



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Identifikation von Navigationsstilen mittels Sequenzdatenanalyse“

verfasst von / submitted by

Sarah Braun BA

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfillment of the requirements for the degree of

Master of Arts (MA)

Wien, 2017 / Vienna 2017

Studienkennzahl lt. Studienblatt / degree programme code as it appears on the student record sheet: A 066 848

Studienrichtung lt. Studienblatt / degree programme as it appears on the student record sheet: Master Bildungswissenschaft

Betreut von / Supervisor: Univ.-Prof. Dr. Christian Swertz MA

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Vorwort

Mein größter Dank gilt Professor Dr. Christian Swertz! Ohne seine Unterstützung, sein Verständnis und seine Geduld hätte ich diese Arbeit nicht abschließen können. Neben der fachlichen Unterstützung schätze ich vor allem das empathische und menschliche Handeln, ohne welches ich nicht die nötige Energie aufgebracht hätte. Dieses Verhalten sehe ich keineswegs als selbstverständlich an und bin deswegen umso dankbarer. Er hat mich von der ersten Vorlesung im Bachelorstudium bis zur, nun das Studium beendenden, Masterprüfung motiviert, inspiriert, geprägt.

Auch hatte ich das Glück in einem nicht nur einfachen Lebensabschnitt auf Menschen zu treffen, die michs bedingungslos unterstützen und helfen, die schwierigen Phasen zu überbrücken. Mein Dank gilt hier vor allem meinem Freund Lukas, der mich ermutigt, geduldig unterstützt und erheitert hat; Claudchen, die mich an der Hand genommen hat, damit ich nicht vor der Herausforderung weglaufen kann; Julesi, die mir meine Gedanken sortiert, wenn ich es nicht mehr kann und meinem Mitbewohner, der mir vormacht wie man durchhält und die Dinge ins richtige Verhältnis setzt.

Zum Schluss möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir ein so sorgenfreies und schönes Studium erst ermöglicht haben.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
1. Einleitung	4
2. Theoretischer Rahmen und bildungswissenschaftliche Relevanz	10
2.1 Grenzen der Computertechnologie	10
2.2 Web-Didaktik	12
2.3 Begriff der Navigation	17
2.4 Log - Daten und Sequenzen (- analyse)	18
3. Die Vorlesung „BM 13 Allgemeine Didaktik“	20
3.1 Struktureller Rahmen	22
3.2 Inhalte	25
3.3 Didaktische Konzepte der Lernpfade	27
4. Methode	30
4.1 Optimal-Matching Analyse	30
4.1 Datenaufzeichnung	32
4.2 Datenaufbereitung	33
4.3 Datenauswertung	38
5. Ergebnisse	43
5.1 Navigationsstile	43
5.2 Empfehlung unter Berücksichtigung vorliegender Navigationsdaten	46
6. Zusammenfassung und Ausblick	48
7. Anhang	51
7.1 Literatur	51
7.2 Abbildungen	53
7.3 Konvertierungs- und Auswertungssteuerung	54
7.4 Abstract	109
7.5 Lebenslauf	110

1. Einleitung

Computertechnologie ist ein etabliertes Kulturgut, d.h. eine Objektivation menschlicher Tätigkeiten, die für wertvoll erachtet und in der Tradierung bewährt wurde, die das gesellschaftliche Leben auf allen Ebenen durchdringt und die für die Lösung von gesellschaftlichen Problemen als wertvoll angesehen wird (Meder 2015). Die ubiquitäre Verbreitung von Computertechnologie wird häufig als Anlass genommen, kulturelle Prozesse einschließlich der Verständigung zwischen Generationen zu reflektieren und neu zu gestalten. Vor allem die Verwendung von Computertechnologie in der Verständigung zwischen Generationen, was als Bildungsideal bei Hönigswald gilt (1927), macht eine Reflexion dieser Veränderungen im Bildungsbegriff erforderlich, wie sie z.B. von Meder vorgenommen worden ist. In dieser Arbeit steht allerdings nicht die Reflexion des Bildungsbegriffs, sondern die Gestaltung der Verwendung von Computertechnologie als Medium in der Tradierung kultureller Gehalte im Mittelpunkt. Kulturellen Gehalt bilden in diesem Fall die Inhalte einer Onlinevorlesung an der Universität Wien. Diese Vorlesung, „Allgemeine Didaktik“ des Bachelorstudiums Bildungswissenschaft, und das Nutzungsverhalten der Studierenden sind Forschungsgegenstand dieser Arbeit. Dazu ist hier zunächst ein Blick auf die mit der Entscheidung für die Computertechnologie verbundenen Grenzen erforderlich. Anschließend wird die pädagogisch motivierte Gestaltung von Computertechnologie als eine Aufgabe der bildungstechnologischen Medienpädagogik ausgewiesen, um dann die Web-Didaktik als einen die Grenzen berücksichtigenden Rahmen für die Gestaltung zu skizzieren. Innerhalb dieses Rahmens wird die automatische Analyse des Navigationsverhaltens als Thema dieser Arbeit skizziert und die Fragestellung entwickelt. Datenbasis bilden die Log-Daten eines Semesters der Studierenden des Bachelorstudiums Bildungswissenschaft an der Universität Wien.

Für das Wintersemester 2014/15 konzipierten Univ.-Prof. Dr. Christian Swertz und sein Team die Vorlesung „BM 13 Allgemeine Didaktik“, aus dem Bachelorprogramm des Instituts für Bildungswissenschaft als Online-Vorlesung. Zuvor handelte es sich bei diesem Bachelorkurs um eine Präsenzvorlesung, die während des Semesters einmal die Woche stattfand und durch eine Prüfung mit Mehrfachwahlfragen am Ende des

Semesters abgeschlossen wurde. Die Lehrveranstaltung ist im Bachelorprogramm eine Pflichtlehrveranstaltung und kann im Rahmen der Alternativen Erweiterungskurse auch von Studierenden aus anderen Studiengängen besucht werden. Die Prüfungsmodalitäten sind für alle Teilnehmenden gleichbleibend. Im Rahmen des "European Credit Transfer System" als Maßeinheit für Studienleistungen (Bachelorprogramm Bildungswissenschaft, Online), bemisst sich die Zeitanforderung auf 5 ECTS, also 125 Stunden Arbeitsaufwand, die die Studierenden auf der Lernplattform verbringen sollen, um sich den Lernstoff zu erarbeiten. Der eLearning Kurs bietet drei verschiedene Lernpfade (Structured Inquiry Based Learning, Good-Practice Multi-Stage-learning, Programmed Instruction), zwischen welchen die Studierenden frei wählen und zwischen welchen sie auch während des Lernprozesses beliebig hin und her wechseln können. Angeboten werden die Lernmaterialien in Form von Text-, Ton-, Audio- und Videodateien. Über ein für alle zugängliches Forum wurde der Kurs von Univ.-Prof. Dr. Christian Swertz, MitarbeiterInnen und TutorInnen über das Semester begleitet. Zusätzlich wurde an drei Terminen während des Semesters eine synchrone auditive Begleitung via Teamspeak (ein auditives Onlinekommunikationssystem) angeboten, in welchem die Studierenden organisatorische und inhaltliche Fragen an den Professor stellen konnten. Die Interaktion mit Lehrenden war auf diese zwei Momente (Live Chat, Forum) beschränkt.

In bisherigen pädagogischen Untersuchungen von Lernen auf eLearning-Plattformen werden Log-Daten selten bis nie berücksichtigt. Bisher wurden diese Navigationsprozesse in metadatenbasierten Onlinelernumgebungen nicht in didaktischer Hinsicht untersucht, sondern meist nur zum Zwecke der Marktanalyse genutzt. Berücksichtigt man allerdings die Möglichkeit, computergestütztes Lernen mit Hilfe von Empfehlungssystemen zu individualisieren und an die Lernenden anzupassen, wird das Potential einer Analyse der Log-Daten für die Unterstützung der Lernenden sichtbar. Eine Individualisierung kann durch Empfehlungen an die Lernenden ermöglicht werden, welche signalisieren, wie im eLearning-Kurs weiter fortgefahren werden kann. Diese Empfehlungen können wiederum an die Navigationsstile der Studierenden angepasst werden und aus dem bisherigen Lernverhalten errechnet werden. Dafür müssen nicht nur die Daten einzelner Studierender und der Gruppe berücksichtigt werden; es ist auch erforderlich, zu

kalkulieren, wie viele Handlungsschritte in Form von Klicks seitens der Lernenden notwendig sind, um Prognosen und Vorschläge für das weitere Vorgehen berechnen zu können - in einem leeren Kurs mit nur einer/m Lernenden, die/der den Kurs gerade begonnen hat, sind keine Kalkulationen möglich.

Um die Möglichkeit eines Empfehlungssystems im Blick auf Lernsequenzen im hier analysierten eLearning-Kurs zu erforschen, werden die Sequenzen der einzelnen Studierenden miteinander verglichen, woraus dann wiederum Navigationsstile abgeleitet werden. Durch Zufallsstichproben und simulierte Fälle wird am Datenmaterial ermittelt, nach welcher Sequenzlänge ein individueller oder typischer Lernstil erkennbar ist und somit jeder/m Lernenden eine individualisierte Empfehlung gegeben werden kann. Die Forschungslücke liegt in der Analyse der benötigten Anzahl von Navigationsschritten sowie der Anzahl der benötigten Fälle. Die Forschungsfrage lautet somit:

Welche Navigationsstile können identifiziert werden und wie viele Klicks von Studierenden werden benötigt, um eine individualisierte Lernsequenzempfehlung geben zu können?

Den theoretischen Rahmen bildet dabei die Web-Didaktik von Norbert Meder, der sich mit der Konzeption einer didaktischen Ontologie auseinandersetzt, welche bei der Erstellung der Online-Lernumgebung „BM13 Allgemeine Didaktik“ zur Anwendung kam und somit einen zentralen Stellenwert in dieser Arbeit einnimmt.

Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht ein Forschungssetting, das es ermöglicht Daten zu erheben, ohne Einfluss auf die Aneignungspraxen der TeilnehmerInnen zu nehmen und sie trotzdem während des gesamten Aneignungsprozesses zu begleiten. Dies ist möglich über eine Analyse von Log-Daten. Jeder Klick auf einer Plattform, somit auch in der Online-Vorlesung, produziert einen Eintrag in Logfiles, welche automatisch gespeichert werden. Durch die Freiheit in der Navigation durch den Kurs, werden unterschiedliche, individuelle Pfade möglich. Soll heißen: Durch die Auswahl verschiedener Verknüpfungen können sich individuelle Navigationspfade einer/s jeden Studierenden ergeben. Ob diese Möglichkeit der individuellen Navigation auch genutzt wird und in welcher Reihenfolge die Wissensseinheiten aufgerufen werden, ist Teil der

Untersuchung. Diese, von einer/m jeden StudentIn erzeugten Pfade oder auch Sequenzen, können dann miteinander verglichen und bezüglich ihrer Ähnlichkeiten analysiert werden. Hierfür wurden alle Logfiles der an der Vorlesung „BM 13 Allgemeine Didaktik“ teilnehmenden Studierenden über das WS 14/15 hinweg aufgezeichnet und vom Zentralen Informatikdienst (ZID) in anonymisierter Form zur Verfügung gestellt. Problemstellung dieser Arbeit ist die Identifikation von Navigationsstilen der Studierenden in eben diesem Kurs, welche dann zur Beantwortung der Forschungsfrage genutzt werden.

Methodisch bearbeitet wird dieses Problem anhand der Aufzeichnung und Analyse von Log-Daten der Studierenden auf der Lernplattform, von Semesterbeginn bis zur Abschlussprüfung, mit dem Ziel Navigationsmuster zu identifizieren und zu vergleichen. Diese werden, basierend auf ähnlichen Mustern und Strukturen, mittels Sequenzanalyse der Log-Daten der Studierenden identifiziert und zu verschiedenen Typen von Navigationsstilen gruppiert. Datenbasis bilden die Fälle von 1036 Studierenden, welche aufgrund der Anonymisierung bezüglich ihres Studiengangs oder anderer Kriterien nicht unterschieden werden können. Insgesamt wurden 252 429 Einträge in den Logfiles dokumentiert im Zeitraum vom 1. Oktober 2014 bis 30. Januar 2015.

Ausgegangen wird von den Annahmen, dass:

- Navigationsprozesse anhand der Logfiles analysiert werden können
- Navigationsprozesse als Sequenzen analysiert werden können
- Muster, Regelmäßigkeiten und Strukturen herausgefiltert werden können

Im zweiten Kapitel wird der theoretische Rahmen und die bildungswissenschaftliche Relevanz des Mediums Computer abgesteckt und genauer auf die Bedeutung der Web-Didaktik von Norbert Meder für diese Arbeit eingegangen. Desweiteren wird die Bedeutung von Log-Daten für die Sequenzanalyse beschrieben und die Bedeutung von Metadaten im Zusammenhang mit eLearning dargestellt. Wieso von Navigationsstilen die Sprache ist und welche Bedeutung nun Sequenzen für die Identifikation von Navigationsstilen der Studierenden auf einer metadatenbasierten Lernplattform haben, wird am Schluss der theoretischen Einführung erläutert.

Kapitel drei stellt schwerpunktmäßig die Lernumgebung des eLearning Kurses „BM 13 Allgemeine Didaktik“ vor, welche der Rahmen und die Bedingung des Gegenstands dieser Untersuchung ist. Voraussetzungen, strukturelle Rahmenbedingungen, präsentierte Inhalte, Lernpfade sowie didaktisches Design des Kurses werden beschrieben, um diese dann in Kapitel vier und fünf zu Analysezwecken und in die Datenauswertung zu integrieren.

In Kapitel vier wird die methodische Herangehensweise präsentiert und die Relevanz dieser Methode für die Beantwortung der Forschungsfrage dargelegt. Ziel ist es, die Einträge in den Log-Daten, angeordnet in Form von Sequenzen, miteinander zu vergleichen. Hierfür werden diese zuerst nach Studierenden geordnet. Dann wird rekonstruiert, welche Wissensseinheit im Kurs selbst welchen Log produziert. Dies begründet sich in der Eigenart des Systems Moodle, welches für die unterschiedlichen Aktionsmöglichkeiten unterschiedlich viele Klicks zur Beendigung der jeweiligen Wissensseinheit bedarf. Anschließend werden die Sequenzen mit einem Optimal-Matching-Verfahren, in dem die Distanzen zwischen den Sequenzen kalkuliert werden, miteinander verglichen. Dabei ist durch die Kleinstrukturierung der Objekte in Wissensseinheiten eine Rekonstruktion des Navigationsverlaufs als Lernverlauf möglich. Anschließend werden die Sequenzen anhand der gefundenen Distanzen mittels einer Clusteranalyse geordnet.

Die Clusteranalyse ist ein heuristisches, strukturen-entdeckendes Verfahren, welches es ermöglicht, Objekte systematisch zu klassifizieren. (Iske 2007, 108) Mittels Optimal-Matching werden die Abstände und Nähen der Sequenzen untereinander bestimmt. Als Analyseprogramm dient das Programm „Transition Data Analysis“. Dieses wird in seiner Gebrauchsweise und seinen Möglichkeiten beschrieben.

Kapitel fünf handelt von der Auswertung und Analyse der Daten im Fallbeispiel des eLearning Kurses „BM 13 Allgemeine Didaktik“. Die Sequenzen werden verglichen und auf Muster, Strukturen und Ähnlichkeiten hin untersucht. Erwartet wird hier vor allem eine Anpassung der Navigationsstile an die Prüfungsmethode, also in diesem Fall die Mehrfachwahlklausur. Wie bereits dargestellt, stehen den Studierenden drei unterschiedliche didaktische Modelle als Lernpfade zur Verfügung. Bei einem davon handelt es sich um die sogenannte Programmierete Unterweisung, welche als

Wissensarten Multiple-Choice-Aufgaben bietet. Diese werden mit Wissen der Studierenden teilweise auch in der Abschlussklausur verwendet. These ist hier, dass die Studierenden vor allem anhand dieser Fragen durch den Kurs navigieren und wahllose Navigation, beziehungsweise die Orientierung an den anders strukturierten und präsentierten Wissenseinheiten, eher gering ist. Nicht berücksichtigt wird der zeitliche Ablauf der Navigationsprozesse. Es wird nicht unterschieden, wann und in welchem exakten Zeitraum die Studierenden auf die Inhalte zugegriffen haben. Die mögliche Relevanz der zeitlichen Struktur auf die Navigationsstile wird in der Analyse also nicht berücksichtigt. Berücksichtigt wird die Reihenfolge der aufgerufenen Objekte. Damit wird der Lernverlauf beschrieben. Basierend auf diesen Ergebnissen wird dann analysiert, wie viele Klicks einer/s Studierenden benötigt werden, um ihr/m eine individualisierte Lernempfehlung für den weiteren Fortschritt geben zu können und wie viele Sequenzen dafür erforderlich sind.

