

Über den Nutzen interaktiver Lernmedien im Fernstudium

Klaus Gotthardt¹, Helga Huppertz¹, Bernd J. Krämer¹, Johannes Magenheim²,
Jonas Neugebauer², Christoph Wöldecke²

¹Fakultät für Mathematik und Informatik
FernUniversität in Hagen
58084 Hagen
bernd.kraemer@fernuni-hagen.de

²Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik
Universität Paderborn
Fürstenallee 11. D-33102 Paderborn
jsm@uni-paderborn.de

Abstract: Fernstudium beschreibt eine Organisation von Bildungsprozessen, bei der Lehrende und Studierende räumlich und zeitlich getrennt sind und vorwiegend asynchron miteinander kommunizieren. Traditionelle Lehrmedien sind gedruckte Studienbriefe. Die rasante Ausbreitung Internet-gestützter Information, Kommunikation und Interaktion bot seit Beginn der 90er Jahre neue Möglichkeiten, die Distanz zwischen Fernlehrenden und Studierenden zu verringern und neue elektronische Lehrmedien zu erproben. Bisher existieren jedoch nur wenige wissenschaftlich belegte Erkenntnisse, ob und in welcher Weise Online-Medien und kooperative Lernszenarien den Lernprozess und das Lernergebnis von Fernstudierenden positiv verändern. Dieser Beitrag stellt vier Ergebnisse einer Studie mit Fernstudierenden eines Programmiermoduls vor: Den Kompetenzzugewinn zum Thema objektorientierte Programmierung, eine Analyse des Lernverhaltens einer Teilgruppe Online-Studierender, den Leistungsvergleich zwischen den Online-Studierenden und einer Kontrollgruppe, die sich den gleichen Stoff mittels Lehrbriefe aneignete, sowie die subjektive Bewertung der Online-Variante des Lernmaterials, der erwarteten Lernaktivitäten und der Lernumgebung.

1 Fernstudium im Wandel

Fernstudium beschreibt eine Organisation von Bildungsprozessen, bei der Lehrende und Lernende räumlich und zeitlich getrennt agieren. Dies erfordert technische Hilfsmittel wie Telefon, Fax und E-Mail, um eine Interaktion zwischen den Beteiligten zu ermöglichen. Traditionell setzen europäische Fernuniversitäten auf Lehrbriefe und ergänzende audiovisuelle Medien zur Stoffaneignung im Selbststudium. Diese Medien wurden früher per Post, heute auch übers Internet übermittelt. Mit dem World-Wide-Web kamen dann neue Formen des Lernens mit elektronischen Medien (E-Learning) auf. Sie eröffneten neue didaktische und tutorielle Optionen für das Fernstudium [Kr95, KW97] und boten Studierenden an Campusuniversitäten eine ungewohnte Flexibilität bei der Gestaltung ihrer Studienzeitplanung. Eine weitere Erwartung im Kontext Fernstudium war, dass IuK-Techniken den Mangel an persönlicher Interaktion zwischen Lehrenden und

Studierenden und den Studierenden untereinander verringern helfen und der Einsatz Neuer Medien in der Lehre dazu führen würde, dass Lernprozesse vertieft werden.

Fast zehn Jahre später sind einige Erwartungen eingetroffen. Hausaufgaben und deren Korrekturen werden per Internet rascher ausgetauscht als früher per Post. Praktika können mithilfe von Simulationen, Animationen sowie den Fernzugriff auf Labors aus der Ferne absolviert werden. Auf diese Weise werden Praxiserfahrungen vermittelt, die zuvor im Fernstudium kaum möglich waren, weil die Nutzung von Labors und Übungsräumen mit Reise- und Koordinierungsaufwand verbunden sind. Foren, E-Mail, Chat, Wikis, Blogs und soziale Medien haben die Kommunikation und Kooperation über Distanzen hinweg vereinfacht.

Wir finden in der Literatur zahllose (Meta-) Studien, die das Leistungsvermögen von Studierenden an Präsenz- und Fernuniversitäten miteinander vergleichen [SN03]. Wir wissen einiges über die Auswirkungen der IuK-Techniken auf die Leistungsfähigkeit von Studierenden [YD08]. Bisher existieren jedoch nur wenige belastbare Erkenntnisse, ob, und wenn ja, in welcher Weise Online-Medien und interaktive Lernszenarien den Lernprozess und das Lernergebnis von Fernstudierenden positiv verändern. Eine frühe Studie an der britischen Open University konnte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Prüfungsergebnissen Fernstudierender, die klassische Korrespondenzmedien verwendeten, und denen, die Internet-gestützt lernten, finden [Ca00]. Andere Untersuchungen weisen unterschiedliche Lernerfahrungen beider Gruppen nach, können sie jedoch nicht mit Leistungsparametern korrelieren.

Dieser Beitrag stellt vier Ergebnisse einer Studie mit Fernstudierenden des Moduls „Einführung in die objektorientierte Programmierung“ (OOP) im Bachelor-Programm Wirtschaftsinformatik an der FernUniversität in Hagen vor:

- Den Kompetenzzugewinn in objektorientierter Programmierung.
- Eine Analyse des Lernverhaltens einer Teilgruppe von Online-Studierenden.
- Den Leistungsvergleich zwischen den Online-Studierenden und einer Kontrollgruppe, die sich den gleichen Stoff mittels Lehrbrief angeeignete.
- Die subjektive Bewertung der Online-Variante des Lernmaterials, der vorgegebenen Lernaktivitäten und der Lernumgebung.

