der Biowissenschaften den größten Zuwachs (33,4 Prozentpunkte), gefolgt von den Studierenden der Forstwissenschaften (10,6 %) und der Angewandte Biochemie (6,1 Prozentpunkte).

Die Frage nach der Nutzung von eLearning-Kursen wird von der Kontrollgruppe im Trend anders bewertet als von der Experimentalgruppe. In der Kontrollgruppe wird sie von allen Kursen negativ beantwortet. Die Studierenden der Forstwissenschaften weisen hier die größte Ablehnung im Verlauf der Vorlesung auf (-31,9 Prozentpunkte), gefolgt von den Studierende der Biowissenschaften (-22,3 Prozentpunkte) und der Studierende der Angewandte Biochemie (-5,9 Prozentpunkte). In der Experimentalgruppe hingegen wächst hier die Zustimmung im Verlauf des Semesters bei den Studierenden der Forstwissenschaften (18,6 Prozentpunkte) und der Angewandte Biochemie (18,2 Prozentpunkte). Der Zuwachs in der Zustimmung der Studierenden der Biowissenschaften ist nahezu gleichbleibend (0,2 Prozentpunkte), allerdings liegt die Zustimmung anfangs in Experimentalgruppe deut-

lich niedriger als in der Kontrollgruppe. Im χ^2 -Test ergeben sich jedoch keine Unterschiede zwischen den Bewertungen der Geschlechter.

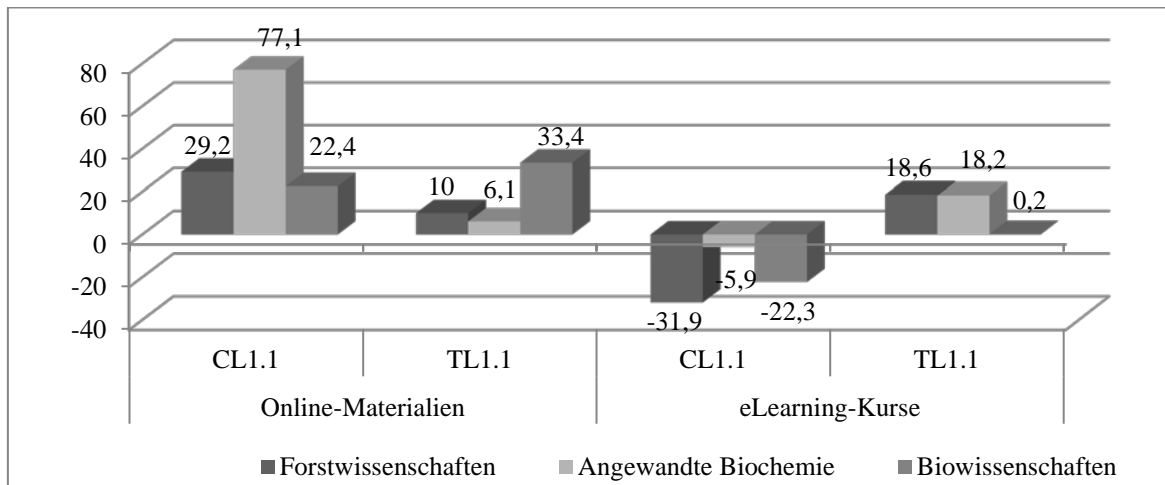


Abbildung 6.3: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL1.1) und Experimentalgruppe (TL1.1) betrachtet nach dem Studienfach, Angabe der Differenz der Ja-Antworten [Prozentpunkte]

6.2.1.6 Dozentenbewertung

Die Kontroll- und Experimentalgruppe L1.1 (Abbildung 6.4) bewerten die beiden Vorlesungen recht ähnlich. Während die Kontrollgruppe die Vorlesung eher zustimmend (45,0 %) bis neutral (41,3 %) bewertet, verschiebt sich die Bewertung in der Experimentalvorlesung nach vermehrt neutral (48,1 %) bis zustimmend (39,0 %). Die sehr guten bzw. schlechten Bewertungen bleiben in beiden Kursen stabil, ca. 10 % der Studierenden bewerten die Vorlesungen eher schlecht.

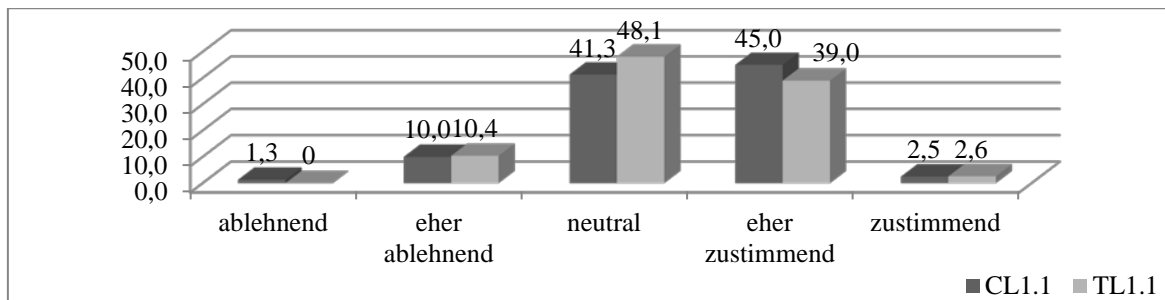


Abbildung 6.4: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL 1.1, Angabe der gültigen Prozente [%]

Sowohl die Studentinnen als auch die Studenten bleiben bei der Bewertung der Vorlesung (Abbildung 6.5), allerdings gibt es nur geringe Verschiebungen bei der Bewertung der Kontroll- und Experimentalvorlesung. Die Bewertung der Studentinnen verschiebt sich ausgehen von den Ergebnissen der Kontrollgruppe in der Experimentalgruppe leicht zum Besseren hin, verbleibt aber im Bereich der neutralen bis eher zustimmenden Bewertung. Bei den Studenten hingegen ergibt sich eine Verschiebung der Bewertung hin zum neutralen Bereich.

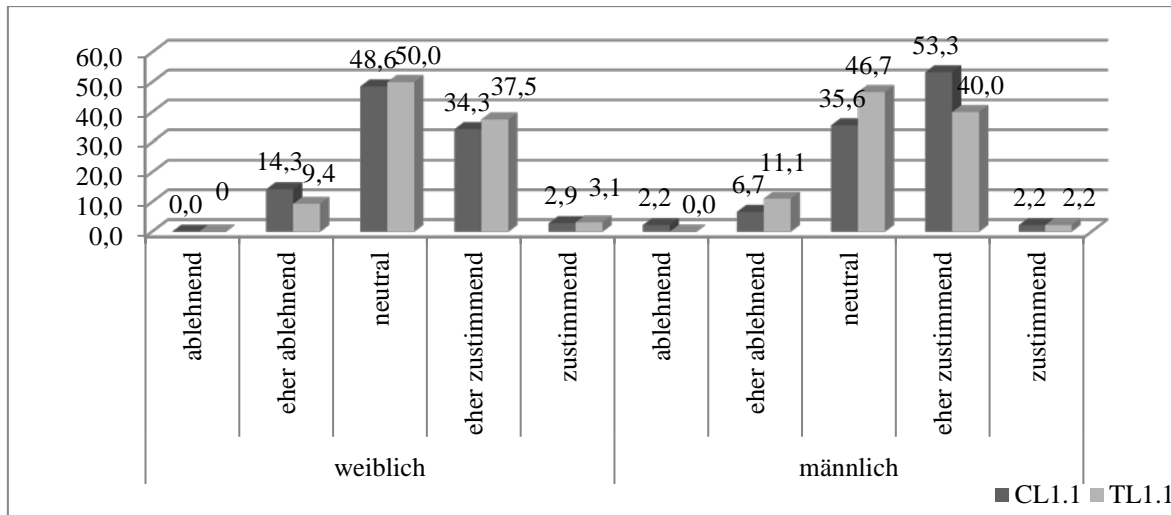


Abbildung 6.5: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL 1.1, betrachtet nach dem Geschlecht, Angabe der gültigen Prozente [%]

Bei der Betrachtung der einzelnen Studiengänge in L1.1 (Abbildung 6.6) ist bei den Studierenden der Forstwissenschaften eine leichte Verschiebung von der Kontroll- zur Experimentalgruppe hin zu einer neutraleren Bewertung zu verzeichnen. Die Studierenden der Angewandten Biochemie bewerten die beiden Vorlesungen sehr ähnlich und hauptsächlich neutral (ca. 47 %) bis eher zustimmend (42-47 %). Allerdings nimmt in der Experimentalgruppe die Zahl der eher ablehnenden Bewertungen deutlich zu (10,5 %). Bei den Studierenden der Biowissenschaften hingegen ist der Trend zu einer neutraleren Bewertung wieder vorherrschend, auch hier gibt es kaum Veränderungen in der Abhängigkeit von der Form der Vorlesung. Insgesamt ist festzustellen, dass alle Bewertungen der Experimentalgruppe sich beginnen anzunähern.

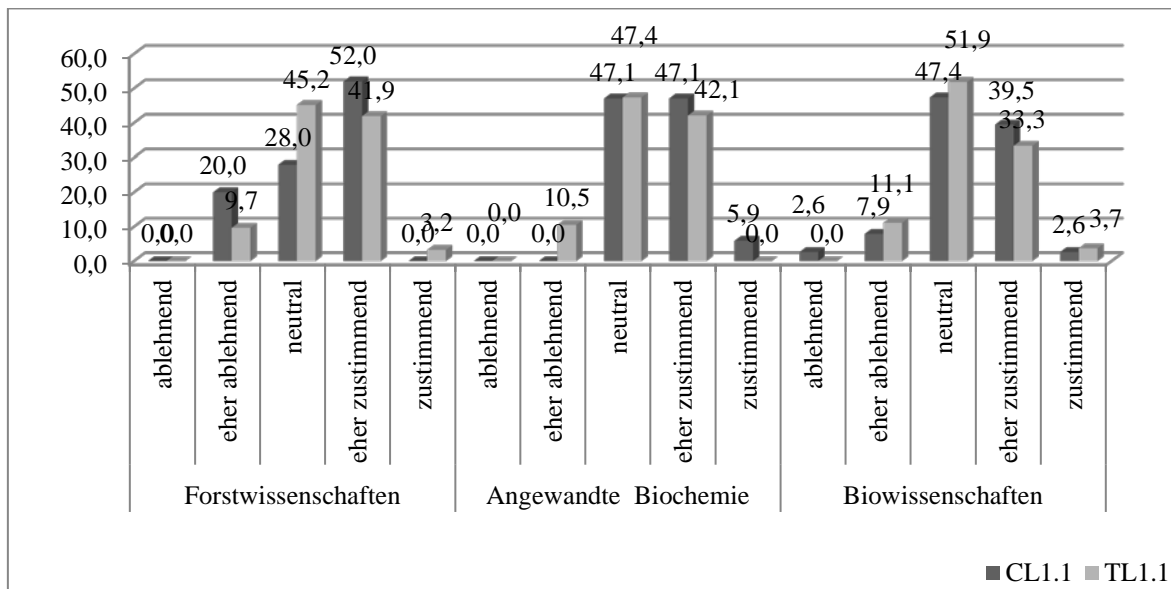


Abbildung 6.6: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL 1.1, betrachtet nach Studienfach, Angabe der gültigen Prozente [%]

6.2.2 Darstellung der Ergebnisse von Vorlesung L1.2

In den nachfolgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Datenauswertung für die Vorlesung L1.2 nach der eingangs beschriebenen Vorgehensweise dargestellt.

6.2.2.1 Veränderungen innerhalb der Gruppen: Post-Pre-Analyse

Bei den Teilgruppen Kontroll- und Experimentalgruppe L1.2 (Tabelle 6.12) entwickelt sich die Bewertung der *Einstellung zum Fach Chemie* zum signifikant schlechteren. Die Bewertungen der *chemiebezogenen Selbstwirksamkeitserwartung*, der *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* und der *Computernutzung* ändern sich nicht.

Unterschiede zwischen den Teilgruppen treten bei den folgenden Skalen auf: die *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* wird nur von der Kontrollgruppe signifikant schlechter bewertet, während in der Experimentalgruppe kein signifikanter Unterschied mehr vorliegt. Beim *computerbezogenen Lernen* tritt in der Experimentalgruppe eine signifikante Verschlechterung auf; bei der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* zeigt sich dagegen eine signifikante Verbesserung, während in der Kontrollgruppe jeweils kein signifikanter Unterschied in der Skalenbewertung zu erkennen ist.

Tabelle 6.12: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L1.2

Gruppe		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
CL1.2	Z	-3,897^b	-1,798 ^b	-2,119^b	-,699 ^b	-,063 ^c	-,075 ^c	-1,158 ^b
	Signifikanz ^a	,000	,072	,034	,484	,949	,940	,247
TL1.2	Z	-3,349^b	-1,532 ^b	-,642 ^b	-,819 ^c	-2,749^c	-4,736^b	-1,697 ^b
	Signifikanz ^a	,001	,126	,521	,413	,006	,000	,090

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) b. Basiert auf positiven Rängen. c. Basiert auf negativen Rängen.

Bei der Ergebnisauswertung der Geschlechtergruppen (Tabelle 6.13) fällt auf, dass die *Einstellung zum Fach Chemie* der Studierenden sowohl in der Kontroll- als auch in der Experimentalgruppe durchgehend signifikant schlechter bewertet wird. Die weiteren Skalen werden von den beiden Geschlechtergruppen unterschiedlich bewertet.

Die Studentinnen der Kontrollgruppe bewerten die *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung*, die *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* und die *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* signifikant schlechter. In der Experimentalgruppe ergeben sich hierbei hingegen keine signifikanten Änderungen mehr. Das *computerbezogene Lernen* wird in der Experimentalgruppe signifikant schlechter bewertet.

Die Studenten der Experimentalgruppe bewerten das *computerbezogene Lernen* und die *Computernutzung* signifikant schlechter. Die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten*

ten ist signifikant besser. In der Kontrollgruppe können hier keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Tabelle 6.13: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L1.2, betrachtet nach dem Geschlecht

Gruppe		Geschlecht	Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
CL1.2	weiblich	Z	-3,371^b	-2,589^b	-2,707^b	-3,244^b	-,639 ^b	-1,353 ^c	-,440 ^b
		Signifikanz ^a	,001	,010	,007	,001	,523	,176	,660
	männlich	Z	-2,312^b	-,416 ^b	-,555 ^b	-1,249 ^c	-,585 ^c	-,886 ^b	-1,031 ^b
		Signifikanz ^a	,021	,677	,579	,212	,559	,376	,302
TL1.2	weiblich	Z	-2,367^b	-1,750 ^b	-1,412 ^b	-,391 ^b	-1,699 ^c	-3,159^b	-,300 ^c
		Signifikanz ^a	,018	,080	,158	,696	,089	,002	,764
	männlich	Z	-2,482^b	-,608 ^b	-,427 ^c	-1,359 ^c	-2,114^c	-3,539^b	-2,294^b
		Signifikanz ^a	,013	,543	,669	,174	,035	,000	,022

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) b. Basiert auf positiven Rängen. c. Basiert auf negativen Rängen. d. Die Summe der negativen Ränge ist gleich der Summe der positiven Ränge.

Bei der Betrachtung der Bewertungen basierend auf dem jeweiligen Studienfach (Tabelle 6.14) ist auffällig, dass die Studierenden aller drei Studienfächer in der Experimentalgruppe das *computerbezogene Lernen* signifikant schlechter bewerten. Bei den Studierenden der Angewandten Biochemie ergeben sich bei dieser Analyse keine weiteren signifikanten Unterschiede.

Die *Einstellung zum Fach Chemie* wird von den Studierenden der Forstwissenschaften nur in der Kontrollgruppe signifikant schlechter bewertet.

Die Studierenden der Biowissenschaften bewerten die *Einstellung zum Fach Chemie* sowohl in der Kontroll- als auch in der Experimentalgruppe signifikant schlechter. Die *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* sowie die *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* werden nur von den Studierenden der Kontrollgruppe negativ bewertet, in der Experimentalgruppe ergeben sich hier keine signifikanten Unterschiede mehr.

Tabelle 6.14: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L1.2, betrachtet nach Studienfach

Gruppe	Studienfach		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
CL1.2	Forstwissenschaften	Z	-1,962^b	-,706 ^b	-,061 ^b	-,523 ^c	-1,000 ^c	-,718 ^b	-,064 ^b
		Signifikanz ^a	,050	,480	,951	,601	,317	,472	,949
	Angew. Biochemie	Z	-1,581 ^b	-1,399 ^b	-1,661 ^b	-,350 ^c	-1,698 ^b	-,483 ^c	-1,192 ^b
		Signifikanz ^a	,114	,162	,097	,727	,090	,629	,233
TL1.2	Forstwissenschaften	Z	-3,284^b	-,799 ^b	-2,000^b	-2,170^b	-,977 ^c	-,290 ^c	-,614 ^b
		Signifikanz ^a	,001	,424	,046	,030	,329	,772	,539
	Angew. Biochemie	Z	-,604 ^b	-,187 ^b	-,359 ^b	-1,234 ^c	-1,890 ^c	-2,226^b	-,070 ^b
		Signifikanz ^a	,546	,852	,720	,217	,059	,026	,944
TL1.2	Angew. Biochemie	Z	-,910 ^b	-,858 ^b	-1,512 ^b	-,128 ^b	-1,754 ^c	-2,905^b	-1,035 ^b
		Signifikanz ^a	,363	,391	,130	,898	,079	,004	,301
	Biowissenschaften	Z	-3,659^b	-1,399 ^b	-,890 ^c	-,612 ^c	-1,445 ^c	-3,037^b	-1,575 ^b
		Signifikanz ^a	,000	,162	,374	,541	,148	,002	,115

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) b. Basiert auf positiven Rängen. c. Basiert auf negativen Rängen.

6.2.2.2 Vergleich der Pre- und Post-Bewertungen der Skalen

In der Ergebnisbetrachtung der Kontroll- und Experimentalgruppe L1.2 (

Tabelle 6.15) ist auffällig, dass das *computerbezogene Lernen* in der Pre-Befragung von der Experimentalgruppe signifikant höher bewertet wird, in der Post-Befragung hingegen die Kontrollgruppe diese Skala signifikant höher bewertet. Die *Einstellung zum Fach Chemie* wird sowohl in der Pre- als auch in der Post-Befragung jeweils von der Experimentalgruppe höher bewertet.

Die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* gleicht sich im Verlauf der Vorlesung an: sie wird in der Pre-Befragung noch von den Studierenden der Kontrollgruppe signifikant höher bewertet. In der Post-Befragung ist hier jedoch kein signifikanter Unterschied mehr zwischen den Gruppen zu verzeichnen.

Tabelle 6.15: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertungen der Pre- und Post-Befragung der Kontroll- mit der Experimentalgruppe L1.2, Betrachtung der Gesamtgruppe

		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Pre	Mann-Whitney-U	2269,500	3373,000	3114,500	3102,500	2525,500	2586,000	3098,000
	Wilcoxon-W	6097,500	6454,000	6942,500	6930,500	5528,500	6414,000	6926,000
	Z	-3,809	-,068	-,942	-,961	-3,173	-2,762	-,996
	Signifikanz a	,000	,946	,346	,337	,002	,006	,319
Post	Mann-Whitney-U	2476,500	2997,500	2603,000	2599,500	2964,000	2430,500	3031,500
	Wilcoxon-W	5636,500	6078,500	5763,000	5759,500	6124,000	5511,500	6191,500
	Z	-2,269	-,302	-1,745	-1,714	-,150	-2,390	-,181
	Signifikanz a	,023	,762	,081	,087	,881	,017	,856

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

Im Vergleich der Ergebnisse von Pre- und Post-Bewertung (Tabelle 6.16) - aufgeschlüsselt nach dem Geschlecht der Studierenden - ist auffällig, dass signifikante Unterschiede in der Bewertung zwischen der Kontroll- und Experimentalgruppe nur im Bereich der Pre-Befragung gibt. Bei beiden Geschlechtergruppen wird im Pre-Fragebogen von der Experimentalgruppe die Bewertung signifikant höher vorgenommen, der Fokus der Geschlechtergruppen ist hierbei unterschiedlich. Während die weiblichen Studierenden das *computerbezogene Lernen* signifikant höher bewerten, wird von den männlichen Studierenden die *Einstellung zur Chemie* signifikant höher bewertet. Die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* hingegen liegt ebenfalls bei beiden Geschlechtergruppen in der Pre-Befragung signifikant höher, allerdings schätzen sich hier die Kontrollgruppen höher ein. In der Post-Befragung ist bei beiden Geschlechtergruppen keine signifikant unterschiedlichen Bewertungen der Skalen zu erkennen.

Tabelle 6.16: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertungen der Pre- und Post-Befragung der Kontroll- mit der Experimentalgruppe L1.2, betrachtet nach Geschlecht

		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung	
Pre	weiblich	Mann-Whitney-U	369,00	443,00	423,00	406,00	333,00	315,00	393,50
		Wilcoxon-W	865,00	878,00	919,00	841,00	768,00	811,00	828,50
		Z	-1,257	-,098	-,409	-,652	-1,987	-2,139	-,864
		Signifikanz ^a	,209	,922	,683	,514	,047	,032	,387
	männlich	Mann-Whitney-U	810,50	1323,00	1217,50	1092,50	1026,50	1087,50	1099,00
		Wilcoxon-W	2350,50	2863,00	2757,50	2632,50	2202,50	2627,50	2639,00
		Z	-3,614	-,170	-,877	-1,683	-2,520	-1,759	-1,666
		Signifikanz ^a	,000	,865	,380	,092	,012	,079	,096
Post	weiblich	Mann-Whitney-U	370,500	457,500	403,000	422,000	433,000	346,500	451,500
		Wilcoxon-W	866,500	953,500	899,000	918,000	929,000	811,500	916,500
		Z	-1,504	-,111	-,933	-,631	-,527	-1,794	-,203
		Signifikanz ^a	,132	,911	,351	,528	,598	,073	,839
	männlich	Mann-Whitney-U	910,50	1061,00	939,50	918,00	1072,00	905,00	1090,50
		Wilcoxon-W	2038,50	2237,00	2067,50	2046,00	2153,00	2081,00	2218,50
		Z	-1,706	-,517	-1,460	-1,595	-,075	-1,735	-,292
		Signifikanz ^a	,088	,605	,144	,111	,940	,083	,770

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

Bei der Ergebnisauswertung - aufgeschlüsselt nach dem Studienfach - sind deutliche Unterschiede zwischen den Studierenden der einzelnen Studienfächer zu erkennen (Tabelle 6.17). Bei den Studierenden der Forstwissenschaften ist kein signifikanter Unterschied in der Bewertung der Skalen in der Pre- und Post Befragung zu verzeichnen. Allein bei der Post-Bewertung der *Computernutzung* kann man hier von einem vorsichtigen Trend zur höheren Bewertung durch die Studierenden der Experimentalgruppe sprechen.

Die Studierenden der Angewandten Biochemie der Experimentalgruppe weisen in der Pre- und der Post-Befragung eine signifikant höhere Bewertung der *Einstellung zur Chemie* sowie der *kognitiven Selbstwirksamkeitserwartung* auf. Die eigenen Computerfähigkeiten werden in der Pre-Befragung noch von den Studierenden der Kontrollgruppe signifikant höher angegeben; dieser Gruppenunterschied minimiert sich jedoch im Post-Fragebogen. Hingegen zeigt sich der Trend zu einer höheren Bewertung der *Selbstwirksamkeitserwar-*

tungen für Alltagsanwendungen für die Experimentalgruppe, die Signifikanz wird hier jedoch knapp verfehlt. Bei den Studierenden der Biowissenschaften ist eine Angleichung der Bewertung zwischen der Kontroll- und Experimentalgruppe zu erkennen. Während in der Pre-Befragung eine signifikant höhere Bewertung der *Einstellung zur Chemie* und des *computerbezogenen Lernens* in der Experimentalgruppe vorliegt, liegen diese Unterschiede in der Post-Befragung nicht mehr vor. Hier ist ein leichter Trend zur höheren Bewertung des *computerbezogenen Lernens* der Kontrollgruppe zu erkennen.

Tabelle 6.17: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertungen der Pre- und Post-Befragung der Kontroll- mit der Experimentalgruppe L1.2, betrachtet nach Studienfach

Studienfach		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung	
Pre	Forstwissenschaften	Mann-Whitney-U	95,500	115,500	128,500	106,500	95,500	108,000	99,500
		Wilcoxon-W	305,500	206,500	219,500	316,500	186,500	318,000	309,500
		Z	-1,331	-,566	-,057	-,879	-1,417	-,835	-1,147
		Signifikanz ^a	,183	,571	,954	,379	,156	,403	,251
	Angewandte Biochemie	Mann-Whitney-U	418,000	656,000	493,500	511,000	438,500	521,000	574,500
		Wilcoxon-W	1159,000	1397,000	1234,500	1252,000	1068,500	1262,000	1315,500
		Z	-2,810	-,104	-1,965	-1,723	-2,808	-1,686	-1,040
		Signifikanz ^a	,005	,917	,049	,085	,005	,092	,298
	Biowissenschaften	Mann-Whitney-U	290,000	414,000	409,000	368,000	356,000	306,500	396,500
		Wilcoxon-W	725,000	849,000	874,000	833,000	791,000	741,500	861,500
		Z	-2,310	-,328	-,414	-1,032	-1,383	-2,043	-,607
		Signifikanz ^a	,021	,743	,679	,302	,167	,041	,544
Post	Forstwissenschaften	Mann-Whitney-U	102,000	128,500	127,500	104,000	113,000	120,500	88,000
		Wilcoxon-W	292,000	318,500	317,500	294,000	204,000	225,500	278,000
		Z	-1,192	-,170	-,208	-1,069	-,456	-,484	-1,683
		Signifikanz ^a	,233	,865	,835	,285	,648	,628	,092
	Angewandte Biochemie	Mann-Whitney-U	334,500	534,500	394,000	404,000	522,000	420,000	505,000
		Wilcoxon-W	862,500	1062,500	922,000	932,000	1050,000	1015,000	1033,000
		Z	-2,847	-,124	-1,999	-1,827	-,308	-1,657	-,524
		Signifikanz ^a	,004	,901	,046	,068	,758	,098	,600
	Biowissenschaften	Mann-Whitney-U	396,500	385,000	375,000	397,500	397,500	311,500	316,500
		Wilcoxon-W	861,500	850,000	781,000	803,500	803,500	776,500	781,500
		Z	-,402	-,577	-,732	-,356	-,149	-1,773	-1,701
		Signifikanz ^a	,687	,564	,464	,722	,881	,076	,089

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig), b. Nicht für Bindungen korrigiert.

6.2.2.3 Vergleich der Bewertungsentwicklung der korrespondierenden Teilgruppe

Signifikante Unterschiede bestehen zwischen der Kontroll- und der Experimentalgruppe L1.2 in der Gesamtgruppe bei der Bewertung der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* und des *computerbezogenen Lernens* (Tabelle 6.18). Während die Studierenden der Experimentalgruppe ihre Computerfähigkeiten signifikant höher bewerten, beurteilen die Studierenden der Kontrollgruppe das *computerbezogene Lernen* signifikant höher.

Tabelle 6.18: Wilcoxon-Test, Vergleich der Änderung der Einstellungen der Studierenden der Kontroll- und Experimentalgruppe L1.2, Gesamtgruppe

	Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Mann-Whitney-U	2718,500	2853,000	2676,000	2551,500	2283,000	1909,500	2734,000
Wilcoxon-W	5419,500	6013,000	5836,000	5711,500	5286,000	4610,500	5435,000
Z	-,635	-,115	-,807	-1,237	-2,034	-3,664	-,564
Signifikanz ^a	,525	,909	,419	,216	,042	,000	,573

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

Bei der Betrachtung der Bewertungsunterschiede innerhalb der Geschlechtergruppen wird das *computerbezogene Lernen* sowohl von den Studentinnen als auch den Studenten der Kontrollgruppe signifikant höher bewertet (Tabelle 6.19). Die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* ist bei den Studentinnen der Experimentalgruppe signifikant besser.