Abschließend wird die Bedeutung der entwickelten Konzepte für die eLearning-Theorie beleuchtet. Auch diskutiert wird, welchen Einfluss das Lernmanagementsystem (LMS) selbst auf die Praxen im Kurs haben kann. Die Aussagekraft dieser Masterarbeit beschränkt sich auf die Erhebung und den sequenziellen Vergleich der Navigationsprozesse der Studierenden. Aussagen über den Lernerfolg, das konkrete Lernverhalten oder über das Vorgehen bei der Auseinandersetzung mit den Inhalten (Bsp. Texte), lassen sich auf Basis dieser Ergebnisse nicht treffen.

2. Theoretischer Rahmen und bildungswissenschaftliche Relevanz

2.1 Grenzen der Computertechnologie

Computertechnologie ist nicht nur Kulturgut, sondern auch eine Kulturtechnik, die in ihrem Nutzungsreichtum, d.h. als universelle Problemlösungsmaschine (Meder 2006, 19) in allen menschlichen Lebensbereichen verbreitet wurde. Das gilt auch für den tertiären Bildungsbereich, angefangen bei der Anmeldung zu Studium und Lehrveranstaltungen über die Abfrage von Leistungsnachweisen bis zum administrativen Prozess beim Abschluss des Studiums. Neben der Verwendung in der Administration wird Computertechnologie auch zunehmend in der Forschung verwendet; in dieser Arbeit etwa wird die Datenanalyse mit Hilfe von Computerprogrammen durchgeführt. Darüber hinaus wird Computertechnologie im tertiären Bereich zunehmend auch in der Lehre verwendet.

Die Nutzung von Computertechnologie in der Lehre weist allerdings auch Grenzen bezüglich der Aufbereitung und Vermittlung von Wissen auf. Um diese zu reflektieren, wird Computertechnologie als Medium von Meder in seinen Grundzügen betrachtet. Meder schlüsselt die Rolle des Computers aus bildungstheoretischer Sicht in sieben Dimensionen auf. Erstes Charakteristikum des Computers ist nach Meder die Entwicklung des Mediums als Gegenstand, welcher Probleme löst, also als Problemlösungsautomat, der aufgrund der durch den Menschen produzierten steigenden Komplexität der Dinge immer notwendiger wird (Meder 2006, 19-24). Allerdings können mit Turingautomaten nur algorithmierbare Probleme gelöst werden. Die Sprachvielfalt der Programmiersprachen, die bei der Entwicklung und Nutzung von Computertechnologie ein zentrales Moment darstellt, lässt Meder den Computer in seinem zweiten Grundzug als eine Sprachentwicklungsmaschine definieren, mit der das Verhältnis zur Sprache reflexiv wird - allerdings nur in der Fachsprache konkreter spezieller Problemlösungsautomaten (ebd.). In der Analyse als Simulationsmaschine, der dritten Dimension, macht Meder deutlich, dass mit Computern nur sprachliche Probleme direkt mit der Sprache der Computertechnologie gelöst werden können, dann aber ein Probehandeln möglich wird. Während die Simulation ein Probehandeln ermöglicht, wird die Kommunikation zwischen Menschen mittels Computern (z.B. in einem Forum) von Meder als "stets real" (ebd.) ausgewiesen. Dabei ist die Sichtbarkeit von anderen und von Inhalten in der Regel auf den Bildschirm eingeschränkt, der damit

zur "Sinneinheit einer Information" (ebd.) wird und damit zugleich ein Schlüsseloch - Meders sechste Dimension - erzeugt. Das macht eine Superzeichensemantik erforderlich, in der Zeichen mit unmittelbarer und Zeichen mit verborgener Bedeutung unterschieden werden (ebd.).

Es sind zunächst die letzten beiden Analysen der Grenzen von Computertechnologie: die Begrenzung auf den Bildschirm und die damit erforderliche Superzeichensemantik, die bei Meder zum Ausgangspunkt der Web-Didaktik werden. Denn mit diesen beiden Aspekten entsteht das Problem der Navigation, weil den Lernenden mittels Superzeichen gezeigt werden muss, wie sie navigieren könnten. Die Produktion von solchen Superzeichen auf der Basis des Vokabulars eines Metadatensystems bildet die Grundlage der Web-Didaktik (Meder 2006, 27ff). In dieser Arbeit wird untersucht, wie diese Superzeichen von Lernenden genutzt werden.

Diese Superzeichen werden verwendet in einem Wissensraum, der, um der Struktur des Medium zu entsprechen, in Form eines Hypertextes gestaltet werden sollte (Meder 1998). Damit werden individuelle Sequenzen durch die Ordnung des Wissens nahegelegt.

Für diese Arbeit wird der Computer damit in doppelter Hinsicht zum Problem: Zum einen sind Navigationsstile in einem eLearning Kurs ein Forschungsgegenstand, der nur mittels eines Computers zustande kommen kann. Zum anderen werden die erwarteten Datenmengen in Form von Log-Daten mit Hilfe des Computers aufgezeichnet, aufgeschlüsselt und ausgewertet. Allerdings ist dies auch nur möglich, wenn der Computer entsprechend programmiert wird. Damit wird Computertechnologie zugleich als Gegenstand, d.h. als Unterrichtsmedium, und für die Forschung, d.h. als Forschungsmedium, verwendet. Allerdings geht diese Arbeit davon aus, dass der Mensch als Bedeutungsgeber der entscheidende Moment bleibt, der sich den Computer als Hilfsmittel zur Lösung von Problemen zu Nutzen macht.

2.2 Web-Didaktik

Diese Masterarbeit folgt dem theoretischen Ansatz der Web-Didaktik von Meder. Diese wird im Folgenden in ihren Grundzügen umrissen, es werden die Auszüge detaillierter beschrieben, die für das Erkenntnisinteresse der Arbeit von Bedeutung sind. Der Fokus des Interesses liegt auf der Darstellung didaktischer Objekte in Lernumgebungen. (Meder 2006)

Grundsätzlich „verbindet die Web-Didaktik für Online-Lernumgebungen das Potenzial des WWW mit der didaktisch-wissenschaftlichen Tradition der Strukturierung und Gestaltung von Lernmaterialien und Lernprozessen.“ (Iske 2007, 14)

Inhalte werden im Internet in Form von Hypertexten dargestellt. Die Web-Didaktik von Meder setzt sich damit auseinander, wie Inhalte auf Lernplattformen im Internet präsentiert werden und dient der Beschreibung didaktischer Objekte. (Meder 2006)

Übergeordnetes Ziel von Lernplattformen bzw. von Lehrenden auf diesen Plattformen ist es, Wissen weiterzugeben. Dies bedarf einer Organisation des Wissens und dessen Aufbereitung. Dies erfolgt über eine didaktische Transformation, beginnend mit einer Dekontextualisierung des Wissens durch den Lehrenden, gefolgt von einer Rekontextualisierung (Swertz 2004, 7-9). Um die De- und Rekontextualisierung möglichst adäquat durchführen zu können, hilft eine anfängliche Ziel-, Kultur-, Ressourcen-, Vorgaben-, Organisations- und Anforderungsanalyse (Swertz 2004, 17-19), welche in Kapitel 3.1 *Struktureller Rahmen* ausführlicher erläutert werden.

Im Zusammenhang mit der Organisation der zu vermittelnden Inhalte entwickelte Meder eine didaktische Ontologie, die eine sinnhafte Ordnung der Wissenseinheiten fokussiert. Als Wissenseinheiten bezeichnet er „[...] die kleinsten (Informations) Einheiten der Lernumgebung [...] und werden in der Web-Didaktik als Antworten auf Fragen verstanden“ (Iske 2007, 17). Sie lassen sich in vier Arten untergliedern:

1) Orientierungswissen

bezeichnet Wissen von Menschen von dem noch nicht bekannt ist, wie damit umgegangen wird, es aber notwendig ist um sich in der Welt zurecht zu finden und das Anreiz gibt sich weiter damit auseinander zu setzen. Es dient einem ersten Überblick.

2) Handlungswissen

hingegen bezeichnet Wissen, dass erworben wird und sich im realen Handeln von Menschen niederschlägt. Damit können Praktiken, Strategien, Methoden oder Strategien entwickelt werden.

3) Erklärungswissen

dient dazu der Frage des Warum nachzugehen und ist theoretische Begründungsgrundlage für Argumente und Definitionen.

4) Quellenwissen

meint das zur Verfügung Stellen von Informationen über Inhalte, das Wissen über Informationsquellen, das heißt wo recherchiert werden kann bzw. wo Informationen über ein Interessensgebiet eingeholt werden können. (Meder 2006, 50f.)

Diese Typisierung von Wissensarten eröffnet einen unterschiedlichen individuellen Zugang zu Themen. Die Lernenden können dabei individuelle Strategien anwenden. Jede Lerneinheit sollte möglichst viele Wissenseinheiten aufweisen, also ein Thema auf vielfältige Weise in der Lernumgebung abbilden, damit die/der Lernende zwischen unterschiedlichen, vielfältigen Zugängen zum Thema frei wählen und so Meders Bildungsideal erreichen kann. (Iske 2007, 17) Nach Meder besteht in der Web-Didaktik die „[...] Maxime zur Vielfalt des Wissens in Lerneinheiten: Sinn und Zweck der Vielfalt von Wissenseinheiten in einer Lerneinheit besteht darin, alle möglichen Zugänge zum Thema für alle möglichen Lernerinnen bereitzustellen.“ (Meder 2006, 57) Im vorliegenden Online-Kurs „BM 13 Allgemeine Didaktik“ werden in jeder Lerneinheit die vier verschiedenen Wissensarten zur Verfügung gestellt, wodurch eine Vielfalt der Zugänge zum Wissen entsteht und individuelle Navigation ermöglicht. Diese Vielfalt der Zugänge zum Wissen in der Lernumgebung ist der zentrale Anknüpfungspunkt der Navigationsanalyse als Analyse unterschiedlicher empirischer Zugänge zu einem spezifischen Thema, als Analyse empirischer Navigationsverläufe in der Lernumgebung. (Iske 2007, 17)

Die didaktische Ontologie stellt „ein systematisch begründetes Klassifikationssystem zur Bestimmung didaktischer Objekte“ (Iske 2007, 14) dar, „das sowohl den Autor in der Entwicklung optimaler Lehr-Lern-Wege unterstützt als auch die Lernenden bei der selbstorganisierten Erarbeitung von Wissen“ (ebd.). Die Beschreibung der Wissenseinheiten erfolgt demzufolge mittels der didaktischen Ontologie, die als mehrdimensionales Beschreibungsraster artikuliert ist. (Meder 2006, 40) Meder geht von einem „selbstbestimmten und selbstorganisierten Lernenden“ (ebd.) aus, seine didaktische Ontologie zielt daher darauf ab, Lehrende didaktisch und Lernende autodidaktisch zu unterstützen. (ebd.) Die Darstellung in Hypertexten bedeutet, dass Inhalte nicht linear vorstrukturiert und in einer festgelegten Reihenfolge zur Verfügung gestellt werden, wie es zum Beispiel beim Buchdruck der Fall ist, sondern sich beliebig anordnen und abrufen lassen. (Iske 2007, 13) Lernplattformen können auch statisch genutzt und die Inhalte strukturiert vorgegeben werden. Im Fall der Online-Vorlesung „BM 13 Allgemeine Didaktik“ bestand die Möglichkeit der freien Navigation durch den Kurs, da (fast) alle Inhalte schon zu Beginn des Semesters zur Verfügung standen und so gestaltet waren, dass eine individuelle Navigation inhaltlich möglich war. In jedem Fall ist ein Einbezug der Sachlogik des Gegenstandsbereichs bei der Strukturierung der Hypertexte notwendig.

Die Struktur des Internets, die aus Hypertexten besteht, ermöglicht eine erste Auseinandersetzung und ein Ausprobieren auf der Lernumgebung. Nach Meder (2006) ist das Ziel, das Ausprobieren zu ermöglichen und seine individuelle Zugangsweise zu nutzen. Damit wird dieses Ausprobieren didaktisch relevant und kommt z.B. in der Navigation in Hypertexten zum Ausdruck, das wiederum in Logdateien aufgezeichnet wird und damit zum Gegenstand der Untersuchung gemacht werden kann.

Hypertexte bestehen aus Metadaten, die genutzt werden um Wissenseinheiten für ihre Verwendung in Lernumgebungen für Lehrenden und Lernende aufzubereiten. Die zu vermittelnden Inhalte werden Metadatensätzen zugeordnet. Werden die Metadaten geeignet gewählt, ist die Lernumgebung leichter organisierbar. (Meder 2006, 49-53) Der Ordnung der Wissenseinheiten legt Meder folgende drei didaktische Prinzipien zugrunde:

1. „Didaktisches Handeln ist die Abbildung von Bedeutungsbeziehungen in die Zeit des lernenden Vollzuges, in die Zeit der Aneignung von Wissen unter dem Gesichtspunkt der Geltung“ (Meder 2006, 35 nach Iske 2007, 15). Die Wissensvermittlung wird in dem Zusammenhang auf drei Ebenen betrachtet: Zeit, Inhalt und Geltung. Genauer gesagt: Die Inhalte werden unter Berücksichtigung ihrer zeitlichen Anordnung und spezifischen Geltung in Hinblick auf das Lernziel für die Wissensvermittlung aufgeschlüsselt.
2. „Die Aneignung von Wissen, das stets aus Bedeutungsbeziehungen besteht, ist die Abbildung der zeitlichen Strukturen des Lernprozesses in den sachlogischen Raum eben dieser Bedeutungsbeziehungen“ (Meder 2006, 36 nach Iske 2007, 15).
3. „Eine Lernumgebung ist die Abbildung der Bedeutungsbeziehungen in alle bekannten zeitlichen Strukturen des Lernens, so dass jeder Lernende sich den zeitlichen Verlauf, den Weg, wählen kann, der ihn am besten darin unterstützt, seinen Lern- und Bildungsprozess in den logischen Raum der Bedeutungsbeziehungen – in sein mentales Modell – zu transformieren“ (Meder 2006, 37 nach Iske 2007, 15).

Das erste Prinzip der Web-Didaktik von Meder fokussiert die Rolle der Lehrenden als strukturierende Akteur/Innen, das zweite die Rolle der Lernenden als rezipierende Akteur/Innen im Vermittlungsprozess. Das dritte beschäftigt sich mit den Rahmenbedingungen der Wissensvermittlung. Im Fall der vorliegenden Lernumgebung „BM 13 Allgemeine Didaktik“ werden unterschiedliche Lernpfade angeboten, zwischen denen die Studierenden wählen und beliebig oft wechseln können. Indem die Individuen aufrufen können was sie wollen wann sie wollen, ist ihnen die zeitliche Reihung der Wissensseinheiten selbst überlassen. Allerdings wird durch die Darstellung der Inhalte eine Vorgehensweise impliziert, das heißt nahegelegt.

„Mit der Forderung der Bereitstellung eines Möglichkeitsraums, in dem die Lernenden selbst die Entscheidungen über ihren konkreten Lernverlauf als Abbildungsprozess treffen können wird ein hoher didaktischer Anspruch formuliert, sowohl in Hinblick auf die Lernumgebung als auch auf die Lernenden“ (Iske 2007, 16). Da die Vorerfahrung

der Lernenden nicht bekannt ist, müssen unterschiedlichen Lernpfade zur Verfügung gestellt werden, um den didaktischen Anspruch von Meder gerecht zu werden und verschiedenen Lernstrategien und Lernstile zu ermöglichen. (Iske 2007, 16)

Im Zusammenhang mit Computertechnologie wird eine Vielzahl von Sprachdimensionen verwendet. Die Computertechnologie vereint verschiedene Sprachebenen, die Lehrende bzw. Lernende für einen gelingenden Lehr- bzw. Lernprozess nicht verstehen müssen. Im eLearning Kurs ist für die Lernenden die deutsche Sprache sichtbar, welcher Programmiersprache zugrunde liegt. Die Programmiersprache basiert wiederum auf der Sprache des Betriebssystems. All diese Sprachen verwenden den binären Code, in dem die Maschinen ihre Sprache finden. Sprache stellt im Rahmen der Computertechnologie ein weitreichendes Geflecht verschiedener Ausdrucksformen dar, mit denen die Lehrenden den Lernenden schlussendlich den Inhalt in einer für sie verständlichen Sprache vermitteln. Zusammenfassend steht eine metadatenbasierte Lernumgebung, die sowohl Lehrenden als auch Lernenden selbstexplorierende Strukturen bietet und auf reflektierendes Lernverhalten abzielt, im Mittelpunkt der Web-Didaktik.