Die Wirksamkeit mediengestützter Programmierkurse zu untersuchen war nicht Ziel dieser Untersuchung. Dieser Forschungsfrage wurde bereits in zahlreichen empirischen Studien nachgegangen.

Im nächsten Abschnitt stellen wir die relevanten Untersuchungsparameter vor und skizzieren die Forschungsmethoden und eingesetzten Werkzeuge. Abschnitt 3 diskutiert die Ergebnisse der Vor- und Nachtests der Kompetenzanalyse. Abschnitt 4 präsentiert die Analyse der Beobachtungsdaten der Onlinestudierenden. Das Ergebnis der Befragung der Online-Studierenden zur Technologieakzeptanz wird in Abschnitt 5 erläutert. Abschnitt 6 vergleicht die Ergebnisse der Abschlussklausur der Online-Studierenden mit denen der Kontrollgruppe, die sich den gleichen Lernstoff auf der Grundlage des klassischen Lehrbriefs angeeignet hatte.

2 Projektkontext und Datenerhebung

Die Studie wurde im Wintersemester 2013/2014 mit Studierenden der FernUniversität realisiert. Eine Vorläuferstudie wurde bereits im Sommersemester 2012 durchgeführt [He14]. Sie lieferte jedoch wegen der geringen Zahl an Probanden keine verlässlichen Ergebnisse. Um das Interesse der Studierenden an der zweiten Studie zu wecken, wurden bei einer aktiven Teilnahme bis zu 10% der in der Klausur erreichbaren Leistungspunkte als Bonuspunkte in Aussicht gestellt.

Das Modul OOP wird seit Jahren auf der Basis eines aus 41 Kapiteln bestehenden Studienbriefs im Umfang von ca. 500 Seiten gelehrt. Die Modulinhalte sind in 7 Lernblöcke aufgeteilt, die zweiwöchentlich bearbeitet werden. Neben diesen modulbezogenen Lernzielen sind für jede Moduleinheit detaillierte Lernziele vorgegeben. Selbsttestaufgaben mit Musterlösungen oder programmtechnischer Lösungskontrolle innerhalb der Lernblöcke dienen zur selbstgesteuerten Überprüfung des Lernfortschritts. Aufgabenblöcke, modulbezogene Newsgroups und Foren ersetzen im Fernstudium den Übungsbetrieb der Präsenzuniversitäten. Die Studierenden bearbeiten die optionalen Aufgabenblöcke im 14-Tage-Rhythmus. Dazu laden sie ihre Lösungsvorschläge in Form einfacher Multiple-Choice-Antworten bis hin zu selbstentwickelten Programmlösungen mithilfe des Online-Übungssystems der FernUniversität auf einen Server hoch. Zur Motivation bei der Bearbeitung können die Studierenden Programmierlösungen bis zum endgültigen Abgabetermin auf dem FernUniversitäts-Server beliebig oft kompilieren und anhand vorgegebener Testfälle überprüfen. Sie erhalten dabei unterstützende, automatisch erzeugte Rückkopplungen in Form kommentierter Testergebnisse und Hinweisen zu Fehlern. Die abgegebenen Programme werden abschließend manuell korrigiert, um jede Lösung individuell zu bewerten.

Die Untersuchungsdaten wurden mit verschiedenen Methoden und Werkzeugen erhoben. Sie werden in den folgenden Unterabschnitten ebenso erläutert wie die didaktischen Überlegungen hinter der Online-Umsetzung des Programmierkurses.

2.1 Online-Lernumgebung

Die Idee hinter der Gestaltung des Online-Moduls war, die Motivation der Studierenden, sich mit dem Lehrstoff aktiv auseinanderzusetzen, zu erhöhen sowie die Intensität der Bearbeitung von Selbsttestaufgaben zu steigern. Exemplarisch wurde der 5. Lernblock unter Beibehaltung der Lernziele und der Lehrinhalte als interaktiv und online zu bearbeitender Lernstoff umgesetzt. Dieser Lernblock behandelt die Themen Ausnahmebehandlung, Testen, Programmdokumentation und Umgang mit Fehlern. Die Lernziele dazu verlangen Konzeptwissen¹ und Handlungskompetenz², nach der

¹ Den Nutzen aussagekräftiger Programmdokumentationen erkennen; die Notwendigkeit, Schwierigkeiten und Grenzen des Programmtestens verstehen; Fehlerbehandlungstechniken verstehen und wissen, wie man typische Programmierfehler vermeidet.

² Eigene und fremde Programme mithilfe von Javadoc sinnhaft dokumentieren können; Java-Code schreiben, der geeignete Ausnahmeobjekte erzeugt und aufgeworfene Ausnahmen sinnvoll abfängt oder weiterreicht; Testfälle planen, Tests durchführen und Testergebnisse bewerten können.

Bloomshen Taxonomie von Lernzielen [B156] v. a. Anwendungs-, Analyse- und Synthesefähigkeiten.