Tabelle 6.19: Wilcoxon-Test, Vergleich der Änderung der Einstellungen der Studierenden unterschieden nach Geschlecht der Kontroll- und Experimentalgruppe L1.2

Geschlecht		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
weiblich	Mann-Whitney-U	437,000	420,000	425,500	350,000	327,000	240,500	421,500
	Wilcoxon-W	933,000	916,000	921,500	846,000	823,000	675,500	917,500
	Z	-,194	-,447	-,373	-1,498	-1,968	-3,154	-,424
	Signifikanz ^a	,846	,655	,709	,134	,049	,002	,672
männlich	Mann-Whitney-U	939,000	1013,500	954,500	981,000	884,000	773,500	896,000
	Wilcoxon-W	1929,000	2003,500	2082,500	2109,000	1965,000	1763,500	1886,000
	Z	-,790	-,166	-,669	-,426	-,950	-2,113	-1,122
	Signifikanz ^a	,430	,868	,503	,670	,342	,035	,262

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

Bei der Ergebnisauswertung nach Studienfach (Tabelle 6.20) können bei dieser Auswertung nur die Studierenden des Faches Angewandte Biochemie und der Biowissenschaften betrachtet werden. Aufgrund der geringen Studierendenzahlen im Studiengang Forstwissenschaften können hier keine verlässlichen Ergebnisse angegeben werden.

Sowohl bei den Studierenden der Angewandte Biochemie als auch der Biowissenschaften wird das *computerbezogenen Lernen* von den Kontrollgruppen signifikant höher bewertet. Die weiteren Skalen werden von den beiden Gruppen unterschiedlich bewertet.

Die Studierenden der Angewandten Biochemie der Experimentalgruppe bewerten daneben in der Tendenz die *Einschätzung ihrer eigenen Computerfähigkeiten* höher. Die Studierenden der Biowissenschaften weisen hingegen signifikante Unterschiede bei der Bewertung der *Einstellung zum Fach Chemie* in der Kontrollgruppe auf. Bei der Bewertung der Studierenden der Experimentalgruppe werden die *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* und der *Selbstwirksamkeitserwartungen bezüglich Alltagsanwendungen* von der Experimentalgruppe höher bewertet; die Signifikanz wird hier jedoch knapp verfehlt.

Tabelle 6.20: Wilcoxon-Test, Vergleich der Änderung der Einstellungen der Studierenden unterschieden nach Studienfach der Kontroll- und Experimentalgruppe L1.2

Studienfach		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Angew. Biochemie	Mann-Whitney-U	495,500	501,500	526,000	527,000	378,500	358,000	527,500
	Wilcoxon-W	1023,500	1029,500	1054,000	1055,000	874,500	919,000	1088,500
	Z	-,443	-,354	-,028	-,013	-1,911	-2,277	-,007
	Signifikanz ^a	,657	,723	,978	,989	,056	,023	,995
Biowissenschaften	Mann-Whitney-U	272,500	357,500	282,000	280,000	341,000	228,500	359,500
	Wilcoxon-W	678,500	763,500	688,000	686,000	747,000	634,500	765,500
	Z	-2,073	-,579	-1,898	-1,861	-,685	-2,732	-,548
	Signifikanz ^a	,038	,563	,058	,063	,494	,006	,583

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) b. Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)], nicht für Bindungen korr.

6.2.2.4 Vergleich der Bewertungsentwicklung der Geschlechter in den Hauptskalen

An dieser Stelle kann der Unterschied in der Bewertung der Skalen durch die Geschlechter nur auf der Ebene der Gesamtgruppe (Tabelle 6.21) verglichen werden, für die weiteren Betrachtungen auf der Ebene der Studienfächer ist die Teilnehmeranzahl teilweise zu gering. In der Kontrollgruppe finden sich tendenziell höhere Bewertungen der *kognitiven Selbstwirksamkeitserwartung*, wobei hier jedoch die Signifikanz knapp verfehlt wird, sowie eine signifikant bessere Einschätzung der *Selbstwirksamkeit bezüglich Alltagsanwendungen* der männlichen Studierenden. In der Experimentalgruppe hingegen ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Tabelle 6.21: Berechnung der Unterschiede zwischen den Geschlechtern , Betrachtung der Gesamtgruppe L1.2

Gruppe	Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Mann-Whitney-U	640,500	590,000	552,500	445,500	606,500	566,000	688,000
Wilcoxon-W	1136,500	1086,000	1048,500	941,500	1102,500	1694,000	1816,000
CL1.2 Z	-,951	-1,443	-1,937	-2,930	-1,256	-1,697	-,428
CL1.2 Signifikanz ^a	,342	,149	,053	,003	,209	,090	,669
Mann-Whitney-U	626,000	565,500	520,500	534,000	594,000	636,500	490,500
Wilcoxon-W	1616,000	1000,500	955,500	969,000	1540,000	1626,500	1480,500
TL1.2 Z	-,140	-,834	-1,374	-1,185	-,361	-,017	-1,691
TL1.2 Signifikanz ^a	,889	,404	,169	,236	,718	,986	,091

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

6.2.2.5 Dichotome Computernutzungsfragen

Bei der Betrachtung der Angaben zu den dichotomen Computerfragen in Vorlesung L1.2 (Abbildung 6.7) fallen deutliche Unterschiede zwischen der Kontroll- und der Experimentalgruppe auf. Bei der Frage nach der Nutzung von Internet basierten Lernmaterialien wird die Frage von der Kontrollgruppe im Verlauf der Vorlesung deutlich zustimmend beantwortet (55,4 Prozentpunkte), während die die Experimentalgruppe deutlich ablehnend (-44,5 Prozentpunkte) reagiert. Ebenso fällt die Bewertung der Frage nach eLearning-Kursen aus. Hier sind im Verlauf der Vorlesung die Studierenden der Kontrollgruppe deutlich positiver gestimmt (19,1 Prozentpunkte), während die Studierenden der Experimentalgruppe dies eher ablehnen (-13,2 Prozentpunkte). Auffällig ist hier, dass beide Kurse in der Pre-Bewertung eher neutral abstimmten und auf einem ähnlichen Zustimmunglevel (41,9 bzw. 48,7 %) lagen.

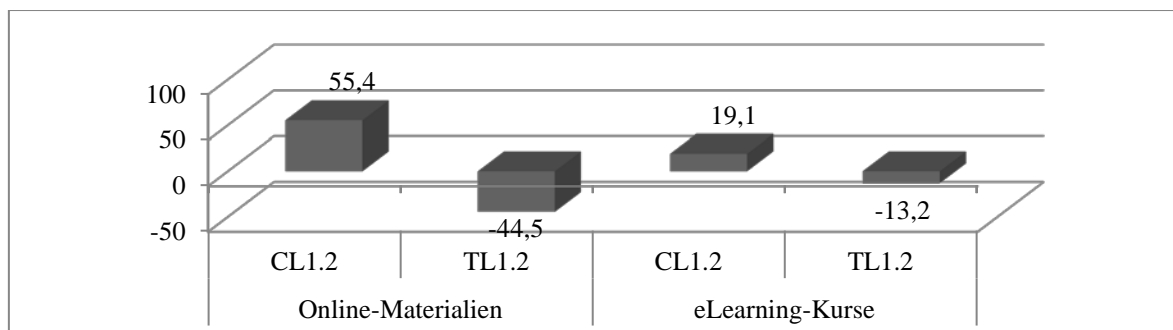


Abbildung 6.7 Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL1.2) und Experimentalgruppe (TL1.2) für die Gesamtgruppe, Angabe der Differenz der Ja-Antworten [Prozentpunkte]

Bei der Betrachtung der Daten auf der Basis der Geschlechter (Abbildung 6.8) fällt ein anfänglich ähnliches Zustimmungsverhalten der beiden Gruppen auf. In der Kontrollgrup-

pe wird der Frage nach den Nutzung von Online-Lernmaterialien im Verlauf der Vorlesung zunehmend zustimmend sowohl von den Studentinnen (58,0 Prozentpunkte) als auch den Studenten (52,8 Prozentpunkte) beantwortet. In der Experimentalgruppe wird diese Frage dagegen von beiden Gruppen deutlich ablehnender beantwortet. Hierbei ist auffällig, dass die Studentinnen die Nutzung der Online-Materialien stärker ablehnen (-62,6 Prozentpunkte) als die Studenten (-33,5 Prozentpunkte). Der Unterschied verfehlt hierbei zwischen den Geschlechtergruppen knapp die Signifikanz in der Pre-Bewertung ($\chi^2 = 3,744$; $p = 0,053$).

Der Trend setzt sich bei der Frage nach eLearning-Kursen fort: Während in der Kontrollgruppe der Unterschied zwischen den Geschlechtergruppen allein in der Post-Bewertung signifikant ist ($\chi^2 = 4,093$; $p = 0,043$) und die Frage von den Studentinnen stärkere Zustimmung findet (38,7 Prozentpunkte) als bei den Studenten (5,6 Prozentpunkte), wird in der Experimentalgruppe im Verlauf der Vorlesung eine Nutzung von eLearning-Kursen eher ablehnend betrachtet. Die Ablehnung ist dabei bei den Studenten deutlich größer (-20,2 Prozentpunkte) als bei den Studentinnen (-1,2 Prozentpunkte). Im χ^2 -Test ergeben sich hier jedoch keine Unterschiede zwischen den Bewertungen der Geschlechter.

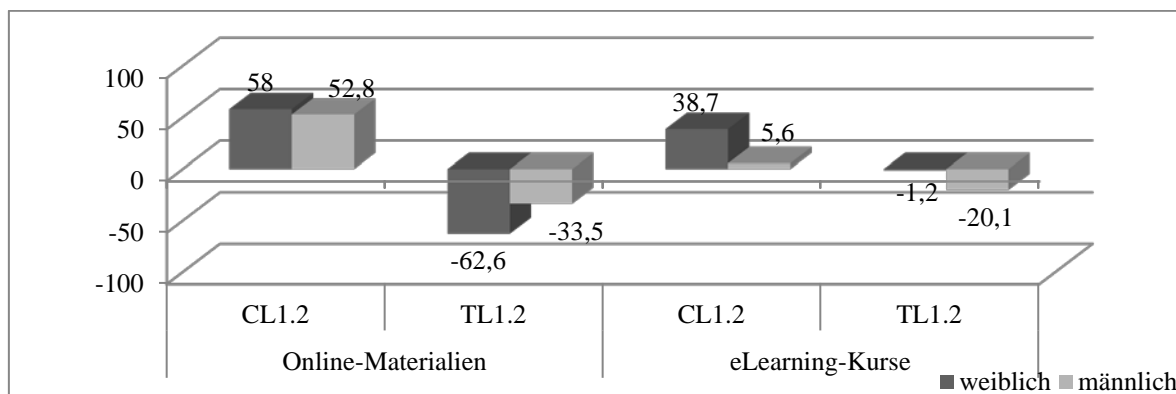


Abbildung 6.8: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL1.2) und Experimentalgruppe (TL1.2) für die Gesamtgruppe aufgeteilt nach Geschlecht, Angabe der Differenz der Ja-Antworten [Prozentpunkte]

Bei der Betrachtung der Ergebnisse aufgeteilt nach dem Studiengang (Abbildung 6.9) nimmt die Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien durch die Studierenden aller drei Studiengänge in der Kontrollgruppe zu (von 53,6 auf 58,18 Prozentpunkte). Hingegen nimmt die Zustimmung in der Experimentalgruppe ab: hier bewerten die Studierenden der Biowissenschaften (-63,08 Prozentpunkte) die Frage im Vergleich zu den Studierenden der Forstwissenschaften (-25,28 Prozentpunkte) und der Studierenden der Angewandten Biochemie (-36,28 Prozentpunkte) deutlich schlechter. Im χ^2 -Test ergeben sich jedoch keine Unterschiede zwischen den Bewertungen.

Während in der Kontrollgruppe auch die Zustimmung zur Verwendung von eLearning-Kursen steigt, nimmt sie in der Experimentalgruppe bei den Studiengängen Forstwissenschaften leicht (-11,58 Prozentpunkte) und Biowissenschaften stärker (-35,48 Prozentpunkte) ab. Die Studierenden der Angewandten Biochemie hingegen können sich einen vermehrten Einsatz von eLearning-Kursen auch nach Abschluss der veränderten Vorlesung (4,18 Prozentpunkte) vorstellen. Im χ^2 -Test ergeben sich jedoch hierbei nur signifikante

Unterschiede zwischen den Bewertungen der Studienfächer der Post-Bewertung in der Experimentalgruppe ($\chi^2 = 6,192$; $p = 0,45$).

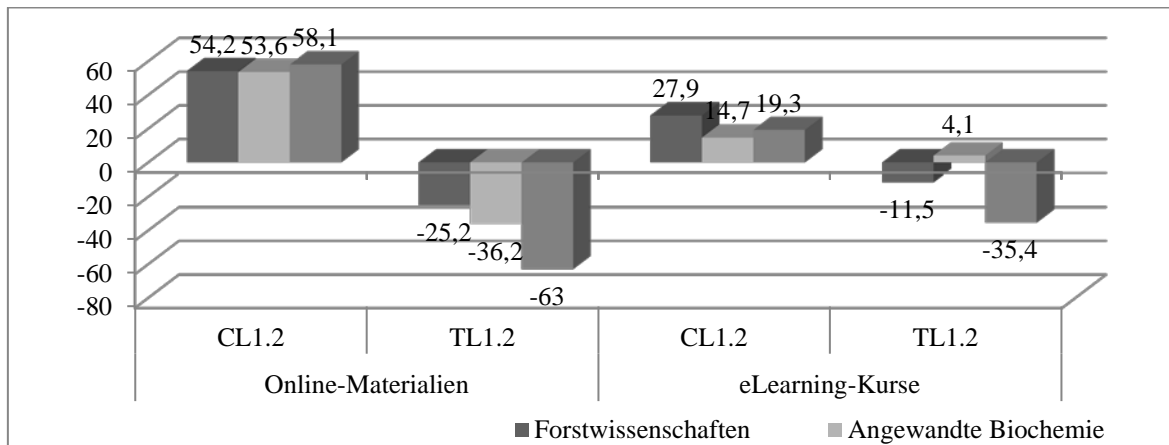


Abbildung 6.9: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL1.2) und Experimentalgruppe (TL1.2) für die Gesamtgruppe aufgeteilt nach Studienfach, Angabe der Differenz der Ja-Antworten [Prozentpunkte]

6.2.2.6 Dozentenbewertung

In den Gruppen Kontroll- und Experimentalgruppe L1.2 (Abbildung 6.10) sieht man eine Spaltung der Dozentenbewertung. Die Kontrollgruppe bewertet hier den Dozenten neutral in (54,4 %) bis eher zustimmend (35,4 %), jedoch liegt in der Experimentalgruppe sowohl der Anteil der eher zustimmenden Bewertungen (39,7 %) als auch der eher ablehnenden Bewertungen (11,5 %) leicht höher als in der Kontrollgruppe. Die eher ablehnenden Bewertungen nehmen in der Experimentalgruppe leicht zu.

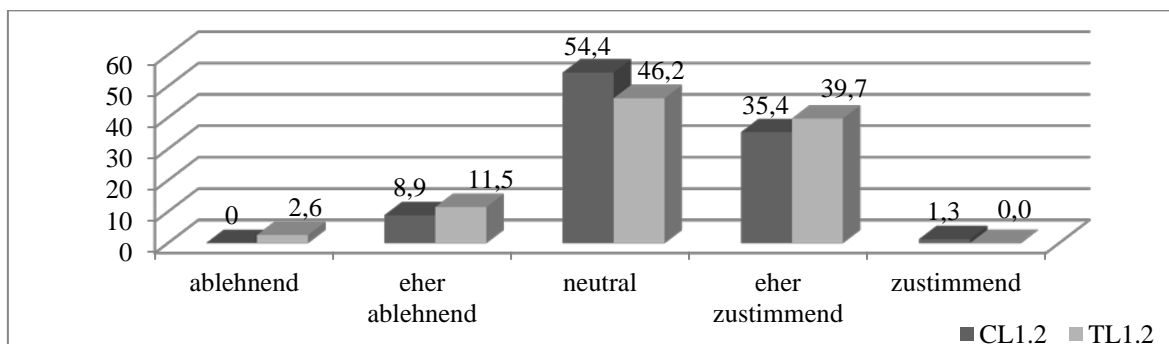


Abbildung 6.10: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL1.2, Angabe der gültigen Prozente [%]

Unter Berücksichtigung des Geschlechtes (Abbildung 6.11) besteht eine durchaus differenzierende Bewertung der Vorlesung zu erkennen. Diese Verschiebung liegt bei den Studentinnen eher im Bereich der neutralen Bewertung. Die eher ablehnenden Bewertungen nehmen hier leicht ab (10,0 %). Bei den Studenten ist eine Verschiebung hingegen deutlich ausgehend von den überwiegend neutralen Bewertungen in der Kontrollgruppe (57,4 %) zu einer eher zustimmenden Bewertung (45,8 %) hin zu erkennen.

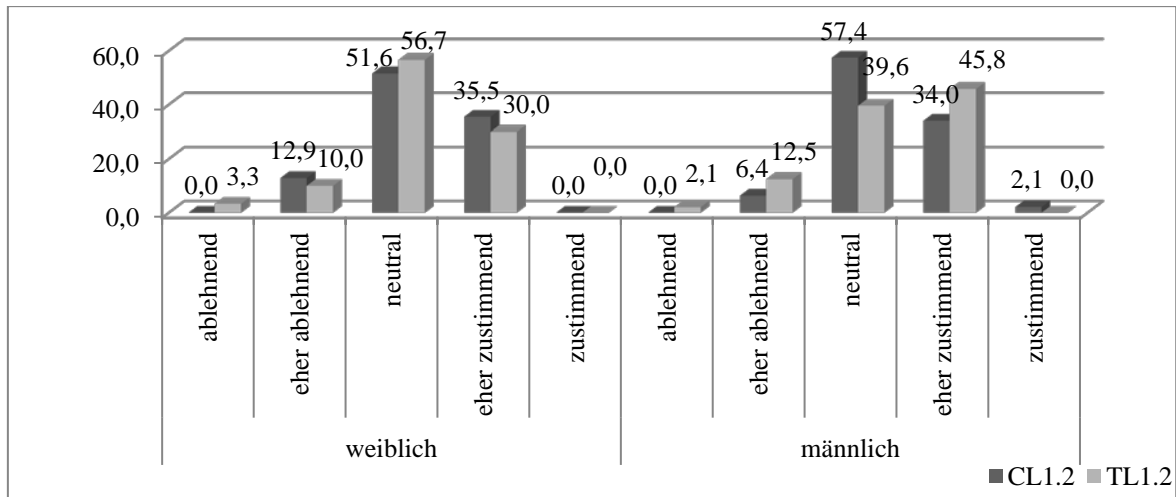


Abbildung 6.11: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL 1.2, nach Geschlecht, Angabe der gültigen Prozente [%]

In der Auswertung der Ergebnisse auf der Basis der einzelnen Studiengänge (Abbildung 6.12) ist bei den Studierenden der Forstwissenschaften eine leichte Verschiebung von der Kontroll- zur Experimentalgruppe hin zu einer neutraleren Bewertung (57,1 %) zu verzeichnen. Besonders bei den Biowissenschaften fällt die Spaltung der der Bewertungen in der Zunahme sowohl der eher ablehnenden (20,0 %) als auch der eher zustimmenden Bewertungen (26,7 %) auf. Die Studierenden der Angewandten Biochemie hingegen scheinen von der neuen Vorlesungsform zu profitieren, hier wird die Bewertung vom neutralen in den eher zustimmenden Bereich (52,9 %) verschoben, wobei hier anscheinend nur eine Stimmenumverteilung stattfindet. Die Anzahl der schlechten Bewertungen ist gleichbleibend.

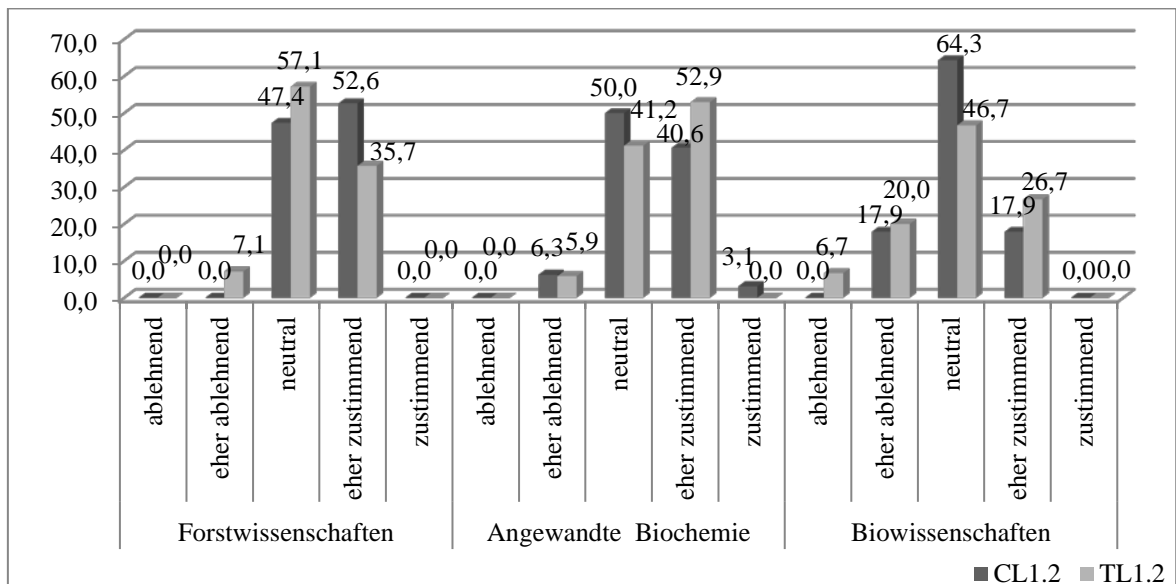


Abbildung 6.12: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL 1.2, nach Studienfach, Angabe der gültigen Prozente [%]

6.3 Darstellung der Ergebnisse von Vorlesung L2

An der Chemievorlesung Teil 2 nahmen insgesamt 177 Studierende in der Kontrollgruppe und 172 Studierende in der Experimentalgruppe teil. Die Studierenden teilten sich auf die beiden Teilkurse L2.1 (CL2.1: 100, TL2.1:94) und L2.2 (CL2.2 und TL2.2: 77) auf. Im Falle der Vorlesung CL2.1 entspricht diese Zahl jedoch nicht der Zahl der auswertbaren Befragungen der Studierenden, da in der Post-Befragung nur ein Teil der Gesamtgruppe erneut befragt werden konnten. Eine Übersicht über die Verteilung der Studierenden nach Geschlecht, Studienfach, Alter und Belegungssemester ist in Tabelle 6.22 angegeben in der absoluten Häufigkeit sowie der gültigen Prozente angegeben. Die Anzahl der auswertbaren Angaben der Kontrollgruppe L2.1 sind in der folgenden Tabelle in Klammern angegeben.

Tabelle 6.22: Übersicht über die Zusammensetzung der Stichprobe L2, Angaben der Gruppengrößen in [%]

		CL2.1		TL2.1		CL2.2		TL2.2	
		Häu- figkeit	Gültige %	Häu- figkeit	Gültige %	Häu- figkeit	Gültige %	Häufig- keit	Gülti- ge %
Gesamtanzahl		100 (29)		94		77		77	
Geschlecht	weiblich	34 (10)	34,7 (34,5)	38	40,4	32	42,1	30	38,0
	männlich	64 (19)	65,3 (65,5)	56	59,6	44	57,9	49	62,0
Studienfach	Forstwissenschaften	45 (2)	45,0 (6,9)	42	44,7	5	6,5	13	16,7
	Angewandte Biochemie	53 (26)	53,0 (89,7)	0	55,3	7	9,1	4	5,1
	Biowissenschaften	2 (1)	2,0 (3,4)	52	0,0	65	84,4	61	78,2
Alter	18/19	76 (23)	77,6 (79,3)	80	85,1	58	76,3	56	70,9
	20/21	21 (6)	21,4 (20,7)	14	14,9	15	19,7	22	27,8
	22/23	0 (0)	0,0 (0,0)	0	0,0	1	1,3	1	1,3
	24/25	1 (0)	1,0 (0,0)	0	0,0	2	2,6	0	0,0
Studiensemester	1	9 (4)	9,3 (13,8)	32	34,0	4	5,3	29	37,7
	2	83 (23)	85,6 (79,3)	61	64,9	65	85,5	46	59,7
	3	1 (0)	1,0 (0,0)	0	0,0	3	3,9	2	2,6
	4	2 (2)	2,1 (6,9)	1	1,1	2	2,6	0	0,0
	5	0 (0)	0,0 (0,0)	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	6	2 (0)	2,1 (0,0)	0	0,0	2	2,6	0	0,0

Die Anzahl der männlichen und weiblichen Studierenden ist allen vier Teilkursen mit ca. 40 % Studentinnen und ca. 60 % Studenten relativ konstant. Bei der Betrachtung der Verteilung der Studierenden nach Studienfachwahl ist festzustellen, dass die Studierenden

der Forstwissenschaften sowie der Angewandten Biochemie hauptsächlich die Vorlesung L2.1 besuchten; an Vorlesung L2.2 nahmen hingegen die Studierenden der Biowissenschaften (ca. 80 %) teil. Die Kurse werden dabei in der Regel von Studierenden des 2. Semesters (CL2.1: 85,6 %; TL2.1: 64,9 %; CL2.2: 85,5 %; TL2.2: 59,7%) besucht, welches sich auch in der Altersverteilung der Studierenden niederschlägt (Hauptalter 18/19). Die Angaben zu den Studierenden des 1. Semesters resultieren sehr wahrscheinlich aus einer Verwechslung der Semesterzählweise mit der in Japan typischen Zählweise in Studienjahren. Nur wenige Studierende der höheren Semester besuchen diese Kurse.

6.3.1 Darstellung der Ergebnisse von Vorlesung L2.1

In den nachfolgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Datenauswertung für die Vorlesung L2.1 nach der eingangs beschriebenen Vorgehensweise dargestellt. Aufgrund dieser asymmetrischen Verteilung der Studierenden nach Studienfach auf die unterschiedlichen Kurse können die folgenden Auswertungen gerade in Bezug auf die Verteilungen nach Studienfach nicht vollständig durchgeführt werden, da nicht für alle Gruppen eine ausreichende Anzahl an Probanden vertreten war. Die Analysen, bei denen die Teilgruppen weniger als 10 Studierende enthielten, werden nicht berücksichtigt.

6.3.1.1 Veränderungen innerhalb der Gruppe: Post-Pre-Analyse

Die Analyse der Veränderungen innerhalb der beiden Vorlesungsgruppen CL2.1 und TL2.1 ergibt ein eher uneinheitliches Bild: in der Kontrollgruppe wurde nur ein Teil der Fragebögen der Zweitbefragung ausgefüllt, es fehlen hier hauptsächlich die Fragebögen der Studierenden der Forstwissenschaften. Die Ergebnisse können daher auch nur mit Einschränkungen für die Gesamtgruppe gelten.

In der Betrachtungen der Skalenbewertung (Tabelle 6.23) über den Untersuchungszeitraum, sind parallele Verläufe in der Entwicklung der Kontroll- und der Experimentalgruppe zu finden. Bei beiden Teilgruppen entwickeln sich die Bewertungen der chemiebezogenen Selbstwirksamkeitserwartung, die *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* sowie die *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* signifikant zum Besseren, nur in der Kontrollgruppe wird bei der *chemischen Selbstwirksamkeitserwartung* die Signifikanz knapp verfehlt. Das *computerbezogene Lernen* sowie die *Computernutzung* werden hingegen von beiden Teilgruppen signifikant schlechter bewertet. In der Experimentalgruppe kommt es nach Einführung der Visualisierungen zu einer Veränderung in der Bewertung der *Einstellung zum Fach Chemie* und der *Computernutzung*: während die *Einstellung zur Chemie* signifikant schlechter bewertet wird, erfolgt die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* signifikant höher.

Tabelle 6.23: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse der Gesamtgruppe

Gruppe		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
CL 2.1	Z	-,643 ^b	-1,858 ^c	-1,986^c	-2,428^c	-1,667 ^b	-2,004^b	-2,364^b
	Signifikanz ^a	,520	,063	,047	,015	,096	,045	,018
TL 2.1	Z	-3,299^b	-2,525^c	-2,965^c	-3,629^c	-2,108^c	-3,252^b	-3,728^b
	Signifikanz ^a	,001	,012	,003	,000	,035	,001	,000

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) b. Basiert auf positiven Rängen. c. Basiert auf negativen Rängen.

Bei der Analyse der Skalenbewertung unter Berücksichtigung des Geschlechts der Studierenden kann aufgrund der geringen Anzahl von Studentinnen in der Kontrollgruppe (N = 10) hier keine verlässlichen Auswertung durchgeführt werden.