Wie bereits erwähnt, muss das Instrument zur Vermittlung, die Sprache, im Zusammenhang mit Lernumgebungen nicht verstanden werden, um es zweckmäßig zur Vermittlung von Inhalten anwenden zu können. Aus medienpädagogischer Sicht ist diese Nutzungsorientierung zu hinterfragen, allerdings wird dieser kritischen Frage in der Arbeit nicht nachgegangen, da sie für deren Erkenntnisinteresse keine Relevanz besitzt. Es gibt drei Formen von Datenquellen, die verwendet werden können um Empfehlungen geben zu können:

- 1.) Lernpfade, die von den Lehrenden erstellt werden.
- 2.) Informationen über das Lernmodell der Lernenden.
- 3.) Die Aufzeichnung über das Lernverhalten.

(Swertz, Baberi, Forstner, et. al 2014, 6)

In dieser Arbeit wird lediglich Punkt drei für die Empfehlungen des weiteren Lernprozesses berücksichtigt. Punkt zwei und eins werden außer Acht gelassen und sind nicht relevant für die Beantwortung der Forschungsfrage. Dies setzt die Reichweite der vorliegenden Arbeit fest.

2.3 Begriff der Navigation

Die Auseinandersetzung mit Log-Daten und den aus in ihnen repräsentierten Sequenzen wirft die Frage auf, von welchem theoretischen Verständnis bei „Navigation“ und „Navigationsstilen“ ausgegangen wird und wieso nicht von Lernstilen gesprochen wird, wie vermutet werden könnte.

Meder unterscheidet hier drei Arten von Lernaktivitäten:

- 1.) Lernmaterial in verschiedenen Dateiformaten wird zur Verfügung gestellt und die/der Lernende informiert sich selbst.
- 2.) Die/der Lernende tritt interaktiv mit den Lernmaterialien in Beziehung und *gestaltet* mit.
- 3.) Die Lernenden treten miteinander in Kommunikation und gemeinsames Lernen wird angeregt. (Meder 2006, 42)

Für diese Arbeit zählt nicht die Betrachtung der einzelnen Lernaktivitäten, sondern der gesamte Aneignungsprozess, welcher sich in der Navigation der Studierenden widerspiegelt. Es kann somit von Navigationsprozessen gesprochen werden. Meder bezeichnet diesen Navigationsprozess als „autodidaktisches Handeln“ (Meder 2006). Deswegen als „autodidaktisches Handeln“, da die/der Lernende selbst entscheidet, welche Lerneinheiten wann und wie absolviert werden. Eine Lerneinheit bezeichnet einen Container für unterschiedliche Wissensseinheiten. Die Wissensseinheiten werden thematisch verknüpft und handeln vom selben Thema. (Iske 2007, 17) Der Navigationsprozess ist Mittelpunkt dieser Arbeit, mit dem Interesse Studierende zu untersuchen, wie sie sich durch diese Lernumgebung navigieren. Unter Navigation wird somit der interaktive und explorierende Umgang mit den Wissensseinheiten im LMS verstanden. Die/der Lernende steuert selbst, wann welche Inhalte aufgerufen werden und wie oft. (Iske 2007, 18) Den Lehrenden gibt allerdings eine Struktur der

Wissenseinheiten vor und nimmt somit einen gewissermaßen steuernden Einfluss. (Meder 2006, 62) Allerdings kommt den Lernenden mehr Verantwortung in der Aneignung von Wissen in einer Lernumgebung, die nach der Web-Didaktik von Norbert Meder gestaltet ist, zu, als wie wenn es sich lediglich um ein Document Management Center (beschrieben in 1.) handeln würde. (Iske 2007, 19) Die Anordnung der Wissenseinheiten wie im Online-Kurs "BM 13 Allgemeine Didaktik" legt einen gewissen zeitlichen Ablauf der Aneignung vor. Allerdings können die Studierenden diese frei gestalten.

So wird zum Beispiel nahegelegt, je nach didaktischem Konzept (IBL-. MSL-Pfad oder Programmierte Unterweisung) zuerst ein Video anzusehen und dann die jeweiligen Aufgaben zu lösen. Besonderheit bei der Analyse von Navigationen ist die Berücksichtigung von Sequenzen, was bedeutet, dass die Reihenfolge der aufgerufenen Wissenseinheiten mit analysiert wird. Dies ist in der E-learning Landschaft selten bis nie der Fall. (Iske 2007, 22)

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Ontologie aus Norbert Meders Web-Didaktik im Kurs "BM 13 Allgemeine Didaktik" angewendet wurde und aktives sowie explorierendes Navigieren möglich ist. Der Begriff Navigieren wurde gewählt, weil nicht einzelne Lernaktivitäten betrachtet werden, sondern der Aneignungsprozess über ein ganzes Semester. Für diese Analyse wird im nächsten Kapitel näher auf die diesem Verfahren zugrundeliegenden Daten eingegangen.

2.4 Log - Daten und Sequenzen (- analyse)

Bei Log-Daten handelt es sich um die Aufzeichnung von Klickbewegungen in einer Online Umgebung. Basis dieser Arbeit bildet der E-learning Kurs auf der Lernplattform Moodle "BM 13 Allgemeine Didaktik", auf dessen Grundlage Navigationsverläufe analysiert werden. Zu diesem Zweck werden Log-Daten aufgezeichnet und durch Aneinanderreihung als Sequenzen dargestellt. Ursprünglich findet die Sequenzanalyse vor allem in der Soziologie und den Naturwissenschaften Anwendung, nicht jedoch in der Pädagogik. (Iske 2007, 39) Die Log-Daten der Studierenden ergeben Sequenzen, anhand derer ihr Navigationsverlauf rekonstruiert werden kann. Diese Sequenzen werden durch eine Berechnung ihrer Distanzen miteinander in Beziehung gesetzt. Je ähnlicher sich die verschiedenen Sequenzen

sind, desto eher können sie einer gemeinsamen Gruppe zugeordnet werden. Dieses Verfahren nennt sich Optimal - Matching Analyse und wird in Kapitel 4.3 genauer beschrieben. Zuvor müssen Cluster gebildet werden, anhand derer verglichen wird. Es handelt sich dabei also um verlaufsbezogene Daten. (Iske 2007, 28).

Die Länge der Sequenzen ist individuell und abhängig von den Aktionen, von den Klicks der einzelnen Studierenden. Berücksichtigt werden in dieser Arbeit erst Sequenzen einer gewissen Länge, um einmaliges Aufrufen der Online Lernumgebung auszuschließen. Von Interesse sind nur Navigationsprozesse, die einen Aneignungsprozess vermuten lassen. Dabei erreichen die Sequenzen eine maximale Länge von 511 Klicks. In den Sequenzen kann nicht gezeigt werden, inwieweit die Studierenden sich mit den Inhalten auseinandergesetzt haben und in welchem Zeitraum. Somit kann es sein, dass manche Studierenden lediglich zu Ende des Semesters durch den Kurs navigiert haben und wieder andere konstant von Anfang bis Ende aktiv waren. Auch heißt es nicht, dass sich Studierende ohne viele Aktivitäten in Form von Klicks weniger mit den Inhalten auseinandergesetzt haben, da auch außerhalb der Lernplattform (z.B. auf Facebook-Foren) Inhalte aufzufinden sind. Diese sind jedoch für diese Arbeit nicht von Interesse. Die Sequenzen können aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht mit den Prüfungsergebnissen in Verbindung gesetzt werden. Dies ist für die Arbeit nicht relevant, da nicht der Lernerfolg in Form einer Note von Interesse ist, sondern die Analyse von Navigationsprozessen.

3. Die Vorlesung „BM 13 Allgemeine Didaktik“

An der Universität Wien wird seit Mai 2011 (Rektorat der Universität Wien, Online) einheitlich die Lernplattform Moodle zur Unterstützung von Lehr- und Lernprozessen verwendet. Konzipiert ist Moodle als Open-Source-Software, um Inhalte zu kreieren und zu vermitteln, basierend auf vier konzeptionellen Ansätzen, geleitet von der Idee einer sozial-konstruktivistischen Pädagogik. Diese Ansätze sollen der/m auf der Moodle Plattform Lehrenden in Erinnerung rufen, dass die Inhalte nicht nach eigenem Wissen und Interesse auszuwählen, zu präsentieren und zu prüfen sind, sondern an die/den Lernende angepasst werden sollen. Auch die Option, die Lernenden als Lehrende im Kurs agieren zu lassen, soll nicht außer Acht gelassen werden. (Moodle Philosophie, Online) Schlussendlich handelt es sich also um ein Lernmanagementsystem (LMS), welches interaktiv von Lehrenden und Lernenden genutzt werden kann, mit Schwerpunkt auf „Lernen durch Vermittlung“ und die beidseitige Möglichkeit, dies in einer Vielfalt von Aktivitäten zu realisieren. (ebd.) Verwendet wird die Plattform im universitären Bereich (im Speziellen an der Universität Wien), allerdings zumeist als Document Management Center. (Tilg 2012, 79-81) Soll heißen, Dateien werden über die Plattform zur Verfügung gestellt und ausgetauscht. Ankündigungen werden mitgeteilt; die Kommunikation über Foren beläuft sich zumeist auf die Klärung organisatorischer Fragen. Die häufigste Verwendung liegt in der Begleitung von Präsenzlehrveranstaltungen. Das LMS tritt dabei nicht in den Vordergrund und wird fast nie als einziges Lehr- und Lernmittel verwendet.

Hintergrund der Entwicklung dieser Onlinevorlesung war das EU-Forschungsprojekt INTUITEL (Intelligent Tutoring Interface for Technology Enhanced Learning), an welchem unter anderen auch der Fachbereich für Medienpädagogik des Instituts für Bildungswissenschaft, unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Christian Swertz partizipierte. Ziel von INTUITEL war es, ein intelligentes tutorielles System zu entwickeln, welches der/dem Lernenden mit Hilfe einer metadaten-basierten Ontologie, individuelle Lernempfehlungen und Feedback gibt, was zuvor nur von menschlichen TutorInnen geleistet werden konnte. Entwickelt werden sollte dies für LMS, wie ILIAS, Moodle, CLIX, EXAKT. (Intuitel Structure, Online) Durch die Aufbereitung von Wissen für derartige Online-LMS kommt es zu einem veränderten Umgang mit Wissen. Welche Konsequenzen dies für die Vermittlung des Wissens hat,

diskutiert Meder mitunter in seinem Werk „Web-Didaktik“ (2006). Den Lernenden kommt in derartigen hypertext-basierten Lernumgebungen ein erhöhtes Maß an Eigenverantwortlichkeit zu, bzgl. der Zeit des Sich-Bildens und Lernens, sowie bei der Navigation durch die Wissensseinheiten. (Meder 2006, 50f) Der Aneignungsprozess wird so maßgeblich durch die/den Lernenden beeinflusst, was annehmen lässt, dass die Online-Vorlesung „BM 13 Allgemeine Didaktik“ individuelle Navigationsprozesse ermöglicht und hervorbringt. Bisher wurden diese Navigationsprozesse in metadatenbasierten Onlinelernumgebungen nicht untersucht, sondern meist nur zum Zwecke der Marktanalyse genutzt. Im Bildungskontext weist dies eine Forschungslücke auf. Das Interesse dieser Arbeit ist es, zu untersuchen, wie sich Studierende durch eine solche Lernumgebung navigieren. Unter Navigation wird der interaktive und explorierende Umgang mit den Wissensseinheiten im LMS verstanden. Diese Praxen können mit verschiedenen Methoden erhoben werden (Iske, Swertz 2005, 11-12). So können zum Beispiel zu Beginn, Ende und während des Semesters Fragebögen an die Studierenden ausgehändigt werden, Interviews geführt werden, mittels Eye-Tracker oder durch Videoaufzeichnungen beobachtet werden, wie die Studierenden sich im Umgang mit dem Lernmaterial verhalten. Auch möglich ist die Aufzeichnung von Audiokommentaren der Studierenden, während dem Erstkontakt mit der Plattform, um Einsicht in die Intentionen der Navigationspraxis zu erhalten. Diese Verfahren setzen aus forschungsethischen Gründen und strukturellen Bedingungen, zum einen voraus, dass die TeilnehmerInnen sich über das Forschungssetting bewusst sind, zum anderen können diese Methoden nur Ausschnitte aufzeichnen und nicht den gesamten Prozess.

Die Online-Vorlesung wird nach Gesichtspunkten beschrieben, welche möglicherweise Einfluss auf den Navigationsstil der Studierenden haben können. Zum einen wird der strukturelle Rahmen beschrieben, also welche Voraussetzungen erfüllt werden müssen, um am Kurs teilzunehmen. Daraus lässt sich schließen, um wen es sich bei den TeilnehmerInnen handelt, was wiederum ein erklärendes Moment bei der Analyse darstellen kann. Auch Anforderungskriterien, vorgesehener Arbeitsaufwand und Zielbestimmungen sind notwendig für die Interpretation der Daten. Um über die Navigation im Kurs analysieren zu können, müssen die Inhalte dargestellt werden und die Möglichkeiten der Navigation, die sich den Studierenden auf der Moodle-Plattform

bieten. Dies macht eine Präsentation der drei Lernpfade unumgänglich, welche für diese Online-Vorlesung entwickelt wurden und die Erklärung der ihnen zugrunde liegenden metadaten-basierten, didaktischen Leitgedanken. Hierbei ist auch interessant, inwieweit sich die Studierenden entsprechend der Navigationsvorschläge der entwickelten, didaktischen Konzepte verhalten. Welche Pfade werden intensiver genutzt? Welche Wissensseinheiten werden am häufigsten verwendet? Wird häufig in der gleichen Reihenfolge navigiert? Werden mehrere Lernpfade von den gleichen Lernenden verwendet?

3.1 Struktureller Rahmen

Für die didaktische Aufbereitung von Inhalten bedarf es einer genauen Analyse der Rahmenbedingungen. Auf die Resultate dieser Analyse in Bezug auf die „BM 13 Allgemeine Didaktik“ Vorlesung wird in Kapitel 3.3 eingegangen und die der Vorlesung zugrunde liegenden didaktischen Konzepte dargestellt. Um ein Verständnis für die Aufbereitung der Inhalte für den Kurs zu bekommen und daraus resultierend eventuelle Erklärungsmuster für die Identifikation der Navigationsstile der Studierenden zu erhalten, ist folgend die Vorlesung nach den bereits in der Einleitung benannten Kriterien von Swertz (2004, 17-19) folgend analysiert. Diese Vorgehensweise begründet sich in der Annahme, dass die Strukturen einerseits Auswirkungen auf die Aufbereitung des Wissens haben und andererseits als Konsequenz die Aneignung des Wissens der Studierenden beeinflussen. (Iske 2007,13)

Anforderungsanalyse

Prinzipiell ist die Vorlesung in das Bachelorcurriculum des Studiums „Bildungswissenschaft“ an der Universität Wien eingebettet. Voraussetzung für eben dieses Studium ist ein anerkanntes Reifezeugnis oder die Absolvierung der Studienberechtigungsprüfung. Im Rahmen eines Bachelorstudiums sind für das Abschlusszeugnis in Europa 180 ECTS zu absolvieren. (Quelle EU) Im Studium „Bildungswissenschaft“ sind 130 ECTS dafür aus studiengang-internen Kursen zu absolvieren, 30 ECTS aus beliebigen anderen Studienfächern. Teils sind die Kurse aus dem internen Angebot frei wählbar, andere wiederum verpflichtend. (siehe Curriculum). Die Online-Vorlesung „BM 13 Allgemeine Didaktik“ ist in diesem Fall

verpflichtend für Studierende der Bildungswissenschaft. Für Studierende aus anderen Studienrichtungen oder von anderen Universitäten ist der Kurs frei wählbar. Inhalte sowie Prüfung sind für alle TeilnehmerInnen gleich und werden in deutscher Sprache zur Verfügung gestellt. (Swertz 2004, 17-19)

Organisationsanalyse

Nach positiver Absolvierung des Kurses erhalten die Studierenden eine Note für 5 ECTS. Die zeitliche Anforderung bemisst sich also auf 125 Stunden Arbeitsaufwand, die im Laufe eines Semesters absolviert werden. Unterschieden wird bei Lehrveranstaltungen zwischen prüfungsimmanenten Kursen und Vorlesungen. Bei Ersteren besteht die Möglichkeit bereits im Laufe des Semesters Teilleistungen zu verlangen, kombiniert mit Anwesenheitspflicht. Für Vorlesungen, wie die Online-Vorlesung, bedarf es keiner verpflichtenden Anwesenheit und der Leistungsnachweis erfolgt über eine Klausur am Ende des Semesters. (Swertz 2004, 17-19)