Neben kurzen Lesepassagen in Form von HTML-Abschnitten zur Vermittlung von Grundlagen und Faktenwissen umfasst das Online-Modul zehn interaktive Lernobjekte. Diese Lernobjekte unterstützen individuelle Übungen. Mit ihrer Hilfe können die Studierenden explorativ ihr Verständnis vertiefen, Annahmen über das Verhalten vorgegebener Programme überprüfen, eigene Lösungen auswerten oder sich im Versuch-Irrtum-Verfahren die Semantik bestimmter Programmierkonzepte erschließen.

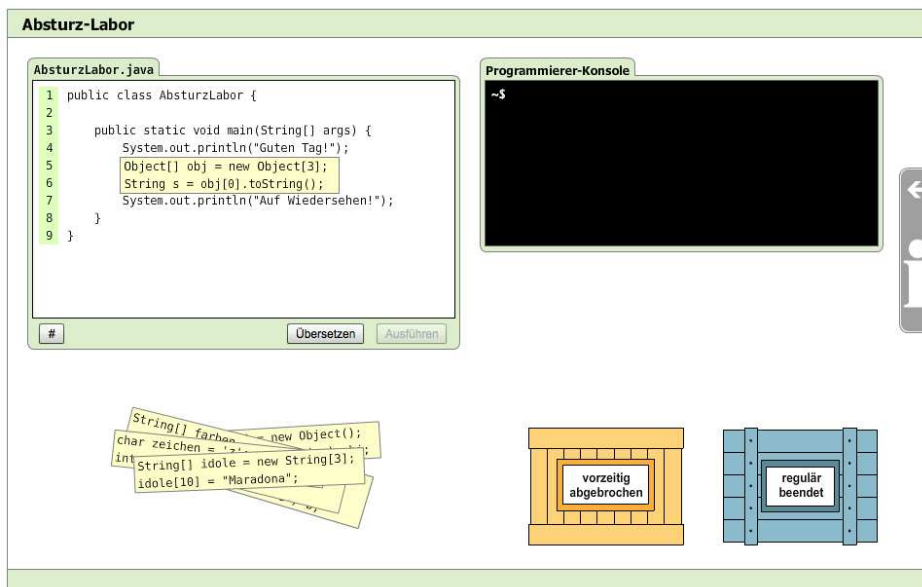


Abbildung 1: Interaktives Lernobjekt zum Thema „Ausnahmebehandlung“

Abbildung 1 zeigt das Lernobjekt „Absturzlabor“. Hier können die Studierenden aus einem Stapel vorgegebener Programmanweisungen nacheinander eine einzelne herauspicken, in die Leerstelle im darüber liegenden Fenster ziehen, das so komplettierte Programm übersetzen und ablaufen lassen. Alternativ können sie auch eigene Programmanweisungen in das Hauptfenster eingeben. Bevor das so zusammengesetzte Programm gestartet wird, soll eine Aussage darüber getroffen werden, ob es regulär beendet oder vorzeitig abgebrochen wird. Das Ergebnis kann in der Programmierkonsole rechts oben abgelesen werden.

Neben solchen individuell nutzbaren Lernobjekten umfasst das Online-Modul auch Gruppenaufgaben, die kooperativ mit anderen Fernstudierenden aus der Online-Gruppe bearbeitet werden sollen. Das Online-Modul wurde im Lernmanagementsystem Moodle angeboten. Zur Unterstützung kooperativer Lernszenarien war Moodle mit dem Lernobjektrepository edu-sharing [ed09] gekoppelt. Für jeden Nutzer hält es einen persönlichen Arbeitsbereich vor, in dem eingeladene Nutzer Objekte gemeinsam mit der Eigentümerin bearbeiten können.

2.2 Bestimmung der Modellierungskompetenz im Fach Informatik

Das in der Studie eingesetzte Instrument zur Kompetenzmessung wurde im interdisziplinären DFG-Projekt MoKoM entwickelt [Li13]. Basierend auf einem nach theoretischen und empirischen Verfahren konstruierten Kompetenzmodell wurde ein umfassendes Messinstrument erstellt, das gezielt Kompetenzen der Domänen „Informatisches Modellieren“ und „Systemverständnis“ erfasst. Das Instrument wurde in einer umfassenden Studie mit über 500 Schülerinnen und Schülern in Informatikkursen der gymnasialen Oberstufe eingesetzt und erprobt. Die Testitems sind zwar primär auf diese Zielgruppe ausgerichtet, können vom Anspruchsniveau her aber auch bei Studienanfängern des Fachs Informatik hinreichend differenzierte Messergebnisse liefern. Ein auf diesen Daten und einem weiteren Expertenrating basierendes Kompetenzniveau-Modell wird in dem Projekt MoKoM gegenwärtig entwickelt. Die Hauptkategorien des empirisch validierten Kompetenzstrukturmodells beziehen sich auf Kompetenzen in den Bereichen K1: Systemanwendung, K2: Systemverständnis, K3: Systementwicklung, K4: Systemkomplexität und dem Bereich K5: nicht-kognitive Kompetenzen [Ne14].

In der ersten Studie im Sommer 2012 wurde das vollständige Instrument in einen Online-Fragebogen übersetzt und von den Studierenden bearbeitet [He14]. Dies erwies sich als nicht zielführend, da durch den Umfang des Instruments die Items in sechs Booklets aufgeteilt werden mussten. Durch die Anwendung probabilistischer Auswertungsmethoden müssen bei genügend großer Stichprobe (ab 100 pro Aufgabe) nicht alle Probanden alle Aufgaben bearbeiten. Im vorliegenden Fall wurde allerdings die geringere Population weiter fragmentiert, wodurch pro Item nicht genug sinnvolle Daten gesammelt werden konnten. Für die zweite Studie wurde daher beschlossen, ein gezielt auf die Modulinhalt zugeschnittenes Instrument mit einer Bearbeitungszeit von etwa 60 Minuten für alle Probanden einzusetzen.