Bei den Studenten (Tabelle 6.24) ist eine Verschiebung des Schwerpunktes der Veränderungen sichtbar. Beide Teilgruppen bewerten die *Computernutzung* signifikant schlechter. Auch erfolgt in der Kontrollgruppe eine signifikant schlechtere *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten*. Hingegen unterliegt diese Skala in der Experimentalgruppe keiner Veränderung. Bei den weiteren Skalen treten im Gegensatz zur Kontrollgruppe in der Experimentalgruppe signifikante Veränderungen auf: im Verlauf der Vorlesung werden die *Einstellung zur Chemie* sowie das *computerbezogene Lernen* signifikant schlechter bewertet. Die *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung*, die *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* sowie die *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* werden dagegen signifikant besser bewertet.

Tabelle 6.24: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse der Studenten

Gruppe		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
CL 2.1	Z	-1,248 ^c	-1,365 ^b	-1,732 ^b	-1,199 ^b	-2,121^c	-,877 ^c	-2,787^c
	Signifikanz ^a	,212	,172	,083	,230	,034	,380	,005
TL 2.1	Z	-2,812^c	-2,202^b	-2,900^b	-3,328^b	-1,699 ^b	-3,498^c	-3,037^c
	Signifikanz ^a	,005	,028	,004	,001	,089	,000	,002

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) b. Basiert auf negativen Rängen. c. Basiert auf positiven Rängen.

Aufgrund der geringen Gruppengröße der Studierenden der Forstwissenschaften (2) und Biowissenschaften (1), welche an der Befragung in CL2.1 teilgenommen haben, kann an dieser Stelle keine verlässliche Auswertung der Daten erfolgen. Sowohl in der Kontrollgruppe als auch in der Experimentalgruppe des Studienganges Angewandte Biochemie (Tabelle 6.25) bewerten die Studierenden im Verlauf der Vorlesung die *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* signifikant höher, während die *Computernutzung* von beiden Kursen signifikant schlechter bewertet wird. Unterschiede bestehen in der Bewertung der weiteren untersuchten Skalen. Während in der Kontrollgruppe die *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* noch signifikant höher im Verlauf der Vorlesung eingeschätzt wird, besteht hier bei der Experimentalgruppe kein signifikanter Unterschied mehr in der Einschätzung. Hingegen werden hier die Skalen *Einstellung zur Chemie* und *Computerbezogenes Lernen* durch die Studenten signifikant schlechter eingeschätzt, während die Bewertung der *kognitiven Selbstwirksamkeitserwartung* sowie *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* höher ausfällt.

Tabelle 6.25: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse für die Studierenden des Studienfachs Angewandte Biochemie

Gruppe		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
CL 2.1	Z	-,578 ^c	-2,188^b	-1,710 ^b	-2,646^b	-1,414 ^c	-1,271 ^c	-2,048^c
	Signifikanz ^a	,563	,029	,087	,008	,157	,204	,041
TL 2.1	Z	-2,459^c	-1,810 ^b	-2,174^b	-2,071^b	-2,627^b	-1,987^c	-3,533^c
	Signifikanz ^a	,014	,070	,030	,038	,009	,047	,000

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) b. Basiert auf negativen Rängen. c. Basiert auf positiven Rängen.

6.3.1.2 Vergleich der pre- und post-Bewertungen der Skalen

Bei der Analyse der Pre- und Post-Bewertungen der Skalen der Kontroll- und der Experimentalgruppe der Vorlesung L2.1 (Tabelle 6.26) sind bis auf die Skala *Einstellung zur Chemie* keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen zu verzeichnen. Diese wird in der Post-Befragung von den Studierenden der Kontrollgruppe höher bewertet, während in der Pre-Bewertung hier noch keine Unterschiede zu erkennen sind.

Tabelle 6.26: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse der Gesamtgruppe

		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Pre	Mann-Whitney-U	4523,500	4540,500	4426,500	4504,500	4224,500	4381,500	4072,500
	Wilcoxon-W	9473,500	8911,500	8797,500	9257,500	8595,500	8752,500	8825,500
	Z	-,222	-,169	-,232	-,016	-,806	-,363	-,193
	Signifikanz ^a	,824	,866	,817	,987	,420	,716	,233
Post	Mann-Whitney-U	970,000	1293,500	1324,000	1308,000	1103,000	1227,500	1244,000
	Wilcoxon-W	5341,000	5664,500	1759,000	1743,000	1538,000	5505,500	1679,000
	Z	-2,367	-,350	-,156	-,249	-1,350	-,673	-,590
	Signifikanz ^a	,018	,726	,876	,804	,177	,501	,555

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

Die Auswertung der Pre- und Post-Bewertungen der Geschlechter (Tabelle 6.27) ergibt aufgrund der geringen Gruppengröße der Studentinnen an dieser Stelle keine verlässlichen Ergebnisse, daher wird von der Auswertung der Gruppe der Studentinnen an dieser Stelle abgesehen. Bei den Studenten sind keine signifikanten Unterschiede in der Pre- bzw. Post-Bewertung der Skalen zu verzeichnen. Eine unterschiedliche Tendenz in der Einschätzung ist nur in der Pre-Befragung bei der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* zu Gunsten der Kontrollgruppe zu beobachten.

Tabelle 6.27: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertung der Befragung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse der Studenten

		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Pre	Mann-Whitney-U	1596,500	1708,000	1652,500	1663,500	1442,000	1509,500	1486,000
	Wilcoxon-W	3612,500	3724,000	3668,500	3679,500	2982,000	3525,500	3502,000
	Z	-,781	-,138	-,454	-,378	-1,775	-1,297	-1,377
	Signifikanz ^a	,435	,890	,650	,706	,076	,195	,169
Post	Mann-Whitney-U	458,500	477,500	449,500	463,500	419,000	444,000	445,500
	Wilcoxon-W	1998,500	2017,500	639,500	653,500	609,000	1984,000	635,500
	Z	-,822	-,583	-,965	-,742	-,987	-1,007	-1,012
	Signifikanz ^a	,411	,560	,334	,458	,324	,314	,311

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

Im Vergleich der Pre- und Post-Skalenbewertungen der Studiengänge kann aufgrund zu geringer Fallzahlen nur der Studiengang Angewandte Biochemie betrachtet werden (Tabelle 6.28). In der Pre-Befragung fallen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Studierenden der Kontroll- und der Experimentalgruppe auf. In der Post-Befragung findet sich hingegen in der Experimentalgruppe bei der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* eine signifikant höhere Bewertung gefunden werden.

Tabelle 6.28: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertung der Befragung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse der Studierenden des Studienganges Angewandte Biochemie

		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Pre	Mann-Whitney-U	1311,500	1288,000	1296,000	1152,500	1210,500	1288,000	1169,000
	Wilcoxon-W	2689,500	2666,000	2571,000	2427,500	2588,500	2563,000	2444,000
	Z	-,288	-,432	-,028	-1,008	-,545	-,086	-,910
	Signifikanz ^a	,773	,666	,978	,313	,586	,932	,363
Post	Mann-Whitney-U	517,500	670,000	675,000	649,000	464,500	649,500	663,500
	Wilcoxon-W	1895,500	1021,000	1026,000	1000,000	815,500	2027,500	2041,500
	Z	-1,758	-,067	-,011	-,291	-2,139	-,294	-,140
	Signifikanz ^a	,079	,946	,991	,771	,032	,769	,889

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

6.3.1.3 Vergleich der Bewertungsentwicklung der korrespondierenden Teilgruppen

Zwischen der Kontroll- und Experimentalgruppe der L2.1 bestehen in der Analyse der „normierten“ Skalendaten (Tabelle 6.29) signifikante Unterschiede in der Bewertung der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten*. Die Experimentalgruppe schätzt diese signifikant besser.

Tabelle 6.29: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Entwicklung der Skalenbewertung der Befragung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse der Gesamtgruppe

	Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Mann-Whitney-U	1056,000	1286,000	1267,500	1284,000	935,000	1200,000	1231,500
Wilcoxon-W	5427,000	1692,000	1673,500	1690,000	1313,000	5478,000	1637,500
Z	-1,577	-,101	-,223	-,112	-2,029	-,571	-,359
Signifikanz ^a	,115	,920	,824	,911	,042	,568	,719

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

In der Ergebnisbetrachtung aufgeteilt nach den Geschlechtergruppen von Kontroll- und Experimentalgruppe besteht in der Analyse der „normierten“ Daten (Tabelle 6.30) eine signifikant höhere Bewertung der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* bei den männlichen Studierenden der Experimentalgruppe. Die Daten der Studentinnen können aufgrund zu geringer Fallzahlen nicht ausgewertet werden.

Tabelle 6.30: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Entwicklung der Skalenbewertung der Befragung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, betrachtet nach Geschlecht

Geschlecht		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
männlich	Mann-Whitney-U	427,000	490,000	448,500	397,500	284,500	379,500	415,000
	Wilcoxon-W	1967,000	661,000	619,500	568,500	437,500	1919,500	586,000
	Z	-,897	-,066	-,622	-1,267	-2,511	-1,549	-1,044
	Signifikanz ^a	,370	,947	,534	,205	,012	,121	,297

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

In der Analyse der Daten aufgeteilt nach den Studienfächern in der Analyse der „normierten“ Skalendaten können aufgrund geringer Fallzahlen nur die Ergebnisse für die Studierenden der Angewandten Biochemie an dieser Stelle betrachtet werden (Tabelle 6.31). *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* durch die Experimentalgruppe ist hier signifikant besser.

Tabelle 6.31: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Entwicklung der Skalenbewertung der Befragung zwischen C/TL2.1, Ergebnisse der Studierenden der Angewandten Biochemie

	Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Mann-Whitney-U	517,500	624,500	627,500	626,500	398,000	580,000	601,000
Wilcoxon-W	1895,500	2002,500	952,500	2004,500	698,000	1958,000	1979,000
Z	-1,507	-,286	-,260	-,259	-2,585	-,812	-,545
Signifikanz ^a	,132	,775	,795	,796	,010	,417	,586

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

6.3.1.4 Vergleich der Bewertungsentwicklung der Geschlechter in den Hauptskalen

Im Vergleich der Geschlechtergruppen kann nur ein Trend bestimmt werden, die Gruppe der Studentinnen in der Kontrollgruppe ist mit 10 Teilnehmerinnen zu klein. Die Angabe

der Ergebnisse erfolgt daher unter Angabe der exakten Signifikanz, welche unter Berücksichtigung der Anzahl der Studentinnen einen korrigierten Wert angibt.

Es konnten signifikante Unterschiede im Vergleich der Bewertungsentwicklung der Geschlechtergruppen der Kontroll- und Experimentalgruppe (Tabelle 6.32) gefunden werden. Während in der Kontrollgruppe die Studentinnen die *Computernutzung* signifikant höher bewerteten, treten in der Experimentalgruppe ähnliche Bewertungsentwicklungen auf. Die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* ist unter Berücksichtigung der Gruppengröße hier nicht signifikant.

Tabelle 6.32: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Veränderungen in der Skalenbewertungen bei den Geschlechtern in CL/TL2.1

Gruppe	Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Mann-Whitney-U	69,500	86,000	83,500	65,500	54,000	70,000	48,000
Wilcoxon-W	240,500	141,000	138,500	236,500	207,000	125,000	219,000
Z	-1,041	-,196	-,341	-1,208	-2,144	-1,068	-2,075
CL 2.1 Signifikanz ^a	,298	,845	,733	,227	,032	,285	,038
CL 2.1 Exakte Signifikanz	,332 ^b	,869 ^b	,759 ^b	,245 ^b	,127^b	,356 ^b	,045^b
Mann-Whitney-U	905,500	1017,500	832,500	850,500	966,000	809,500	920,500
Wilcoxon-W	2445,500	1758,500	1573,500	1591,500	2292,000	2349,500	2460,500
Z	-1,133	-,221	-1,735	-1,536	-,028	-1,717	-,791
TL 2.1 Signifikanz ^a	,257	,825	,083	,125	,978	,086	,429

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) b. Exakte Signifikanz [$2*(1\text{-seitig Sig.})$], nicht für Bindungen korr.

Der Vergleich der Bewertungsentwicklung der Kontroll- bzw. Experimentalgruppe bei der Betrachtung der Daten aufgeteilt nach Studienfach kann aufgrund der geringen Gruppengrößen nur für das Fach Angewandte Biochemie durchgeführt werden (Tabelle 6.33).

In der Kontrollgruppe wurde für die Studierenden der Angewandte Biochemie ein signifikanter Unterscheid zwischen den Geschlechtern bei der *Computernutzung* gefunden; hier bewerten ebenfalls die Studentinnen die Skalen höher. Die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* ist unter Berücksichtigung der Gruppengröße hier nicht signifikant.

Tabelle 6.33: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Veränderungen in der Skalenbewertung im Studienfach Angewandte Biochemie in C/TL2.1

Gruppe	Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Mann-Whitney-U	64,000	63,500	70,500	52,000	44,000	55,000	35,000
Wilcoxon-W	200,000	108,500	115,500	188,000	164,000	100,000	171,000
Z	-,483	-,495	-,092	-1,167	-1,977	-1,124	-2,159
Signifikanz ^a	,629	,621	,927	,243	,048	,261	,031
Exakte Signifikanz	,677 ^b	,637 ^b	,934 ^b	,276 ^b	,174^b	,357 ^b	,037^b
Mann-Whitney-U	269,500	306,500	292,500	299,500	213,500	260,000	285,000
Wilcoxon-W	797,500	834,500	502,500	509,500	648,500	788,000	813,000
Z	-,986	-,263	-,546	-,390	-1,717	-1,179	-,671
Signifikanz ^a	,324	,793	,585	,697	,086	,238	,502

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) b. Exakte Signifikanz [$2 \cdot (1\text{-seitig Sig.})$], nicht für Bindungen korr.

6.3.1.5 Dichotome Computernutzungsfragen

Bei der Auswertung der Fragen nach dem Einsatz von Online-Materialien und dem Wunsch nach mehr eLearning-Kursen können bei der Aufteilung der Gruppe nach dem Geschlecht bzw. dem Studienfach nur bedingt Aussagen getroffen werden, da die Gruppengrößen für einige Teilgruppen hier sehr gering ist ($N = 5$ oder weniger). Die Ergebnisse dieser Teilgruppen wurden in der folgenden Betrachtung ausgelassen.

In der Betrachtung der Gesamtgruppe L2.1 (Abbildung 6.13) ist bei der Frage nach der Nutzung von unterstützenden Lernmaterialien aus dem Internet bei der Kontrollgruppe eine leichte Ablehnung (-1,7 Prozentpunkte) festzustellen, wohingegen in der Experimentalgruppe die Zustimmung stark zu nimmt (8,6 Prozentpunkte). Die Zustimmung in der Experimentalgruppe liegt damit aber immer noch unterhalb des Levels der Kontrollgruppe. Die Frage nach den eLearning-Kursen wird von den Kursen hingegen positiv beantwortet, die Zustimmung steigt in der Experimentalgruppe mit 15,2 Prozentpunkten stärker als in der Kontrollgruppe (6,3 Prozentpunkte) und liegt am Ende in der ins gesamten Betrachtung auf dem gleichen Niveau in beiden Kursen.

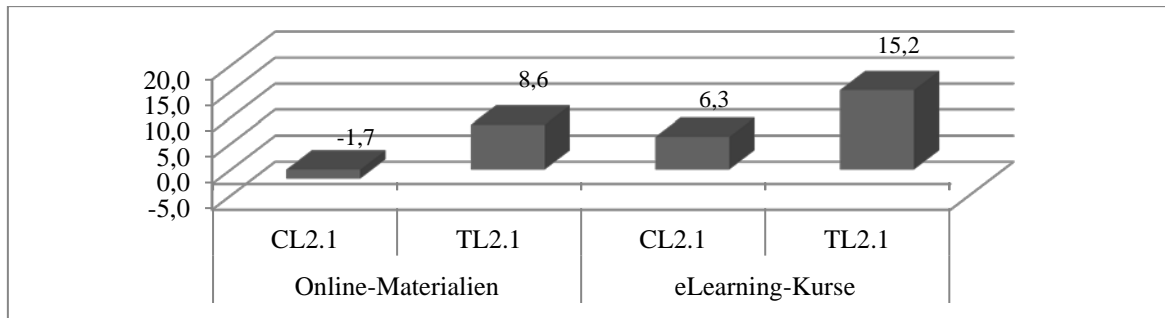


Abbildung 6.13: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL2.1) und Experimentalgruppe (TL2.1) für die Gesamtgruppe [Prozentpunkte]

Bei der Betrachtung der Ergebnisse nach Geschlechtergruppen (Abbildung 6.14), weisen diese in den Kontrollgruppen ein unterschiedliches Abstimmungsverhalten auf, während sich die Geschlechter in den Experimentalgruppen ähnlich verhalten.

Die angegebene Nutzung von Online-Lernmaterialien sinkt bei den Studentinnen im Verlauf der Vorlesung der Kontrollgruppe um 20 Prozentpunkte, während die Angabe zur Nutzung bei den Studenten mit 7,9 Prozentpunkten leicht zunimmt. In den Experimentalgruppen hingegen können sowohl bei den Studentinnen (3,3 Prozentpunkte) als auch bei den Studenten (12,3 Prozentpunkte) Zuwächse bei der Angabe der Nutzung von Onlinematerialien verzeichnet werden.

Der Unterschied zwischen den Geschlechtergruppen in der Kontrollgruppe kann auch bei der Frage nach der Nutzung von eLearning-Angeboten beobachtet werden. Während die Studentinnen der Kontrollgruppe diese Lernform noch stärker ablehnen (-19,4 Prozentpunkte), befürworten die Studenten die Nutzung stärker (19,6 Prozentpunkte). In den Experimentalgruppen hingegen fällt die Bewertung wieder ähnlich positiv aus, sowohl die Studentinnen (16,8 Prozentpunkte) als auch die Studenten (14,3 Prozentpunkte) stimmen der Frage zu. Es kann sowohl bei der Kontroll- als auch der Experimentalvorlesung bei der Fragenbeantwortung kein geschlechtsspezifischer Zusammenhang festgestellt werden. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern ergibt sich hier nur in der Post-Bewertung für die Kontrollgruppe ($\chi^2 = 6,196$; $p = 0,013$).

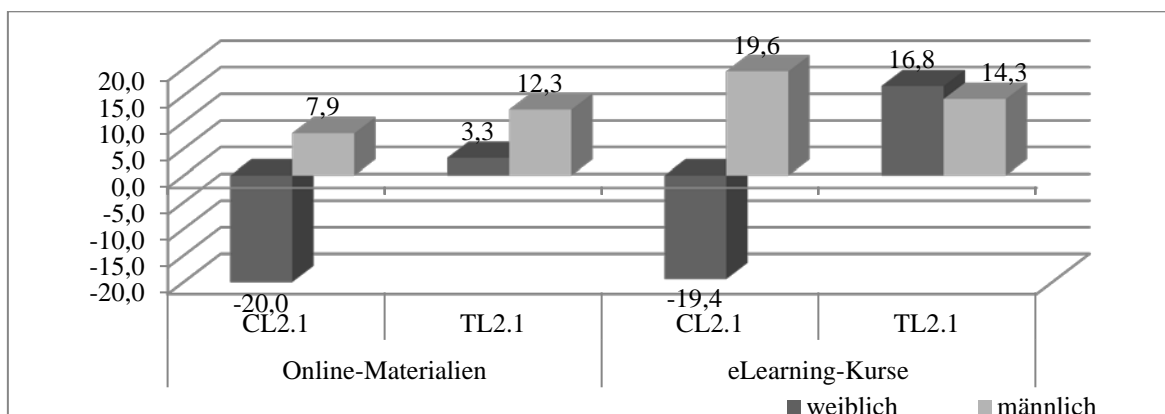


Abbildung 6.14: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL2.1) und Experimentalgruppe (TL2.1) für die Geschlechtergruppen [Prozentpunkte]

In dieser Vorlesung kann im Weiteren nur die Teilgruppe der Studierenden der Angewandten Biochemie (Abbildung 6.15) betrachtet werden; die Gruppe der Studierenden der Biowissenschaften weist nur eine sehr geringe Teilnehmerzahl auf ($N = 1$) bzw. wegen der fehlenden Post-Befragungen sind die Ergebnisse der Forstwissenschaften nicht korrekt auswertbar und verzerren das Ergebnis ($N < 10$).

In der Kontrollgruppe lehnen die Studierenden der Angewandte Biochemie die Verwendung von Onlinelernmaterialien noch ab (-10,5 Prozentpunkte), während bei den Studierenden der Experimentalgruppe hier ein deutlicher Zuwachs in der Zustimmung zu verzeichnen ist (15,1 Prozentpunkte). Gleiches gilt für die Frage nach der Nutzung von eLearning-Kursen bei den beiden Kursen. Sowohl in der Kontrollgruppe (2,7 Prozentpunkte) als auch in der Experimentalgruppe (18,3 Prozentpunkte) ist ein Zuwachs in der Zustimmung zu verzeichnen. Sowohl bei der Kontroll- als auch der Experimentalvorlesung kann kein studiengangsspezifischer Zusammenhang bei der Bewertung der dichotomen Fragen festgestellt werden.

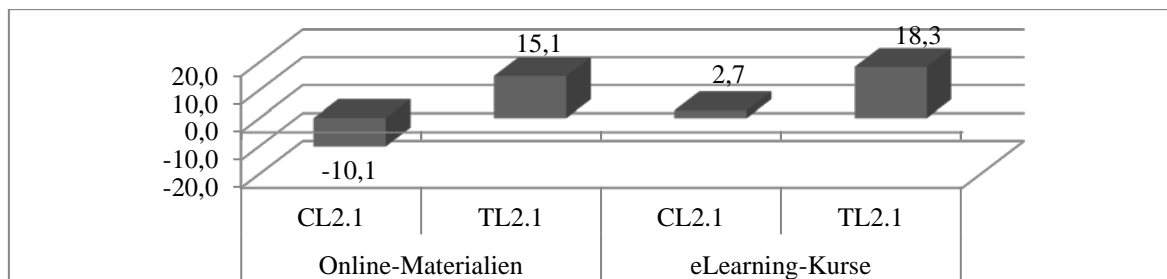


Abbildung 6.15: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL2.1) und Experimentalgruppe (TL2.1) für die Studierenden der Angewandten Biochemie [Prozentpunkte]

6.3.1.6 Dozentenbewertung

In der Betrachtung der Gesamtgruppe bewerten die Kontroll- und die Experimentalgruppe die Vorlesungen recht ähnlich (Abbildung 6.16). Während die Kontrollgruppe die Vorlesung eher zustimmend (48,3%) bis neutral (44,8%) bewertet, verschiebt sich die Bewertung in der Experimentalvorlesung nach eher neutral (58,7%) bis eher zustimmend (31,5%) bewertet. Die sehr guten und schlechten Bewertungen bleiben in beiden Kursen stabil, immerhin ca. 7-9% der Studierenden bewerteten die Vorlesungen als eher ablehnend.

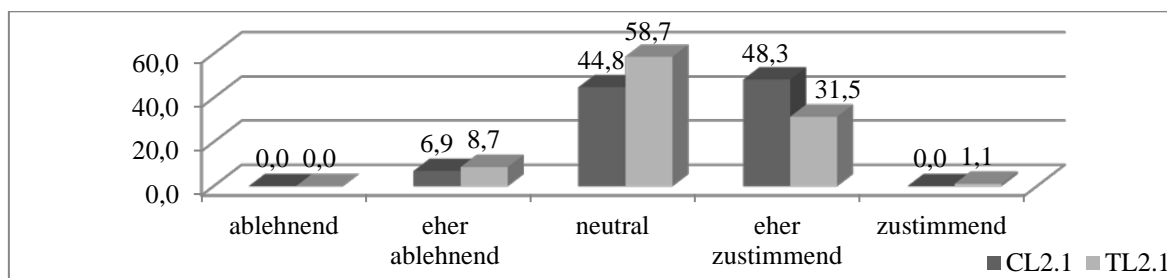


Abbildung 6.16: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL 2.1, Angabe der gültigen Prozente [%]

Auch in der Betrachtung der Bewertung aufgeteilt nach Geschlechtergruppen gibt es ähnliche Verschiebungen bei der Bewertung der Kontroll- und Experimentalvorlesung durch die

Studentinnen und Studenten. Die Bewertung beider Geschlechtergruppen verschiebt sich hier ebenfalls mehr zum neutralen Bereich hin, verbleibt aber im Bereich der neutralen bis guten Bewertung.

Während die Studentinnen in der Kontrollgruppe jeweils zu 50 % eine neutrale bis eher zustimmende Bewertung angeben, verschiebt sich die Bewertung in der Experimentalgruppe von der besseren Bewertung mit 29,7 % hin zu eine höheren Bewertung im neutralen Bereich (64,9 %).

Von den Studenten wird die Vorlesung in der Kontrollgruppe mit 42,1 % im neutralen Bereich und 47,7 % im eher zustimmenden Bereich bewertet. Dies verschiebt sich in der Experimentalvorlesung hin zu eine mehr neutralen Bewertung (54,5 % bzw. 32,7 %). Von 1,8 % der Befragten wird die Vorlesung zustimmend bewertet. Die Studenten vergeben sowohl in der Kontroll- als auch der Experimentalgruppe einen nicht unwesentlichen Anteil eher ablehnender Bewertungen (10,5 % bzw. 10,9 %).

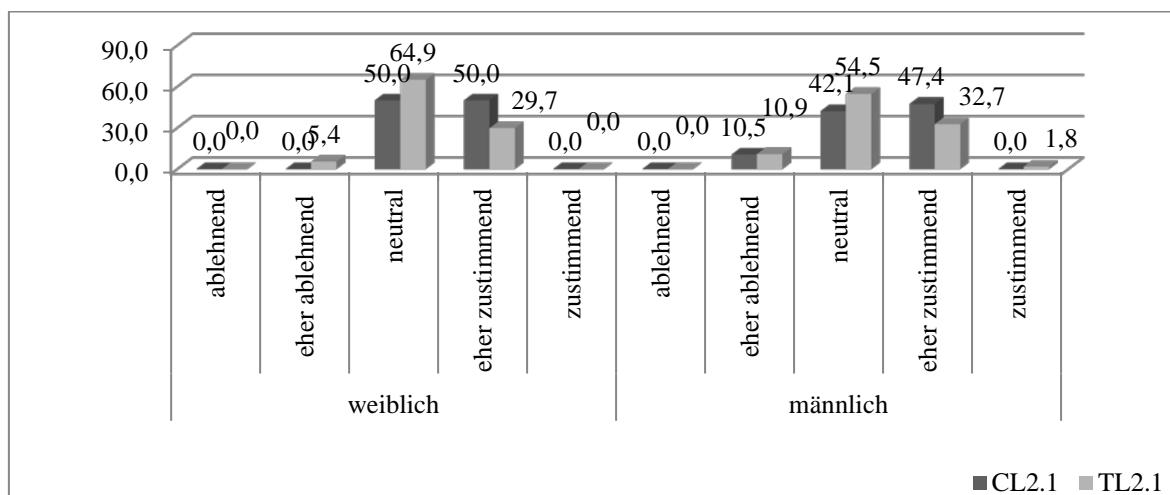


Abbildung 6.17: Dozentenbewertung C/TL2.1, nach Geschlecht, Angabe der gültigen Prozente [%]

Aufgrund der geringen Teilnehmerzahlen der Studierenden der Forstwissenschaften und Biowissenschaften kann an dieser Stelle nur die Teilgruppe der Studierenden der Angewandten Biochemie betrachtet werden. Bei ihnen kommt es zu einer leichten Verschiebung der Bewertung von der Kontroll- zur Experimentalgruppe hin zum neutralen Bereich. Während in der Kontrollgruppe 46,2 % eine neutrale Bewertung vornahmen, steigt der Anteil in der Experimentalgruppe auf 60,8 %. Gleichfalls sinkt der prozentuale Anteil der eher zustimmenden Bewertung von 50,0 % in der Kontrollgruppe, auf 35,3 % in der Experimentalgruppe. Der Anteil der eher ablehnenden Bewertungen ist mit 3,8 % bzw. 3,9 % konstant.

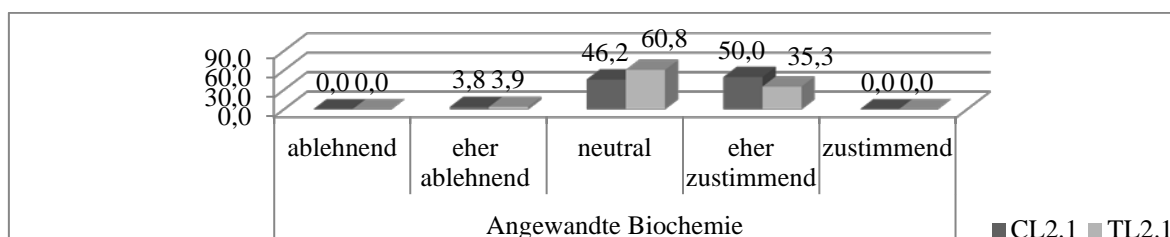


Abbildung 6.18: Dozentenbewertung C/TL2.1, Angewandte Biochemie, Angabe der gültigen Prozente [%]

6.3.2 Darstellung der Ergebnisse von Vorlesung L2.2

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Ergebnisse der Datenauswertung für die Vorlesung L2.2 nach der eingangs beschriebenen Vorgehensweise dargestellt.