Vorgabenanalyse

Pro Semester stehen vier Prüfungstermine zur Verfügung: Ende des Semesters, sowie Anfang, Mitte und Ende des nächsten Semesters. Welcher der Termine wahrgenommen wird, ist den Studierenden selbst überlassen und eine Anmeldung für den Kurs verpflichtet nicht, die Prüfung im entsprechenden Semester zu machen. Der Zeitpunkt der Klausur ist von erstem bis zum letzten Semester möglich und liegt eigens im Zuständigkeitsbereich der Studierenden. Voraussetzung für die Absolvierung der Prüfung, nicht allerdings für die Teilnahme an der Vorlesung, ist der positive Abschluss der Studieneingangsphase (STEOP). Diese ist bereits vor dem ersten Prüfungstermin abgeschlossen, womit es möglich ist, im ersten Semester die Prüfung zu absolvieren. Studierende aus anderen Studienrichtungen müssen keine Voraussetzungen erfüllen (Anm.: Möglicherweise müssen studienganginterne Voraussetzungsketten absolviert werden, nicht aber von der Studienprogrammleitung der Bildungswissenschaft vorgegebene). (Swertz 2004, 17-19)

Kulturanalyse

Zusammenfassend wird festgehalten, dass es sich bei den TeilnehmerInnen um ordentliche Studierende der Universität Wien handelt, hauptsächlich aus dem Studiengang Bildungswissenschaft und teilweise aus aufgrund ihrer Vielfalt nicht benennbaren anderen Studiengängen. Eine Zuordnung zu anderen Merkmalen wie Alter, Geschlecht, Kulturkreis etc. wird nicht vorgenommen und ist für die Identifikation und Zuordnung der Navigationsstile nicht von Belang. Prinzipiell handelt es sich um einen Akt der Pflicht im Rahmen des Studiums. (Anm.: Im Falle jener Studierenden, die nicht Bildungswissenschaft belegt haben, kann zwar auch ein anderer Kurs gewählt werden, allerdings müssen ECTS aus den Erweiterungscurricula absolviert werden.) Angeboten wird die Vorlesung immer drei Semester in Folge, gefolgt von einer einsemestrigen Pause. Prüfungen können jedoch auch ohne Kursinskription abgelegt werden. Der Abschluss des Kurses ist demnach jedes Semester möglich. Das Betreuungsverhältnis im bisherigen Durchführungsmodus der Vorlesung „BM 13 Allgemeine Didaktik“ in Form einer Präsenzlehrveranstaltung bestand aus einem vortragenden Professor und einer/m TutorIn. Die Online-Vorlesung wurde vom Team der Wiener Medienpädagogik konzipiert und aufbereitet und von diesem während des Semesters betreut. Für Fragen aller Art wurden Studierenden an zwei Terminen Online-Live-voice Chats angeboten und vom Professor durchgeführt. Über das Forum war durchgehend Kontakt zu dem Lehrenden möglich. (Swertz 2004, 17-19)

Zielanalyse

Übergeordnetes Ziel des Bachelorstudiengangs Bildungswissenschaft ist es, verkürzt dargestellt, dass die Studierenden grundlegende Kompetenzen im wissenschaftlichen Arbeiten und in der Reflexion von Theorie und Praxis erlangen. (www.studenpoint.at/biwi) Das definierte Ziel für das Modul 13 „Allgemeine Didaktik“ lautet wie folgt:

„Modulziel: Die Studierenden kennen die grundlegenden Theorien und Modelle der Allgemeinen Didaktik, deren Anwendungsmöglichkeiten und -grenzen sowie dazugehörige Ergebnisse und Richtungen der Unterrichtsforschung.“ (curriculum 2011)

Ziel ist es also, verschiedene Theorien vorzustellen. Wie diese Zielsetzung inhaltlich umgesetzt wird, folgt im nächsten Kapitel. (Swertz 2004, 17-19)

Ressourcenanalyse

Als Ressourcen dienen die in 3.2 beschriebenen Inhalte, welche alle auf der Online-Plattform vorzufinden sind. Die Studierenden benötigen hierfür ein internetfähiges Gerät (z.B. Computer), welches im Fall von der Universität Wien in der Bibliothek zur Verfügung gestellt wird. Die meisten Studierenden verfügen über eigene Geräte. (Swertz 2004, 17-19)

3.2 Inhalte

Inhaltlich ist die Vorlesung nicht systematisch entlang einer Strukturierung des Gegenstandes aufgebaut, sondern nach Personen gegliedert. Ursprünglich bildete in der Präsenzlehrveranstaltung je ein Didaktiker (Comenius, Herbart, Dewey, Hönigswald, Rogers, Klafki, Heimann, Flechsig, Gruschka, Reich, Blankertz) den Themenschwerpunkt einer Einheit. Begleitet wurde die Vorlesung auf der Lernplattform lerndorf.at, auf welcher Präsentationsfolien, je ein begleitender Text und beispielhafte Prüfungsfragen zur Verfügung gestellt wurden, organisatorische Ankündigungen gemacht und ein Forum angeboten wurden. Die Log-Daten, welche zur Identifikation der Navigationsstile herangezogen werden, stammen von den ersten Studierenden, die mit der Online-Lernplattform konfrontiert wurden. Das ehemalige Konzept ist insofern von Bedeutung, als dass in Studierendenkreisen Informationen über Prüfungsmodalitäten etc. häufig semesterübergreifend ausgetauscht werden, was Einfluss auf das Navigationsverhalten haben kann. Um dies zu erheben, müsste die Vorlesung allerdings noch in den weiteren Semestern nach der Umstellung auf die Online-Vorlesung beobachtet werden. (siehe Kapitel 6) Beide Formen der Lehrveranstaltung wurden im Rahmen des zu analysierenden Didaktikers anhand von sieben Themenschwerpunkten aufgeschlüsselt. Jeweils ein Begleittext stand den Studierenden zur Selbstlektüre zur Verfügung. Insgesamt wurden zwölf Didaktiker anhand des folgenden Schemas besprochen.

	Bildung	Lernende	Lehrende	Institution	Ziele/Inhalte	Medien	Methoden
Comenius							
Dewey							
Hönigswald							
Heimann							
Flehsig							
Klafki							
Rogers							
Blankertz							
Gruschka							
Reich							

Abb. 1: Learning Structure BM 13 Allgemeine Didaktik (lerndorf.ac.at, Dewey pp, n.d.)

Die didaktischen Konzepte wurden in der Präsenzlehrveranstaltung auf das Verständnis von Bildung, Lernenden, Lehrenden, Institutionen, Zielen/Inhalten, Medien und Methoden hin dargestellt. In der Online-Vorlesung wurden die Inhalte ebenso unterteilt und Reihenfolge sowie behandelte Didaktiker blieben gleich. Lediglich eine Analyse des didaktischen Konzepts von Theodor Ballauf wurde hinzugefügt. Anzumerken ist, dass während der Präsenzlehrveranstaltung ausschließlich von Prof. Swertz aufbereitet und vermittelt wurde, während an der Transformation zum Online-Kurs mehrere Personen beteiligt waren. Die meisten der Themenschwerpunkte werden mit einem Orientierungsvideo eingeleitet. In diesen Videos stellt Prof. Swertz Grundannahmen, geschichtliche Hintergründe oder Kernaspekte der didaktischen Konzepte vor. In weiterer Folge können sich die Studierenden Audiodateien anhören, Texte herunterladen und lesen, Aufgaben bearbeiten und Fragen beantworten. Die Inhalte werden in Form von Text-, Audio- und Videomaterial zur Verfügung gestellt.

Um sich die Inhalte anzueignen werden den Studierenden drei verschiedene Lernpfade auf der Plattform zur Verfügung gestellt, zwischen welchen frei gewählt und jederzeit gewechselt werden kann. Diese wurden anhand verschiedener didaktischer Ideen konzipiert, welche im folgenden Kapitel beschrieben werden und zur Analyse

der Navigationsstile berücksichtigt werden.

3.3 Didaktische Konzepte der Lernpfade

Programmierte Unterweisung

Wie die Bezeichnung "Unterweisung" nahelegt, wird der/dem Lernenden aufgrund ihres/seines Lernverhaltens suggeriert, wie weiter fortzufahren ist. Es handelt sich dabei aber lediglich um Empfehlungen, nicht um verpflichtende Aktionen. In diesem didaktischen Modell stehen dem Lernenden zum Beispiel bei „Comenius -> Bildung“ zwei unterschiedliche beispielhafte Prüfungsfragen zur Verfügung. Bei korrekter Beantwortung wird die/der Lernende zur nächsten Frage weitergeleitet, bei einer fehlerhaften Antwort schlägt das Programm Lerninhalte (z.B. Texte, Videos) vor, welche zur korrekten Beantwortung der Frage hilfreich sind. (moodle.univie.ac.at, Comenius Bildung PI, n.d.) Die/der Lernende muss keine eigenen Beiträge verfassen, wodurch diese Lernmethode als die passivste eingestuft wird. Die im System angezeigten Multiple-Choice-Fragen können auch in der Abschlussprüfung angewendet werden. In diesem Moodle Kurs sind 400 Fragestellungen hinterlegt.

Inquiry Based Learning Pathway

Der zweite mögliche Lernpfad ist der "inquiry based learning pathway". Hierbei ist die/der Lernende in der Rolle der/s aktiven ForscherIn und hat die Aufgabe, Forschungsfragen basierend auf Literatur und vorgegebenen Beispielen zu definieren. Jeder Schritt wird begleitet durch Vorschläge und Anweisungen. Zur Reflexion des persönlichen Outputs der/des Lernenden, erhält diese/dieser diverse Materialien (Videos, Audiodateien), welche didaktische Inhalte erläutern. In diesem Lernpfad ist die/der Lernende am aktivsten und hat sieben Aufgabenbereiche pro Lerneinheit zu absolvieren. Die zu erbringenden Leistungen in diesen Aufgabenbereichen müssen eingereicht werden, werden jedoch nicht von menschlichen Tutoren überprüft. Die/der Lernende muss selbständig reflektieren. Die genutzten Medientypen sind Videos, Texte und Audiodateien. (moodle.univie.ac.at, Allgemeine Didaktik Dewey Bildung IBL, n.d.)

Multi-Stage-learning Pathway

Der dritte Lernpfad besteht aus zwei Aufgabenbereichen, welche die/der Lernende zu absolvieren hat. Via einer Audiodatei wird Inhalt vermittelt und eine Aufgabe gestellt, über die nachgedacht wird, die Hauptideen sollen eingereicht werden. Anschließend wird eine Beispiellösung angezeigt und die/der Lernende kann die eigenen Antworten überarbeiten. Die genutzten Medientypen sind Videos, Texte und Audiodateien. (moodle.univie.ac.at, Allgemeine Didaktik Dewey Bildung MSL, n.d.)

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass der moodle E-learning Kurs „Allgemeine Didaktik“ den Studierenden drei sehr unterschiedliche Lernpfade anbietet. Die in den drei Lernpfaden verwendeten Medientypen sind inhaltlich ident, lediglich die Reihenfolge und Zeitpunkte sind unterschiedlich. Da das Ziel des E-learning Kurses für alle Studierenden gleich ist, sind die identen Inhalte der Medientypen wichtig, damit jede/r Lernende den gleichen Inhalt für die Absolvierung der Prüfung erhält. Durch die Möglichkeit der Studierenden zwischen den drei Lernpfaden jederzeit zu wechseln, können unterschiedlichste Navigationsstile entstehen.

Was der E-learning-Kurs nicht bieten kann, sind individualisierte Empfehlungen basierend auf den Individualcharakteristika der Studierenden. Durch die Möglichkeiten der Analyse von anonymisierten Logfiles können jedoch Navigationsstile herausgearbeitet werden, welche für die Konzeption zukünftiger E-learning-Kurse berücksichtigt werden können. Diese Empfehlungen gelten nur für Multiple-Choice-Fragestellungen, welche durch das E-learning-System leicht evaluiert werden können und nicht individualisiert sind.

Auf der anderen Seite haben der Inhalt und die Rahmenstruktur der vorhergehenden Vorlesung die neue E-learning-Umgebung definiert. Hierbei ist anzumerken, dass die Konzeption sieben MitarbeiterInnen über zwei Jahre beschäftigt hat. Während der Datenerhebung waren manche Inhaltseinheiten noch im Aufbau.

Der Inhalt zwischen der vorhergehenden Vorlesung und der aktuellen E-learning

Plattform hat sich nur teilweise geändert, jedoch ist der Arbeitsaufwand für die Studierenden gestiegen. Viele neue Probleme sind durch die Änderung aufgetreten und die Prüfungsergebnisse waren anfänglich gravierend schlechter.

4. Methode

Das Interesse dieser Arbeit ist es, zu untersuchen, wie sich Studierende durch eine Lernumgebung navigieren. Unter Navigation wird, wie in Kapitel 2.3 beschrieben, der interaktive und explorierende Umgang mit den Wissensseinheiten im LMS verstanden. Diese Praxen können mit verschiedenen Methoden erhoben werden (Iske, Swertz 2005, 11-12). So können zum Beispiel zu Beginn, am Ende und während des Semesters Fragebögen an die Studierenden ausgehändigt werden, Interviews geführt werden, mittels Eye-tracker oder durch Videoaufzeichnungen beobachtet werden, wie die Studierenden sich im Umgang mit dem Lernmaterial verhalten. Auch möglich ist die Aufzeichnung von Audiokomentaren der Studierenden, während dem Erstkontakt mit der Plattform, um Einsicht in die Intentionen der Navigationspraxis zu erhalten. Diese Verfahren setzen aus forschungsethischen Gründen und strukturellen Bedingungen zum einen voraus, dass die TeilnehmerInnen sich über das Forschungssetting bewusst sind, zum anderen können diese Methoden nur Ausschnitte aufzeichnen und nicht den gesamten Prozess. Mittels Sequenzdatenanalyse ist es möglich die Log-Daten der Studierenden über einen längeren Zeitraum aufzuzeichnen und in anonymisierter Form zu verwenden. Daher ist eine explizite Zustimmung der Studierenden nicht notwendig. es wird nicht aktiv ins soziale Geschehen eingegriffen (Iske 2007, 125), die Daten sind nicht speziell für ein Forschungssetting produziert, was wiederum ein „unbefangenes“ Navigieren der Studierenden ermöglicht.

4.1 Optimal-Matching Analyse

Die Optimal-Matching Analyse bietet eine Möglichkeit Sequenzen auf Basis ihrer Distanzen miteinander zu vergleichen. Sie werden nicht nur nach ihrer Länge verglichen, sondern auch danach, wie viele Schritte getätigt werden müssen, damit sich die Sequenzen ähnlich sind. Ziel ist es, Strukturen und Regelmäßigkeiten zwischen den verschiedenen Sequenzen der Studierenden herauszufiltern, um so Navigationsstile identifizieren zu können. Dies ermöglicht die Methode von Levenshtein.

“Die Distanz von Sequenzen als Grad der Unähnlichkeit wird dabei errechnet aus der Anzahl der Transformationsschritte die notwendig sind, um Ausgangssequenz in eine Zielsequenz zu überführen. Ziel dieser Transformationsschritte ist ein alignment (Abgleich, gleiche Anordnung).” (Iske 2007,43)

Es wird also analysiert, wie oft eine Sequenz geändert werden muss, d. h. wie viele Schritte getätigt werden müssen, um sie einer anderen ähnlich zu machen. Hierbei können auch Sequenzen mit unterschiedlichen Längen verglichen werden. Je ähnlicher eine Sequenz einer anderen ist, umso wahrscheinlicher können sie zu einer Navigationsgruppe zusammengefasst werden. (Iske 2007, 55) Die Länge einer Sequenz hat nicht zwangsläufig eine Aussagekraft über den Navigationsstil. Kurze Sequenzen können langen Sequenzen sehr ähnlich sein, da sie ähnliche Muster und Strukturen aufweisen, dies gilt es herauszufiltern. (Iske 2007, 56)

Die verwendete Optimal-Matching Analyse basiert auf Editierdistanzen, die auch als Levenshteindistanzen bezeichnet werden. (Iske 2007, 42) Mit diesem Verfahren werden Abstände zwischen zwei Zeichenketten dadurch berechnet, das ermittelt wird, wie viele Einfüge- Lösch- und Ersetzoperationen erforderlich sind, um eine Zeichenkette in eine andere Zeichenkette zu überführen. Um z.B. Maus in Haus zu überführen, ist eine Ersetzoperation erforderlich. Diese Ersetzoperation kann auch als eine Einfüge- und eine Löschoption betrachtet werden. Dabei können insbesondere auch Zeichenketten unterschiedlicher Länge verglichen werden.