Die Studierenden wurden gebeten, die Kompetenzumfrage als Vortest zu Beginn und als Nachtest am Ende des Semesters zu bearbeiten. Zu beiden Testzeitpunkten wurde der gleiche Fragebogen ausgegeben. Dadurch steigt die Gefahr von Erinnerungseffekten. Die Entwicklung eines weiteren Sets von Aufgaben hätte allerdings einen aufwendigen Prozess von Konstruktion, Vorerprobung und Überarbeitung erfordert und war im Rahmen dieser Studie nicht möglich (vgl. dazu [Rh13]). Dieser Umstand wurde bei der Auswertung berücksichtigt. Ein aus persönlichen Daten berechneter Zuordnungscode sollte die Anonymität der Beteiligten gewährleisten und zugleich die Möglichkeit schaffen, Vor- und Nachtests einander zuzuordnen zu können. Den gleichen Code sollten die Studierenden auch auf der Klausur angeben und als Identität bei der Nutzung der Online-Lernumgebung verwenden.

2.3 Studiengruppen

Im Modul OOP waren im WS 2013/14 980 Studierende eingeschrieben, darunter 651 Erstbeleger und 329 Modulwiederholer. Alle Studierenden wurden zu Modulbeginn über das Begleitprojekt informiert und gebeten, sich freiwillig für die Online-Studiengruppe zu melden und der Aufzeichnung von Logdaten zuzustimmen. 165 Studierende meldeten sich für die Teilnahme. Um eine Kontrollgruppe aus diesen besonders motivierten aber

mit klassischem Lehrmaterial arbeitenden Studierenden bilden zu können, wurden nur 98 Studierende der Reihenfolge der Anmeldung nach in die Online-Studiengruppe aufgenommen. Die übrigen Freiwilligen bildeten die Kontrollgruppe.

2.4 Technologieakzeptanz

Neben einem detaillierten Einblick in den Umgang der Studierenden mit der Online-Lernumgebung sollte auch ihre subjektive Einschätzung des Nutzens der verwendeten technischen Komponenten sowie des Online-Materials erhoben werden. Auf der Grundlage der Technologie-Akzeptanzmodelle von Davis und Brooke [Da85, Br96] wurde ein auf die hier genutzte Umgebung zugeschnittener Fragebogen gestaltet. Beide Modelle wurden schon erfolgreich bei der Untersuchung von E-Learning-Umgebungen eingesetzt [On04, Zv06]. Da die Frage nach der Technologieakzeptanz nicht im Mittelpunkt der Untersuchung stand, wurde auch im Hinblick auf die erforderliche Bearbeitungszeit auf eine umfassendere und differenziertere Datenerhebung, etwa nach dem TAM 2- oder TAM3-Modell [VE08], verzichtet. Der Online-Fragebogen umfasst zu diesem Themenbereich 28 Punkte. Abgefragt wurden:

- die bevorzugte Computerumgebung,
- die individuelle Erfahrung mit E-Learning,
- der Nutzen des Online-Materials und der technischen Lernumgebung,
- die eigene Einschätzung des Vorwissens zu den Lehrthemen,
- Kommunikations- und Kooperationskompetenzen, die bei der Bearbeitung des Online-Moduls erworben wurden, sowie
- ein Vergleich mit dem klassischen Lehrbrief.

3 Auswertung der Kompetenzmessung

Der Vortest wurde 162 Mal aufgerufen. Nach Bereinigung von Duplikaten und nicht vollständig bearbeiteten Aufgaben verblieben 126 auswertbare Datensätze. Der Nachtest wurde nur von knapp halb so vielen Studierenden bearbeitet und ergab noch 49 vollständige Datensätze. In jedem Test konnten aus 21 Aufgaben maximal 77 Punkte erreicht werden. Im Vortest wurden im Mittel 43,54 Punkte (57%) erreicht und im Nachtest 55,15 Punkte (72%). Aufgrund des Zuordnungscodes konnten 40 Datensätze beider Testzeitpunkte paarweise zugeordnet werden. Nur bezogen auf diese reduzierte Stichprobe erhöht sich der Mittelwert im Vortest auf 46,38 Punkte (60%) und bleibt im Nachtest bei 55,25 Punkten (72%). Dies stellt eine signifikante Verbesserung der Kompetenzen dar ($t(39) = 5,68$, $p < 0,001$). Abbildung 2 zeigt die Verteilung der Punkte als Boxplot.

Die Betrachtung der einzelnen Items für die 40 Zuordnungen zeigt, dass signifikante Verbesserungen vor allem im Kompetenzbereich „K2.2 Systematisches Testen“ zu verzeichnen sind. Das begründete Auswählen von Testreihen und die Interpretation von Fehlern wurde von den meisten Studierenden am Ende des Semesters zuverlässiger durchgeführt als zu Beginn ($t(39) = 4,81$, $p < 0,001$).