6.3.2.1 Veränderungen innerhalb der Gruppe: Post-Pre-Analyse

In der Skalenbewertung über den Untersuchungszeitraum betrachtet (Tabelle 6.34), sind Unterschiede in der Entwicklung der Kontroll- und der Experimentalgruppe der Vorlesung L2.2 zu finden. Die *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* wird von beiden Teilgruppen besser bewertet, wobei in der Experimentalgruppe die Signifikanz knapp verfehlt wird. Die Bewertung der weiteren Skalen der beiden Teilgruppen ist divergent. Während in der Kontrollgruppe die *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* und *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* signifikant höher bewertet wird, ergeben sich im Verlauf der Experimentalvorlesung hier keine signifikanten Veränderungen. In der Experimentalgruppe hingegen werden die *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* besser sowie die *Computernutzung* im Verlauf der Vorlesung signifikant schlechter bewertet.

Tabelle 6.34: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die C/TL2.2

		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
CL 2.2	Z	-1,057 ^c	-2,708^c	-1,996^c	-,562 ^c	-2,600^c	-1,183 ^c	-1,034 ^b
	Signifikanz ^a	,291	,007	,046	,574	,009	,237	,301
TL2.2	Z	-,448 ^b	-1,453 ^c	-1,844 ^c	-2,425^c	-,161 ^c	-,347 ^b	-2,379^b
	Signifikanz ^a	,654	,146	,065	,015	,872	,729	,017

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) b. Basiert auf positiven Rängen. c. Basiert auf negativen Rängen.

Bei Auswertung der Veränderungen der Skalenbewertung unter Berücksichtigung des Geschlechts der Studierenden sind Unterschiede bei der Bewertung festzustellen (Tabelle 6.35). Während die Studentinnen sowohl der Kontroll- als auch der Experimentalgruppe die *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* signifikant besser bewerten, ist in der Experimentalgruppe zusätzlich eine signifikant bessere Bewertung der *kognitiven Selbstwirksamkeitserwartung* und der *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* zu verzeichnen.

Bei den Studenten der Kontrollgruppen ist eine signifikante Verbesserung der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* zu beobachten, während in der Experimentalgruppe eine signifikante Verschlechterung bei der Bewertung der *Computernutzung* festzustellen ist.

Tabelle 6.35: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für C/TL2.2, Ergebnisse für Studentinnen und Studenten

Gruppe	Geschlecht		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
CL 2.2	weiblich	Z	-,206 ^b	-2,669^b	-1,543 ^b	-,108 ^c	-1,508 ^b	-,416 ^b	-,029 ^c
		Signifikanz ^a	,837	,008	,123	,914	,132	,677	,977
CL 2.2	männlich	Z	-1,202 ^b	-1,163 ^b	-1,322 ^b	-,816 ^b	-2,138^b	-1,234 ^b	-1,331 ^c
		Signifikanz ^a	,229	,245	,186	,415	,033	,217	,183
TL 2.2	weiblich	Z	,000 ^d	-3,222^b	-2,440^b	-2,465^b	,000 ^d	-,356 ^c	-,578 ^c
		Signifikanz ^a	1,000	,001	,015	,014	1,000	,722	,564
TL 2.2	männlich	Z	-,536 ^c	-1,259 ^c	-,212 ^b	-,747 ^b	-,165 ^b	-,172 ^c	-2,477^c
		Signifikanz ^a	,592	,208	,832	,455	,869	,864	,013

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) b. Basiert auf negativen Rängen. c. Basiert auf positiven Rängen.

Bei der Betrachtung der Veränderungen der Bewertung der Skalen im Vorlesungsverlauf von C/TL2.2 sind Unterschiede in der Bewertung durch die Studierenden der Biowissenschaften festzustellen (Tabelle 6.36). Aufgrund der geringen Gruppengröße der Studierenden der Forstwissenschaften (3) und Angewandten Biochemie (4), welche an der Befragung teilgenommen haben, kann an dieser Stelle keine verlässliche Auswertung der Daten erfolgen.

Tabelle 6.36: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die C/TL2.2, Biowissenschaften

Gruppe		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
CL 2.2	Z	-1,430 ^b	-2,711^b	-2,435^b	-,729 ^b	-2,236^b	-1,693 ^b	-1,038 ^c
	Signifikanz ^a	,153	,007	,015	,466	,025	,090	,299
TL 2.2	Z	-,422 ^c	-1,714 ^b	-2,463^b	-2,629^b	-,566 ^b	-,539 ^c	-1,763 ^c
	Signifikanz ^a	,673	,087	,014	,009	,572	,590	,078

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig) b. Basiert auf negativen Rängen. c. Basiert auf positiven Rängen.

Sowohl in der Kontrollgruppe als auch in der Experimentalgruppe bewerten die Studierenden die *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* signifikant höher. Unterschiede bestehen in der Bewertung der weiteren untersuchten Skalen. Während in der Kontrollgruppe die *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* und die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten*

higkeiten noch signifikant besser ausfällt werden, besteht bei der Experimentalgruppe kein signifikanter Unterschied in der Einschätzung. Hingegen wird die *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* durch die Studenten signifikant besser eingeschätzt.

6.3.2.2 Vergleich der Pre- und Post- Bewertungen der Skalen

Die Auswertung des Vergleichs der Pre- und Post-Skalenbewertungen (Tabelle 6.37) zwischen der Kontroll- und der Experimentalgruppe ergibt bis auf die Skalen *Einstellung zur Chemie* und bei der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. In der Post-Befragung werden die *Einstellung zur Chemie* und die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* durch die Studierenden der Kontrollgruppe signifikant höher bewertet.

Tabelle 6.37: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.2, Ergebnisse der Gesamtgruppe

	Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Mann-Whitney-U	2235,500	2589,000	2514,500	2288,000	2264,000	2289,000	2507,000
Pre Wilcoxon-W	5085,500	5145,000	5364,500	5138,000	5114,000	4704,000	4922,000
Z	-1,757	-,297	-,610	-1,486	-1,583	-1,120	-,193
Signifikanz ^a	,079	,766	,542	,137	,113	,263	,847
Mann-Whitney-U	1981,500	2468,500	2394,500	2607,000	1874,500	2558,500	2461,000
Post Wilcoxon-W	4609,500	5096,500	5022,500	5235,000	4359,500	5186,500	5089,000
Z	-2,654	-,662	-,972	-,084	-3,003	-,140	-,546
Signifikanz ^a	,008	,508	,331	,933	,003	,889	,585

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

Im Vergleich der Pre- und Post-Skalenbewertungen durch die beiden Geschlechter (Tabelle 6.38) in Kontroll- und der Experimentalgruppe treten bei den Studentinnen vermehrt signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen auf. Die Studentinnen der Kontrollgruppe bewerten die *Einstellung zur Chemie*, die *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung*, die *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung*, die *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* sowie die *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* im Pre-Fragebogen signifikant höher als die Studentinnen der Experimentalgruppe. Im Post-Fragebogen unterscheidet sich die Bewertung hingegen nur noch signifikant bei der *Einstellung zur Chemie* und der *Einschätzung eigenen Computerfähigkeiten*: diese werden von der Kontrollgruppe signifikant höher bewertet.

Bei den Studenten fällt hingegen nur in der Pre-Befragung die Bewertung der chemiebezogenen Selbstwirksamkeitserwartung in der Experimentalgruppe signifikant besser aus als in der Kontrollgruppe. Allerdings verschwinden diese Unterschiede im Verlauf der Vorlesung, so dass sich im Post-Fragebogen hier keine signifikanten Unterschiede mehr ergeben.

Tabelle 6.38: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.2, Ergebnisse nach Geschlecht

Geschlecht		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendung	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung	
Pre	weiblich	Mann-Whitney-U	330,000	311,000	299,000	225,000	330,500	435,500	408,000
		Wilcoxon-W	765,000	746,000	734,000	660,000	765,500	931,500	843,000
		Z	-2,068	-2,294	-2,510	-3,492	-2,327	-,224	-,646
		Signifikanz ^a	,039	,022	,012	,000	,020	,823	,518
	männlich	Mann-Whitney-U	834,000	678,500	800,000	834,500	849,500	710,500	762,500
		Wilcoxon-W	1915,000	1458,500	1580,000	1614,500	1930,500	1451,500	1503,500
		Z	-,579	-2,028	-,920	-,563	-,017	-1,371	-,879
		Signifikanz ^a	,563	,043	,357	,574	,986	,170	,380
Post	weiblich	Mann-Whitney-U	318,500	423,500	378,500	417,000	274,500	393,500	396,500
		Wilcoxon-W	753,500	858,500	813,500	852,000	680,500	828,500	831,500
		Z	-2,048	-,395	-1,118	-,486	-2,990	-,875	-,818
		Signifikanz ^a	,041	,693	,264	,627	,003	,382	,413
	männlich	Mann-Whitney-U	703,500	817,500	858,000	828,000	703,500	777,500	842,000
		Wilcoxon-W	1649,500	1763,500	1804,000	1689,000	1606,500	1597,500	1788,000
		Z	-1,640	-,624	-,221	-,486	-1,286	-,784	-,172
		Signifikanz ^a	,101	,533	,825	,627	,199	,433	,863

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

Ein Vergleich der Pre- und Post-Skalenbewertungen in der Betrachtung nach den Studiengängen (Tabelle 6.39) kann aufgrund der zu geringen Fallzahlen für die beiden weiteren Studiengänge nur für den Studiengang Biowissenschaften gezogen werden. Die Studierenden der Kontrollgruppe bewerten sowohl im Pre- als auch im Post-Fragebogen *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* signifikant höher als die Experimentalgruppe. Im Gegensatz zur Pre-Befragung bewerten sie in der Post-Befragung in der Kontrollgruppe die *Einstellung zur Chemie* höher als die Experimentalgruppe.

Tabelle 6.39: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse des Studienganges *Biowissenschaften*

Studienfach	Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerefähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Pre							
Mann-Whitney-U	1664,500	1877,500	1781,500	1603,000	1507,500	1533,500	1743,500
Wilcoxon-W	3494,500	3893,500	3611,500	3433,000	3337,500	3424,500	3634,500
Z	-1,205	-,066	-,578	-1,471	-2,078	-1,470	-,305
Signifikanz ^a	,228	,948	,563	,141	,038	,142	,760
Post							
Mann-Whitney-U	1327,000	1594,500	1555,500	1701,500	1236,000	1704,000	1632,000
Wilcoxon-W	2923,000	3190,500	3151,500	3297,500	2721,000	3300,000	3523,000
Z	-2,283	-,793	-1,022	-,188	-2,667	-,023	-,434
Signifikanz ^a	,022	,428	,307	,851	,008	,982	,665

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

6.3.2.3 Vergleich der Bewertungsentwicklung der korrespondierenden Teilgruppen

Zwischen den beiden Gruppen CL2.2 und TL2.2 bestehen in der Analyse der Daten über die Veränderung innerhalb der Vorlesung (Tabelle 6.40) keine signifikanten Unterschiede.

Tabelle 6.40: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Entwicklung der Skalenbewertung der Befragung zwischen C/TL2.2, Ergebnisse der Gesamtgruppe

	Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerefähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Mann-Whitney-U	2059,500	2096,000	2191,500	1965,000	1853,000	1997,000	1935,500
Wilcoxon-W	4474,500	4511,000	4606,500	4243,000	4131,000	4343,000	4281,500
Z	-1,140	-,968	-,557	-1,529	-1,627	-,867	-1,130
Signifikanz ^a	,254	,333	,578	,126	,104	,386	,258

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

Im Vergleich der Veränderungen innerhalb der Vorlesung zwischen den Geschlechtergruppen der Kontroll- und der Experimentalgruppe bestehen signifikante Unterschiede (Tabelle 6.41). Die Bewertung der *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* fällt bei den Studentinnen der Experimentalgruppe signifikant höher aus.

Die Bewertung der Studenten unterscheidet sich hingegen signifikant bei der *chemiebezogenen Selbstwirksamkeitserwartung*, hier weisen die Studierenden der Kontrollgruppe höhere Bewertung auf.

Tabelle 6.41: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Entwicklung der Skalenbewertung der Befragung zwischen C/TL2.1, Ergebnisse nach Geschlecht

Geschlecht		Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
weiblich	Mann-Whitney-U	411,500	357,500	391,000	275,500	361,000	400,500	388,500
	Wilcoxon-W	817,500	853,500	887,000	771,500	739,000	806,500	794,500
	Z	-,361	-1,188	-,712	-2,435	-1,083	-,331	-,512
	Signifikanz ^a	,718	,235	,477	,015	,279	,741	,609
männlich	Mann-Whitney-U	620,500	542,500	627,500	735,500	567,500	598,500	594,000
	Wilcoxon-W	1481,500	1403,500	1488,500	1596,500	1387,500	1418,500	1414,000
	Z	-1,235	-2,092	-1,190	-,026	-1,251	-,928	-,956
	Signifikanz ^a	,217	,036	,234	,979	,211	,354	,339

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

Ein Vergleich der Veränderungen der Einstellung der Studiengänge zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe ist aufgrund der geringen Fallzahlen nur für die Studierenden der Biowissenschaften möglich; diese unterscheiden sich nicht signifikant in der Bewertung.

Tabelle 6.42: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Entwicklung der Skalenbewertung der Befragung zwischen C/TL2.1, Ergebnisse des Studienganges *Biowissenschaften*

Studienfach	Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Mann-Whitney-U	1416,000	1500,000	1589,500	1343,000	1398,500	1324,000	1392,500
Wilcoxon-W	2956,000	3040,000	3129,500	3173,000	2829,500	2809,000	2877,500
Z	-1,362	-,869	-,367	-1,744	-,849	-1,337	-,892
Signifikanz ^a	,173	,385	,714	,081	,396	,181	,372

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

6.3.2.4 Vergleich der Bewertungsentwicklung der Geschlechter in den Hauptskalen

In der Kontrollgruppe (Tabelle 6.43) ist kein Unterschied in der Bewertung der Skalen durch die beiden Geschlechtergruppen zu erkennen. In der Experimentalgruppe bewerten jedoch die Studentinnen die *Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* und *Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich Alltagsanwendungen* signifikant höher als die Studenten.

Tabelle 6.43: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Veränderungen in der Skalenbewertung bei den Geschlechtern in C/TL2.2

Gruppe	Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Mann-Whitney-U	500,500	471,500	550,000	526,500	487,000	450,000	419,000
Wilcoxon-W	996,500	1137,500	1046,000	1022,500	983,000	915,000	1014,000
Z	-,748	-1,127	-,108	-,404	-,393	-,847	-1,297
Signifikanz ^a	,455	,260	,914	,686	,694	,397	,195
Mann-Whitney-U	572,500	284,500	433,000	405,000	519,000	531,000	448,500
Wilcoxon-W	1433,500	1145,500	1294,000	1266,000	897,000	937,000	1268,500
Z	-,019	-3,656	-1,834	-2,089	-,333	-,390	-1,417
Signifikanz ^a	,985	,000	,067	,037	,739	,696	,157

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig).

Signifikante Unterschiede können im Vergleich der Skalenergebnisse zwischen den Studentinnen und Studenten des Studienganges Biowissenschaften nur in der Experimentalgruppe gefunden werden. Hier wird die *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* von den Studentinnen signifikant bewertet als von den Studenten (Tabelle 6.44). In der Kontrollgruppe besteht hingegen nur eine leichte Tendenz der höheren Bewertung der Computernutzung durch die Studentinnen.

Tabelle 6.44: Mann-Whitney-U-Test, Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Veränderungen in der Skalenbewertung bei den Studienfächern in C/TL2.2, *Biowissenschaften*

Studienfach	Einstellung zum Fach Chemie	Chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung	Kognitive Selbstwirksamkeitserwartung	Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen	Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten	Computerbezogenes Lernen	Computernutzung
Mann-Whitney-U	399,000	397,500	421,500	413,000	391,500	344,000	296,500
Wilcoxon-W	834,000	893,500	856,500	848,000	826,500	750,000	731,500
Z	-,772	-,799	-,447	-,550	-,288	-1,040	-1,856
Signifikanz ^a	,440	,424	,655	,582	,773	,298	,064
Mann-Whitney-U	358,500	192,500	317,500	277,500	339,000	339,000	316,500
Wilcoxon-W	854,500	688,500	813,500	773,500	804,000	639,000	781,500
Z	-,241	-3,156	-1,010	-1,626	-,139	-,386	-,772
Signifikanz ^a	,810	,002	,313	,104	,889	,699	,440

a. Asymptotische Signifikanz (2-seitig)

6.3.2.5 Dichotome Computernutzungsfragen

Bei der Auswertung der Fragen nach dem Einsatz von Online-Materialien und dem Wunsch nach mehr eLearning-Kursen können bei der Aufteilung der Gruppe nach dem Geschlecht bzw. dem Studienfach nur bedingt Aussagen getroffen werden, da die Gruppengrößen für einige Teilgruppen hier sehr gering ist (5 oder weniger). Daher wurden die Ergebnisse dieser Teilgruppen in der folgenden Betrachtung nicht berücksichtigt.

In der Betrachtung der Gesamtgruppen L2.1 sind bei der der Nutzung von unterstützenden Lernmaterialien aus dem Internet bei der Kontrollgruppe keine Veränderungen festzustellen, in der Experimentalgruppe nimmt hingegen die Zustimmung ab (-6,9 Prozentpunkte). Die Zustimmung liegt damit in der Experimentalgruppe deutlich unterhalb der der Kontrollgruppe. Die Frage nach den eLearning-Kursen wird von beiden Gruppen ablehnend beantwortet, die Zustimmung nimmt um 6,4 Prozentpunkte in der Kontrollgruppe bzw. um 5,6 Prozentpunkte in der Experimentalgruppe ab (Abbildung 6.19).

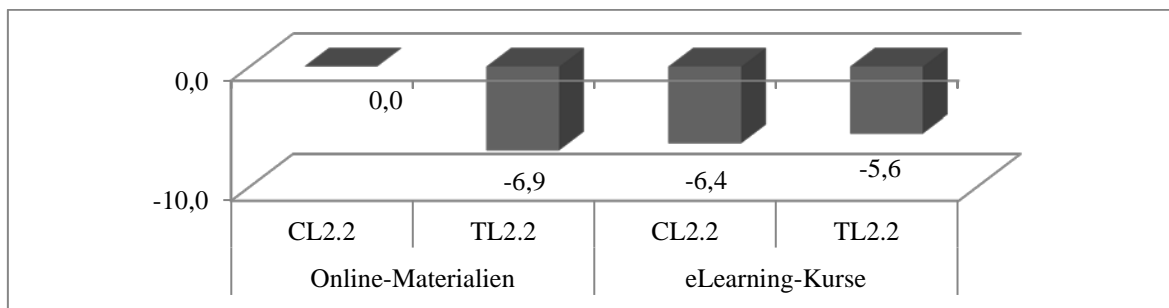


Abbildung 6.19: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL2.2) und Experimentalgruppe (TL2.2) für die Gesamtgruppe [Prozentpunkte]

Bei der Berücksichtigung der Geschlechter ist sowohl in der Kontroll- als auch in der Experimentalgruppe ein unterschiedliches Bewertungsverhalten zu erkennen. Während die Zustimmung bei den Studentinnen im Verlauf der Vorlesung jeweils abnimmt, nimmt sie bei den Studenten in der generellen Betrachtung der Ergebnisse zu (Abbildung 6.20).

Die angegebene Nutzung von Online-Lernmaterialien sinkt bei den Studentinnen im Verlauf der Kontrollgruppe um 10,9 Prozentpunkte, während die Angabe der Nutzung bei den Studenten hingegen mit 8,0 Prozentpunkten leicht zunimmt. In der Experimentalgruppe sinkt bei den Studentinnen deutlich stärker (-24,4 Prozentpunkte) während bei den Studenten ein Zuwachs in der Bewertung von 4,4 Prozentpunkten festzustellen ist. Am Ende der Vorlesung in der Kontrollgruppe würden aber immer noch mehr Studentinnen Online-Materialien nutzen als Studenten, während am Ende der Vorlesung in der Experimentalgruppe deutlich weniger Studentinnen als Studenten die Frage zustimmend beantworten. Ein Unterschied zwischen den Geschlechtern besteht nur tendenziell in der Pre-Befragung der Kontrollgruppe ($\chi^2 = 3,684$; $p = 0,055$) und signifikant in der Post-Befragung der Experimentalgruppe ($\chi^2 = 3,966$; $p = 0,046$).

Der Unterschied zwischen den Geschlechtergruppen in der Kontrollgruppe kann auch bei der Frage nach der Nutzung von eLearning-Angeboten beobachtet werden. Während die Studentinnen der Kontrollgruppe diese Lernform ablehnen (-13,1 Prozentpunkte), kann bei den Studenten keine Veränderung in der Bewertung festgestellt werden. In den Experimen-

talgruppen hingegen fällt die Bewertung wieder deutlich unterschiedlicher aus, die Studentinnen bewerten die Frage stark negativ (-39,69 Prozentpunkte), während die Studenten die Frage positiv beantworten (15,5 Prozentpunkte). Ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern besteht nur in der Post-Befragung der Experimentalgruppe ($\chi^2 = 11,212$; $p = 0,001$).

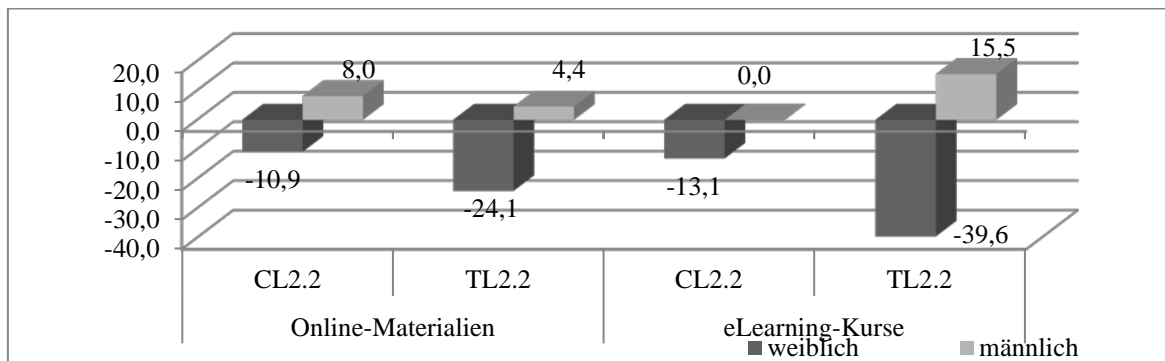


Abbildung 6.20: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL2.2) und Experimentalgruppe (TL2.2) für die Geschlechtergruppen [Prozentpunkte]

Bei den Studienfächern werden in Vorlesung L2.2 nur die Studierenden der Biowissenschaften betrachtet, da die Teilnehmerzahlen der Studiengänge Forstwissenschaften und Angewandte Biochemie jeweils unter fünf Teilnehmern liegen (Abbildung 6.21). Die Studierenden der Biowissenschaften lehnen sowohl in der Kontroll- als auch in der Experimentalvorlesung die Verwendung von Onlinematerialien ab. Dabei ist die Ablehnung in der Kontrollgruppe geringer (-0,8 Prozentpunkte) als in der Experimentalgruppe (-8,6 Prozentpunkte). Am Ende der Vorlesung liegt damit das Ergebnis der Experimentalgruppe (21,4 %) deutlich unterhalb der Zustimmung der Kontrollgruppe (49,2 %).

Auch bei der Frage nach der Nutzung von eLearning-Kursen lehnen sowohl die Kontroll- (-7,4 Prozentpunkte) als auch die Experimentalgruppe (-9,8 Prozentpunkte) diese ab. Hier liegen die beiden Gruppen in der Post-Bewertung des Items gleich auf (ca. 42%). Sowohl bei der Kontroll- als auch der Experimentalvorlesung kann kein signifikanter Zusammenhang der Fragenbeantwortung auf der Basis des Studienganges bei der Bewertung der dichotomen Fragen festgestellt werden.

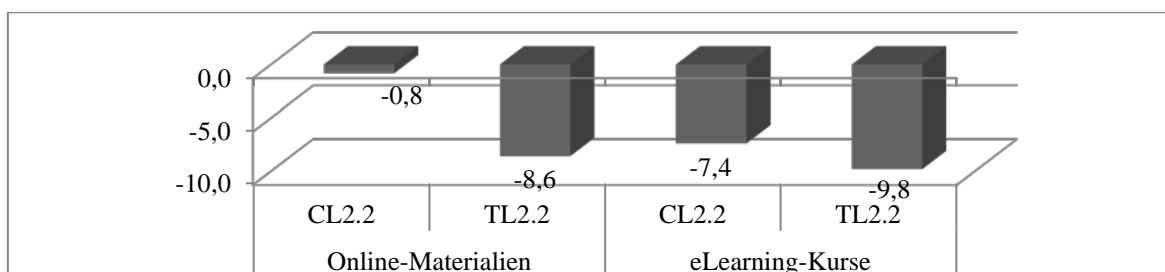


Abbildung 6.21: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL2.2) und Experimentalgruppe (TL2.2) für die Studierenden der Biowissenschaften [Prozentpunkte]

6.3.2.6 Dozentenbewertung

Die Kontroll- und Experimentalgruppe L2.2 bewerten die beiden Vorlesungen recht ähnlich (Abbildung 6.22). Die Kontrollgruppe bewertet die Vorlesung eher neutral (53,4 %) bis eher zustimmend (32,9 %), wohingegen sich die Bewertung der Experimentalgruppe leicht zum Besseren hin verschiebt (neutral: 50,0 %; eher zustimmend: 37,5 %). Bei beiden Gruppen bewerten jeweils 11,1 % der Studierenden die Vorlesung eher ablehnend und 1,4 % mit anlehnend. In der Kontrollgruppe wird die Vorlesung von 1,4 % der Befragten zustimmend bewertet.

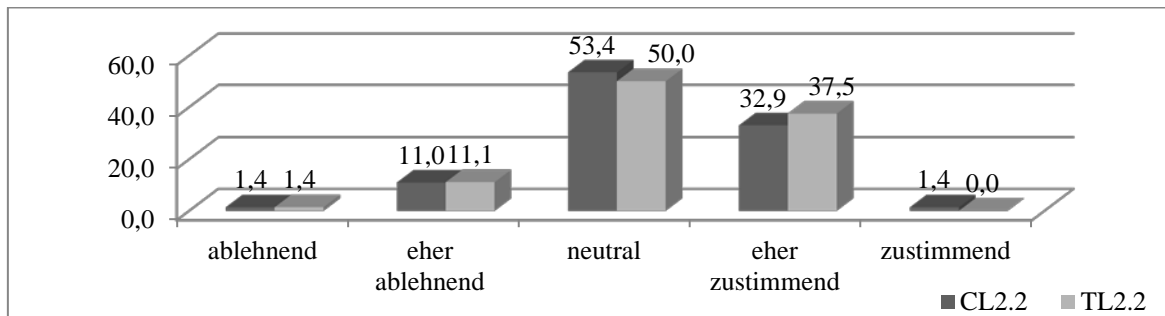


Abbildung 6.22: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL 2.2, Angabe der gültigen Prozente [%]

In der Betrachtung der Ergebnisse auf der Basis der Geschlechter (Abbildung 6.23) bewerten die Studentinnen der Kontrollgruppe die Vorlesung hauptsächlich neutral (51,6 %) bis eher zustimmend (35,5 %) bewerten, jedoch bewerten immerhin 12,9 % der Studentinnen die Vorlesung als eher ablehnend. Dieser Anteil verringert sich in der Experimentalgruppe auf 6,9 %, es kommt zu eine Verschiebung der Bewertung in den eher zustimmenden (44,8 %) bis neutralen Bereich (48,3 %).

Bei den Studenten hingegen scheint sich die Meinung der Studierenden zu spalten: Die neutralen Bewertungen nehmen von der Kontrollgruppe (56,1 %) zur Experimentalgruppe (51,2 %) hin leicht ab, während dabei aber sowohl die eher ablehnenden (CL2.2: 9,8 %; TL2.2: 14,0 %) als auch die eher zustimmenden Bewertungen (CL2.2: 29,3 %; TL2.2: 32,6 %) in der Experimentalgruppe zunehmen.