Die Schwierigkeit besteht darin, jeweils die kürzeste Kette von Operationen zu finden, mit denen eine Zeichenkette in eine andere überführt werden kann. Es handelt sich also um ein Optimierungsproblem. Für die algorithmische Bearbeitung dieses Optimierungsproblems wurden verschiedene Lösungen vorgeschlagen, die sich im Blick auf Rechenzeit und Speicherverbrauch unterscheiden. Da im konkreten Anwendungsfall weder die Rechenzeit noch der Speicherverbrauch relevant waren, können die Differenzen der Algorithmen in dieser Hinsicht vernachlässigt werden. Entscheidend ist lediglich, dass die Algorithmen stets zum gleichen Ergebnis kommen.

In der Berechnung wird nun jede Zeichenkette mit jeder anderen Zeichenkette verglichen, so dass insgesamt $n!$ Vergleiche berechnet werden. Für die hier

durchgeführte Analyse ist interessant, welche Zeichenketten sich ähnlich sind, d.h. auf ähnliche Navigationsstile hinweisen. Um Gruppen ähnlicher Zeichenketten zu identifizieren, können die Zeichenketten anhand der gefundenen Distanzen mit einer Clusteranalyse gruppiert werden.

4.1 Datenaufzeichnung

Jeder Klick auf einer beliebigen Internetplattform produziert einen Eintrag in den Log-Daten, der auf dem Server des Plattformbetreibers automatisch gespeichert wird. Im konkreten Fall liegen zwei Aufzeichnungen vor: Zum einen werden Log-Daten durch den Webserver, über den die Inhalte ausgeliefert werden, aufgezeichnet. Zum anderen ist in der verwendeten Lernplattform ein Aufzeichnungssystem vorhanden, das automatisch und ständig das Verhalten der Studierenden registriert. Diese Aufzeichnung kann nicht abgeschaltet werden.

Für diese Arbeit werden die durch die Lernplattform aufgezeichnete Daten verwendet. Die Daten wurden im Wintersemester 2014/15 während der laufenden Vorlesung aufgezeichnet. Die Studierenden wurden nicht darüber benachrichtigt, dass ihre produzierten Einträge in den Log-Daten für Forschungszwecke ausgewertet werden. Welches Bewusstsein die Studierenden dafür haben, dass ihre Daten zugänglich sind, kann hier nicht beurteilt werden. Aus datenschutzrechtlichen und forschungsethischen Gründen wurden die Daten anonymisiert vom Zentralen Informatikdienst der Universität Wien (ZID) zur Verfügung gestellt. Wegen der Anonymisierung kann auch keine Verbindung von Navigationsstilen mit den Prüfungsergebnissen, die ebenfalls in der Lernplattform vorliegen, hergestellt werden.

Der Zeitraum der aufgezeichneten Daten belief sich auf die Aktivitäten zwischen dem 31. März 2014 und dem 18. Februar 2015. Die Datenbasis besteht aus Log-Files von 1.036 unterschiedlichen UserInnen, welche insgesamt 252 429 Aktionen bzw. Klicks vorgenommen haben. Damit wurden durchschnittlich 244 Klicks von jeder/jedem Studierenden im LMS getätigt. Die längste Sequenz einer/einem Studierenden besteht aus 511 Klicks. Die kürzeste Sequenz besteht aus einem Klick.

Am ersten angebotenen Prüfungstermin am Ende des Semesters nahmen 100 Studierende teil. Ende Februar nahmen 141 Studierende an der Prüfung teil, Mitte des

nächsten Semesters 115 Studierende und am Ende des Sommersemesters 2015 99 Studierende. Insgesamt sind also 455 Prüfungsantritte zu vermerken. Da das Material im ganzen Zeitraum zur Verfügung stand und Studierende sich in der Regel erst kurz vor einer Prüfung auf die Prüfung vorbereiten, ist wegen des Beobachtungszeitraums, damit zu rechnen, dass die gewählten Prüfungstermine einen deutlichen Einfluss auf die im Beobachtungszeitraum registrierten Navigationsstile hat.

Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht wie bereits erwähnt ein Forschungssetting, das es ermöglicht, Daten zu erheben, ohne Einfluss auf die Aneignungspraxen der TeilnehmerInnen zu nehmen und mit dem sie trotzdem während des gesamten Aneignungsprozesses beobachtet werden. Dies ist durch die Analyse von Log-Daten möglich. Jeder Klick auf einer Plattform, somit auch in der Online-Vorlesung, produziert einen Eintrag in Log-Files, welche automatisch gespeichert werden. Durch die Freiheit in der Navigation durch den Kurs, werden unterschiedlich, individuelle Pfade möglich. Soll heißen: Durch die Auswahl verschiedener Verknüpfungen können sich individuelle Navigationspfade einer/s jeden Studierenden ergeben. Ob diese Möglichkeit der individuellen Navigation auch genutzt wird und in welcher Reihenfolge die Wissenseinheiten aufgerufen werden ist Teil der Untersuchung. Diese von jeder/m Studierenden erzeugten Pfade oder auch Sequenzen können dann miteinander verglichen und bezüglich ihrer Ähnlichkeiten analysiert werden.

4.2 Datenaufbereitung

Die im Zuge der Zugriffe auf den hier untersuchten Kurs aufgezeichneten Daten wurden vom Zentralen Informatikdienst (ZID) der Universität Wien aus dem Gesamt der in der Lernplattform vorhandenen Aufzeichnungen entnommen und anonymisiert. Dabei wurde das von der Lernplattform verwendete Format bis auf die Anonymisierung nicht verändert. Die im durch Kommas getrennten Format (Comma Seperated Values - CSV) bereitgestellten Aufzeichnungen beginnen wie folgt:

```
"time";"date";"user";"module";"contextlevel";"url";"modul_id";"action";"info"
```

```
"1396250840";"2014-03-31  
09:27:20";"023534288df4d266a9aa4ba3ef6b43ef";"course";NULL;"view.php?id=203  
26";"0";"view";"20326"
```

```
"1396254347";"2014-03-31"
```

```

10:25:47";"b2713a53f2cd4f45091ae58e3402cc3d";"course";NULL;"view.php?id=203
26";"0";"view";"20326"

"1396254367";"2014-03-31
10:26:07";"b2713a53f2cd4f45091ae58e3402cc3d";"forum";"30";"view.php?id=6405
84";"640584";"view forum";"70618"

"1396254370";"2014-03-31
10:26:10";"b2713a53f2cd4f45091ae58e3402cc3d";"forum";"30";"discuss.php?d=31
0849";"640584";"view discussion";"310849"

"1396254580";"2014-03-31
10:29:40";"b3a2a8592133a41f00f271712390f206";"course";NULL;"view.php?id=203
26";"0";"view";"20326"

"1396254583";"2014-03-31
10:29:43";"b3a2a8592133a41f00f271712390f206";"course";NULL;"view.php?id=203
26";"0";"view";"20326"

"1396254617";"2014-03-31
10:30:17";"b3a2a8592133a41f00f271712390f206";"quiz";"80";"view.php?id=69406
1";"694061";"view";"10848"

"1396254640";"2014-03-31
10:30:40";"b3a2a8592133a41f00f271712390f206";"quiz";"80";"review.php?attemp
t=986437";"694061";"attempt";"10848"

"1396254642";"2014-03-31
10:30:42";"b3a2a8592133a41f00f271712390f206";"quiz";"80";"review.php?attemp
t=986437";"694061";"continue attempt";"10848"

```

Bei den Daten handelt es sich um eine tabellarische Darstellung, die nach Zugriffszeitpunkt geordnet ist. Die erste Spalte enthält den Zugriffszeitpunkt in der sogenannten Unixzeit. Die Unixzeit ist ein im Laufe der Entwicklung von auf Unix basierenden Betriebssystemen vereinbarter Standard, nach dem die Zeit in Sekunden seit dem 1.1.1970 UTC gemessen wird. Dadurch kann mit der Zeitangabe leichter gerechnet werden. Ausgehend von dieser Angabe kann die Zeit in eine Darstellung, die dem gregorianischen Kalender folgt, umgerechnet werden. Das Ergebnis dieser Umrechnung ist in der zweiten Spalte angegeben. Die dritte Spalte enthält in Moodle Logfiles normalerweise den Benutzernamen. In diesem Fall wurde jeder Benutzername einer zufällig erzeugten hexadezimal dargestellten Zahl zugeordnet und anschließend jedes Vorkommen durch diese Zahl ersetzt. Damit ist es möglich, alle Einträge, die auf Grund des Zugriffs einer Person erfolgt sind, einander zuzuordnen, ohne dass eine Zuordnung zur Person möglich wäre. Die vierte Spalte enthält die Bezeichnung des Moduls, das im Moodle für die Darstellung der Inhalte

verwendet wurde. Im Moodle werden verschiedene technische Module bereitgestellt, die von der Darstellung von Text über Diskussionsforen bis zu Prüfungen reichen. Bei der Erstellung eines Kurses mit Moodle werden die Module ausgewählt, mit Inhalt gefüllt und in der anzuzeigenden Reihenfolge geordnet. Im obigen Beispiel ist mit "course" das Modul bezeichnet, mit dem die Kursstartseite angezeigt wird. Mit "forum" ist das Diskussionsforum bezeichnet und mit "quizz" eine Multiple-Choice-Frage. Damit werden die Navigationssequenzen innerhalb der Module erkennbar. So wurden in der zweiten und in der dritten Zeile Zugriffe derselben Person aufgezeichnet. In der zweiten Zeile wurde die Startseite des Kurses aufgezeichnet. In der dritten Zeile wurde ein Zugriff auf ein Forum aufgezeichnet.

Nun können im Moodle die gleichen Module mehrfach verwendet werden. In der hier untersuchten Vorlesung wurden z.B. zahlreiche Textseiten und zahlreiche Multiple-Choice-Fragen, aber nur ein Forum angeboten. Auf welche Einzelseite zugegriffen wurde, ergibt sich erst aus der URL (Unified Ressource Locator) und der Modul-ID (Module Identification). Insbesondere ist es möglich, mit der angegebenen URL die Adresszeile des verwendeten Browsers so zu ergänzen, dass die jeweilige Seite aufgerufen wird. Damit kann rekonstruiert werden, auf welche Seite der Zugriff erfolgte.

Innerhalb eines auf einer Seite befindlichen Moduls kann es nun vorkommen, dass eine untergeordnete Sequenz angeboten wird. So werden Multiple-Choice-Fragen zunächst angezeigt. Dann kann eine Antwort eingegeben werden. Anschließend kann die Antwort überprüft werden. Dann kann die Frage erneut angezeigt und eine neue Antwort eingegeben werden. Diese einzelnen Schritte werden als "action" in der Logdatei aufgezeichnet.

Der "Contextlevel" in der vierten Spalte und die "Info" in der sechsten Spalte geben Daten über die Steuerung der Rechte im rollenbasierten Zugriffssystem, mit dem Moodle arbeitet, wieder. (<https://docs.moodle.org/33/en/Context>) Da hier nur Zugriffe von Studierenden analysiert werden und alle Seiten während der gesamten Zeit zugänglich waren, sind diese Daten für die weitere Auswertung nicht relevant.

Die Daten müssen für die Auswertung mit einem Optimal-Matching Verfahren in ein Format konvertiert werden, das die Auswertung nach Sequenzen ermöglicht. (Iske

2007, 41) Für diese Konvertierung ist zunächst relevant, dass als Auswertungsebene die Reihenfolge der pro Person aufgerufenen Wissensseinheiten festgelegt wurde. Daher müssen die Daten zunächst nach Personen geordnet werden. Pro Person müssen die Daten dann nach der Zugriffszeit geordnet werden. Dabei darf die Nutzung einer Wissensseinheit jeweils nur als Zugriff gewertet werden. Zugriffe innerhalb einer Wissensseinheit müssen daher zu einem Zugriff zusammengefasst werden. Das ist im konkreten Fall beim Aufruf einer Multiple Choice Frage der Fall. Das Durchführen einer vollständigen Multiple Choice Frage erfordert fünf Klicks. Diese werden produziert durch Aufrufen der Aufgabe, Einreichen eines Textes, Abgabe des Textes und Bestätigung der Abgabe. Diese Abfolge von Aktionen auf der Plattform werden für die Auswertung zu einem Zugriff auf eine Wissensseinheit zusammengefasst.

Wissenseinheiten definieren sich also aus Sinnzusammenhängen, die durch die Forschenden definiert werden. Dies macht insofern Sinn, als dass das reine Aufrufen einer Seite gewertet wird, ohne eine Aufgabe abzuschließen. Manche Wissensseinheiten bestehen allerdings aus einer einmaligen Aktion. Nicht nachgeprüft werden kann, ob die Studierenden die empfohlenen Texte gelesen haben. Allerdings kann auch der Zugriff auf Freitextaufgaben, die sich auf pdf-Dateien, in denen die Texte bereitgestellt wurden, beziehen, und die innerhalb der Freitextaufgaben aufgerufen werden können, zu mehreren Einträgen in der Logdatei führen. Auch diese Einträge wurden zu einem Eintrag zusammengefasst.

Diese Aufbereitung der Daten wurde mit einem Script vorgenommen, dass aus Gründen der Überprüfbarkeit im Anhang wiedergegeben ist. Die Aufbereitung der Daten erfolgt in den Abschnitten "Reading Log Data" und "Writing Sequenced Data". Wesentlich sind die Sortierung der Daten, die mittels

```
my @data = sort { $a->[2] cmp $b->[2] || $a->[1] cmp $b->[1]} @data or die "Error $!";
```

erfolgt, sowie die Reduktion der Mehrfacheinträge für Wissensseinheiten, die mit

```
$row =~ s/label\ resource\ book\ lightboxgallery\ folder\ page\ url/page/g;
```

erfolgt.

Neben dieser Rekodierung müssen die Daten für die weitere Analyse in ein Format geschrieben werden, dass von der in den nächsten Schritten verwendeten Software

Dann ist es für die Auswertung erforderlich, dass alle Zeilen die gleiche Länge aufweisen. Dafür müssen die Zeilen, die kürzer sind als die längste Zeile, mit Symbolen für fehlende Werte aufgefüllt werden. Dies erfolgt im “preperation 2” überschriebenen Schritt im angehängten Script.

Ein Beispiel für das Ergebnis der beschriebenen Datenaufbereitung ist das folgende:

Die Datenaufbereitung zeigt, dass die insgesamt über 200 000 Zugriffe in 1036 Sequenzen konvertiert wurden. Da jede Sequenz von einer Person erzeugt wurde, haben also 1036 Personen auf den Kurs zugegriffen.

37

```
004d805149028a7a5a156bd75d131922 -> 1
00866f9e635b46efd70d93bf8af772fa -> 2
00a08824a0367d04b4d4bbf3b6e007ac -> 3
00d9139cc1f660272356ea09c4546de8 -> 4
```

Damit können Schritte in den Sequenzen eindeutig auf die Ausgangsdaten zurückgeführt werden.

Die Konvertierung der Modulbezeichnungen hat folgende Werte ergeben:

```
role -> 0
course -> 1
page -> 2
forum_passive -> 3
assign -> 4
quiz -> 5
user -> 6
label -> 7
resource -> 8
book -> 9
lightboxgallery -> 10
folder -> 11
offlinequiz -> 12
forum_active -> 13
forum -> 14
discussion -> 15
```

Da pro Modul im vorliegenden Fall immer die gleiche Wissensart verwendet wurde, können damit die einzelnen Schritte in den Sequenzen mit den jeweils verwendeten Wissensarten verbunden werden. Diese Zuordnung ist für die Interpretation der Sequenzen wesentlich.

4.3 Datenauswertung

Zur Auswertung wird das Programm "Transition Data Analysis" (TDA) verwendet. Bei dem Programm TDA handelt es sich um ein quantitatives Analyseinstrument, welches an der Universität Bochum entwickelt worden ist. (Iske 2007, 55) Es ist ein effizientes

Computerprogramm zur statistischen Analyse großer Datenmengen mit Hilfe von auf Distanzanalysen basierenden Optimal-Matching Verfahren.