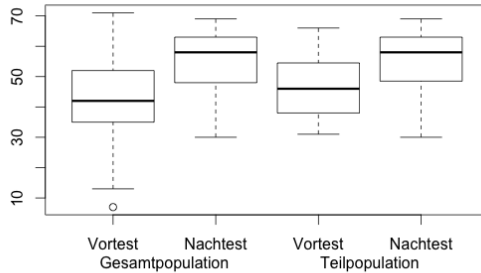


Abbildung 2 Boxplots der erreichten Gesamtpunktzahlen

Ein weiterer Aufgabenblock befasst sich mit der Identifikation algorithmischer Strukturen. Die Unterscheidung iterativer und rekursiver Algorithmen und das Nachvollziehen der Berechnungsschritte wurden im Nachttest deutlich besser vollzogen ($t(39) = 3,25$, $p = 0,002$). Die Veränderungen der Studierenden in den Items mit spezifisch objektorientierten Fragestellungen sind nicht signifikant. Es zeigt sich aber, dass schon im Vortest etwa 50% der Studierenden grundlegende Begriffe wie „Klasse“ und „Objekt“ erklären können. In Bezug auf konkrete Beispiele können sogar über 90% eine zufriedenstellende Erklärung für die Beziehung der beiden Konzepte nennen.

Über die eindeutigen Codes konnte eine Zuordnung der Probanden zu den Verhaltensdaten in der Online-Plattform der Studierenden erfolgen (vgl. Abschnitt 4). Von den 40 Datensätzen mit Vor- und Nachttest stammten 16 aus der Online- und 24 aus der Kontrollgruppe. Hinsichtlich der Gesamtpunktzahl zeigen sich bei beiden Gruppen signifikante Steigerungen, allerdings verbesserte sich die Online-Gruppe im Mittel um

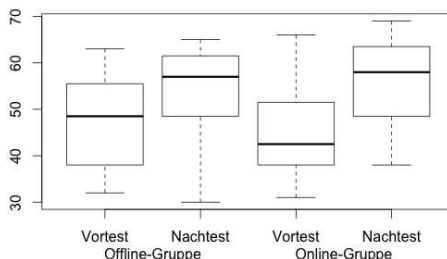


Abbildung 3 Boxplot der erreichten Gesamtpunktzahlen der Offline- und Online-Gruppen

10,7 Punkte gegenüber 7,6 bei der Kontrollgruppe (siehe Abbildung 3). Dieser Unterschied erweist sich aber nicht als signifikant. Auf Item-Ebene zeigen sich im Nachttest zwei Aufgaben mit signifikanten Unterschieden: Die Online-Gruppe erklärt den Begriff „Vererbung“ zuverlässiger und kann die Funktionsweise eines Stacks besser identifizieren.

4 Verhaltensanalyse der Online-Studierenden

Von den 98 Studierenden, die zum Online-Versuch zugelassen wurden, meldeten sich insgesamt 55 Probanden mindestens einmal in Moodle an, 52 riefen mindestens einmal das Modul auf. Von diesen 52 beschäftigten sich zwölf Studierende weniger als 15 Minuten online mit dem Modul und 19 weniger als eine Stunde. Als unterste Schwelle für die Datenauswertung legten wir eine Mindestverweilzeit³ von einer Stunde fest. Damit blieben 33 Online-Studierende für die Auswertung übrig.

Aufgrund der Studienbedingungen mit räumlich verteilten Probanden, die völlig autonom lernen, ist nicht ermittelbar, ob die Zeit in Gänze mit aufmerksamem Modulstudium verbracht wurde. Die Verweilzeit variiert jedoch weder auffällig nach Uhrzeit, noch kommen unsinnige Werte vor. Eine realistische Bearbeitungszeit für den Lernblock ist jedoch wesentlich höher angesetzt als die gemessene durchschnittliche Verweildauer. Es ist daher anzunehmen, dass einige Online-Studierende zusätzlich den Studienbrief als gewohntes Lernmedium verwendeten.

Die Anzahl der aufgerufenen Seiten variiert zwischen 25 und 696 mit einem Durchschnitt von 169 und einem Median von 142 Seitenaufrufen. Die durchschnittliche Verweildauer auf einer Seite variiert zwischen 01:00 und 04:51 Minuten (Median: 02:21 Minuten). Die maximale Verweildauer auf einer Seite variiert zwischen 08:32 und 107:38 Minuten (Median: 58:41 Minuten). Die hohen Werte erscheinen plausibel, da sie bei Übungsseiten auftreten. Die höchsten Besuchswerte hatten die Seiten mit Lösungen zu Selbsttestaufgaben zu den Themen Ausnahmen und Testen sowie ein Quiz über Programmkommentare. Betrachtet man die Verweilzeiten pro Seitenart, verbrachten die Studierenden zwischen 52% und 75% der Zeit zum Lesen und Verstehen neuen Stoffs, 20-43% für Übungen und 6-18% im Forum. Allerdings waren nur sehr wenige mit eigenen Beiträgen im Forum aktiv. Der größte Anteil an Übungszeit wurde für das Thema „Ausnahmen“ aufgewendet, das auch die meisten Übungen anbietet.

Zu den interaktiven Lernobjekten für Selbsttests konnten wir sehr detaillierte Beobachtungen aufzeichnen. Sie zeigen, dass sich etwa die Hälfte der Online-Studierenden recht intensiv mit dem Material beschäftigten, die übrigen aber so gut wie gar nicht.