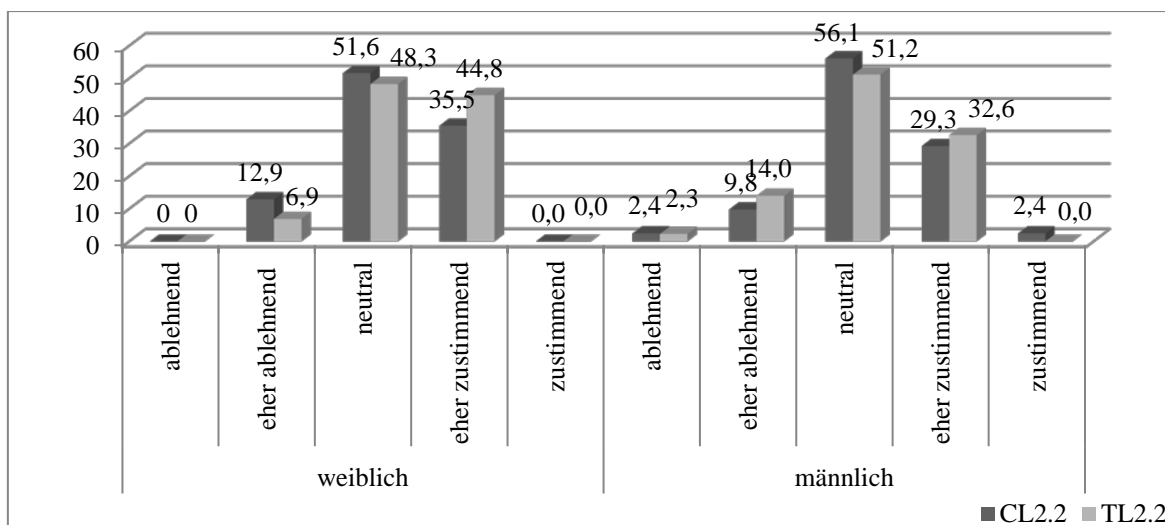


Abbildung 6.23: Dozentenbewertung C/TL 2.2, nach Geschlecht, Angabe der gültigen Prozente [%]

Bei der Betrachtung der Ergebnisse auf Basis der Studienfächer der Studierenden kann an dieser Stelle aufgrund der geringen Teilnehmerzahlen der Studierenden der Forstwissenschaften und Angewandten Biochemie nur die Teilgruppe der Studierenden der Biowissenschaften betrachtet werden (Abbildung 6.24). Die Bewertungen der Studierenden der Biowissenschaften relativ konstant und verschieben sich zwischen der Kontroll- und der Experimentalvorlesung nur minimal. In der Kontrollgruppe nehmen 51,6 % der Studierenden eine neutrale Bewertung vor, in der Experimentalgruppe fast unverändert bei 51,8 %. Gleichfalls steigt der prozentuale Anteil der eher zustimmenden Bewertungen von 33,9 % in der Kontrollgruppe auf 35,7 % in der Experimentalgruppe. Der Anteil der eher ablehnenden Bewertungen sinkt geringfügig von 11,3 % auf 10,7 %.

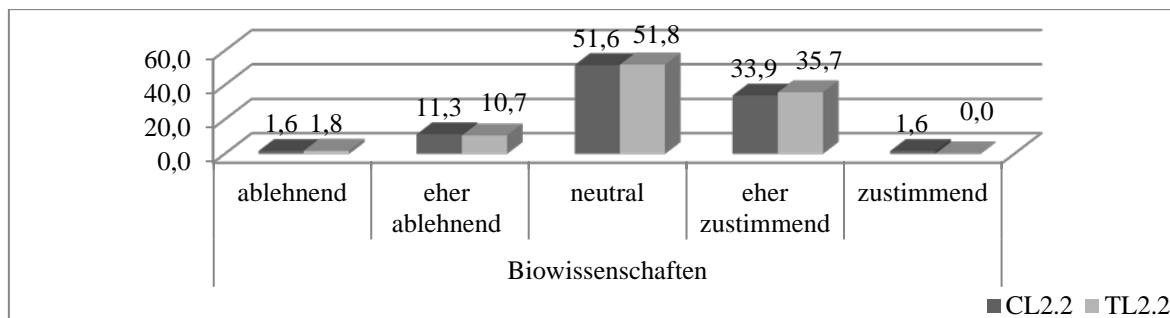


Abbildung 6.24: Dozentenbewertung C/TL 2.2, Biowissenschaften, Angabe der gültigen Prozente [%]

6.4 Nutzung der eLearning-Plattform durch die Studierenden

Das Angebot der Visualisierungen zum selbständigen Lernen und Wiederholen der Vorlesungsinhalt in Form einer vorlesungsbegleitenden eLearning-Lerneinheit wurde von den Studierenden kaum genutzt.

In Vorlesung 1 geben immerhin 67,7 % der Studierenden an Computernutzer mit grundsätzlichen Computerkenntnissen zu sein. Jedoch kann während des Befragungszeitraumes beobachtet werden, dass nur eine sehr geringe Zahl der Studierenden der Gesamtgruppe L1 (7,3 %) die Plattform zu Beginn des Vorlesungszeitraumes besucht. Die Nutzung erstreckt sich dabei über den gesamten Vorlesungszeitraum, wobei sie jedoch recht unregelmäßig ist. Oftmals werden die enthaltenen Inhalte nur kurz gesichtet.

Von den Studierenden der Vorlesung L2 wird die Plattform hingegen nicht genutzt (0,6 %). Zu Beginn der Vorlesung besuchen einzelne Studierende die eLearning-Webseite, jedoch erlischt das Interesse schnell.

6.5 Analyse ausgewählter Vorlesungsstunden mittels Videoanalyse

Während der Einführungsphase der Visualisierungen wurden begleitende Videoaufzeichnungen durchgeführt. Eine Auswertung der Nutzungsverteilung der verschiedenen Medien während der Vorlesung aus exemplarisch ausgewählten Vorlesungsstunden der vier Dozenten schließt sich im folgenden Kapitel an. Die jeweils ausgewählten Vorlesungsstunden behandeln in den beiden Vorlesungen L1 bzw. L2 jeweils das gleiche Thema, so dass ein Vergleich des Einsatzes der Visualisierungen der beiden jeweiligen Dozenten erfolgen kann.

6.5.1 Vorlesung L1

Bei den analysierten Vorlesungsstunden vom 26.04.2012 (D1) und 10.05.2012 (D2) handelt es sich um die 3. bzw. 4. Vorlesungsstunde, welche jedoch thematisch vergleichbar sind, da Dozent D1 mit seiner Vorlesung etwas langsamer vorgeht als Dozent D2. Themen der Vorlesungsstunden waren die Besprechung des in der Woche zuvor durchgeführten Quiz, der Atombau, die Einführung des VSEPR-Modells und der Einstieg in die Elektronenkonfiguration verschiedener Elemente, wobei hierfür die entwickelten Visualisierungen verwendet wurden (u.a. D1 und D2: Atomic diameter, Orbitals, VSEPR models; zusätzlich bei D1: The electron dot symbol of Chlorine, Electron configuration of Chlorine, Electron configuration of Nickel and Copper). Durch die Anbringung der Leinwand an einer Seite der Tafel wird die Tafel von der Leinwand zur Projektion der Visualisierungen nur zur Hälfte verdeckt, so dass ein zeitgleicher Einsatz von Tafel und Visualisierung möglich war.

Die thematischen Inhalte der Vorlesung werden von den Dozenten anhand der Beispiele und des verwendeten Lehrbuches erläutert. Ein Tafelanschrieb erfolgt dabei in der Regel bei der Erläuterung von Begrifflichkeiten und bei Beispielrechnungen. Hierbei erfolgt eine starke Ausrichtung an den Inhalten des Buches, abweichende Beispiele werden nicht beobachtet. Im Vergleich der beiden Dozenten D1 und D2 (Tabelle 6.45) nutzen beide Dozenten den „Vortrag Buch“ zu etwa gleichen Anteilen. Der „Vortrag Tafel“ wird von D1 in der exemplarischen Stunde um 50 % geringer genutzt als von Dozent D2, die jedoch auf die zusätzliche Durchführung der Quizauflösung entfällt. Der „Vortrag Visualisierung“ ist bei beiden Dozenten wiederum etwa gleichlang, wobei D1 hierauf ein wenig mehr Zeit verwendet als D2. Fragen innerhalb der Vorlesung sind nur schwer zu identifizieren, ggf. liegen hier auch eher rhetorische Fragestellungen vor, da die Pausen innerhalb des Vortrages recht kurz bemessen waren.

Tabelle 6.45: Auflistung der Gesamtzeiten der Tätigkeiten der Dozenten D1 und D2 in den exemplarisch analysierten Vorlesungen vom 26.04.2012 (D1) und 10.05.2012 (D2), Angabe der Dauer der Gesamttätigkeiten in Minuten und Sekunden [mm:ss]

Kategorien	Dozent D1	Dozent D2
Vortrag Buch	31:22	26:49
Vortrag Tafel	14:50	36:47
Vortrag Visualisierung	15:46	12:16
Frage an Studierende	00:02	00:00
Anderes	09:20	09:08
Quiz	09:30	00:00

Bei der Betrachtung verschiedenen Kategorien über die Vorlesungszeit hinweg, kann bei Dozent D1 (Abbildung 6.25) ein längerer Einsatz der einzelnen Medien (Buch, Tafel und Visualisierung) zur Lehre an einem Stück gefunden werden.

Dozent D1 lässt den als Hausaufgabe verteilten Quiz von den Studierenden in den ersten Minuten der Vorlesung beantworten. Die Fragen werden jedoch zu Beginn von den Studierenden nur zögerlich beantwortet. Im Laufe der Zeit entwickeln sie mehr Selbstvertrauen in der Beantwortung der Fragen, wozu sie anfangs vom Dozenten z. T. nachdrücklich aufgefordert werden. Generell gilt, dass Fragen der Studierenden an die Dozenten in der Regel

nach dem Ende der Vorlesung bei einem direkten Gespräch am Dozentenpult gestellt werden.

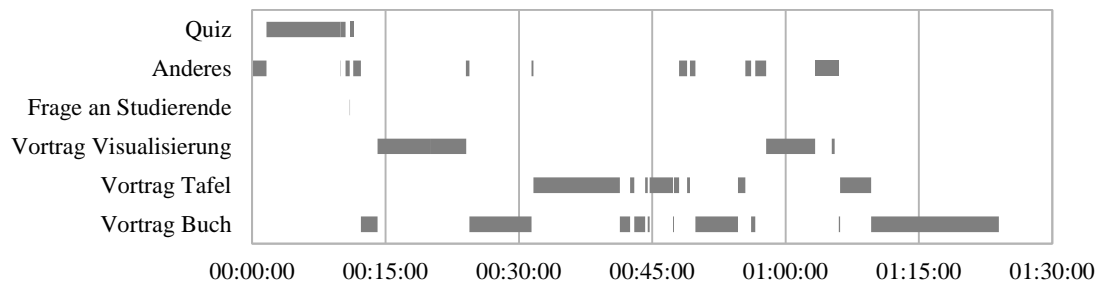


Abbildung 6.25: Verteilung der Tätigkeiten von Dozent D1 in Vorlesung TL1.1 am 26.04.2012 innerhalb der Vorlesungsstunde in den Kategorien Vortrag Buch, Vortrag Tafel, Vortrag Visualisierung, Frage an Studierende, Anderes und Quiz.

Bei Dozent D2 sind vermehrt Wechsel zwischen diesen Lehrmedien zu beobachten (Abbildung 6.26). So wechselt er bei den Erläuterungen immer wieder zwischen dem Buch, wobei in der Videoanalyse auch das Zusatzskript gezählt wird, und der Erklärung an der Tafel. Die Visualisierungen werden über einen längeren Zeitraum immer wieder betrachtet. Dieser Unterschied liegt auch im unterschiedlichen Nutzungsverhalten des Computers der beiden Dozenten: Dozent D2 nutzt in einer zusätzlichen PowerPoint-Präsentation den Beamer zur Darstellung verschiedener Abbildungen aus dem Buch, während sich die Nutzung des Computers bei D1 nur auf die Erläuterungen anhand der Visualisierungen erstreckt.

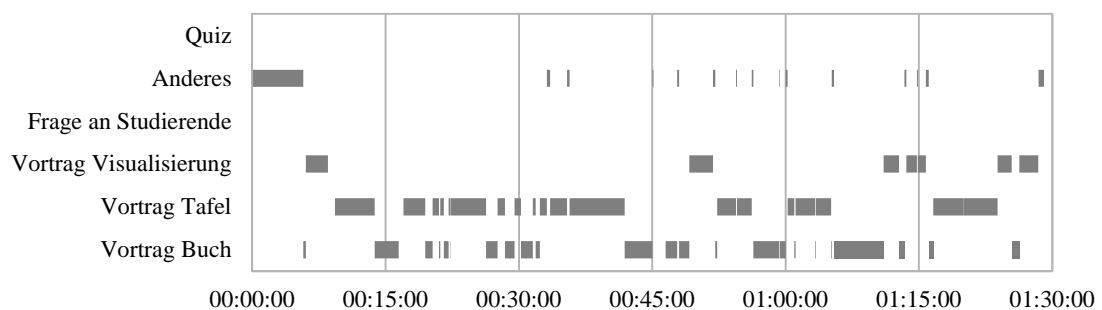


Abbildung 6.26: Verteilung der Tätigkeiten von Dozent D2 in Vorlesung TL1.2 am 10.05.2012 innerhalb der Vorlesungsstunde in den Kategorien Vortrag Buch, Vortrag Tafel, Vortrag Visualisierung, Frage an Studierende, Anderes und Quiz.

Auffällig war in diesem Zusammenhang, dass in dem von Dozent D2 genutzten Vorlesungsraum mit den zusätzlichen Repeater-Bildschirmen, während der Einführung der Visualisierungen eine vermehrte Aufmerksamkeit der Studierenden im hinteren Bereich des Hörsaals festgestellt werden kann.

6.5.2 Vorlesung L2

Bei den analysierten Vorlesungsstunden vom 07.11.2012 (D3 und D4) handelt es sich um die 6. Vorlesungsstunde, welche aufgrund der Absprachen der Dozenten thematisch vergleichbar sind. Die Themen der Vorlesungsstunden sind die energetischen Betrachtungen chemischer Prozesse, wobei hierfür die entwickelten Visualisierungen verwendet werden (u.a. Entropy, Enthalpy and Gibbs Free Energy).

In den beiden Vorlesungen kann eine unterschiedliche Handhabung der Visualisierungen beobachtet werden. Da die Tafel nicht gleichzeitig mit den Visualisierungen genutzt werden kann, entschieden sich die Dozenten, die Visualisierungen zu Beginn der Vorlesung zeitlich zusammenhängend zu nutzen. In Vorlesung TL2.1 werden die Visualisierungen an passender Stelle in der Mitte der Vorlesung genutzt, während sie in Vorlesung TL2.2 als Einführung in die Stunde genutzt werden. Tiefergehende Erklärungen werden hier außerhalb der Nutzung der Visualisierungen mit Hilfe weiterer Erläuterungen und Tafelarbeit gegeben. Die thematischen Inhalte der Vorlesung werden von den Dozenten anhand der Beispiele und des verwendeten Lehrbuches erläutert. Ein Tafelanschrieb erfolgt dabei in der Regel bei der Erläuterung von Begrifflichkeiten und bei Beispielrechnungen. Auch hierbei erfolgt eine starke Ausrichtung an den Inhalten des Buches, abweichende Beispielrechnungen konnten auch in dieser Vorlesung nicht festgestellt werden.

Im Vergleich der beiden Dozenten D3 und D4 (Tabelle 6.46) nutzen beide Dozenten zu etwa gleichen Anteilen den „Vortrag Buch“ und „Vortrag Tafel“. Der „Vortrag Visualisierung“ ist bei D3 etwas kürzer als bei Dozent D4, wobei D3 dies Visualisierungen als Einführung in das Thema nutzt und im Laufe der Vorlesungsstunde immer wieder bei den Erklärungen auf diese verweist. Fragen innerhalb dieser Vorlesung an die Studierenden sind nicht zu identifizieren, ggf. liegen hier auch eher rhetorische Fragestellungen vor, da die Pausen innerhalb des Vortrages recht kurz bemessen sind. Fragen an die Dozenten werden in der Regel wie in Vorlesung L1 nach Ende der Vorlesung in einem direkten Gespräch am Dozentenpult gestellt.

Tabelle 6.46: Auflistung der Gesamtzeiten der Tätigkeiten der Dozenten D3 und D4 in den exemplarisch analysierten Vorlesungen vom 07.10.2012 (D3 und D4), Angabe der Dauer der Gesamttätigkeiten in Minuten und Sekunden [mm:ss]

Kategorien	Dozent D3	Dozent D4
Vortrag Buch	30:26	21:09
Vortrag Tafel	50:20	47:20
Vortrag Visualisierung	07:53	11:25
Frage an Studierende	00:00	00:00
Anderes	03:47	06:32
Quiz	00:00	00:00

Bei der Betrachtung verschiedenen Kategorien über die Vorlesungszeit hinweg, kann bei Dozent D3 (Abbildung 6.27) ein längerer Einsatz der einzelnen Medien (Buch, Tafel und Visualisierung) an einem Stück gefunden werden.

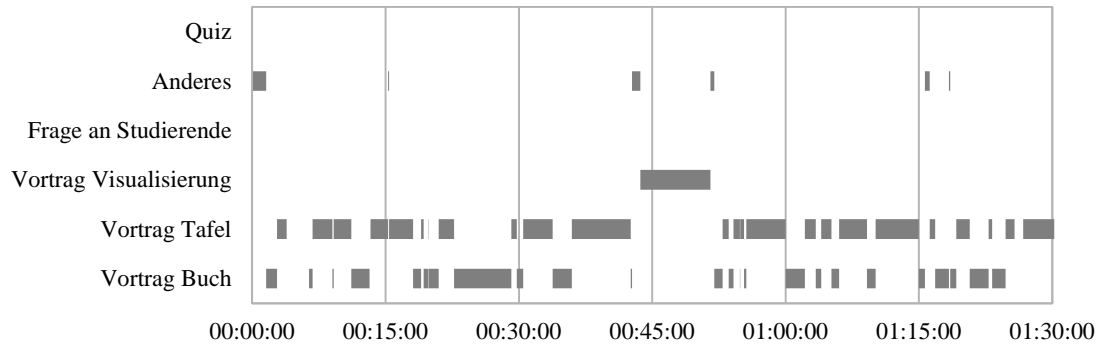


Abbildung 6.27: Verteilung der Tätigkeiten von Dozent D3 in Vorlesung TL2.1 am 07.11.2012 innerhalb der Vorlesungsstunde in den Kategorien Vortrag Buch, Vortrag Tafel, Vortrag Visualisierung, Frage an Studierende, Anderes und Quiz.

Hingegen sind bei Dozent D4 besonders im letzten Abschnitt der Vorlesung vermehrt Wechsel zwischen dem Vortrag Buch und Tafel festzustellen (Abbildung 6.28).

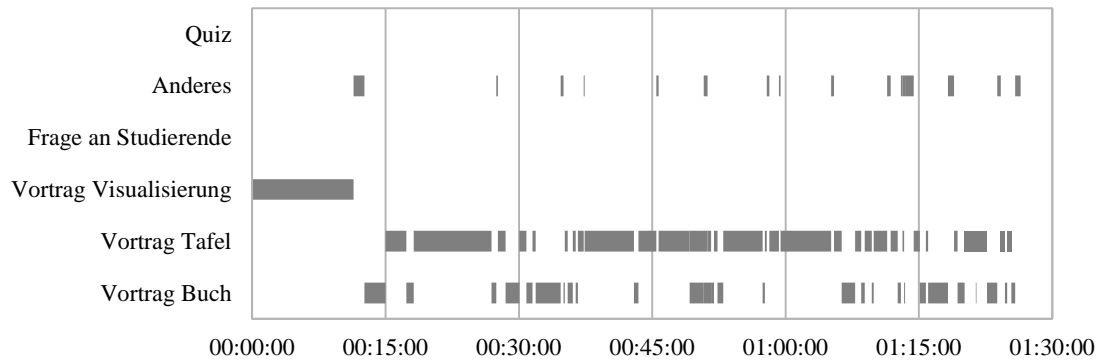


Abbildung 6.28: Verteilung der Tätigkeiten von Dozent D4 in Vorlesung TL2.2 am 07.11.2012 innerhalb der Vorlesungsstunde in den Kategorien Vortrag Buch, Vortrag Tafel, Vortrag Visualisierung, Frage an Studierende, Anderes und Quiz.

7 Nutzen der Visualisierungen - Effekte auf die Lehre

In diesem Kapitel erfolgt die Zusammenführung der Ergebnisse der vier Teilvorlesungen. Dabei werden jeweils die Ergebnisse der Fragebogenstudie für die beiden Teilvorlesungen, die Nutzungserhebung des eLearning-Kurses sowie die Ergebnisse der Videoauswertung erläutert.

7.1 Diskussion der Studienergebnisse L1

Durch die Zuordnung der Studierenden auf Basis der Studieneingangsprüfungsergebnisse kommt es zu einer gleichmäßigen Verteilung der Studierenden beider Geschlechter und Studienrichtungen zu den beiden Vorlesungen L1.1 und L1.2. Die Ergebnisse der verschiedenen Teilgruppen können hier somit gut verglichen werden.

Vorlesung L1.1

In der Analyse der Veränderungen innerhalb der Kontroll- bzw. der Experimentalgruppe ist eine Fokusverschiebung zu erkennen. Während in der Kontrollgruppe die Skalen *chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung* und *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* signifikanten Änderungen unterlagen, ergeben sich in der Experimentalgruppe hingegen bei der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* und dem *computerbezogene Lernen* signifikante Änderungen. In der Betrachtung des Vergleichs der einzelnen Skalenbewertungen ist auffällig, dass die Kontrollgruppe die Skalen des Chemieverständnisses (*chemiebezogene Selbstwirksamkeitserwartung*, *kognitive Selbstwirksamkeitserwartung* und *Selbstwirksamkeitserwartung bezgl. Alltagsanwendungen*) höher bewertet und damit gleichzusetzen höhere Erwartungen an sich selbst aufweist. Die Experimentalgruppe schätzt die *Computernutzung* jeweils höher ein. Jedoch relativieren sich diese Unterschiede in der Betrachtung des Vergleichs der Differenzwerte der beiden Vorlesungen.

Die Verschiebung signifikanter Unterschiede innerhalb der Vorlesung spiegelt sich auch deutlich auf der Betrachtungsebene der Geschlechter wider, wobei die Studenten der Kontrollgruppe skeptischer gegenüber dem *computerbezogenen Lernen* und der *Computernutzung* eingestellt sind. Grundsätzliche geschlechtsspezifische Einschätzungsunterschiede sind hier nicht zu erkennen. Im Vergleich der Differenzwerte der Kontroll- und Experimentalgruppe schätzen beide Geschlechter der Experimentalgruppe die *eigenen Computerfähigkeiten* höher ein. Hingegen profitieren in der Kontrollgruppe die Studentinnen eher im Bereich der *chemiebezogenen Selbstwirksamkeitserwartung*, während die Studenten tendenziell bei der *Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen* profitieren. Die Unterschiede dieser Skalen sind jedoch zwischen den Geschlechtergruppen nicht signifikant. Anstelle dessen wird die *Computernutzung* hier signifikant unterschiedlich bewertet.

Die Studierenden der verschiedenen Studiengänge profitieren recht unterschiedlich von der Vorlesungsform. Während die Studierenden der Biowissenschaften eher Vorteile aus der traditionellen Vorlesungsform ziehen, profitieren von der neuen Vorlesungsform die Studierenden der Forstwissenschaften und der Angewandten Biochemie. Auffällig in der vergleichenden Betrachtung der einzelnen Skalenbewertungen ist eine fast einhellig höhere Einschätzung der *Computernutzung* durch die Experimentalgruppen in der Pre- und Postbefragung, welche jedoch in den weiteren Auswertungen nicht signifikant werden.

Bei der Angabe zur Nutzung von Online-Lernmaterialien und eLearning-Kursen geben in der Gesamtgruppe sowohl die Kontroll- als auch die Experimentalgruppe eine wachsende Zustimmung zum Lernen mit Online-Materialien an. Allerdings lehnt die Kontrollgruppe eLearning-Kurse ab, während eine umso größere Zustimmung in der Experimentalgruppe deutlich wird. Geschlechtsspezifische Unterschiede weisen die Gruppen dabei nicht grundsätzlich auf, die Zustimmung zum Lernen mit Online-Materialien fällt für beide Geschlechtergruppen ähnlich aus. Die Ablehnung von eLearning-Kursen ist jedoch in der Kontrollgruppe deutlich größer bei den Studentinnen. Auffällig auf der Ebene der Studiengänge ist eine überaus große Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien durch die Studierenden der Angewandten Biochemie der Kontrollgruppe. Im Vergleich mit der Betrachtung der Experimentalgruppenergebnisse wird eine Heterogenität der beiden Untersuchungsgruppen deutlich: in der Experimentalgruppe ist die Zustimmung insgesamt deutlich geringer, wobei hier die Studierenden der Biowissenschaften den höchsten Zuwachs aufweisen.

Die Dozentenbewertung verschiebt sich in der Experimentalvorlesung im Vergleich zur Kontrollvorlesung im Trend sowohl in der Betrachtung der Gesamtgruppe als auch der differenzierteren Betrachtung der Geschlechtergruppen und der Studiengänge vom eher positiven in den neutralen Bereich. Dabei ergibt sich bei einigen Teilgruppen eine stärkere Meinungsdivergenz (z. B. Studenten der TL1.1, Studierende der Angewandten Biochemie).

Vorlesung L1.2

Sowohl in der Kontroll- als auch der Experimentalvorlesung zeigt sich in der Betrachtung der Veränderung innerhalb der Vorlesung eine Verschlechterung der Einschätzung der *Einstellung zum Fach Chemie*; dieses resultiert mit hoher Wahrscheinlichkeit aus dem Anforderungsniveau, das der Dozent in dieser Vorlesung fordert. Positive Unterschiede bestehen hingegen bei den weiteren Skalen. Die Studierenden der Experimentalvorlesung profitieren bei der Einschätzung der *kognitiven Selbstwirksamkeitserwartung* und der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* durch die veränderte Vorlesungsform. Die einzelnen Skalenbewertungen in Pre- und Post-Befragungen sind hierbei durchaus unterschiedlich: während die Kontrollgruppe in der Post-Bewertung die *Einstellung zum Fach Chemie* und der *Computernutzung* höher einschätzt und damit höhere Erwartungen ausdrückt, liegen in der Experimentalgruppe die höheren Erwartungen in der Pre-Bewertung.

Bei der Betrachtung der Skalenbewertung im Verlauf der Vorlesung durch die Geschlechtergruppen wird eine geschlechtsspezifische Bewertungsveränderung deutlich. So profitieren die Studentinnen bei der Einschätzung der Skalen des Chemieverständnisses durch die veränderte Vorlesungsform, da es hier im Gegensatz zur Kontrollgruppenentwicklung nicht mehr zu einer schlechteren Einschätzung kommt. Die Studenten profitieren durch die veränderte Vorlesungsform in diesem Bereich hingegen nicht. Auffällig ist hierbei, dass beide Geschlechtergruppen dem Einsatz von Computern beim Lernen und in der Lehre eher skeptisch gegenüberstehen. So werden in der Experimentalvorlesung von beiden Geschlechtern das *computerbezogenen Lernen* und bei den Studenten zusätzlich auch die *Computernutzung* negativer gewertet. Im Vergleich der Differenzwerte der Vorlesungen

der Geschlechtergruppen können nur geringfügige geschlechtsspezifische Unterschiede nur in der Kontrollgruppe beobachtet werden.

Die negativere Bewertung des *computerbezogenen Lernens* im Verlauf der Experimentalgruppe lassen sich auch bei den drei Studiengängen wiederfinden. Bis auf die Studierenden der Angewandten Biochemie, bei denen sich in keiner Befragungsgruppe signifikante Unterschiede in der Bewertung der *Einstellung zum Fach Chemie* und dem Chemieverständnis ergeben, profitieren die anderen Studiengänge durch die veränderte Vorlesungsform. Im Vergleich des Gesamtverlaufes der Kontroll- und Experimentalgruppe ist zu erkennen, dass die Studierenden der Biowissenschaften von der neuen Vorlesungsform im Bereich des Chemieverständnisses profitieren. Im Vergleich der Differenzwerte der Skalen ergeben sich weder bei der Kontroll- noch der Experimentalgruppe Veränderungen im Bereich der *Einstellung zum Fach Chemie* oder der Skalen des Chemieverständnisses. Die Kontrollgruppe schätzt hier die Möglichkeiten des *Computerbezogenen Lernens* höher ein als die Experimentalgruppe, wobei kein geschlechtsspezifischer Unterschied zu erkennen ist.