Die Sequenzen werden verglichen und auf Muster, Strukturen und Ähnlichkeiten hin untersucht. Erwartet wird hier vor allem eine Anpassung der Navigationspraxen an die Prüfungsmethode, also in diesem Fall die Mehrfachwahlklausur. Wie bereits dargestellt, stehen den Studierenden drei unterschiedliche didaktische Modelle als Lernpfade zur Verfügung. Bei einem davon handelt es sich um die sogenannte Programmierte Unterweisung, welche als Wissensseinheiten Multiple-Choice-Aufgaben bietet. Diese werden mit Wissen der Studierenden teilweise auch in der Abschlussklausur verwendet. These ist hier, dass die Studierenden vor allem anhand dieser Fragen durch den Kurs navigieren und wahllose Navigation beziehungsweise die Orientierung an den anders strukturierten und präsentierten Wissensseinheiten eher gering ist. Nicht berücksichtigt wird der zeitliche Ablauf der Navigationsprozesse. Es wird nicht unterschieden, wann und in welchem exakten Zeitraum die Studierenden auf die Inhalte zugegriffen haben. Soll heißen, manche Studierenden haben in sechs Monaten auf gleich viele Wissensseinheiten zugegriffen wie andere in zwei Wochen. Dies nimmt aber keinen Einfluss auf die Analyse der Navigationsstile. Berücksichtigt werden soll allerdings die Reihenfolge der aufgerufenen Objekte, um den Lernverlauf genauer beschreiben zu können.

Die Analyse erfolgt dabei in mehreren Schritten, die jeweils eine neue Konfiguration der Auswertungssoftware erforderlich machen. Bei der Auswertungssoftware handelt es sich um ein sogenanntes Kommandozeilenwerkzeug. Die Konfiguration erfolgt also nicht durch eine grafische Benutzeroberfläche, sondern durch Konfigurationsdateien, die beim Programmaufruf als Parameter übergeben, eingelesen und abgearbeitet werden.

Ein Beispiel für eine solche Konfigurationsdatei sind die hier entscheidenden Kommandos, die zur Berechnung der Distanzmatrix erforderlich sind:

```
nvar(  
noc = 1200,  
dfile = tda_data4.tda,  
# isel = ge(c1,0),      # select valid cases
```

```

ID = c1,
Y0 = c2,
Y1 = c3,
Y2 = c4,
Y3 = c5,
Y4 = c6,
Y5 = c7,
Y6 = c8,
Y7 = c9,
Y8 = c10,
Y9 = c11,
Y10 = c12,
Y11 = c13,
Y12 = c14,
Y13 = c15,
Y14 = c16,
Y15 = c17,
Y16 = c18,
Y17 = c19,
Y18 = c20,
Y19 = c21,
Y20 = c22,
Y21 = c23,
Y22 = c24,
Y23 = c25,
Y24 = c26,
Y25 = c27,
Y26 = c28,
Y27 = c29,
Y28 = c30,
Y29 = c31,
);

seqdef = Y0,,Y29;

seqm (
df = tda_step1_df.txt,

```

```

dtda = tda_step1_description.txt,
) = tda_step1_distances.txt;

```

Im ersten Schritt wird das Ergebnis der Datenaufbereitung mit dem `nvar`-Kommando eingelesen. Dabei müssen die Anzahl der Sequenzen, die Spalten, die Daten enthalten, sowie die auszuwertenden Spalten mit angegeben werden. Da diese Angaben von den Daten abhängen, wurde die Erzeugung dieser Parameter im angehängten Script implementiert. Anschließend wird mit dem `seqm`-Kommando die Erzeugung der Datenmatrix aufgerufen. Das Ergebnis wird in die Datei `tda_step1_distances.txt` geschrieben.

Diese Datei enthält die Ergebnisse aller ca. 530 000 berechneten Distanzen. Das Ergebnis enthält folgende Daten, die hier nur in einem kurzen Auszug wiedergegeben werden:

2	1	29	7	26.00
3	1	29	7	24.00
3	2	29	29	44.00
4	1	19	7	12.00
4	2	19	29	34.00
4	3	19	29	14.00

In den ersten beiden Spalten sind die Sequenznummern der verglichenen Sequenzen angegeben. Die dritte Spalte enthält die Distanz. Die vierte Spalte enthält die Länge der ersten Sequenz. Die fünfte Spalte enthält die gewichtete Distanz.

Mit Hilfe einer Clusteranalyse werden anschließend die Sequenzen anhand der gefundenen Distanzen gruppiert. Die Clusteranalyse ist ein heuristisches, strukturen-entdeckendes Verfahren, welches es ermöglicht, Objekte systematisch zu klassifizieren. (Iske 2007, 108) Dabei gibt die Berechnung keine Hinweise auf sinnvolle, sondern nur auf rechnerisch mögliche Klassifikationen. Welche Klassifikation sinnvoll ist, muss inhaltlich entschieden werden.

Das beste Verfahren zur Berechnung der Cluster ist, wie Iske (ebd.) gezeigt hat, die Durchführung einer hierarchischen Analyse nach Ward. Die Berechnung wurde mit folgender Parametrisierung durchgeführt:

```
# Erzeugen eines Graphen aus den Distanzwerten
```

```

gdd (
gt=2,                # graph type: undirected, valued - required for hcls
)=I,J,V;

# hierararchische clusteranalyse (hcls) der Distanzen

hcls (
opt=7,              #7=Ward; 1=single-link; 2=complete-link
df=tda_hcls_dendogramm_cluster.txt,
pcf=tda_hcls_dendogramm_plotter.txt,
) =tda_hcls_output.txt; #Ausgabedatei

```

Das Ergebnis der Berechnung ist eine Klassifikation der Sequenzen anhand der gefundenen Distanzen mittels einer hierarchischen Clusteranalyse nach Ward. Damit können Klassen ähnlicher Sequenzen identifiziert werden.

5. Ergebnisse

5.1 Navigationsstile

Zentral für die Datenauswertung ist zunächst die gefundene Clustermatrix, die im Anhang wiedergegeben ist. Die letzte Ebene der Matrix gibt die Einzelfälle wieder, so dass mit den im Anhang wiedergegebenen Daten die enthaltenen Sequenzen identifiziert werden können. Eine Inspektion der Sequenzen legt die Vermutung nahe, dass eine Lösung mit acht Clustern sinnvoll ist:

```
(2071,1036) <- (2069,168) <- (2041,51) <- (1753,21)
                                     <- (1963,30)
                                     <- (2067,117) <- (2062,48)
                                     <- (2065,69)
<- (2070,868) <- (2064,79) <- (2047,20)
                                     <- (2061,59)
                                     <- (2068,789) <- (2063,524)
                                     <- (2066,265)
```

Für jeden der Cluster wurden die in den Clustern enthaltenen Sequenzen zusammengestellt und mit Blick auf die Navigationsstile interpretiert. Die Cluster können folgendermaßen beschrieben werden:

Typ 1 (Cluster 1753, 21 Fälle): In diesem Cluster sind überwiegend Sequenzen enthalten, in denen fast ausschließlich auf die Multiple-Choice-Aufgaben zugegriffen wurde. Die Sequenzlängen legen nahe, dass alle Multiple-Choice-Aufgaben, die im Kurs angeboten wurden, durchgearbeitet worden sind, andere Seiten, die Kommunikationen oder Texte enthalten, aber nicht verwendet wurden. Dieser Typ kann als aufgabenorientiert bezeichnet werden.

Typ 2 (Cluster 1963, 30 Fälle): In diesem Cluster sind überwiegend Sequenzen enthalten, in denen ebenfalls zahlreiche Zugriffe auf die Multiple-Choice-Fragen enthalten sind. Allerdings werden diese Sequenzen immer wieder durch Zugriffe auf die Kursstartseite unterbrochen. Dafür gibt es zwei mögliche Erklärungen: Entweder wurden die Aufgaben nicht in einer langen Sitzung bearbeitet, oder es wurde ein

Browser verwendet, der die zuletzt genutzte Seite nicht speichert und es daher in einer neuen Sitzung erforderlich macht, zunächst die zuletzt benutzte Seite über die Kursstartseite zu identifizieren. In beiden Fällen ist der Navigationsstil kaum vom Typ 1 zu unterscheiden. Dieser Typ ist daher ebenfalls als aufgabenorientiert und sicherheitsorientiert zu kennzeichnen.

Typ 3 (Cluster 2062, 48 Fälle): Dieser Typ unterscheidet sich in der Auswahl der aufgerufenen Seiten nicht von Typ 2. Allerdings sind die Sequenzen deutlich kürzer. Hier wurde nur maximal die Hälfte der verfügbaren Aufgaben aufgerufen. Insofern kann dieser Typ als aufgabenorientiert und risikobereit bezeichnet werden.

Typ 4 (Cluster 2065, 69 Fälle) ist recht ähnlich zu Typ 3, allerdings werden in diesen Fällen am Anfang der Sequenzen auch andere Wissensarten als die Multiple-Choice-Aufgaben aufgerufen. Dabei werden aber immer nur wenige andere Wissensarten abgefragt. Offensichtlich wurde hier von den Lernenden das Angebot ausprobiert, aber nicht weiterverfolgt. Insofern kann dieser Typ als explorativ-aufgabenorientiert bezeichnet werden.

Typ 5 (Cluster 2047, 20 Fälle): In den hier zugeordneten Sequenzen wurde überwiegend auf die Kursstartseite oder das Forum zugegriffen. Da auf der Kursstartseite das Forum angezeigt wurde und an der Anzeige auf der Kursstartseite zu erkennen war, ob neue Nachrichten vorhanden sind, ist anzunehmen, dass hier überwiegend Interesse an der Kommunikation bestand. Auffallend ist, dass so gut wie keine Multiple-Choice-Aufgaben und auch kaum Inhaltsseiten aufgerufen worden sind. Es ist anzunehmen, dass die TeilnehmerInnen nicht die bereitgestellten Inhalte, sondern Informationen über den Kurs aus anderen Quellen verwendet haben. Dieser Typ kann als kommunikationsorientiert bezeichnet werden.

Typ 6 (Cluster 2061, 59 Fälle): In den hier zugeordneten Sequenzen wurde häufig auf Freitextaufgaben und die darin enthaltenen Texte zugegriffen. Zugriffe auf andere Seiten finden sich kaum. Insofern kann dieser Typ als textorientiert bezeichnet werden.

Typ 7 (Cluster 2063, 524 Fälle): In diesem mit Abstand größten Cluster sind überwiegend Sequenzen vorhanden, die nur 2-5 Aufrufe der Kursstartseite einhalten. Offenbar handelt es sich um Personen, die sich für den Kurs angemeldet und einen

ersten Blick darauf geworfen, sich dann aber gegen den Kurs entschieden haben. Diese Fälle können als NichtteilnehmerInnen bezeichnet werden.

Typ 8 (Cluster 2066, 265 Fälle): In diesem Cluster sind überwiegend Sequenzen von Personen enthalten, die etwa 20 Mal die Startseite besucht und gelegentlich das Forum aufgerufen haben. Hier ist anzunehmen, dass die TeilnehmerInnen zwar am Kurs interessiert sind, die Klausur aber zu einem späteren Zeitpunkt schreiben möchten und daher die Inhalte noch nicht rezipieren. Dieser Navigationsstil kann daher als beobachtender Stil beschrieben werden.

Folgende Abbildung zeigt die Verteilung der Navigationsstile und verbildlicht wie viele unterschiedliche Aneignungspraxen sich in der Lernumgebung zeigen. Die Navigationsstile 1 bis 4 ähneln sich und sind daher in Blautönen gehalten.

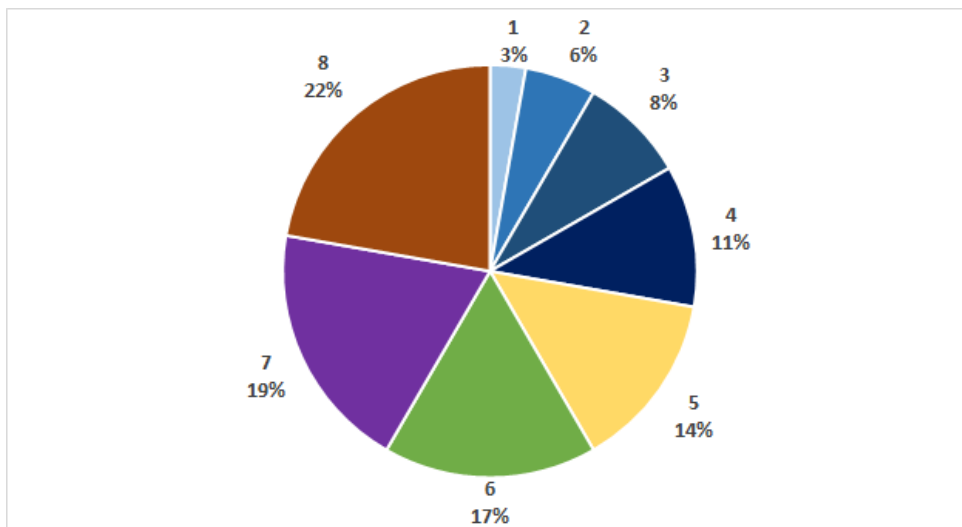


Abbildung 2: Verteilung der Navigationsstile (eigene Abbildung)

5.2 Empfehlung unter Berücksichtigung vorliegender Navigationsdaten

Um eine Grundlage für automatische Empfehlungen unter Berücksichtigung vorliegender Navigationsdaten zu schaffen, sollte untersucht werden, nach wie vielen Navigationsschritten die Zuordnung zu einem Navigationsstil möglich ist, so dass aus dem Durchschnitt der vorhandenen Navigationsdaten in diesem Cluster der Typ identifiziert werden kann. Dafür wurde für jeden Typ eine Sequenz ausgewählt. Anschließend wurde die Sequenz der vorhandenen Daten hinzugefügt und schrittweise verlängert.

Die gewählte Sequenz für den Typ 8 lautet: 475: 0 1 1 3 1 1 1 1 3 1 2 1 2 2 3 3 3 1 1 2 1 2 1 2 1 1 1 2 1 1 1 1 3 3 3 10 3 3 1 3 3 1 3 3 3 1 1 2

Dabei hat sich allerdings herausgestellt, dass die Distanzanalyse mit Optimal-Matching Verfahren durch die Berücksichtigung der Sequenzlänge eine Ähnlichkeit der neuen Sequenzen mit den vorhandenen Sequenzen erst ergibt, wenn sich die Sequenzlängen einander annähern. So wurden neue Sequenzen in allen Fällen zunächst dem Typus der NichtteilnehmerInnen zugeordnet. Eine Differenzierung ergibt sich erst nach deutlich mehr Navigationsschritten. Eine Ähnlichkeit kann mit diesem Verfahren erst festgestellt werden, wenn die Sequenzen ähnliche Längen aufweisen und die neue, einzuordnende Sequenz bereits weitgehend vorhanden ist, die Navigation also schon stattgefunden hat. Damit kann auf der Grundlage dieses Vorgehens keine Empfehlung berechnet werden.

In der Auswertung hat sich dieses Vorgehen aber neben den inhaltlichen Problemen auch aus technischen Gründen als nicht praktikabel erwiesen, da schon die hier vorgenommene Berechnung mit einem durchschnittlichen Computer etwa 25 Sekunden in Anspruch nimmt. Eine Anwendung, mit der die Ergebnisse dieser Berechnung neben einer Reihe anderer Auswertungen in einer Kalkulation berücksichtigt werden würde, könnte also keine in Lernprozessen akzeptablen Antwortzeiten liefern.

Daher wurde versucht, die berücksichtigte Länge der vorhandenen Sequenzen der jeweiligen Länge der neuen Sequenz anzupassen, insbesondere um den hohen Einfluss der Länge zu reduzieren. Es wurde also zunächst eine Analyse durchgeführt,

die nur den ersten Schritt berechnet. Da in fast allen Fällen der erste Einstieg entweder über die Kursstartseite (die im Vorlesungsverzeichnis verfügbar war) oder über die persönliche Startseite (die nach dem Login über das Moodle ohne den Umweg über das Vorlesungsverzeichnis angezeigt wurde) erfolgte und nur in wenigen Fällen ein direkter Link auf das Forum verwendet wurde, ergeben sich nur zwei Cluster. Die Zuordnung der zu testenden Sequenzen erfolgte in diesem Fall jeweils zu dem Cluster, in dem der gleiche erste Schritt vorhanden war. Das galt auch bei Verlängerung der Sequenzen. Insofern hat sich das Verfahren bewährt. Allerdings entsteht mit diesem Verfahren ein neues Problem: Da die Sequenzen nur bis zur jeweils vorgegebenen Länge berücksichtigt werden, kann zunächst keine Aussage über einen zu empfehlenden nächsten Schritt getroffen werden

Wenn z.B. eine neue Sequenz drei Schritte umfasst und also nur die ersten drei Schritte von allen Sequenzen berücksichtigt werden, führt das Verfahren nicht zu sinnvollen Clustern. Sinnvolle Cluster entstehen erst bei deutlich höheren Sequenzlängen.