5 Technologieakzeptanz

34 Teilnehmer füllten den Fragebogen zur Technologieakzeptanz und Einschätzung der Online-Lernumgebung aus. Die Ergebnisse zeigen, dass die Mehrheit der Studierenden mindestens zwei Endgeräte aus der Auswahl Notebook, Tablet, Smartphone oder Desktop für den Zugang zum Online-Material zur Verfügung haben. Nur 16% aller Befragten nutzen das Angebot weniger als einmal pro Woche, 61% nutzten es zwei bis dreimal oder mehr. Dabei wurden vor allem die Selbsttestaufgaben und das digitale Vorlesungsmaterial abgerufen und genutzt. Nur vereinzelt wurden andere Funktionen von den Befragten aufgezählt.

³ Die Verweilzeit gibt die kumulierte verstrichene Zeit zwischen Seitenaufrufen an, wobei für Ausstiegsseiten ein Durchschnittswert eingesetzt wurde.

Durch die hohe technische Affinität der Studierenden (84% arbeiten häufig mit Webanwendungen, 66% sind die meiste Zeit des Tages online) und die einleuchtende Benutzeroberfläche (80% fanden die Nutzung einfach und die Funktionen gut integriert) gab es dabei auf der technischen Seite keine Probleme bei der Nutzung der Online-Plattform. Die meisten Befragten bescheinigen der technischen Lösung einen etwas höheren motivierenden Faktor. Dieser Faktor scheint sich allerdings nicht auf kooperative Aufgaben zu übertragen. Die überwiegende Mehrheit (82%) fühlte sich nicht animiert, mit anderen Studierenden zu kommunizieren und Teamaufgaben gemeinsam zu lösen. Dies zeigt sich auch in der Präferenz asynchroner Kommunikationsarten wie E-Mail und Foren gegenüber synchronen Formen wie Instant-Messaging und Skype. Dieser Trend zu Einzelarbeit lässt sich aus den Beobachtungen in Abschnitt 4 und der bisherigen Erfahrung mit Fernstudierenden bestätigen. Als Gründe für die mangelnde Kooperation unter den Studierenden wird hauptsächlich beruflich bedingter Zeitmangel angegeben. Ein Teil der Befragten sah keinen Grund zur Kontaktaufnahme, da sie sich die Themen selbstständig erarbeitet hatten, z. B. durch Recherchen im Internet.

Die Studierenden besaßen zu Beginn des Semesters kaum Vorerfahrungen mit den Themen Testen und Ausnahmebehandlung in Java. Nur etwa ein Viertel kannte sich in den genannten Bereichen aus. Am Ende des Moduls änderte sich dies. Über 60% der Befragten glaubten nun, Testfälle und -stufen identifizieren zu können und über 70% der Möglichkeiten und Grenzen von Testverfahren zu kennen. Diese Selbsteinschätzung wird auch durch den durchgeführten Kompetenztest bestätigt (vgl. Abschnitt 3). Hier zeigten die Aufgaben zum Thema Testen die statistisch signifikantesten Verbesserungen.

6 Prüfungsergebnisse im Kontext der Online-Aktivität

Nach Abschluss des Moduls im Februar 2014 fand eine zweistündige schriftliche Prüfungsklausur statt. Sie dient der formellen Überprüfung des Wissensstands und bildet die Grundlage für die Examensnote im Modul OOP. Fast 200 Studierende nahmen an der Prüfung teil, darunter 21 Studierende aus der Online- und 28 aus der Kontrollgruppe.

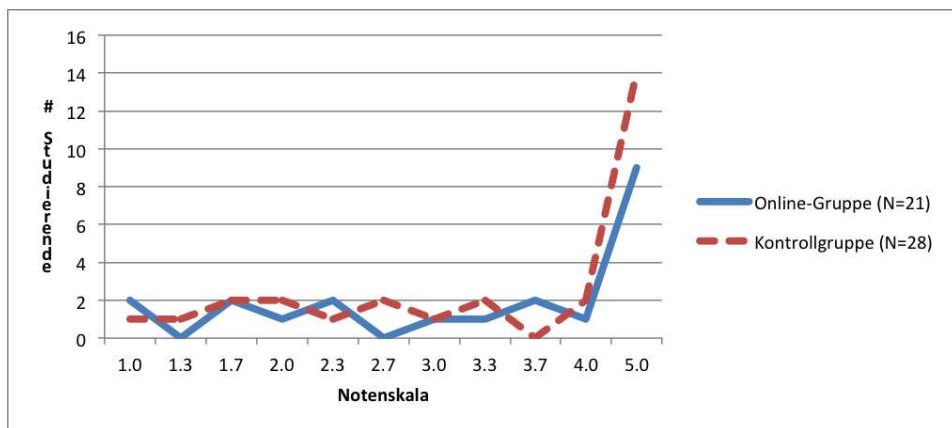


Abbildung 4: Verteilung der Prüfungsnoten für Online-Studierende und Kontrollgruppe