Auch in der Bewertung der Nutzung von Online-Lernmaterialien und der Nutzung von eLearning-Kursen ist die Skepsis der Studierenden der Experimentalgruppe bei der Einschätzung des *computerbezogenen Lernens* deutlich zu erkennen. So sinkt die Zustimmung in der Betrachtung der Gesamtgruppe zur Experimentalgruppe hin jeweils deutlich. Grundlegende geschlechtsspezifische Unterschiede liegen hierbei nicht vor, wobei jedoch die Studentinnen Online-Materialien in der Experimentalgruppe deutlich stärker ablehnen als die Studenten. Den eLearning-Kursen stehen sie jedoch aufgeschlossener gegenüber als die Studenten. Auf der Ebene der Studienfächer spiegelt sich dieser Umschwung ebenfalls wider. Hier sinkt in der Experimentalgruppe die Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen bei den Studierenden der Biowissenschaften deutlich stärker als bei den anderen Fächern. Die Zustimmung zu eLearning-Kursen steigt entgegen dem allgemeinen Trend bei den Studierenden der Angewandten Biochemie.

Im Vergleich zur Kontrollvorlesung ist die Bewertung in der Experimentalvorlesung im Trend sowohl in der Betrachtung der Gesamtgruppe als auch der Geschlechtergruppen und Studiengänge einer stärkeren Polarisierung unterworfen. Es sind sowohl Zunahmen bei den eher zustimmenden als auch den eher ablehnenden Meinungen zu verzeichnen, die Akzeptanz der neuen Vorlesungsform ist dabei z. B. vom jeweiligen Studienfach der Studierenden abhängig.

7.2 Diskussion der Studienergebnisse L2

Durch die studiengangspezifische Zuordnung der Studierenden zu den beiden Vorlesungen L2.1 (hauptsächlich Studierende der Forstwissenschaften und Angewandte Biochemie) und L2.2 (hauptsächlich Studierende der Biowissenschaften) kommt es zu einer Einengung der Aussagemöglichkeiten.

Vorlesung L2.1

Schwierigkeiten bei der Auswertung der Ergebnisse erwachsen bei dieser Teilgruppe durch einen hohen Anteil an fehlenden Fragebögen zum Zeitpunkt der zweiten Befragung in der Kontrollgruppe sowie die studiengangspezifische Zuordnung der Studierenden zur jeweiligen Vorlesung. Es kommt dadurch zu einer Verschiebung des Ergebnisfokus von der Gesamtgruppe zu den Studierenden in der Angewandten Biochemie, welche den größten Teil der Studierenden dieser Gruppe repräsentieren. Zudem sind in dieser Gruppe die Studentinnen unterrepräsentiert, so dass die Auswertungen und Schlussfolgerungen nur mit Einschränkungen gezogen werden können.

Im Vergleich zur Kontrollvorlesung treten nur geringe Unterschiede in der Experimentalvorlesung auf, so dass sich die Skalenbewertungen der beiden Gruppen im Bereich des Chemieverständnisses, des *computerbezogenen Lernens* und der *Computernutzung* nicht unterscheiden. Grundsätzlich werden die Skalen des Chemieverständnisses signifikant besser, die Skalen *Computerbezogenes Lernen* und *Computernutzung* in Kontroll- und Experimentalgruppe hingegen schlechter bewertet. Auffällig in der Experimentalgruppe ist hierbei die Verschlechterung der Bewertung der *Einstellung zum Fach Chemie*, welche auf geringere Selbsteinschätzung der Studierenden durch die Vorlesungen zurückgeführt werden können bzw. die Verbesserung der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten*.

Im Gegensatz dazu zeigt sich bei den Studenten, dass die Skalen des Chemieverständnisses in der Experimentalgruppe signifikant besser eingeschätzt als in der Kontrollgruppewerden. Im Vergleich der Differenzwerte von Kontroll- und Experimentalgruppe tritt hier jedoch nur ein signifikanter Unterschied bei der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* hervor. Unterschiede im Vergleich der Entwicklung zwischen den Studentinnen und Studenten können unter Berücksichtigung der oben getroffenen Einschränkungen nicht gefunden werden, so dass hier eine abschließende Erklärung offenbleiben muss.

Auf der Betrachtungsebene der Studienfächer ist für die Studierenden der Angewandten Biochemie ebenfalls der Trend der Gesamtgruppe in der Betrachtung der Veränderungen über den Vorlesungszeitraum zu erkennen. Auch hier tritt im Vergleich der Differenzwerte der Kontroll- und Experimentalgruppe nur ein signifikanter Unterschied bei der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* auf.

Im Gegensatz zur Ablehnung des *computerbezogenen Lernens* und der *Computernutzung* durch die betrachteten Subgruppen zeigt sich bei den Fragen zur Nutzung von Online-Lernmaterialien und eLearning-Kursen ein eher widersprüchliches Bild. Im Verlauf der Vorlesung steigen die angegebene Verwendung von Online-Lernmaterialien und der Wunsch nach eLearning-Kursen sowohl in der Betrachtung der Gesamt- und der Geschlechtergruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Studentinnen geben dabei an,

weniger Online-Materialien zu verwenden als die Studenten. Bei den eLearning-Kursen wird von ihnen jedoch eine höhere Zustimmung zur Verwendung gegeben als von den Studenten.

Die Dozentenbewertung verschiebt sich im Vergleich zur Kontrollvorlesung in der Experimentalvorlesung im Trend sowohl in der Betrachtung der Gesamtgruppe als auch der Betrachtung der Geschlechtergruppen und Studiengänge vom eher positiven in den neutralen Bereich bewertet.

Vorlesung L2.2

Im Vergleich zur Kontrollvorlesung fallen hier nur geringe Unterschiede in der Skalenbewertung auf; hauptsächlich äußern sich diese in einer Verschiebung der positiven signifikanten Unterschiede innerhalb der Skalen des Chemieverständnisses, wobei in der Gesamtsicht der Auswertungsergebnisse eher die Kontrollgruppe von der Vorlesung zu profitieren scheint. Der *Computernutzung* steht die Experimentalgruppe im Verlauf der Vorlesung ablehnender gegenüber. Diese Differenzen scheinen jedoch nur am Einschätzungslevel zu liegen, da sich die Unterschiede im Vergleich der Gruppenentwicklungen nicht niederschlagen.

Auch in den Differenzwerten der Skaleneinschätzungen der Geschlechter schlagen sich die deutlichen Unterschiede, die bei den Skalenbewertungen im Verlauf der Vorlesung zu erkennen sind, nur geringfügig im Bereich der Experimentalvorlesung bei der *chemiebezogenen Selbstwirksamkeitserwartung* und der *Selbstwirksamkeitserwartung bzgl. Alltagsanwendungen* nieder. Während die Studentinnen im Verlauf der Vorlesung eher positiven Veränderungen bei den Skalen des Chemieverständnisses in Kontroll- und Experimentalgruppe aufweisen, liegen die positiven Einschätzungsveränderungen der Studenten bei der *Einschätzung der eigenen Computerfähigkeiten* (Kontrollgruppe) bzw. der *Computernutzung* (Experimentalgruppe). Die Kontrollgruppe der Studentinnen startet dabei mit höheren Erwartungen im Bereich des Chemieverständnisses in die Vorlesung als die Experimentalgruppe. Bei den Studenten hingegen differieren die einzelnen Skalenbewertungen zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe kaum.

Auch auf der Ebene der Studienfächer spiegelt sich für die Gruppe der Studierenden der Biowissenschaften das Ergebnis der Gesamtgruppe aufgrund der studiengangsspezifischen Zuordnung der Studierenden wider. Unterschiede im Vergleich der Skalenbewertungen ergeben sich hier zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe nicht. Im Bereich der *chemischen Selbstwirksamkeitserwartungen* profitieren die Studentinnen der Kontrollgruppe.

Die Nutzung von Online-Lernmaterialien und eLearning-Kursen werden in der Experimentalgruppe stärker abgelehnt als in der Kontrollvorlesung. Auffällig ist hierbei die steigende Ablehnung beider Medien durch die Studentinnen und die zunehmende Zustimmung bei den Studenten in der Betrachtung der prozentualen Angaben. Die Studentinnen der Kontrollgruppe stehen diesen Fragen anfangs weitaus positiver gegenüber als die Studenten. Im Verlauf der Studie relativiert sich dies jedoch. Auf der Ebene des Studienganges Biowissenschaften ist die Ablehnung stabil, wobei hier der Vergleich mit den anderen Studiengängen fehlt.

Im Vergleich zur Kontrollvorlesung wird die Experimentalvorlesung im Trend sowohl in der Betrachtung der Gesamtgruppe als auch der Betrachtung der Geschlechtergruppen und Studiengänge eher zustimmender bewertet. Dies zeigt sich insbesondere bei den Studentinnen, während die Studenten die Vorlesung dagegen differenzierter bewerten.

7.3 Nutzung der Visualisierungen im eLearning-Kurs

Während die Visualisierungen in den Vorlesungen von großem Interesse für die Studierenden sind, wird die eLearning-Plattform jedoch kaum von den Studierenden genutzt. Dabei lag die Verwendung der eLearning-Plattform innerhalb der Experimentalvorlesung L1 mit 7,3 % noch höher als in der Vorlesung L2. In dieser besuchen nur zu Beginn vereinzelt Studierende die Plattform (0,6 %). Dieses geringe Interesse kann auf die beobachtete, deutlich seltenere Nutzung der Visualisierungen durch die Dozenten der L2 zurückgeführt, die in der Einführungsphase der Visualisierungen beobachtet wird. Aufgrund dieser geringen Nutzung sind die Visualisierungen für die Studierenden nicht als Lernmöglichkeit präsent, zudem fehlt den Studierenden der Zugang zu ihnen durch die nicht erfolgten japanischsprachigen Erläuterungen.

7.4 Diskussion der Ergebnisse der Videoauswertung

In der Vorlesung kann bei den Dozenten eine starke Ausrichtung der Vorlesung am verwendeten Lehrbuch beobachtet werden. Üblicherweise unterrichten die Dozenten die Studierenden mittels eines stark ausgeprägten Frontalunterrichtes und erläutern die Themen anhand des Lehrbuches. Eine Diskussion der Themen mit den Studierenden bzw. Rückfragen der Studierenden sind innerhalb der Vorlesung nicht üblich.

Vorlesung L1

In den Vorlesungen TL1.1 und TL1.2 kann ein gut ausgearbeiteter Einsatz der Visualisierungen beobachtet werden. Die Visualisierungen werden im Rahmen der beobachteten Vorlesungsstunden regelmäßig eingesetzt, wobei beide Dozenten die vollen Möglichkeiten der Visualisierungen verwenden. Durch die Anbringung einer Leinwand seitlich der Tafel war ein zeitgleicher Einsatz von Tafel und Visualisierung möglich.

Dabei ist die Vorgehensweise der beiden Dozenten durchaus unterschiedlich. Dozent D1 verwendet die Visualisierungen zeitlich zusammenhängender und richtet seinen Lehrvortrag auf das Ziel aus, mehrere Visualisierungen aufeinanderfolgend zu verwenden. Dozent D2 hingegen richtet sich bei der Präsentation der Visualisierungen rein nach der Notwendigkeit in seinem Lehrvortrag und wechselt so öfter zwischen den verschiedenen Medien. Hierfür spielt auch sicherlich die Verwendung eines Rechners und einer PowerPoint-Präsentation mit ergänzenden Tabellen und Darstellungen eine ausschlaggebende Rolle.

An dieser Stelle ist zu bemerken, dass ein hoher Einsatz von Visualisierungen sowohl in der Menge als auch der Ballung auf einen Zeitraum zu einer Überforderung der Studierenden bzw. einer Überbeanspruchung der Methode führen kann und daraus Unaufmerksamkeit seitens der Studierenden folgt. So ergibt sich ein durchaus runderer Eindruck des Medieneinsatzes in Vorlesung L1.2 durch den beständigen, jedoch nicht zu abrupten Wechsel der Lehrmethodiken.

Vorlesung L2

In Teil 2 der Vorlesung werden die Visualisierungen im Rahmen der beobachteten Vorlesungsstunden seltener eingesetzt, wobei dies hier auch auf der Themenabfolge und der Nutzung der weiteren verfügbaren Visualisierungen in späteren Vorlesungen beruhen kann. Im Rahmen der Vorlesung werden weitestgehend die Erläuterungen der Themen durch die Dozenten D3 und D4 an der Tafel bzw. anhand eines freien oder Lehrbuch gestützten Vortrages genutzt.

Durch die Anbringung der Leinwand direkt vor der Tafel ist ein zeitgleicher Einsatz von Tafel und Visualisierung nicht möglich. In der beobachteten Vorlesungsstunde werden die Visualisierungen somit nur zur weiteren Illustration des Themas eingesetzt. Während Dozent D3 die Visualisierungen an passender Stelle innerhalb des Lehrvortrages verwendet, nutzt Dozent D4 die Visualisierungen als Einleitung in das Thema der Vorlesungsstunde. Durch die fehlenden vorrausgehenden Erläuterungen besteht daher hierbei die Möglichkeit, dass die Studierenden die Details der Visualisierungen noch nicht vollständig erfassen können. Dieses wird durch beständige Rückgriffe und Verweise auf die zuvor gezeigten Visualisierungen durch den Dozenten im Lehrvortrag versucht auszugleichen.

Besonders auffällig sind die zahlreichen Wechsel zwischen den Erläuterungen aus dem Buch und den Erläuterungen an der Tafel, die insbesondere Dozent D4 vollzieht. Hierdurch entsteht eine gewisse Unruhe in der Vorlesung unter den Studierenden, die mit der Zeit immer stärker zunahm.

8 Gesamtdiskussion

Mit Hilfe des in der Studie entwickelten und verwendeten Fragebogens werden die Einstellung und Selbstwirksamkeitserwartungen japanischer Studierender im Bezug zur Chemie und dem Lernen mit Hilfe von Computern untersucht. Durch die Implementierung von Visualisierungen werden signifikante Veränderungen in den Skalen Chemie Selbstwirksamkeit, Selbstwirksamkeit für die kognitiven Fähigkeiten, Selbstwirksamkeit für Anwendungen im Alltag, computerbezogenes Lernen und Computernutzung beobachtet. Die Ergebnisse sind in beiden Vorlesungen L1 und L2 heterogen.

Beide Dozenten der Vorlesung Teil 1 vollziehen durch die Einführung der Visualisierungen eine Veränderung in ihrem Lehransatz für die Vermittlung der allgemeinen Chemie. Die Einführung der Visualisierungen gestaltet sich durch die Aufgeschlossenheit der Dozenten dem Veränderungsprozess gegenüber relativ leicht. Beide Vorlesungsgruppen profitieren von der veränderten Vorlesungsform, wobei sowohl zwischen den Geschlechtern als auch den Studiengängen jedoch z.T. nur geringe Unterschiede zu finden sind.

In der Vorlesung L2 gestaltet sich der Einsatz der Visualisierungen schwieriger als in Vorlesung L1, da die Dozenten von der neuen Methodik des Lernens und Vermittelns weniger überzeugt zu sein scheinen als die Dozenten der Vorlesung L1. Dementsprechend fällt auch der Einfluss der Vorlesungsform auf die Skalen der Selbstwirksamkeitserwartungen im Allgemeinen bei den Vorlesung L2.1 und L2.2 geringer aus. In Vorlesung 2.1 gibt es keinen eindeutig zu bestimmenden Trend, bei welcher der beiden Vorlesungsformen die Studierenden profitieren. In Vorlesung L2.2 kann man in der Gesamtsicht der Ergebnisse sogar zum Eindruck gelangen, dass die Studierenden eher von der klassischen Vorlesungsform profitierten.

Selbstkonzept der Studierenden

Insgesamt bewerten die Studierenden die Items der Skalen *Einstellung zur Chemie* und *Chemieverständnis* im Fragebogen eher niedrig; so resultieren hier eher niedrige Einschätzungen der eigenen Fähigkeiten. Ausnahmen davon sind hier aber auch ausdrücklich gegeben. Dieses deckt sich mit dem Bild des konfuzianischen Lehrer-Schüler-Verhältnisses sowie den aus der Literatur bekannten Ergebnissen (Felix, 2012, S. 142–144; Subramaniam, 2008). Beeinflusst wird dieser Effekt auch durch Aufteilung der Studierenden von L1 in eine leistungsstärkere (L1.2) und eine leistungsschwächere (L1.1) Teilgruppe und das damit einhergehende unterschiedliche Anforderungsniveau an die Studierenden in den beiden Vorlesungsteilen. So finden sich einerseits Studierende, welche eine höhere Einschätzung der eigenen Fähigkeiten durch das aus der höheren Einstufung resultierende Selbstvertrauen haben, andererseits sinkt jedoch auch das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten schneller, wenn die erwarteten Lernerfolge durch die Einführung der Visualisierungen ausbleiben (Ames, 1990). Hierbei liegt die Erwartung an die Methodik seitens der Studierenden zu hoch: die Prozesse des Lernens und Verstehens sind immer individuell und können durch die Visualisierungen nur bei der Bildung mentaler Modelle unterstützt, jedoch nicht ersetzt werden (Hegarty, 2004; Sweller, 2005). Als Beispiele für diese Entwicklung sind die Einschätzung des *computerbezogenen Lernens* sowie die *Computernutzung*

zu nennen. Beide Skalen erfahren im Rahmen der Experimentalgruppe in weiten Teilen eine Entwicklung zu einer schlechteren Bewertung.

Des Weiteren ist auffällig, dass teilweise keine eindeutige Bewertung der Items durchgeführt, sondern die Likert-Skalenmitte von den Studierenden angekreuzt wird. In diesem Zusammenhang ist der zwischen den Kulturen unterschiedlich ausfallende Antwort-Stil bei Likert-Skalen zwischen den Kulturen zu berücksichtigen (Marshall & Lee, 1998). Im vorliegenden Fragebogen wird der Fokus auf das Individuum und die Einschätzung der individuellen Eigenschaften und Fähigkeiten gelenkt, in der japanischen Kultur hingegen richtet sich der Blick auf die Gesamtgesellschaft. Somit kann der Antwortstil hier Unsicherheiten der Studierenden bei der Trennung der individuellen Bewertung von der Sicht der Gesellschaftsnorm bzw. auch die Meinungsäußerung als Unterordnung unter die erwartete Gesellschaftsnorm verschleiern.

In der sich in der Dozentenbewertung widerspiegelnden Bewertung der Vorlesungsveränderung zeigt sich eine beginnende Ausdifferenzierung der Meinung der Studierenden. Vielfach verschiebt sich die Bewertung von der Kontroll- zur Experimentalgruppe, jedoch ausgehend vom eher positiven in den neutralen Bereich.

Das gewählte Studiendesign bietet hier jedoch kaum Möglichkeiten diese Einflussfaktoren auf die Einschätzungen auszuschalten. Bei Selbstwirksamkeitserwartungen handelt es sich immer um das individuelle Empfinden, welches durch die Sozialisation geprägt wird. Aufgrund des Umfangs der Studie und die von den Dozenten zur Verfügung gestellten, begrenzten Zeiträume zur Erhebung der Fragebögen war es jedoch nicht möglich, den Lern-erfolg durch die Visualisierungen spezifischer mittels themenbezogener Wissenstests zu erheben. Eine kontrollierbare Erhebungsmöglichkeit würde sich hier nur durch die Verwendung standardisierter Wissenstest bei allen Teilgruppen ergeben. Die in der Studie durchgeführten Wissenstests können zu diesem Zweck nicht verwendet werden, da die Dozenten die Tests als einerseits Wissenstest im Rahmen der Vorlesung bzw. ihn auch andererseits als eine Art Hausaufgabe mit darauffolgender Abgabe der Ergebnisse einsetzen. Eine Vergleichbarkeit der Testbedingungen ist hiermit nicht mehr gegeben.

Die Studierende starten z.T. mit höheren Erwartungen in die Vorlesung der Experimentalgruppe als noch zuvor in die Kontrollgruppe, jedoch sinken im Verlauf die Erwartungen durch die Erfahrungen in der Vorlesung. Aus der Studieneingangsprüfung und der darauf basierenden Studiengangswahl resultieren hier auch Unterschiede zwischen den Studiengängen. Durch die Studieneingangsprüfung kommt es zu einer Selektion der Studierenden bezüglich ihres Vorwissens und des ermittelten Leistungsniveaus (Saito, 2011a).

Typische geschlechtsspezifische Unterschiede, wie sie z. B. bei Nakazawa et al. (2001) beschreiben werden, sind in der Studie bei den Skalenbewertungen der Studierenden der vier Teilvorlesungen wiederzufinden. Jedoch treten diese Unterschiede nicht durchgängig in Erscheinung; die Ergebnisunterschiede werden beim Vergleich der Geschlechter nur selten signifikant. So kann eher von einem Trend gesprochen werden, dass die Studentinnen der Experimentalgruppe im Bereich der Selbstwirksamkeitserwartungen der Skalen des Chemieverständnisses von der veränderten Vorlesungsform profitieren, während die

Studenten eine Verbesserung der Bewertung der Skalen mit einem Bezug zu Computern aufweisen. Hierbei zeigt sich in der Studie auch eine gewisse Skepsis der Studenten gegenüber der neuen Methodik, die von den Studentinnen eher positiv aufgenommen wird.

Die Erwartungen der Dozenten, die im Vorfeld kritisch betrachteten passiven Studierenden durch die Veränderung der Vorlesungsform zu aktiveren, diskussionsbereiten und ideenpräsentierenden Studierenden zu verwandeln, erfüllt sich dabei nicht. Es ergibt sich keine Veränderung durch die Einführung der Visualisierungen bei der Aktivität der Studierenden. Weiterhin werden von Seiten der Studierenden keine Fragen innerhalb der Vorlesung gestellt oder offene Fragen in der Gruppe diskutiert. In den Augen der Studierenden ist das in der Literatur als typisch beschriebene Bild eines traditionellen, „guten Studierenden“ weiterhin prägend (Hammond, 2007). Offenbleiben muss an dieser Stelle die Frage nach der Vorbereitung der Studierenden auf den Wechsel der Erwartungen zwischen Schule und Universität (Brinkworth et al., 2009).

eLearning - Widersprüchlichkeiten zwischen Selbsteinschätzung und Realität?

Bei der Einschätzungen des *computerbezogenen Lernens* und den Angaben zur Nutzung von Online-Materialien bzw. dem Wunsch nach weiteren eLearning-Angeboten treten Widersprüchlichkeiten auf. Während in der Kontrollgruppe bzw. auch in der Pre-Befragung der Experimentalgruppe die Möglichkeiten des *computerbezogenen Lernens* z. T. hoch eingeschätzt werden, sinkt die Einschätzung im Laufe der Experimentalvorlesungen signifikant. Hingegen ist bei der Angabe der Nutzung von Online-Materialien und dem Wunsch nach eLearning-Kursen der Trend zu einer vermehrten Zustimmung zu sehen. Dieser Effekt kann dabei ebenfalls mit überhöhten Erwartungen an die durch Visualisierungen unterstützten Vorlesungen in Verbindung gebracht werden. Während die Visualisierungen in den Vorlesungen von großem Interesse für die Studierenden sind, wird die eLearning-Plattform jedoch kaum als Informationsquelle zum Lernen genutzt. Hier scheint sich zu bestätigen, dass auf Onlinelernprozessen basierende Bildungsansätze aus dem Bereich der westlichen Bildungsphilosophie von asiatischen Lernenden nur zögerlich angenommen werden (Subramaniam, 2008). Für die Studenten ist es an dieser Stelle wichtig, Unterstützung durch die Dozenten bei der Einführung und Nutzung der eLearning-Plattform zu bekommen. Zwar wurde hier die japanische Spracheinstellung der Plattform verwendet, um den Studierenden die Nutzung der Plattform zu erleichtern; daher liegt es vermutlich eher an der Verwendung englischsprachiger Begriffe und Angaben in den Visualisierungen. Die Dozenten gaben während der Nutzung der Visualisierungen in der Vorlesung weitere Anmerkungen und Erklärungen in Japanisch, die Schriftsprache der Visualisierungen waren jedoch nach Rücksprache mit den Dozenten in Englisch gehalten, um den Studierenden diese Begriffe näherzubringen. Entstehende Nutzungshindernisse durch mangelndes Sprachverständnis der Studierenden konnten somit nur in der Vorlesung vermieden werden.

Da die Studierenden der Kontroll- und Experimentalgruppen angaben, Online-Lernmaterialien bereits zu nutzen, kann somit die Verwendung einer nichtjapanischen eLearning-Plattform an sich ein Hindernis bereits darstellen. Hier ist es bei weiteren Studien sicherlich sinnvoll, die Universitätseigene Systeme zu verwenden

Erweiterung des Methodenpools der Dozenten

Durch die Nutzung der Visualisierungen wird der Methodenpool der Dozenten beider Vorlesungsteile erweitert. Das Lehrbuch sowie der Tafelanschrieb bleiben zentrale Bestandteile im Aufbau der Vorlesung, welche durch die Visualisierungen als zusätzlich Darstellungs- und Erklärungshilfen ergänzt werden. Bei der Verwendung der Visualisierungen in den verschiedenen Vorlesungen werden individuelle Anwendungsstrategien durch die Dozenten beobachtet, welche sowohl durch die Person des Dozenten als auch durch die räumliche Gestaltung beeinflusst werden. Bei der Einführung der Visualisierungen in die Vorlesung wurden bewusst nur wenige Nutzungsanforderungen an die Dozenten gestellt, um ihnen einen möglichst großen Handlungsspielraum und geringe Barrieren aufgrund persönlicher Randbedingungen bei der Nutzung der Visualisierungen zu geben. Sowohl die Person des Dozenten selbst als auch der individuellen Unterrichtsstil sind für Selbstwirksamkeit und die Einstellung gegenüber der Chemie der Studierenden von großer Bedeutung. Die von Rienties et al. (2013) beschriebene, auf den Überzeugungen und Einstellungen beruhende Veränderung der Computernutzung durch Dozenten vom reinen Präsentations-tool zu einem vollwertigen Lehrmittel, kann innerhalb der Studie festgestellt werden. Der Nutzen einer Innovation muss die Dozenten überzeugen, um einen nachhaltigen Veränderungsprozess anzustoßen. Ansonsten werden massive Gründe der Annahmeverweigerung von Veränderungsprozessen gebildet, welche in der Praxis sowohl zu Akzeptenz- als auch Umsetzungsproblemen führen.

In den Vorlesung L1 kann ein regelmäßiger und gut ausgearbeiteter Einsatz der Visualisierungen beobachtet werden. Dabei ist der Einsatz der Visualisierungen von unterschiedlichen Ausrichtungen geprägt: während Dozent D1 diese in zeitlich zusammenhängender Weise an passender Stelle in der Vorlesung verwendet, werden die Visualisierungen von Dozent D2 in stetigem Wechsel mit den anderen Methoden verwendet. Im Rahmen der Vorlesung L2 werden die Visualisierungen seltener durch die Dozenten D3 und D4 eingesetzt, wobei dies auch auf der Themenabfolge und der Nutzung der weiteren verfügbaren Visualisierungen in späteren Vorlesungen beruhen kann. Aufgrund der Ausstattung des Vorlesungsraumes mit einer vor der Tafel angebrachten Leinwand, setzen die Dozenten die Visualisierungen ebenfalls zeitlich zusammenhängend mit unterschiedlicher Intention ein.

Besonders die Verwendung mehrerer Visualisierungen direkt nacheinander birgt an dieser Stelle jedoch Nachteile für die Studierenden. Während z. B. die Dozenten D1 und D3 die Visualisierungen zeitlich zusammenhängend, aber an passender Stelle innerhalb des Lehrvortrages verwendet, nutzt Dozent D4 die Visualisierungen als Einleitung in das Thema der Vorlesungsstunde. Durch die fehlenden vorausgehenden Erläuterungen besteht hier die Gefahr, dass die Studierenden die Visualisierungsdetails aufgrund fehlenden oder ungenauen Vorwissens noch nicht erfassen können. Dieses wird durch beständige Rückgriffe des Dozenten im Lehrvortrag und Verweise auf die zuvor gezeigten Visualisierungen versucht auszugleichen. Es ist jedoch fraglich, in wieweit die Studierenden in der kurzen Zeit die im späteren Lehrvortrag wieder aufgegriffenen Visualisierungsdetails rekapitulieren können bzw. in wieweit Schwierigkeiten beim Abgleich des mentalen Modells mit dem Vorwissen sowie den vom Dozenten präsentierten Fakten bestehen (Gregorius et al., 2010b). Daher ist es bei solchen Rückgriffen besser, nochmals die Möglichkeit der direk-

ten Ansicht der Visualisierungen zu nutzen, um die kognitive Belastung für die Studierenden beim Erfassen neuen Wissens in der Vorlesung zu senken. Dies schließt hier ebenfalls die nochmalige Erklärung anhand der Visualisierung ein.