Die Forschungsfrage dieser Arbeit lautet:

Welche Navigationsstile können identifiziert werden und wie viele Klicks von Studierenden werden benötigt, um eine individualisierte Lernsequenzempfehlung geben zu können?

Im Laufe der Forschung stellte sich heraus, dass diese Frage in ihrer Komplexität im Rahmen der Arbeit nicht zur Gänze beantwortet werden kann. Zwar wurden die verschiedenen Navigationsstile anhand der Log-Daten der Studierenden kategorisiert und beschrieben. Jedoch müsste, um eine adäquate Lernempfehlung geben zu können, eine neue Analysemethode geschaffen werden, da sich alle Verfahrensversuche (siehe oben) als nicht zielführend erwiesen. Die Entwicklung einer neuen Analysemethode übersteigt den Rahmen dieser Arbeit, die Forschungslücke kann somit nicht vollständig geschlossen werden. Dieses offen gebliebene Vorhaben gibt Anreiz für weiterführende Arbeiten, insbesondere in interdisziplinärer Verknüpfung von Bildungswissenschaft und Informatik.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend werden die theoretischen Grundlagen, das methodische Vorgehen und die Ergebnisse überblickshaft beschrieben. Zu Beginn wurden die Grenzen der Computertechnologie dargestellt um zu zeigen, welche Folgen sie für die Vermittlung von Wissen hat. Ergebnis ist hier, dass Computer in diesem Forschungsrahmen eine zweifache Rolle einnehmen, nämlich die des Forschungsgegenstandes und die des Mittels zur Auswertung der Forschungsdaten. Somit gibt der Computer eine eigene Sachlogik vor, die bei der Beurteilung der Ergebnisse berücksichtigt werden muss. Die Studierenden sind im Umgang in diesem vorgegebenen Rahmen frei. Auch der Einfluss der Struktur des Kurses, welcher sich auf den Aneignungsprozess auswirkt, wurde beleuchtet und nimmt seinen größten Einfluss vor allem in den Anforderungen der Prüfung an die Studierenden. Die Angebote der didaktischen Pfade nehmen nur wenig Einfluss darauf, für welchen Pfad sich die Studierenden entscheiden. Der größte Prozentsatz der aktiv teilnehmenden Studierenden entschied sich für den der Prüfung entsprechenden Lernpfad.

Die Vorlesung "BM 13 Allgemeine Didaktik" wird bereits seit 2012 unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Christian Swertz angeboten. Struktureller Rahmen sowie auch ein Großteil der Inhalte der Präsenz-Vorlesung ähnelten stark und in großen Teilen der jetzigen Version der Distance-Lehrveranstaltung. Auch die Prüfungsmodalität ist seitdem gleichbleibend und viele der Prüfungsfragen wiederholten sich über die Semester. Ein Teil der Fragen, die im Online-Kurs im Lernpfad der Programmed Instruction aufscheinen, waren den Studierenden möglicherweise aus Altfragensammlungen bekannt. Diese verbreiten sich häufig über gemeinschaftliche Internetforen wie Facebook. Der Tatsache geschuldet, dass viele TeilnehmerInnen nur wenige Einträge in den Log-Files produziert haben, besteht die Vermutung, dass der Ort des Lernens von der Plattform woanders hin verlegt wurde. Werden die Ergebnisse mit dem Sommersemesterkurs 2016 verglichen, zeigen sich bereits Unterschiede in Benutzungsintensität und -art. Viele der Prüfungsfragen werden nun nicht mehr im Kurs angezeigt und ein Lernen der Altfragen ist mit einem gesteigerten Risiko, die Prüfung nicht zu bestehen, verbunden. Es scheint, als habe es eine

Eingewöhnungsphase an den Online-Kurs gegeben und mit dem Wandel der impliziten Prüfungsanforderungen habe sich die Nutzung des Kurses geändert.

Mit dem Programm TDA wurden die über das Semester gesammelten Daten miteinander verglichen und geclustert. Die dann in Gruppen geordneten Daten wurden einzeln miteinander verglichen und analysiert.

In dieser Arbeit wurde hierdurch gezeigt, dass Log-Daten von E-Learning-Plattformen für das pädagogische Feld nutzbar sind. Die Sequenzen der Studierenden, die sich ergeben:

- können miteinander verglichen werden
- Navigationsstile können erkannt werden
- Prognosen für den weiteren Lernverlauf konnten im Rahmen dieser Arbeit nicht entwickelt werden

Es konnten insgesamt acht unterschiedliche Navigationsstile identifiziert werden, die unterschiedliche Vorgehensweisen der Studierenden beschreiben.

- Typ 1: Aufgabenorientiert
- Typ 2: Aufgaben- und sicherheitsorientiert
- Typ 3: Aufgabenorientiert und risikobereit
- Typ 4: Explorativ – aufgabenorientiert
- Typ 5: Kommunikationsorientiert
- Typ 6: Textorientiert
- Typ 7: Nichtteilnehmend
- Typ 8: Beobachtend

Der Großteil der analysierten Typen navigiert aufgabenorientiert durch die Online-Lernplattform, wodurch gezeigt wird, dass die Mehrzahl der Studierenden prüfungsorientiert navigiert (Typ 1-4 / 26%). Fast ein Viertel der eingeschriebenen Studierenden war nicht aktiv, was die Vermutung nahelegt, dass die Prüfung zu einem anderen Zeitpunkt absolviert wird (Typ 7 und 8 / 41%). Immerhin 22% (Typ 8) zeigten beobachtenden Strukturen in der Navigation, anders als 19% (Typ 7) die überhaupt keine Aktivitäten zeigten. Ca. ein Drittel der Studierenden navigiert nicht prüfungsorientiert und setzt sich mit Inhalten in Form von Text auseinander und

tauschte sich im Forum aus (Typ 5 und 6 / 31%).

Diese Strategie wurde bisher zumeist nur in der Marktforschung verwendet und im pädagogischen Bereich nur selten beschrieben. Dieses Vorgehen ermöglicht allerdings einen geringen Eingriff in die Praxis der Studierenden und ein sehr reales Forschungssetting. Die Vorhersage, nach wie vielen Klicks die Navigation eines Studierenden einem Lernstil zugewiesen werden kann, ist weiterhin unerforscht. Dieser letzte Forschungsschritt konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht beantwortet werden (siehe Kapitel 5.3). In weiterer Folge könnte an dieser noch vorhandenen Forschungslücke und an den den Aneignungsprozess fördernden Formulierungen der Empfehlungen geforscht, sowie eine Datentriangulation durchgeführt werden, welche einen tiefgehenderen Aufschluss über die Navigationspraxen der Studierenden gibt. (Iske, Swertz 2005, 11-12)

Die Aussagekraft dieser Masterarbeit beschränkt sich auf die Erhebung und den sequenziellen Vergleich der Navigationsprozesse der Studierenden. Aussagen über den Lernerfolg oder über das Vorgehen bei der Auseinandersetzung mit den Inhalten (Bsp. Texte) lassen sich auf Basis dieser Ergebnisse nicht treffen. Auch könnte ein Vergleich von dem erforschten Semester und von den folgenden von Interesse sein, da es sich beim erforschten Kurs um die erste Durchführung der Vorlesung als Online-Vorlesung handelte. Da die Studierenden ihre Erfahrungen häufig austauschen, ist ein anderer Umgang mit dem LMS in den folgenden Semestern zu erwarten. Als weiterer Forschungsschritt könnte eine Einsicht in die Intention der Studierenden interessant sein, um herauszufinden wie sich diese auf den Aneignungsprozess auswirken.

7. Anhang

7.1 Literatur

- Directors of the Degree Programmes (2011): Curriculum für das Bachelorstudium Bildungswissenschaft. Online im Internet: http://senat.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/senat/Konsolidierte_Curricula/Bachelors/BA_Bildungswissenschaft.pdf [Stand: 04.06.16]
- Forstner, A. (2015a): Allgemeine Didaktik. Dewey.Bildung-MSL. Online im Internet: URL:<https://moodle.univie.ac.at/mod/assign/view.php?id=727827> [Stand: 04.06.16]
- Fortsner, A. (2015b): Dewey. Bildung. IBL. Online im Internet: URL: <https://moodle.univie.ac.at/mod/assign/view.php?id=727790> [Stand: 04.06.16]
- Gruschka, A. (2002): Didaktik. Das Kreuz mit der Vermittlung. Elf Einsprüche gegen den didaktischen Betrieb, Wetzlar: Büchse der Pandora
- Iske, S.; Swertz, C. (2005): Methodologische Fragen der Verwendung von Bild-, Ton- und Textdaten zur Navigationsanalyse. In: MedienPädagogik (1) 4, 8.6.2005. http://www.medienpaed.com/04-1/iske_swertz04-1.pdf [Stand: 28.06.17]
- Iske, S. (2007): Navigationsanalyse. Methodologie der Analyse von Prozessen der Online-Navigation mittels Optimal-Matching. Universität, Frankfurt
- Meder, N. (2006): Web-Didaktik. Eine neue Didaktik webbasierten, vernetzten Lernens. Bielefeld: Bertelsmann Verlag
- Rektorat der Universität Wien (2011): Interner Newsletter der Universität Wien, 46. Online im Internet: URL: <http://intern.newsletter.univie.ac.at/interner-newsletter-neu/mai-2011/#a26846><http://comment.univie.ac.at/08-3/2/> [Stand: 04.06.16]
- Swertz, C. (2004): Didaktisches Design: ein Leitfaden für den Aufbau hypermedialer Lernsysteme mit der Web-Didaktik. Bielefeld: Bertelsmann

Swertz, C. (2015): Die semantische Ordnung der Dinge im Web. [Electronic Version]. Medienimpulse, Ausgabe 2/2015

Swertz, C. (2014a): Allgemeine Didaktik. Orientierung. Online im Internet: URL: <https://moodle.univie.ac.at/course/view.php?id=20326> [Stand: 04.06.16]

Swertz, C. (2014b): Allgemeine Didaktik. Orientierung. Online im Internet: URL: http://lerndorf.at/know/db/index.cgi?navigation=inhalt_index&teilkurs_adr=1&teilkurs_id=737&lexikon=inhalt&art_id=16751&modus=teilkurs&thema_id=4389&autor=#anker [Stand: 04.06.16]

Swertz, C.; Barberi, A.; Forstner, A.; et. al (2014): A SMS with a KISS. Towards a Pedagogical Design of a Metadata System for Adaptive-learning Pathways. Online im Internet: homepage.univie.ac.at/~swertz2/texte/.../2014_06_edmedia.pdf [Stand: 26.06.2017]

Schulmeister, R. (2006): eLearning – Einsichten und Aussichten. München; Wien: Oldenbourg

Tilg, D. (2012): Blended Learning an der Universität Wien. Ein Vergleich von eLearning-Kursen mittels der didaktischen Ontologie nach Meder. Dipl. Arbeit: Universität, Wien

Moodle (2012): Philosophie. Online im Internet: URL: <https://docs.moodle.org/31/de/Philosophie>, [Stand: 27.06.17]

Moodle (2015): Pädagogik. Fortschritt in der Anwendung. Online im Internet: URL: https://docs.moodle.org/31/de/P%C3%A4dagogik#Fortschritt_in_der_Anwendung, [Stand: 27.06.17]

Universität Wien (2017): Bildungswissenschaft. Infos zum Studienbeginn und zum ersten Semester. Online im Internet: URL: http://studentpoint.univie.ac.at/vor-dem-studium/detailansicht/studium/033-645/?tx_univiestudentpoint_pi1%5Bbackpid%5D=96349&cHash=57909724ddf4079936535e129a11ab46; [Stand: 27.06.17]

7.2 Abbildungen

Swertz, C. (2014): PowerPoint. Dewey. Online im Internet: URL: http://lerndorf.at/know/db/index.cgi?teilkurs_adr=23&lexikon=inhalt&navigation=inhalt_index&modus=teilkurs&teilkurs_id=737&autor=&art_id=16761&thema_id=777#anker [Stand: 28.08.2015]

Intuitel (2015): Intuitel Structure. Online im Internet: URL: <http://www.intuitel.de/structure/> [Stand: 28.08.2015]

7.3 Konvertierungs- und Auswertungssteuerung

```
#!/usr/bin/perl
```

```
#!/usr/bin/perl

use strict;

use warnings;


# CONFIG

my $filename = "swertz_logs2.csv";

my $dataprepmode = "onestudentperline";

my $seperator = ",";

my $max_sequence_length = 30;

my $max_number_of_cases = 1200;

my $max_cluster = 6;


open (my $fh_documentation, '>', 'tda_documentation.txt');


#####

# Reading Log Data

#####


print $fh_documentation "Reading file: $filename \n";


open(my $fh, '<:encoding(UTF-8)', $filename)

    or die "Could not open file '$filename' $!";


my @data = ();

my @fieldnames = (); # list of fields in the raw data


my $counter = 1;


while (my $row = <$fh>) {

    chomp ($row);
```

```

if ($counter == 1) { #First Line: Field Names

    print $fh_documentation "Fieldnames: ";

    @fieldnames = (split ($seperator,$row));

    foreach (@fieldnames) {

        my $fieldname = $_;

        $fieldname =~ s/\W//g;

        print $fh_documentation $fieldname , " ";

    }

    print $fh_documentation "\n";

} else {

    push @data, [(split ($seperator,$row))];

}

$counter++;

}

close $filename;

close $fh;

#####

# Writing Sequenced Data

#####

$counter = 0;

my $number_of_cases = 1;

my $sequence_length = 1;

if ($dataprepmode eq "onestudentperline") {

    # open tda data file

```

```

open (my $fh_data, '>', 'tda_data1.tda');

# sorting data by student and by time

my @userids = (); # map userids to counter and print mapping later on

my @data = sort { $a->[2] cmp $b->[2] || $a->[1] cmp $b->[1]} @data or die "Error $!";

my $priorstudent = $data[$counter][2];

# output by username, one student per line, considering limits for cases and line length
print $fh_data $data[$counter][2], " ";

while ((scalar @data > $counter) and ($number_of_cases < $max_number_of_cases)) {
    my $currentstudent = $data[$counter][2];

    # newline only if student changes
    if (not($currentstudent eq $priorstudent)) {
        print $fh_data "\n";
        $number_of_cases++;
        $sequence_length = 1;
        $priorstudent = $currentstudent;

        # first value per line for tda is a number

        # we use the counter here but store the student for debugging
        print $fh_data $data[$counter][2], " ";

        # push @userids = [($data[$counter][2], $counter)];
    };

    print "$data[$counter][3] $data[$counter][7] \n" if $data[$counter][3] eq 'forum'
and $data[$counter][7] =~ /add/;

    # mark lurker
    $data[$counter][3] = 'forum_active' if ($data[$counter][3] eq 'forum' and
$data[$counter][7] =~ /add/);

    $data[$counter][3] = 'forum_passive' if ($data[$counter][3] eq 'forum' and
$data[$counter][7] =~ /view/);

    print $fh_data $data[$counter][3], " " if ($sequence_length <
$max_sequence_length);

    $counter ++;

    $sequence_length++;
}

```

```

}

print $fh_documentation "Total log file entries considered:", $counter, "\n";
close $fh_data;

# Rewrite some of the data due to strange moodle input
open ($fh_data, '<', 'tda_data1.tda');

my @lines = ();

while (my $row = <$fh_data>) {
    # remove garbage from moodle
    $row =~ s/label\ resource\ book\ lightboxgallery\ folder\ page\ url/page/g;
    # remove white spaces from left
    $row =~ s/^\s+//;

    push @lines, $row;
}

close $fh_data;
open ($fh_data, '>', 'tda_data2.tda');
    print $fh_data "@lines";
close $fh_data;

} else {

    print "\nFatal Error: Mode for data preperation not selected\n Possible Values:
onestudentperline, \n";

}

#####
# preparing data for tda and create tda configuration files
#####

# preperation 1: replace usernames by line numbers, count sequence length

```

```

open (my $fh_data, '<', 'tda_data2.tda');

my @lines = ();

$counter = 1;

my $max_spaces = 1; # tda needs the lines to be filled with spaces

print $fh_documentation "\n#####Username Replacements#####\n\n";

while (my $row = <$fh_data>) {
    # remove leading spaces
    $row =~ s/^\s+//;

    # count number of spaces which is equal to sequence length
    my $spaces = () = $row =~ /\ /gi;

    $max_spaces = $spaces if $max_spaces < $spaces;

    # replace user name by line number plus space, write username->line number for
documentation
    $row =~ s/(\S+\s+)/$counter /;

    my $username = "$1";

    print $fh_documentation "$username -> $counter \n";

    push @lines, $row;

    $counter ++;
}

$counter --;

close $fh_data;

# preperation 2: fill lines with stars for tda
my $spaces = "";

for (my $i=0; $i <= $max_spaces; $i++) {
    $spaces .= "* ";
}

print $fh_documentation "Maximum line length: $max_spaces \n";

foreach my $line (@lines) {
    chomp ($spaces);

    chomp ($line);