Abbildung 4 zeigt die Verteilung der Noten der schriftlichen Prüfung für Gruppe der Online-Studierenden (N=21) und die der Kontrollgruppe (N=28) für das Prüfungselement „Ausnahmen“. Die Verteilungskurven sind sehr ähnlich. Leichte Unterschiede zeigen sich nur bei den Durchfallquoten (Note: >4.0): 42,9% bei der Online-, 50% bei der Kontrollgruppe. In beiden Gruppen haben 7 Studierende eine bessere Note als 2,7 erreicht. Bei der geringen Anzahl an Probanden kann man aus diesen Varianzen keinen Einfluss des Studienmaterials, Online-Fassung versus Studienbrief, ableiten. Anzumerken ist hier, dass die Studierenden in der Kommunikation mit den Modulbetreuern dieses Prüfungselement als sehr schwierig empfanden, da es in dieser Form in früheren Prüfungsklausuren noch nicht geprüft wurde. Überlagern wir nun die Prüfungsergebnisse der Online-Studierenden zum Prüfungselement „Ausnahmen“ mit den Verweilzeiten der Studierenden in diesem Kapitel, so ergibt sich ein sehr heterogenes Bild (siehe Abb. 5). Zusätzlich ziehen wir in der Diskussion dieser Ergebnisse die Logdaten aus der Online-Lernumgebung und dem Online-Übungssystem zurate.

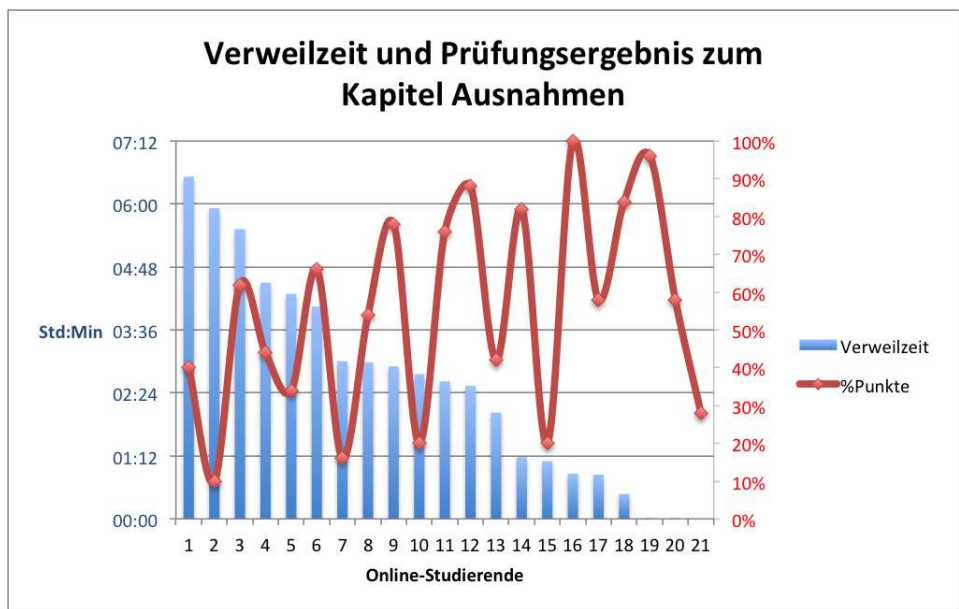


Abbildung 5: Verweilzeiten im Vergleich zu Prüfungsergebnissen

Die Probanden 1 und 2 mit den längsten Verweilzeiten verfehlten mehr oder weniger deutlich die 50%-Marke. Sie muss zum Bestehen der Prüfung erreicht werden und entspricht der Note 4,0. Studierender 1 bearbeitete gar keine Aufgabenblöcke, Studierender 2 erzielte im Online-Übungssystem immerhin 86% der Punkte. Die Probanden 16 und 19 mit weniger als einer Stunde Verweilzeit im Abschnitt „Ausnahmen“ erzielten dagegen 100 bzw. 96% der erreichbaren Punkte, was die Note 1,0 ergibt. Bei den Aufgabenblöcken erzielten sie 100 bzw. 95%, und beide waren hoch aktiv im Umgang mit allen interaktiven Übungen, die sie zügig und weitgehend fehlerfrei bearbeiteten. Dieses Ergebnis bedeutet, dass wir aus den Verweilzeiten im Online-Lernsystem keine Schlüsse auf den Prüfungserfolg ziehen können. Die

zielgerichtete Nutzung der interaktiven Lernobjekte scheint sich aber positive auf das Prüfungsergebnis auszuwirken.

7 Zusammenfassung

Mit dieser Studie wollten wir mehr über den Einfluss von E-Learning-Elementen im Fernstudium erfahren. Zu diesem Zweck verglichen wir am Beispiel eines einführenden Programmiermoduls im Bachelor-Studiengang Wirtschaftsinformatik das klassische Korrespondenzstudium mit einer interaktiven Online-Variante eines ausgewählten Lernblocks in Bezug auf Studienergebnisse und persönliche Zufriedenheit mit der Online-Lernumgebung.