Ein zu hoher Einsatz von Visualisierungen sowohl in der Menge als auch der zeitlichen Ballung kann dabei trotz der Vorstrukturierung der Informationen zu einer Überlastung des Arbeitsgedächtnisses aufgrund der Vielzahl neuer Informationen führen, die eine Überforderung der Studierenden darstellt (Chandler & Sweller, 1991). Des Weiteren führt eine Überbeanspruchung zu einer Abnutzung der Methode, so dass sie uninteressant für die Studierenden wird. Visualisierungen sollten nicht allein zur Erhöhung der Aufmerksamkeit der Lernenden oder aus rein motivationalen Gründen verwendet werden (Weiss et al., 2002). Durch einen beständigen Wechsel der Lehrmethodiken des Dozenten wird die Vorlesung interessanter gestaltet und fördert so die Aufmerksamkeit der Studierenden. Hier wandelt der Dozent jedoch auf einem schmalen Grat: erfolgen die Wechsel jedoch zu abrupt, wie z. B. die zahlreichen Wechsel zwischen den Erläuterungen aus dem Buch und den Erläuterungen an der Tafel, die insbesondere Dozent D4 vollzieht, kann auch dies auch wieder zu einer verminderten Aufmerksamkeit seitens der Studierenden führen. Dieses schlägt sich auch in den Ergebnissen der Fragebogenstudie nieder. So können die nicht eindeutigen Ergebnisse der Skalen des Chemieverständnisses und auch die Verschiebung der Dozentenbewertung in den neutraleren Bereich (L1.1, L2.1) bzw. der stärkeren Ausdifferenzierung der Meinung der Studierenden (L1.2, L2.2) in den Vorlesungen hierauf zurückgeführt werden.

Die Einführung von Visualisierung als eine Innovation der Lehrmethodik gestaltet sich im Vorlesungsalltag deutlich schwieriger als z. B. die Einzeluntersuchung der Methodik an ausgewählten Themenbereichen oder einzelnen geplanten Unterrichtseinheiten. Für den Einsatz von Visualisierungen in Vorlesungen sind mehrere Aspekte für eine gute Integration dieses neuen pädagogischen Ansatzes hilfreich. Zunächst sollten alle teilnehmenden Dozenten genügend Zeit haben, um ein gemeinsames Verständnis darüber zu erlangen, wie die Visualisierungen für die Vorlesungen aufgebaut sein sollen. Es ist in diesem Zusammenhang sicherlich hilfreich, eine Einführung in die effektive Nutzung von Visualisierungen z.B. im Rahmen eines Methoden-Workshops im Hochschulbereich durchzuführen und so weitere Strategien für die Einführungsphase in der Vorlesung zu entwickeln. Ünal et al. (2006) wiesen auf die Bedeutung von Unterrichtsstrategien hin, um die Studierenden im Aufbau von Verbindungen zwischen ihren erfahrungsgestützten Beobachtungen von chemischen Phänomenen und den abstrakten Molekülmodelle in der formalen Fachsprache zu unterstützen. So kann es von großer Bedeutung sein, sich nicht nur auf eine einzelne Unterrichtsstrategie zu verlassen, sondern diese im Vorlesungsverlauf an die Effektivität der Studierenden beim Aufbau mentaler Modelle anzupassen. Als hierbei helfende Instrumente seien vor allem Diagnosesysteme zu nennen, um der Dozenten Mittel und Wege an die Hand zu geben, diese Veränderungen nicht allein auf intuitivem Handeln beruhen zu lassen. In diesem Zusammenhang sollte ebenfalls diskutiert werden, wie die Dozenten die Visualisierungen einsetzen wollen und wie die Visualisierungen noch besser mit der Lehre an der Tafel verbunden werden kann. Darüber hinaus ist der Einsatz von Visualisierungen von der räumlichen Hörsaalstruktur (Leinwand und Tafel nebeneinander oder Leinwand

vor der Tafel) abhängig. Die Integration der Visualisierung in den Vorlesungen gelingt am besten, wenn Leinwand und Tafel nebeneinander oder übereinander angeordnet waren, so dass fließende Übergänge zwischen den beiden vollzogen werden konnten.

Ausblick

Die vorliegende Arbeit leistet einen ersten Beitrag zur Erhebung von Veränderungen durch die Verwendung von Visualisierungen innerhalb einer kompletten Vorlesung. Der Fragebogen erwies sich dabei als geeignetes Erhebungsinstrument zur Untersuchung der Selbstwirksamkeitserwartungen. Aus den Ergebnissen dieser Arbeit ergeben sich weitere offen gebliebene Fragen.

Aus den Ergebnissen der Fragebogenstudie wird eine eher geringe Einschätzung der eigenen Fähigkeiten durch die Studierenden deutlich. Hierbei kann eine weitere Ausdifferenzierung in nachfolgenden Studien klären, in wieweit diese Angaben der persönlichen Meinung der Studierenden entsprechen bzw. sich die persönliche Meinung der Gesamtsicht auf das Wohl der Gemeinschaft anpasst hat.

Einen weiteren interessanten Anknüpfungspunkt bieten die Ebene der Dozenten und ihr Umgang mit den Visualisierungen, welche in dieser Untersuchung nicht im Fokus standen. Innovationen im Hochschulbereich müssen auch die Entwicklung der Lehrkompetenzen der Dozenten berücksichtigen. Ihre Haltung gegenüber der einzuführenden Innovation, besonders ihre Kompetenzen im Umgang mit Technik, den Visualisierungen sowie ihre Absicht, sie in den Unterricht einzubinden, spielen hier eine besonders große Rolle. Dieses sollte in der Zukunft als Teil des Prozesses zur Einführung neuer Lehrmethoden betrachtet und erhoben werden.

Zur weiteren Entwicklung der Unterrichtsstrategien, der Identifikation von bislang unerkannt gebliebenen Schwierigkeiten der Studierenden sowie zur Messung der Effektivität des Konzeptverständnisses der Studierenden, ist es interessant Diagnosesysteme zu entwickeln. Diese geben den Dozenten die nötigen Mittel an die Hand, gezielt auftretende Schwierigkeiten zu identifizieren und Veränderungsprozesse nicht auf intuitivem Handeln basieren zu lassen, sondern sie begründet zu initiieren.

Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Visualisierungen stellen eine erste, grundlegende Entwicklungsebene dar; hier bietet sich die Möglichkeit die Visualisierungen im Rahmen weiterführender Arbeiten zu verfeinern. Insbesondere ist hier die Anpassung der bestehenden Visualisierungen an die verschiedenen Leistungs- und Wissensniveaus der Studierenden zu nennen.

Des Weiteren bieten die Themen der Vorlesung zahlreiche weitere Möglichkeiten zur Einbindung von noch zu entwickelnden Visualisierungen in der Weiterführung des Konzepts. In diesem Zusammenhang ist auch eine Erweiterung des Inhaltsumfanges der eLearning-Plattform von der reinen Präsentation der Visualisierung auf weitere Lernangebote in Form von weiterführenden Texten, Testaufgaben und Wissenssammlungen anzustreben.

9 Literaturverzeichnis

- Adams, W. K. (2010). Student engagement and learning with PhET interactive simulations. *Il Nuovo Cimento C*, 33 (3), 21–32. Zugriff am 28.11.2014. Verfügbar unter http://phet.colorado.edu/publications/MPTL_2010_PhET_final.pdf
- Advanced Chemistry Development. (2012) ACD/ChemSketch Freeware [Computer software]. Toronto, ON: Advanced Chemistry Development, Inc. Verfügbar unter <http://www.acdlabs.com>
- Calyk, M., Ayas, A. & Ebenezer, J. V. (2005). A Review of Solution Chemistry Studies: Insights into Students' Conceptions. *Journal of Science Education and Technology*, 14 (1), 29–50.
- Amano, I. & Poole, G. S. (2005). The Japanese University in Crisis. *Higher Education*, 50 (4), 685–711.
- Amano, M. (1997). Women in higher education. *Higher Education*, 34 (2), 215–235.
- Ames, C. A. (1990). Motivation. What Teachers need to Know. *Teachers College Record*, 91 (3), 409–421.
- Ayas, A., Özmen, H. & Çalýk, M. (2010). Students' Conceptions of the Particulate Nature of Matter at Secondary and tertiary level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8 (1), 165–184.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255 (5044), 556–559.
- Bandura, A. (1986). The Explanatory and Predictive Scope of Self-Efficacy Theory. *Journal of Social and Clinical Psychology*, 4 (3), 359–373.
- Bandura, A. (1989). Regulation of cognitive processes through perceived self-efficacy. *Developmental Psychology*, 25 (5), 729–735.
- Bandura, A. (1993). Perceived Self-Efficacy in Cognitive Development and Functioning. *Educational Psychologist*, 28 (2), 117–148.
- Barke, H.-D. (2006). *Chemiedidaktik. Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Barke, H.-D., Hazari, A. & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in Chemistry*. Berlin: Springer.
- Barnea, N. & Dori, Y. J. (1999). High-School Chemistry Students' Performance and Gender Differences in a Computerized Molecular Modeling Learning Environment. *Journal of Science Education and Technology*, 8 (4), 257–271.
- Berg, C. A. R. (2005). Factors related to observed attitude change toward learning chemistry among university students. *Chemistry Education Research and Practice*, 6 (1), 1–18.
- Berg, K. de. (2012). A study of first-year chemistry students' understanding of solution concentration at the tertiary level. *Chemistry Education Research and Practice*, 13 (1), 8–16.
- Bodemer, D., Plötzner, R., Feuerlein, I. & Spada, H. (2004). The active integration of information during learning with dynamic and interactive visualisations. *Learning and Instruction*, 14 (3), 325–341.
- Bortz, J. & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7., vollst. überarb. u. erw.). Berlin: Springer.

- Brinkworth, R., McCann, B., Matthews, C. & Nordström, K. (2009). First year expectations and experiences: student and teacher perspectives. *Higher Education*, 58 (2), 157–173.
- Buichl, M. & Wilbers, K. (2011). Wirksamkeit externer Evaluation - eine Analyse der Wirksamkeit des European Peer Review im Rahmen der österreichischen Qualitätsinitiative Berufsbildung. *bwp@*, 21. Zugriff am 28.11.2014. Verfügbar unter <http://www.bwpat.de/content/ausgabe/21/buichl-wilbers/>
- Burgess, C., Gibson, I., Klaphake, J. & Selzer, M. (2010). The ‘Global 30’ Project and Japanese higher education reform: an example of a ‘closing in’ or an ‘opening up’? *Globalisation, Societies and Education*, 8 (4), 461–475.
- Burke, K. A., Greenbowe, T. J. & Windschitl, M. A. (1998). Developing and Using Conceptual Computer Animations for Chemistry Instruction. *Journal of Chemical Education*, 75 (12), 1658–1661.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, 8 (4), 293–332.
- Clark, J. M. & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3 (3), 149–210.
- Coll, R. K. & Taylor, N. (2001). Alternative Conceptions of Chemical Bonding Held by Upper Secondary and Tertiary Students. *Research in Science & Technological Education*, 19 (2), 171–191.
- Dalgety, J., Coll, R. K. & Jones, A. (2003). Development of Chemistry Attitudes and Experiences Questionnaire (CAEQ). *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (7), 649–668.
- Eilks, I. & Byers, B. (Hrsg.). (2009). *Innovative methods of teaching and learning chemistry in higher education*. [Cambridge: RSC Publishing].
- Eilks, I., Witteck, T. & Pietzner, V. (2009a). Critical Discussion of The Efficacy of Using Visual Learning Aids From The Internet To Promote Understanding, Illustrated With Examples Explaining The Daniell Voltaic Cell. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 5, 145–152.
- Eilks, I., Witteck, T. & Pietzner, V. (2009b). Using multimedia learning aids from the Internet for teaching chemistry – Not as easy as it seems? In S. Rodrigues (Hrsg.), *Multiple Literacy and Science Education* (S. 49–69). IGI Global.
- Eilks, I., Witteck, T. & Pietzner, V. (2012). The Role and Potential Dangers of Visualisation when Learning about Sub-microscopic Explanations in Chemistry Education. *CEPS Journal*, 2 (1), 125–145.
- Evans, E. M., Schweingruber, H. & Stevenson, H. W. (2002). Gender Differences in Interest and Knowledge Acquisition: The United States, Taiwan, and Japan. *Sex Roles*, 47 (3/4), 153–167.
- Falvo, D. A. (2008). Animations and Simulations for Teaching and Learning Molecular Chemistry. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 1 (4), 68–77.
- Felix, S. W. (2012). *Fukushima. Der Westen und die Kultur Japans* (Politik und Kultur, Bd. 10, 1., Aufl.). Münster, Westfalen: LIT.
- Forman, L. J. & Pomerantz, S. C. (2006). Computer-Assisted Instruction: A Survey on the Attitudes of Osteopathic Medical Students. *J Am Osteopath Assoc*, 106 (9), 571–578.

- Frailich, M., Kesner, M. & Hofstein, A. (2009). Enhancing students' understanding of the concept of chemical bonding by using activities provided on an interactive website. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (3), 289–310.
- Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 76 (4), 548–554.
- Gallagher, D. (2007). *Learning styles, self-efficacy, and satisfaction with online learning: Is online learning for everyone?* Dissertation, Graduate College of Bowling Green.
- Garnett, P. J., Garnett, P. J. & Hackling, M. W. (1995). Students' Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 25 (1), 69–96.
- Gilbert, J. K. (2010). The role of visual representations in the learning and teaching of science: An introduction. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11 (1), 1–19.
- Granville, M. F. (1985). Student misconceptions in thermodynamics. *Journal of Chemical Education*, 62 (10), 847–858.
- Greenbowe, T. J. (1994). An Interactive Multimedia Software Program for Exploring Electrochemical Cells. *Journal of Chemical Education*, 71 (7), 555–557.
- Gregorius, R. M., Santos, R., Dano, J. B. & Gutierrez, J. J. (2010a). Can animations effectively substitute for traditional teaching methods? Part I: preparation and testing of materials. *Chemistry Education Research and Practice*, 11 (4), 253–261.
- Gregorius, R. M., Santos, R., Dano, J. B. & Gutierrez, J. J. (2010b). Can animations effectively substitute for traditional teaching methods? Part II: Potential for differentiated learning. *Chemistry Education Research and Practice*, 11 (4), 262–266.
- Hall, G. E., George, A. A. & Rutherford, W. L. (1977). *Measuring Stages of Concern about the Innovation: A Manual for the Use of the SoC Questionnaire*. Procedures for Adopting Educational Innovations Project/CBAM, Texas University. Austin.
- Hammond, C. (2007). Culturally Responsive Teaching in the Japanese Classroom: A Comparative Analysis of Cultural Teaching and Learning Styles in Japan and the United States. *Journal of the Faculty of Economics* (17), 41–50.
- Hegarty, M. (2004). Dynamic visualizations and learning: getting to the difficult questions. *Learning and Instruction*, 14 (3), 343–351.
- Homer, B. D. & Plass, J. L. (2010). Expertise reversal for iconic representations in science visualizations. *Instructional Science*, 38 (3), 259–276.
- Huk, T., Steinke, M. & Floto, C. (2010). The educational value of visual cues and 3D-representational format in a computer animation under restricted and realistic conditions. *Instructional Science*, 38 (5), 455–469.
- HyperCube. (2007) HyperChem [Computer software]. Gainesville, FL: HyperCube, Inc. Verfügbar unter www.hyper.com
- Immel, S. (2009) Atomic Orbitals [Computer software]. Verfügbar unter <http://csi.chemie.tu-darmstadt.de/ak/immelmisc/oc-scripts/orbitals.html?id=1>
- Inoue, H. K. (2009). *Gender Gap in Japanese Higher Education*, Kyushu Institute of Technology. Zugriff am 28.11.2014. Verfügbar unter <http://www.kiea21.or.kr/attache/thesis/9.2HiroshiInoue.pdf>

- Jmol Development Team. (2012) JMol [Computer software]. Verfügbar unter <http://www.jmol.org/>
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70 (9), 701–705.
- Kalyuga, S., Chandler, P. & Sweller, J. (1999). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 13 (4), 351–371.
- Kan, A. & Akbaşı, A. (2006). Affective Factors That Influence Chemistry Achievement (Attitude and Self Efficacy) and The Power Of These Factors To Predict Chemistry Achievement-I. *Journal of Turkish Science Education*, 3 (1), 76–85.
- Kelly, R. M. & Jones, L. L. (2007). Exploring How Different Features of Animations of Sodium Chloride Dissolution Affect Students' Explanations. *Journal of Science Education and Technology*, 16 (5), 413–429.
- Kelly, R. M. & Jones, L. L. (2008). Investigating Students' Ability To Transfer Ideas Learned from Molecular Animations of the Dissolution Process. *Journal of Chemical Education*, 85 (2), 303–309.
- Kind, V. (2006). *Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas* (2nd Edition). Zugriff am 28.11.2014. Verfügbar unter http://www.rsc.org/images/Misconceptions_update_tcm18-188603.pdf
- Kolopajlo, L. (2007). Guided Inquiry Animations in General Chemistry. *The Scholarship of Teaching and Learning at EMU*, 1 (1). Zugriff am 28.11.2014. Verfügbar unter <http://commons.emich.edu/sotl/vol1/iss1/3>
- König, A. (2003). *Computergestützte Lehr- und Lernmaterialien zur chemischen Bindung. Entwicklung - Erprobung - Erhebung*. Dissertation, Universität Köln. Köln.
- Kousathana, M., Demerouti, M. & Tsaparlis, G. (2005). Instructional Misconceptions in Acid-Base Equilibria: An Analysis from a History and Philosophy of Science Perspective. *Science & Education*, 14 (2), 173–193.
- Kozma, R. B. & Russell, J. W. (1997). Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (9), 949–968.
- Lam, P., Lee, J., Chan, M. & McNaught, C. (2011). Students' use of eLearning strategies and their perceptions of eLearning usefulness. In S.-M. Barton, J. Hedberg & K. Suzuki (Hrsg.), *Global Learn Asia Pacific 2011* (S. 1379–1388). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- LeMaster, R. (2012) Gas Properties [Computer software]: PhET. Verfügbar unter <http://phet.colorado.edu/en/simulation/gas-properties>
- Levy, S. T. & Wilensky, U. (2009). Crossing Levels and Representations: The Connected Chemistry (CC1) Curriculum. *Journal of Science Education and Technology*, 18 (3), 224–242.
- Lim, K. F. (2006). Use of Spreadsheet Simulations in University Chemistry Education. *Journal of Computer Chemistry, Japan*, 5 (3), 139–146.
- Macromedia. (2004) Macromedia Director MX 2004 [Computer software]. San Francisco: Macromedia, Inc.

- Makrakis, V. (1992). Cross-cultural Comparison of Gender Differences in Attitude towards Computers in Japan and Sweden. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 36 (4), 275–287.
- Makrakis, V. (1993). Gender and computing in schools in Japan: The “we can, I can't” paradox. *Computers & Education*, 20 (2), 191–198.
- Makrakis, V. & Sawada, T. (1996). Gender, computers and other school subjects among Japanese and Swedish students. *Computers & Education*, 26 (4), 225–231.
- Marshall, R. & Lee, C. (1998). A Cross-Cultural, Between-Gender Study of Extreme Response Style. In B. G. Englis & A. Oloffson (Hrsg.), *European Advances in Consumer Research* (Bd. 3, S. 90–95). Zugriff am 28.11.2014.
- Mayer, R. E. (2002a). Cognitive Theory and the Design of Multimedia Instruction: An Example of the Two-Way Street Between Cognition and Instruction. *New Directions for Teaching and Learning*, 2002 (89), 55–71.
- Mayer, R. E. (2002b). Multimedia learning. In Brian H. Ross (Hrsg.), *Psychology of Learning and Motivation* (Bd. 41, S. 85–139). Academic Press.
- Mayer, R. E. (Hrsg.). (2005a). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (s). New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2005b). Cognitive Theory of Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (s, S. 31–48). New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. & Moreno, R. (2002). Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 14 (1), 87–99.
- Mayer, R. E. & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38 (1), 43–52.
- McMurry, J. (2010). *Fundamentals of general, organic, and biological chemistry* (6th ed). Upper Saddle River: Prentice Hall; Pearson Prentice Hall.
- McMurry, J., Castellion, M. E., Ballantine, D. S. & Sugawara, F. (2007a). マクマリー 生物有機化学基礎化学編 (Bd. 1, 2. Aufl.). Tōkyō: Maruzen.
- McMurry, J., Castellion, M. E., Ballantine, D. S. & Sugawara, F. (2007b). マクマリー 生物有機化学基礎化学編 (Bd. 3, 2. Aufl.). Tōkyō: Maruzen.
- McMurry, J., Castellion, M. E., Ballantine, D. S., Sugawara, F. & Imanishi, T. (2007). マクマリー 生物有機化学基礎化学編 (Bd. 2, 2. Aufl.). Tōkyō: Maruzen.
- Meyer, H. (2007). Is it molecules? Again! A review of students' learning about particle theory. *Chemical Education Journal*, 9 (2). Zugriff am 28.11.2014. Verfügbar unter http://chem.sci.utsunomiya-u.ac.jp/v9n2/HMeyer/HMeyer_body.html
- Miller, J. W., Martineau, L. P. & Clark, R. C. (1999). Technology Infusion and Higher Education: Changing Teaching and Learning. *Innovative Higher Education*, 24 (3), 227–241.
- Nakazawa, C., Takahira, S., Muramatsu, Y., Kawano, G., Fujiwara, C., Takahashi, M. et al. (2001). *Gender Issues in Mathematics, Science and Technology. Gender Differences in Science Learning of Japanese Junior High School Students: A Two Year Study* (AR-EA, Hrsg.) (Poster Session ID NO: S-98-10). : AERA Annual Meeting.

- Nicoll, G. (2001). A report of undergraduates' bonding misconceptions. *International Journal of Science Education*, 23 (7), 707–730.
- Niegemann, H. M. (2008). *Kompodium multimediales Lernen*. Berlin: Springer.
- Nieswandt, M. (2007). Student affect and conceptual understanding in learning chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (7), 908–937.
- Nolen, S. B. (2003). Learning environment, motivation, and achievement in high school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (4), 347–368.
- Oikawa, Y., Okuda, T. & Takano, J. (2006). c-Edit: Input-Interface for e-Learning in Chemistry. *Journal of Computer Chemistry, Japan*, 5 (3), 147–152.
- Orgill, M. & Sutherland, A. (2008). Undergraduate chemistry students' perceptions of and misconceptions about buffers and buffer problems. *Chemistry Education Research and Practice*, 9 (2), 131–143.
- Özmen, H. (2004). Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13 (2), 147–159.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations. A dual coding approach* (Oxford psychology series, no. 9). New York: Oxford University Press; Clarendon Press.
- Plötzner, R., Leuders, T. & Wichert, A. (Hrsg.). (2009). *Lernchance Computer. Strategien für das Lernen mit digitalen Medienverbänden*. Münster, New York: Waxmann.
- Plötzner, R., Lippitsch, S., Galmbacher, M. & Heuer, D. (2006). Students' Difficulties in Learning Physics from Dynamic and Interactive Visualizations. In S. A. Barab, K. E. Hay & D. T. Hickey (Hrsg.), *Proceedings of the Seventh International Conference of the Learning Sciences* (Bd. 2, S. 550–556). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Plötzner, R., Lippitsch, S., Galmbacher, M., Heuer, D. & Scherrer, S. (2009). Students' difficulties in learning from dynamic visualisations and how they may be overcome. *Computers in Human Behavior*, 25 (1), 56–65.
- Purdie, N., Hattie, J. & Douglas, G. (1996). Student conceptions of learning and their use of self-regulated learning strategies: A cross-cultural comparison. *Journal of Educational Psychology*, 88 (1), 87–100.
- Regan, Á., Childs, P. & Hayes, S. (2011). The use of an intervention programme to improve undergraduate students' chemical knowledge and address their misconceptions. *Chemistry Education Research and Practice*, 12 (2), 219–227.
- Rienties, B., Brouwer, N. & Lygo-Baker, S. (2013). The effects of online professional development on higher education teachers' beliefs and intentions towards learning facilitation and technology. *Teaching and Teacher Education*, 29, 122–131.
- Rimmele, R. (2004) Videograph [Computer software]. Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Rosenthal, D. P. & Sanger, M. J. (2013). How does viewing one computer animation affect students' interpretations of another animation depicting the same oxidation–reduction reaction? *Chemistry Education Research and Practice*, 14 (3), 286–296.
- Rutten, N., van Joolingen, W. R. & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58 (1), 136–153.

- Saito, Y. (2011a). *Distinctive Features of Japanese Education System*, National Institute for Educational Policy Research. Zugriff am 28.11.2014. Verfügbar unter <http://www.nier.go.jp/English/educationjapan/pdf/201103DFJE.pdf>
- Saito, Y. (2011b). *Higher Education in Japan*, National Institute for Educational Policy Research. Zugriff am 28.11.2014. Verfügbar unter <http://www.nier.go.jp/English/educationjapan/pdf/201109HE.pdf>
- Sancho, J. M. (2004). Virtual Geographies of Educational Change: The More Complex the Problems the Simpler the Answers. In F. Hernández & I. F. Goodson (Hrsg.), *Social geographies of educational change* (S. 143–167). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Sanger, M. J. & Badger, S. M. (2001). Using Computer-Based Visualization Strategies to Improve Students' Understanding of Molecular Polarity and Miscibility. *Journal of Chemical Education*, 78 (10), 1412–1416.
- Sanger, M. J., Brecheisen, D. M. & Hynek, B. M. (2001). Can Computer Animations Affect College Biology Students' Conceptions about Diffusion & Osmosis? *The American Biology Teacher*, 2 (63), 104–109.
- Sanger, M. J., Campbell, E., Felker, J. & Spencer, C. (2007). "Concept Learning versus Problem Solving": Does Particle Motion Have an Effect? *Journal of Chemical Education*, 84 (5), 875–879.
- Sanger, M. J. & Greenbowe, T. J. (1997a). Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (4), 377–398.
- Sanger, M. J. & Greenbowe, T. J. (1997b). Students' Misconceptions in Electrochemistry Regarding Current Flow in Electrolyte Solutions and the Salt Bridge. *Journal of Chemical Education*, 74 (7), 819–823.
- Sanger, M. J. & Greenbowe, T. J. (2000). Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instruction including computer animations and conceptual change strategies. *International Journal of Science Education*, 22 (5), 521–537.
- Scantlebury, K., Baker, D., Sugi, A., Yoshida, A. & Uysal, S. (2007). Avoiding the Issue of Gender in Japanese Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5 (3), 415–438.
- Scheiter, K. & Gerjets, P. (2010). Cognitive and socio-motivational aspects in learning with animations: there is more to it than 'do they aid learning or not'. *Instructional Science*, 38 (5), 435–440.
- Schmidt, H.-J., Marohn, A. & Harrison, A. G. (2007). Factors that prevent learning in electrochemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (2), 258–283.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction*, 13 (2), 141–156.
- Schnotz, W. & Lowe, R. (2008). A Unified View of Learning from Animated and Static Graphics. In R. Lowe & W. Schnotz (Hrsg.), *Learning with animation. Research implications for design* (S. 304–356). Cambridge: Cambridge University Press.
- Schunk, D. H. (1989). Self-Efficacy and Cognitive Achievement: Implications for Students with Learning Problems. *Journal of Learning Disabilities*, 22 (1), 14–22.