Zusammenfassend können die diesem Projekt vorangestellten Forschungsfragen wie folgt beantwortet werden:

- Die Kompetenzmessungen zeigen, dass die Studierenden vor allem in den Kompetenzbereichen „Testen“ und „Ausnahmen“ signifikante Zuwächse verzeichnen konnten. Allerdings lässt sich kein bedeutender Unterschied zwischen den Online-Studierenden und der Vergleichsgruppe nachweisen (s. Abb. 3).
- Auch wenn man das Ergebnis der schriftlichen Prüfung am Ende des Moduls als Maßstab wählt, lässt sich kein signifikanter Unterschied im Lernergebnis zeigen (s. Abb. 4).
- Die Verweilzeiten in der Online-Umgebung sind als Indikator für Prüfungserfolg oder Misserfolg ungeeignet (s. a. [SM11]).
- Aus der Verhaltensanalyse ist aber eine Korrelation zwischen hoher und zielgerichteter Nutzung der interaktiven Lernobjekte nachweisbar.
- Aus den Ergebnissen der Technologieakzeptanz- und Zufriedenheitsbefragung und aus der Verhaltensanalyse lässt sich ablesen, dass die Studierenden die technikgestützte Form des Lernens schätzen. Zugleich zeigt sich aus beiden Untersuchungen, dass die Studierenden einerseits geringe Neigung haben, kooperative Lernformen anzunehmen und sich andererseits aus zeitlichen Gründen nicht dazu in der Lage sehen.

Generell stellen wir fest, dass technikgestützten Lernelemente bei Fernstudierenden zunehmend auf Interesse stoßen, soweit diese für den Lernprozess effizienter und besser werden. Der Kontext E-Learning bietet noch viele Freiheitsgrade für didaktische Erneuerungen des Fernstudiums, das herkömmliche Fernstudium dagegen ist didaktisch weitgehend ausgereizt.

Als Konsequenz aus dieser Untersuchung ist für den Kurs OOP vorgesehen, weitere Themen mit interaktiven Lernobjekten zur Selbstkontrolle anzureichern, den Lehrbrief bis auf Weiteres aber als Leitmedium zur Stoffvermittlung beizubehalten.

Literaturverzeichnis

- [Bl56] Bloom, B. S.; Engelhart, M. D.; Furst, E. J.; Hill, W. H.; Krathwohl, D. R.: Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. New York: David McKay Company, 1956
- [Br96] Brooke, J.: SUS: a "quick and dirty" usability scale. In (Jordan, P. W.; Thomas, B.; Weerdmeester, B. A.; McClelland, A. L. Hrsg.): Usability Evaluation in Industry. Taylor and Francis, London, 1996
- [Ca00] Carswell, L.; Thomas, P.; Petre, M.; Richards, M.: Distance education via the Internet: the student experience, *British Journal of Education*, vol. 31, no. 1, pp. 29-46, 2000
- [Da85] Davis, F.: A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems - theory and results, PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, 1985
- [ed09] <http://www.edu-sharing.net/>
- [He14] Hering, W.; Huppertz, H.; Krämer, B.J.; Magenheimer, J.; Neugebauer, J., Schreier, S.: On Benefits of Interactive Online Learning in Higher Distance Education, in: *eLmL 2014: The Sixth International Conference on Mobile, Hybrid & On-line Learning*, 2014, http://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=elml_2014_3_20_50048
- [Kr95] Krämer, B.J.: New possibilities for distance learning, *IEEE Computer*, vol. A247, pp. 529–551, IEEE Computer Society, April 1995
- [KW97] Krämer, B.J.; Wegner, L.: From Custom Text Books to Interactive Distance Teaching, In: *ED-MEDIA/ED-TELECOM 98*, Prentice Hall 1998
- [Li13] Linck, B.; Ohrndorf, L.; Schubert, S.; Stechert, P.; Magenheimer, J.; Nelles, W.; Neugebauer, J.; Schaper, N.: Competence model for informatics modelling and system comprehension. In: *Proceedings of the 4th global engineering education conference, IEEE EDUCON 2013*. Berlin, 2013, S. 85–93
- [Ne14] Neugebauer, J.; Hubwieser P, Magenheimer J, Ohrndorf L, Schaper N, Schubert S.: Measuring Student Competences in German Upper Secondary Computer Science Education. 7th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives, ISSEP2014. Accepted for publication
- [On04] Ong, C.; Lai, J.; Wang, Y.: Factors affecting engineers' acceptance of asynchronous e-learning systems in high-tech companies, *Information & Management*, vol. 41. No. 6, pp. 795-804, 2004
- [Rh13] Rhode, T.: Entwicklung und Erprobung eines Instruments zur Messung informatischer Modellierungskompetenz im fachdidaktischen Kontext. Dissertation, Universität Paderborn, 2013
- [SM11] Schulmeister, R.; Metzger, C. (Hrsg.): *Die Workload im Bachelor: Zeitbudget und Studierverhalten*, Waxmann 2011
- [SN03] Shachar, M.; Neumann, Y.: Differences Between Traditional and Distance Education Academic Performances: A meta-analytic approach, *The International Review of Research in Open and Distance Learning (IRRODL)*, vol. 4, no. 2, 2003, <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/153/234> [letzter Zugriff: 23 Feb. 2014]
- [VE08] Venkatesh, V.; Bala, H. (2008), "Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions", *Decision Sciences*, 39(2): 273–315
- [YD08] Youssef, A.B.; Dahmani, M.: The Impact of ICT on Student Performance in Higher Education: Direct Effects, Indirect Effects and Organisational Change, *RUSC*, vol. 5, no. 1, 2008, http://www.uoc.edu/rusc/5/1/dt/eng/benyoussef_dahmani.html [letzter Zugriff: 23 Feb. 2014]
- [Zv06] Zviran, M.; Glezer, C.; Avni, I.: User satisfaction from commercial web sites: the effect of design and use, *Information and Management*, vol. 43, no. 2, pp. 157-178, 2006