- Schunk, D. H. (1990). Introduction to the Special Section on Motivation and Efficacy. *Journal of Educational Psychology*, 82, 3–6.
- Selwyn, N. (2007). The use of computer technology in university teaching and learning: a critical perspective. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23 (2), 83–94.
- Sinex, S. A. (2008). The Boyle's Law Simulator: A Dynamic Interactive Visualization for Discovery Learning of Experimental Error Analysis. *Spreadsheets in Education*, 3 (1). Zugriff am 28.11.2014. Verfügbar unter <http://epublications.bond.edu.au/ejsie/vol3/iss1/2>
- Sirhan, G. (2007). Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4 (2), 2–20.
- Skryabina, E. (2000). *Student Attitudes to Learning Physics at School and University Levels in Scotland*. PhD Thesis, University of Glasgow.
- Spotts, T. H. (1999). Discriminating factors in faculty use of instructional technology in higher education. *Educational Technology & Society*, 4 (2).
- Stieff, M. & Wilensky, U. (2003). Connected Chemistry—Incorporating Interactive Simulations into the Chemistry Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 12 (3), 285–302.
- Subramaniam, G. (2008). Confronting Asian Concerns in Engaging Learners to Online Education. *International Education Studies*, 1 (4), 10–18.
- Sunal, D. W., Hodges, J., Sunal, C. S., Whitaker, K. W., Freeman, L. M., Edwards, L. et al. (2001). Teaching Science in Higher Education: Faculty Professional Development and Barriers to Change. *School Science and Mathematics*, 101 (5), 246–257.
- Sunal, D. W., Wright, E., Hodges, J. & Sunal, C. S. (2000). *Barriers to Changing Teaching in Higher Education Science Courses*. Annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA.
- Supasorn, S., Suits, J. P., Jones, L. L. & Vibuljan, S. (2008). Impact of a pre-laboratory organic-extraction simulation on comprehension and attitudes of undergraduate chemistry students. *Chemistry Education Research and Practice*, 9 (2), 169–181.
- Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (s. S. 19–30). New York: Cambridge University Press.
- Sweller, J. (2002). Visualisation an Instructional Design. In R. Plötzner (Hrsg.), *Proceedings of the International Workshop on Dynamic Visualisations and Learning* (S. 1501–1510).
- Tasker, R. & Dalton, R. (2006). Research into practice: visualisation of the molecular world using animations. *Chemistry Education Research and Practice*, 7 (2), 141–159.
- Taskin, V. & Bernholt, S. (2012). Students' Understanding of Chemical Formulae: A review of empirical research. *International Journal of Science Education*, 1–29.
- Teichler, U. (1997). Higher education in Japan. A view from outside. *Higher Education* (34), 275–298.
- Tran, T. T. (2013). Is the learning approach of students from the Confucian heritage culture problematic? *Educational Research for Policy and Practice*, 12 (1), 57–65.
- Trindade, J. & Fiolhais, C. (2003). Students' visualization and conceptual understanding of atomic orbitals using a virtual environment. In V. Devedzic (Hrsg.), *The 3rd IEEE In-*

- ternational Conference on Advanced Learning Technologies. Proceedings* (S. 298–299). Los Alamitos: IEEE Computer Society.
- Turányi, T. & Tóth, Z. (2013). Hungarian university students' misunderstandings in thermodynamics and chemical kinetics. *Chemistry Education Research and Practice*, 14 (1), 105–116.
- Ünal, S., Çalýk, M., Ayas, A. & Coll, R. K. (2006). A review of chemical bonding studies: needs, aims, methods of exploring students' conceptions, general knowledge claims and students' alternative conceptions. *Research in Science & Technological Education*, 24 (2), 141–172.
- Uzuntiryaki, E. & Çapa Aydın, Y. (2009). Development and Validation of Chemistry Self-Efficacy Scale for College Students. *Research in Science Education*, 39 (4), 539–551.
- Velázquez-Marcano, A., Williamson, V. M., Ashkenazi, G., Tasker, R. & Williamson, K. C. (2004). The Use of Video Demonstrations and Particulate Animation in General Chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 13 (3), 315–323.
- Weber, W. & Wenzel, A. (2013). Interaktive Infografiken: Standortbestimmung und Definition. In W. Weber, M. Burmester & R. Tille (Hrsg.), *Interaktive Infografiken* (S. 3–23). Berlin: Springer Vieweg.
- Weiss, R. E., Knowlton, D. S. & Morrison, G. R. (2002). Principles for using animation in computerbased instruction: theoretical heuristics for effective design. *Computers in Human Behavior*, 18, 465–477.
- Wieman, C. E., Adams, W. K. & Perkins, K. K. (2008). PHYSICS: PhET: Simulations That Enhance Learning. *Science*, 322 (5902), 682–683.
- Wieman, C. E. & Perkins, K. K. (2006). A powerful tool for teaching science. *nature physics*, 2, 290–292.
- Williamson, V. M. & Abraham, M. R. (1995). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (5), 521–534.
- Williamson, V. M., Lane, S. M., Gilbreath, T., Tasker, R., Ashkenazi, G., Williamson, K. C. et al. (2012). The Effect of Viewing Order of Macroscopic and Particulate Visualizations on Students' Particulate Explanations. *Journal of Chemical Education*, 89 (8), 979–987.
- Wills, S. & McNaught, C. (1996). Evaluation of computer-based learning in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 7 (2), 106–128.
- Wu, H. K., Krajcik, J. S. & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (7), 821–842.
- Yamada, R. (2014). Learning Outcomes Among College Students in Japan: Comparative Analysis Between and Within Universities. In R. Yamada (Hrsg.), *Measuring Quality of Undergraduate Education in Japan. Comparative perspective in a knowledge based society* (S. 97–114). Singapore: Springer Singapore.
- Yavuz, S. (2005). Developing A Technology Attitude Scale For Pre-Service Chemistry Teachers. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4 (1), 17–25.
- Yoshimura, T. (2006). Development and Popularization of E-Learning Chemistry. Educational Resources in Japan. *The Journal of Computer Chemistry, Japan*, 5 (3), 129–138.

- Yoshimura, T., Nakayama, Y. & UEJIMA, A. (2004). Development and Testing of Chemistry Education Resources for a Mobile Phone. *Journal of Computer Chemistry, Japan*, 3 (1), 35–40.
- Zimmerman, B. J., Bandura, A. & Martinez-Pons, M. (1992). Self-Motivation for Academic Attainment: The Role of Self-Efficacy Beliefs and Personal Goal Setting. *American Educational Research Journal*, 29 (3), 663–676.
- Zusho, A., Pintrich, P. R. & Coppola, B. (2003). Skill and will: The role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1081–1094.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Theorie des multimedialen Lernens nach Mayer (2005b).....	5
Abbildung 2.2: Text-Bild-Verstehen, Modell nach Schnotz & Bannert (2003)	6
Abbildung 2.3: „Chemisches Dreieck“ nach Johnstone, Darstellung (Barke, 2006, S. 30–31)	9
Abbildung 2.4: Visualisierung von Banduras' Social Cognitive Theory (adaptiert von Dalgety et al., 2003).....	10
Abbildung 3.1: Stages of Concern (Buichl & Wilbers, 2011)	18
Abbildung 3.2: Level of use (Buichl & Wilbers, 2011).....	19
Abbildung 4.1: Ansicht des von D2 genutzten Vorlesungsraumes. An der Stirnseite des Raumes sind die Tafel mit der sich davor befindlichen Leinwand zuerkennen, im Vordergrund die beiden Repeater-Bildschirme für die studierenden der hinteren Sitzreihen.....	28
Abbildung 4.2: Beispiel der Ansicht einer 2D-Schockwave Animation, 2D-Visualisierung zur Erklärung der Hundt- und Pauli-Regel der Füllung von Atomorbitalen mit Elektronen	32
Abbildung 4.3: Designbeispiel eines 3 D-Jmol-Molekülmodells, Stabdarstellung mit eingeblendetem Van-der Waals-Radius	33
Abbildung 5.1: Skalen und Subskalen des Fragebogens.....	36
Abbildung 6.1: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL1.1) und Experimentalgruppe (TL1.1) für die Gesamtgruppe, Angabe der Differenz der Ja-Antworten [Prozentpunkte], Angabe der Häufigkeiten als gültige Prozent s. Anhang Tabelle A 8	54
Abbildung 6.2: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL1.1) und Experimentalgruppe (TL1.1) betrachtet nach dem Geschlecht, Angabe der Differenz der Ja-Antworten [Prozentpunkte], Angabe der Häufigkeiten als gültige Prozent s. Anhang Tabelle A 9	55
Abbildung 6.3: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL1.1) und Experimentalgruppe (TL1.1) betrachtet nach dem Studienfach, Angabe der Differenz der Ja-Antworten [Prozentpunkte], Angabe der Häufigkeiten als gültige Prozent s. Anhang Tabelle A 10	56
Abbildung 6.4: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL 1.1, Angabe der gültigen Prozente [%].....	56
Abbildung 6.5: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL 1.1, betrachtet nach dem Geschlecht, Angabe der gültigen Prozente [%]	57
Abbildung 6.6: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL 1.1, betrachtet nach Studienfach, Angabe der gültigen Prozente [%]	57
Abbildung 6.7 Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL1.2) und Experimentalgruppe (TL1.2) für die Gesamtgruppe, Angabe der Differenz	

der Ja-Antworten [Prozentpunkte], Angabe der Häufigkeiten als gültige Prozent s. Anhang Tabelle A 17	66
Abbildung 6.8: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL1.2) und Experimentalgruppe (TL1.2) für die Gesamtgruppe aufgeteilt nach Geschlecht, Angabe der Differenz der Ja-Antworten [Prozentpunkte], Angabe der Häufigkeiten als gültige Prozent s. Anhang Tabelle A 18	67
Abbildung 6.9: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL1.2) und Experimentalgruppe (TL1.2) für die Gesamtgruppe aufgeteilt nach Studienfach, Angabe der Differenz der Ja-Antworten [Prozentpunkte], Angabe der Häufigkeiten als gültige Prozent s. Anhang Tabelle A 19	68
Abbildung 6.10: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL1.2, Angabe der gültigen Prozente [%].....	68
Abbildung 6.11: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL 1.2, nach Geschlecht, Angabe der gültigen Prozente [%].....	69
Abbildung 6.12: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL 1.2, nach Studienfach, Angabe der gültigen Prozente [%].....	69
Abbildung 6.13: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL2.1) und Experimentalgruppe (TL2.1) für die Gesamtgruppe [Prozentpunkte], Angabe der Häufigkeiten als gültige Prozent s. Anhang Tabelle A 28.....	79
Abbildung 6.14: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL2.1) und Experimentalgruppe (TL2.1) für die Geschlechtergruppen [Prozentpunkte], Angabe der Häufigkeiten als gültige Prozent s. Anhang Tabelle A 29.....	79
Abbildung 6.15: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL2.1) und Experimentalgruppe (TL2.1) für die Studierenden der <i>Angewandten Biochemie</i> [Prozentpunkte], Angabe der Häufigkeiten als gültige Prozent s. Anhang Tabelle A 30.....	80
Abbildung 6.16: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL 2.1, Angabe der gültigen Prozente [%].....	80
Abbildung 6.17: Dozentenbewertung C/TL2.1, nach Geschlecht, Angabe der gültigen Prozente [%].....	81
Abbildung 6.18: Dozentenbewertung C/TL2.1, <i>Angewandte Biochemie</i> , Angabe der gültigen Prozente [%].....	81
Abbildung 6.19: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL2.2) und Experimentalgruppe (TL2.2) für die Gesamtgruppe [Prozentpunkte], Angabe der Häufigkeiten als gültige Prozent s. Anhang Tabelle A 39.....	89
Abbildung 6.20: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL2.2) und Experimentalgruppe (TL2.2) für die Geschlechtergruppen [Prozentpunkte], Angabe der Häufigkeiten als gültige Prozent s. Anhang Tabelle A 40.....	90

Abbildung 6.21: Darstellung der Veränderung der Zustimmung zur Nutzung von Online-Materialien und eLearning-Kursen über den Verlauf der Befragung für die Kontroll- (CL2.2) und Experimentalgruppe (TL2.2) für die Studierenden der Biowissenschaften [Prozentpunkte], Angabe der Häufigkeiten als gültige Prozent s. Anhang Tabelle A 41. 90	
Abbildung 6.22: Dozentenbewertung Gesamtgruppe C/TL 2.2, Angabe der gültigen Prozente [%].....	91
Abbildung 6.23: Dozentenbewertung C/TL 2.2, nach Geschlecht, Angabe der gültigen Prozente [%].....	91
Abbildung 6.24: Dozentenbewertung C/TL 2.2, Biowissenschaften, Angabe der gültigen Prozente [%].....	92
Abbildung 6.25: Verteilung der Tätigkeiten von Dozent D1 in Vorlesung TL1.1 am 26.04.2012 innerhalb der Vorlesungsstunde in den Kategorien Vortrag Buch, Vortrag Tafel, Vortrag Visualisierung, Frage an Studierende, Anderes und Quiz.	94
Abbildung 6.26: Verteilung der Tätigkeiten von Dozent D2 in Vorlesung TL1.2 am 10.05.2012 innerhalb der Vorlesungsstunde in den Kategorien Vortrag Buch, Vortrag Tafel, Vortrag Visualisierung, Frage an Studierende, Anderes und Quiz.	94
Abbildung 6.27: Verteilung der Tätigkeiten von Dozent D3 in Vorlesung TL2.1 am 07.11.2012 innerhalb der Vorlesungsstunde in den Kategorien Vortrag Buch, Vortrag Tafel, Vortrag Visualisierung, Frage an Studierende, Anderes und Quiz.	96
Abbildung 6.28: Verteilung der Tätigkeiten von Dozent D4 in Vorlesung TL2.2 am 07.11.2012 innerhalb der Vorlesungsstunde in den Kategorien Vortrag Buch, Vortrag Tafel, Vortrag Visualisierung, Frage an Studierende, Anderes und Quiz.	96

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Hauptfehlvorstellungen im Fach Chemie in der Schulbildung (Kind, 2006)....	8
Tabelle 3.1: Exemplarische, nicht abschließende Übersicht der Veröffentlichungen mit Bezug zur Verwendung von Visualisierungen in der Lehre im sekundären und tertiären Bildungsbereich.....	14
Tabelle 3.2: Barrieren für die Verbesserung der Lehrenden im naturwissenschaftlichen Unterricht (Sunal et al., 2000).....	17
Tabelle 4.1: Aufbau der Vorlesungen L1.1 und L1.2 nach den Angaben der Dozenten aus der Vorabbefragung in den 15 Vorlesungswochen (W)	26
Tabelle 4.2: Aufbau der Vorlesungen L2.1 und L2.2 nach den Angaben der Dozenten aus der Vorabbefragung in den 15 Vorlesungswochen (W)	27
Tabelle 4.3: Benannte Schwierigkeiten durch die Dozenten im Vorfeld der Studie.....	28
Tabelle 4.4: Liste der für die Chemievorlesung L1 entwickelten Visualisierungen nach der Strategieplanung mit den Dozenten der L1.1 und L1.2	34
Tabelle 4.5: Liste der für die Chemievorlesung L2 entwickelten Visualisierungen nach der Strategieplanung mit den Dozenten der L2.1 und L2.2	34
Tabelle 5.1: Übersicht über den Ablauf der Studie	35
Tabelle 5.2: Fragen des Abschnittes „Computerfähigkeiten und Lernen“, Angabe der Literatur.....	37
Tabelle 5.3: Rotierte Komponentenmatrix Validierungsgruppe, Extraktionsmethode: rotierte Komponentenanalyse, Rotationsmethode Varimax mit Kaiser-Normalisierung.	39
Tabelle 5.4: Rotierte Komponentenmatrix Pre-Befragung Kontrollgruppe L1, Extraktionsmethode: rotierte Komponentenanalyse, Rotationsmethode Varimax mit Kaiser-Normalisierung.....	39
Tabelle 5.5: Ergebnisse der Cronbach alpha-Analyse der Validierungsgruppe im Wintersemester 2010/2011 bzw. Kontrollgruppe 1 im Sommersemester 2011.....	40
Tabelle 5.6: Rotierte Komponentenmatrix Pre-Befragung Kontrollgruppe L1, Extraktionsmethode: rotierte Komponentenanalyse, Rotationsmethode Varimax mit Kaiser-Normalisierung.....	40
Tabelle 6.1: Übersicht über die Zusammensetzung der Stichprobe der Vorlesung L1, Angaben der Gruppengrößen in [%]	44
Tabelle 6.2: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L1.1	45
Tabelle 6.3: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L1.1, betrachtet nach dem Geschlecht	46
Tabelle 6.4: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L1.1, betrachtet nach dem Studienfach.....	47
Tabelle 6.5: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertungen der Pre- und Post-Befragung der Kontroll- mit der Experimentalgruppe L1.1.....	48
Tabelle 6.6: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertungen der Pre- und Post-Befragung der Kontroll- mit der Experimentalgruppe L1.1, betrachtet nach dem Geschlecht	49

Tabelle 6.7: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertungen der Pre- und Post-Befragung der Kontroll- mit der Experimentalgruppe L1.1, betrachtet nach Studienfach.....	50
Tabelle 6.8: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests, Vergleich der Veränderung der Einstellungen der Studierenden der Kontroll- und Experimentalgruppe L1.1	51
Tabelle 6.9: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests, Vergleich der Veränderung der Einstellungen der Studierenden unterschieden nach Geschlechtergruppen der Kontroll- und Experimentalgruppe L1.1.....	52
Tabelle 6.10: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests, Vergleich der Veränderung der Einstellungen der Studierenden unterschieden nach Studienfach der Kontroll- und Experimentalgruppe L1.....	53
Tabelle 6.11: Berechnung der Unterschiede zwischen den Geschlechtern, Betrachtung der Gesamtgruppe L1.1	54
Tabelle 6.12: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L1.2	58
Tabelle 6.13: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L1.2, betrachtet nach dem Geschlecht	59
Tabelle 6.14: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L1.2, betrachtet nach Studienfach.....	60
Tabelle 6.15: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertungen der Pre- und Post-Befragung der Kontroll- mit der Experimentalgruppe L1.2, Betrachtung der Gesamtgruppe	61
Tabelle 6.16: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertungen der Pre- und Post-Befragung der Kontroll- mit der Experimentalgruppe L1.2, betrachtet nach Geschlecht	62
Tabelle 6.17: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertungen der Pre- und Post-Befragung der Kontroll- mit der Experimentalgruppe L1.2, betrachtet nach Studienfach	63
Tabelle 6.18: Wilcoxon-Test, Vergleich der Änderung der Einstellungen der Studierenden der Kontroll- und Experimentalgruppe L1.2, Gesamtgruppe	64
Tabelle 6.19: Wilcoxon-Test, Vergleich der Änderung der Einstellungen der Studierenden unterschieden nach Geschlecht der Kontroll- und Experimentalgruppe L1.2	64
Tabelle 6.20: Wilcoxon-Test, Vergleich der Änderung der Einstellungen der Studierenden unterschieden nach Studienfach der Kontroll- und Experimentalgruppe L1.2.....	65
Tabelle 6.21: Berechnung der Unterschiede zwischen den Geschlechtern , Betrachtung der Gesamtgruppe L1.2	66
Tabelle 6.22: Übersicht über die Zusammensetzung der Stichprobe L2, Angaben der Gruppengrößen in [%].....	70
Tabelle 6.23: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse der Gesamtgruppe	72
Tabelle 6.24: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse der Studenten.....	72
Tabelle 6.25: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse für die Studierenden des Studienfachs <i>Angewandte Biochemie</i>	73

Tabelle 6.26: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse der Gesamtgruppe	74
Tabelle 6.27: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertung der Befragung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse der Studenten	74
Tabelle 6.28: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertung der Befragung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse der Studierenden des Studienganges <i>Angewandte Biochemie</i>	75
Tabelle 6.29: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Entwicklung der Skalenbewertung der Befragung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse der Gesamtgruppe	75
Tabelle 6.30: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Entwicklung der Skalenbewertung der Befragung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, betrachtet nach Geschlecht	76
Tabelle 6.31: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Entwicklung der Skalenbewertung der Befragung zwischen C/TL2.1, Ergebnisse der Studierenden der <i>Angewandten Biochemie</i>	76
Tabelle 6.32: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Veränderungen in der Skalenbewertungen bei den Geschlechtern in CL/TL2.1	77
Tabelle 6.33: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Veränderungen in der Skalenbewertung im Studienfach Angewandte Biochemie in C/TL2.1	78
Tabelle 6.34: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die C/TL2.2	82
Tabelle 6.35: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für C/TL2.2, Ergebnisse für Studentinnen und Studenten.....	83
Tabelle 6.36: Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für die C/TL2.2, <i>Biowissenschaften</i>	83
Tabelle 6.37: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.2, Ergebnisse der Gesamtgruppe.....	84
Tabelle 6.38: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.2, Ergebnisse nach Geschlecht	85
Tabelle 6.39: Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests, Vergleich der Skalenbewertung zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe L2.1, Ergebnisse des Studienganges <i>Biowissenschaften</i>	86
Tabelle 6.40: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Entwicklung der Skalenbewertung der Befragung zwischen C/TL2.2, Ergebnisse der Gesamtgruppe	86
Tabelle 6.41: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Entwicklung der Skalenbewertung der Befragung zwischen C/TL2.1, Ergebnisse nach Geschlecht	87
Tabelle 6.42: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Entwicklung der Skalenbewertung der Befragung zwischen C/TL2.1, Ergebnisse des Studienganges <i>Biowissenschaften</i>	87
Tabelle 6.43: Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Veränderungen in der Skalenbewertung bei den Geschlechtern in C/TL2.2.....	88
Tabelle 6.44: Mann-Whitney-U-Test, Mann-Whitney-U-Test, Vergleich der Veränderungen in der Skalenbewertung bei den Studienfächern in C/TL2.2, <i>Biowissenschaften</i>	88

Tabelle 6.45: Auflistung der Gesamtzeiten der Tätigkeiten der Dozenten D1 und D2 in den exemplarisch analysierten Vorlesungen vom 26.04.2012 (D1) und 10.05.2012 (D2), Angabe der Dauer der Gesamttätigkeiten in Minuten und Sekunden [mm:ss].....	93
Tabelle 6.46: Auflistung der Gesamtzeiten der Tätigkeiten der Dozenten D3 und D4 in den exemplarisch analysierten Vorlesungen vom 07.10.2012 (D3 und D4), Angabe der Dauer der Gesamttätigkeiten in Minuten und Sekunden [mm:ss]	95


This part of the questionnaire investigates the confidence you have in undertaking different tasks.
 For example: If you do not feel very confident about talking to a scientist about chemistry then you would answer the following questions as shown:

	Not confident						Totally confident
Please indicate how confident you feel about talking to a scientist about chemistry.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Applying a set of chemistry rules to different elements of the Periodic Table.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Achieving a passing grade in a chemical hazards course.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tutoring another student in a first-year chemistry course.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ensuring that data obtained from an experiment is accurate.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proposing a meaningful question that could be answered experimentally.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Explaining something that you learnt in this chemistry course to another person.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Choosing an appropriate formula to solve a chemistry problem.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Knowing how to convert the data obtained in a chemistry experiment into a result.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
After reading an article about a chemistry experiment, writing a summary of the main points.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Learning chemistry theory.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Determining the appropriate units for a result determined using a formula.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Writing up the experimental procedures in a laboratory report.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
After watching a television documentary dealing with some aspect of chemistry, writing a summary of its main points.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Achieving a passing grade in a Part 2 chemistry course.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Applying theory learnt in a lecture for a laboratory experiment.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Writing up the results section in a laboratory report.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
After listening to a public lecture regarding some chemistry topic, explaining its main ideas to another person.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Understanding Chemistry

The third part of the questionnaire investigates the opinion you have in understanding chemistry.
 For example: If you cannot use the equipment in a chemistry laboratory then you would answer the following questions as shown:

	Very poorly						Very well
How well can you use the equipment in the chemistry laboratory?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Very poorly		Very well
To what extent can you explain chemical laws and theories?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
How well can you choose an appropriate formula to solve a chemistry problem?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
How well can you establish the relationship between chemistry and other sciences?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
How well can you describe the structure of an atom?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
How well can you describe the properties of elements by using periodic table?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
How well can you read the formulas of elements and compounds?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
To what extent can you propose solutions to everyday problems by using chemistry?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
How well can you interpret chemical equations?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
How well can you explain the particulate nature of matter?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
To what extent can you explain everyday life by chemical thesis?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
How well can you interpret graphs/charts related to chemistry?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
How well can you understand the news/documentary you watched on television related to chemistry?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
How well can you recognize the careers related to chemistry?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Your experiences in the chemistry lecture

The fourth part of the questionnaire looks at your experiences during your chemistry lecture. Please answer these questions considering all your experiences during your chemistry lecture of this semester in total.

For example: If you thought that three out of four of your lecturers encouraged you to enroll in the chemical hazards course then you would answer the following question as shown:

	Strongly disagree	Disagree	Neither	Agree	Strongly agree
My lecturer encouraged me to enroll in chemical hazards.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Strongly disagree	Disagree	Neither	Agree	Strongly agree
This lecture was interesting in my progress in chemistry.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The concepts introduced in the lecture material were explained clearly.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The lecture notes were interesting.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
This chemistry lecture has made me feel that I have the ability to continue science.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The lecture notes were clearly presented.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
It was easy to get in contact with the lecturer to discuss a problem with.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The lecture was presented in an interesting manner.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The lecturer explained problems clearly to me.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Computer Skills and Learning

This part of the questionnaire asks you about your computer related skills and attitudes

1. How would you rate your computer skills (*please mark only one item*):
 - a. Basic user (able to do basic word processing and use the internet).
 - b. Intermediate users (have mastered the basics and have developed additional skills, including the use of different software programs).
 - c. Advanced user (Knowledgeable of hardware and software, able to problem-solve and advise and teach others).
 - d. I have no computer skills at this time.

2. Do you use Internet chemistry-related-Web sites to supplement your learning? Yes No

3. Do you think you would prefer taking one or more of your courses during a semester on a Web site where you studied and took the exams, on your own? Yes No

4. Please answer these questions about the use of computers (please mark one option per item) :

	<i>Strongly disagree</i>	<i>Disagree</i>	<i>Neither</i>	<i>Agree</i>	<i>Strongly agree</i>
Computers are good aids to learning.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Using computers makes learning more interesting.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Computers have appositve effect on productive studying and learning.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lectures should often include computer-ass sted instruction.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Using the internet in the learning process is a waste of time.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Using technological tools does not affect the students' motivation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technological tools do not need to be used in instruction.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
The challenge of solving problems with computers does not appeal to me.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Personal data

1. Please mark your sex and your age.

Your sex: female male

Your age: 18/19 20/21 22/23 24/25 26/27 ≥ 28

2. Which is your major subject?

Biology Chemistry Physics

3. Please mark your semester of studying.

1 2 3 4 5 6

Lebenslauf

Mareike Bolten

Geboren 30.01.1982 in Braunschweig

Schulbildung

- 1989 - 1992 **Grundschule Klint, Braunschweig**
- 1992 – 1994 **Orientierungsstufe Leonhardstrasse, Braunschweig**
- 1994 – 2002 **Wilhelm-Gymnasium, Braunschweig**
Abschluss: Abitur

Studium

- 10/2002 – 04/2007 **Technische Universität Carolo Wilhelmina zu Braunschweig**
Studium der Lebensmittelchemie, 1. Staatsexamen
- 05/2007 – 06/2008 **Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Braunschweig**
Praktische Ausbildung in der Lebensmittelüberwachung,
2. Staatsexamen
- 10/2014 – 03/2015 **Carl von Ossietzky Universität Oldenburg**
Promotionsstudium

Wissenschaftlicher Werdegang

- 08/2008 – 09/2008 **Labor für Umweltanalytik, Leuphana Universität Lüneburg**
Projektmitarbeiterin im Bereich der Altlastenreinigung am Standort Suderburg, Methodenentwicklung in der Instrumentellen Analytik (GC-MS)
- 10/2008 – 08/2010 **Institut für Ökologie und Umweltchemie, Leuphana Universität Lüneburg**
Wissenschaftliche Mitarbeiterin in Forschung und Lehre,
Arbeitsbereich: Analyse von PCBs in den Gärresten von Biogasanlagen; Gefahrstoffbeauftragte
- 08/2010 – 03/2014 **Institut für Biologie und Chemie, Universität Hildesheim**
Wissenschaftliche Mitarbeiterin in Forschung und Lehre,
Dissertation zum Thema „Entwicklung und Praxiseinsatz von Visualisierungen in Chemievorlesungen“
- Forschungsaufenthalte an der Shizuoka University, Shizuoka, Japan:
09 – 10/2011; 04 – 05/2012; 10 – 11/2012
- 04/2014 - 10/2014 **Institut für Chemie, Didaktik der Chemie, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg**
Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit unter Berücksichtigung der Leitlinien guter wissenschaftlicher Praxis an der Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg selbstständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Zusätzlich erkläre ich, dass diese Dissertation weder in ihrer Gesamtheit noch in Teilen einer anderen wissenschaftlichen Hochschule zur Begutachtung in einem Promotionsverfahren vorliegt oder vorgelegen hat und dass im Zusammenhang mit dem Promotionsvorhaben keine kommerziellen Vermittlungs- oder Beratungsdienste in Anspruch genommen worden sind.

Oldenburg, den 01.12.2014

Mareike Bolten