```

```

        $line .= $spaces;
    }

    open ($fh_data, '>', 'tda_data3.tda');
    foreach my $line (@lines) {
        print $fh_data "$line \n";
    }
    close $fh_data;

# preperation 3: replace moodle log entries by numbers, document replacements

print $fh_documentation "\n#####Moodle Log Entry -> Replacements#####\n\n";

# create list of possible moodle log entries
open ($fh_data, '<', 'tda_data3.tda');
my @entries = ();
while (my $row = <$fh_data>) {
    my @line = ();
    @line = (split (" ", $row));
    foreach my $entry (@line) {
        if (($entry =~ /\D/) and ($entry !~ /\s/) and ($entry !~ /\*/)) { # don't search
number of row, spaces and missing values
            my $entryfound = 0;
            foreach my $list (@entries) {

                $entryfound = 1 if ($list eq $ entry);
            }
            push @entries, $entry unless ($entryfound == 1);
            $entryfound = 0;
        }
    }
}

close $fh_data;

# document replacements

```

```

$counter = 0;

foreach my $entry (@entries) {

    print $fh_documentation "$entry -> $counter \n";

    $counter++;

}

# replace moodle log entries in data file by numbers
open ($fh_data, '<', 'tda_data3.tda');

@lines = ();

while (my $row = <$fh_data>) {

    $counter = 0;

    foreach my $entry (@entries) {

        chomp ($entry);

        $row =~ s/\b$entry\b/$counter/g;

        $counter++;

    }

    push @lines, $row;

}

close $fh_data;

open ($fh_data, '>', 'tda_data4.tda');

foreach my $line (@lines) {

    print $fh_data "$line";

}

close $fh_data;

print $fh_documentation "\n\n ##### TDA Output #####\n\n";

# tda configuration for distance analysis: create tda_step1.cfg
open (my $fh_config, '>', 'tda_step1.cfg');

print $fh_config "nvar(
noc = $max_number_of_cases,
dfile = tda_data4.tda,

```

```

# isel = ge(c1,0),      # select valid cases

ID = c1,";

for (my $count = 0; $count < $max_sequence_length; $count ++ ) {
    my $y = $count; # tda faengt mit 0 an
    my $c = $count + 2; #erste zeile ist ID, also überpringen
    print $fh_config "\nY$y = c$c,";
}

print $fh_config '
);

seqdef = Y0,,Y';

print $fh_config $max_sequence_length - 1;

print $fh_config '
seqm (
#icost = 1,      # indel

#scost = 2,      # (6.7.2.2; p4)"2"=datenbasiert (ohne Angabe = Default = 2 = gnstiger nach Diss
Stefan)

#sm = 2,          # identical states is substituted by a single occurence of that state (wenn aktiv
= doppelte aufrufe werden durch einen ersetzt)

df = tda_step1_df.txt,

dt da = tda_step1_description.txt,          #create tda description file (6.7.2.2)

) = tda_step1_distances.txt;

wspss (
) = tda_step1_distances.spss;
';

close $fh_config;

open(TDA, "./tda maxnv=32000 cb len=150000 cf=tda_step1.cfg | ");

```

```

while ( <TDA> ) {print $fh_documentation $_; print $_};

# tda configuration for cluster analysis: create tda_step2.cfg, perform analysis

open ($fh_config, '>', 'tda_step2.cfg');

print $fh_config '
# einlesen der Distanzwerte
nvar (
dfile=tda_step1_distances.txt,
noc=';

print $fh_config $max_number_of_cases * 1000;

print $fh_config ',
I=c1,           #erste Spalte; Fall x
J=c2,           #zweite Spalte; Fall y
V=c5,           #fünfte Spalte der ld.df; Ergebnis des Vergleichs: Distanz x und y
);

# Erzeugen eines Graphen aus den Distanzwerten
gdd (
gt=2,           # graph type: undirected, valued required for hcls
)=I,J,V;

# Ausgabe des Graphen (nur zur Kontrolle)
gdp (gn=1,) = tda_step2_graph.txt;

# hierarchische clusteranalyse (hcls) der Distanzen
hcls (
opt=7,         #7=Ward; 1=single-link; 2=complete-link
df=tda_hcls_dendogramm_cluster.txt, #Dendogramm
pcf=tda_hcls_dendogramm_plotter.txt, #Plotter
)

```

```

=tda_hcls_output.txt; #Ausgabedatei

';

close $fh_config;

print $fh_documentation "\n\n SECOND CALL \n\n";

open(TDA, "./tda maxnv=32000 maxmat=500 maxstd=40 cblen=1500 cf=tda_step2.cfg | ");

while ( <TDA> ) {print $fh_documentation $_; print $_;};

# tda configuration for cluster analysis: create tda_step3.cfg

open ($fh_config, '>', 'tda_step3.cfg');

print $fh_config '

nvar (
dfile=tda_hcls_dendogramm_cluster.txt,
noc=1000000,
I=c1,
J=c2,
V=c3,
);

gdd (
gt=3,  #3 directed, unvalued;
) = I,J,V;

#Ausgabe der Cluster mit unnbegrenzter Zahl der Fälle
hclsp (
nlev=';
print $fh_config $max_spaces;
print $fh_config ' ,                #Anzahl Fusionsschritte
) = tda_step3_cluster_unlimited.txt;

```

```

#Ausgabe der Cluster mit begrenzter Zahl der Fälle

hclsp (
nlev=';
print $fh_config $max_cluster;
print $fh_config ',          # Fusionsschritte
) = tda_step3_cluster_limited.txt;

gdd=off;

gdd (
gt=1,  #3 directed, unvalued;
) = I,J,V;

psfile = test1.ps; # output file

psetup(
pxlen = 420, # length of x axis in mm
pylen = 600, # length of y axis in mm
pxa = 0,6, # user coordinates on x axis
pya = -1,1, # user coordinates on y axis
);

ptree (gn=1) = test2.ps;

gdd=off;

gdd (
gt=2,  #3 directed, unvalued;
) = I,J,V;

psfile = grafik1.ps; # output file

psetup(

```

```

pxlen = 210, # length of x axis in mm
pylen = 297, # length of y axis in mm
pxa = 0,6, # user coordinates on x axis
pya = -1,1, # user coordinates on y axis
);

pltree (gn=1, nc=6, gt=1, fs=0, pl=1);

psfile = grafik2.ps; # output file

psetup(
pxlen = 210, # length of x axis in mm
pylen = 297, # length of y axis in mm
pxa = 0,6, # user coordinates on x axis
pya = -1,1, # user coordinates on y axis
);

pltree (gn=1, nc=6, gt=1, fs=0, pl=2);

psfile = grafik3.ps; # output file

psetup(
pxlen = 210, # length of x axis in mm
pylen = 297, # length of y axis in mm
pxa = 0,6, # user coordinates on x axis
pya = -1,1, # user coordinates on y axis
);

pltree (gn=1, nc=6, gt=1, fs=0, pl=3);
';

close $fh_config;

print $fh_documentation "\n\n THIRD CALL \n\n";

```

```
open(TDA, "./tda maxnv=32000 maxmat=500 maxstd=40 cblen=1500 cf=tda_step3.cfg | ");
```

```
while ( <TDA> ) {print $fh_documentation $_; print $_};
```

```
close $fh_config;
```

```
close $fh_documentation;
```

7.3 Vollständige Clutermatrix

```
(2071,1036) <- (2069,575) <- (2061,205) <- (2047,77) <- (1983,16) <- (1962,10) <-
(1848,6) <- (1635,2) <- (478,1)

<- (483,1)

<- (1681,4) <- (35,1)

<- (1588,3) <- (906,1)

<- (1434,2) <- (914,1)

<- (964,1)

(1863,4) <- (243,1) <-

<- (1526,3) <- (84,1)

<- (1486,2) <- (31,1)

<- (107,1)

(1802,4) <- (193,1) <- (1966,6) <-

<- (1756,3) <- (114,1)

<- (1655,2) <- (164,1)

<- (352,1)

(1818,2) <- (848,1) <-

<- (981,1)

(1919,11) <- (1712,3) <- (931,1) <- (2039,61) <- (1981,31) <-

<- (1515,2) <- (30,1)
```

```

<- (174,1)

<- (1855,8)    <- (229,1)

<- (1771,7)    <- (1517,4)    <- (75,1)

<- (1419,3)    <- (881,1)

<- (1358,2)    <- (663,1)

<- (918,1)

<- (1589,3)    <- (977,1)

<- (1436,2)    <- (836,1)

<- (923,1)

(1967,20)    <- (1821,2)    <- (76,1)

<- (605,1)

<- (1940,18)    <- (1770,6)    <- (1578,2)    <- (5,1)

<- (815,1)

<- (1767,4)    <- (601,1)

<- (1595,3)    <- (543,1)

<- (1478,2)    <- (115,1)

<- (943,1)

<- (1899,12)    <- (1612,5)    <- (1376,2)    <- (129,1)

<- (223,1)

<- (1529,3)    <- (843,1)

<- (1513,2)    <- (55,1)

<- (1036,1)

<- (1697,7)    <- (357,1)

<- (1619,6)    <- (1389,4)    <- (1306,2)    <- (4,1)

```

$\leftarrow (141, 1)$
 $\leftarrow (1321, 2)$ $\leftarrow (414, 1)$
 $\leftarrow (788, 1)$
 $\leftarrow (1569, 2)$ $\leftarrow (88, 1)$
 $\leftarrow (279, 1)$
 $(2002, 10)$ $\leftarrow (1831, 5)$ $\leftarrow (1659, 2)$ $\leftarrow (143, 1)$ $\leftarrow (2032, 30)$ $\leftarrow$
 $\leftarrow (384, 1)$
 $\leftarrow (1726, 3)$ $\leftarrow (245, 1)$
 $\leftarrow (1540, 2)$ $\leftarrow (470, 1)$
 $\leftarrow (728, 1)$
 $\leftarrow (1918, 5)$ $\leftarrow (1793, 2)$ $\leftarrow (181, 1)$
 $\leftarrow (894, 1)$
 $\leftarrow (1836, 3)$ $\leftarrow (956, 1)$
 $\leftarrow (1719, 2)$ $\leftarrow (563, 1)$
 $\leftarrow (722, 1)$
 $(2014, 20)$ $\leftarrow (1923, 5)$ $\leftarrow (1716, 2)$ $\leftarrow (640, 1)$ $\leftarrow$
 $\leftarrow (901, 1)$
 $\leftarrow (1790, 3)$ $\leftarrow (727, 1)$
 $\leftarrow (1644, 2)$ $\leftarrow (287, 1)$
 $\leftarrow (786, 1)$
 $\leftarrow (1996, 15)$ $\leftarrow (1927, 4)$ $\leftarrow (1735, 2)$ $\leftarrow (171, 1)$
 $\leftarrow (266, 1)$
 $\leftarrow (1838, 2)$ $\leftarrow (263, 1)$
 $\leftarrow (306, 1)$

```

<- (1985,11)    <- (1900,5)    <- (1469,2)    <- (213,1)

<- (225,1)

<- (1722,3)    <- (475,1)

<- (1543,2)    <- (448,1)

<- (924,1)

<- (1906,6)    <- (1736,2)    <- (132,1)

<- (351,1)

<- (1888,4)    <- (1658,2)    <- (146,1)

<- (378,1)

<- (1715,2)    <- (675,1)

<- (859,1)

(1418,5)    <- (1292,3)    <- (218,1)    <- (2057,128)    <- (1941,28)    <- (1695,11)    <-

<- (1283,2)    <- (622,1)

<- (730,1)

<- (1299,2)    <- (73,1)

<- (281,1)

(1593,6)    <- (1356,2)    <- (698,1)    <-

<- (735,1)

<- (1392,4)    <- (453,1)

<- (1335,3)    <- (323,1)

<- (1281,2)    <- (732,1)

<- (774,1)

(1666,7)    <- (1470,4)    <- (203,1)    <- (1824,17)    <-

<- (1363,3)    <- (589,1)

```

```

<- (1355,2)    <- (889,1)

<- (1014,1)

<- (1591,3)    <- (482,1)

<- (1459,2)    <- (433,1)

<- (599,1)

(1706,10)    <- (1571,3)    <- (67,1)

<- (1364,2)    <- (570,1)

<- (607,1)

<- (1667,7)    <- (1471,2)    <- (201,1)

<- (506,1)

<- (1530,5)    <- (1423,3)    <- (394,1)

<- (1371,2)    <- (286,1)

<- (973,1)

<- (1447,2)    <- (611,1)

<- (996,1)

(1980,28)    <- (1915,11)    <- (1698,5)    <- (1464,2)    <- (2043,100)    <- (2019,67)    <-
<- (350,1)

<- (389,1)

<- (1592,3)    <- (377,1)

<- (1437,2)    <- (825,1)

<- (949,1)

<- (1812,6)    <- (1570,4)    <- (1450,2)    <- (593,1)

<- (820,1)

<- (1480,2)    <- (86,1)

<- (411,1)

```

```

<- (1638,2)    <- (400,1)

<- (635,1)

<- (1932,17)   <- (1807,9)    <- (1688,4)    <- (1443,2)    <- (644,1)

<- (688,1)

<- (1463,2)    <- (359,1)

<- (575,1)

<- (1692,5)    <- (1476,2)    <- (133,1)

<- (150,1)

<- (1521,3)    <- (442,1)

<- (1466,2)    <- (302,1)

<- (637,1)

<- (1892,8)    <- (1605,4)    <- (1439,2)    <- (693,1)

<- (717,1)

<- (1547,2)    <- (365,1)

<- (571,1)

<- (1745,4)    <- (191,1)

<- (1675,3)    <- (238,1)

<- (1539,2)    <- (512,1)

<- (740,1)

(1987,39)    <- (1852,13)    <- (1801,8)    <- (1611,4)    <- (694,1)    <-

<- (1494,3)    <- (643,1)

<- (1369,2)    <- (349,1)

<- (870,1)

<- (1618,4)    <- (1402,2)    <- (467,1)

```

```

<- (521,1)

<- (1445,2)    <- (619,1)

<- (650,1)

<- (1810,5)    <- (1524,3)    <- (198,1)

<- (1444,2)    <- (629,1)

<- (846,1)

<- (1541,2)    <- (459,1)

<- (982,1)

<- (1975,26)   <- (1879,13)   <- (1557,2)   <- (259,1)

<- (696,1)

<- (1817,11)   <- (1685,3)    <- (773,1)

<- (1601,2)    <- (823,1)

<- (900,1)

<- (1758,8)    <- (1538,4)    <- (940,1)

<- (1452,3)    <- (560,1)

<- (1438,2)    <- (710,1)

<- (960,1)

<- (1671,4)    <- (256,1)

<- (1411,3)    <- (673,1)

<- (1327,2)    <- (241,1)

<- (581,1)

<- (1948,13)   <- (1862,4)    <- (1552,2)   <- (294,1)

<- (300,1)

<- (1743,2)    <- (3,1)

```

```

<- (658,1)

<- (1871,9)    <- (1740,5)    <- (1577,2)    <- (27,1)

<- (1008,1)

<- (1645,3)    <- (746,1)

<- (1467,2)    <- (285,1)

<- (367,1)

<- (1819,4)    <- (1563,2)    <- (161,1)

<- (469,1)

<- (1731,2)    <- (196,1)

<- (920,1)

(1909,10)    <- (549,1)                                <- (2029,33)    <-

<- (1869,9)    <- (1643,4)    <- (1446,2)    <- (617,1)

<- (935,1)

<- (1551,2)    <- (309,1)

<- (381,1)

<- (1808,5)    <- (1548,2)    <- (344,1)

<- (410,1)

<- (1614,3)    <- (97,1)

<- (1555,2)    <- (270,1)

<- (714,1)

(2010,23)    <- (1920,7)    <- (1022,1)                                <-

<- (1870,6)    <- (1677,3)    <- (358,1)

<- (1567,2)    <- (110,1)

<- (1018,1)

```

```

<- (1739,3)    <- (893,1)

<- (1572,2)    <- (56,1)

<- (665,1)

<- (1938,16)   <- (1832,6)   <- (1622,3)   <- (585,1)

<- (1417,2)    <- (29,1)

<- (879,1)

<- (1678,3)    <- (104,1)

<- (1354,2)    <- (932,1)

<- (1012,1)

<- (1864,10)   <- (1765,5)   <- (178,1)

<- (1752,4)    <- (822,1)

<- (1615,3)    <- (407,1)

<- (1574,2)    <- (43,1)

<- (1009,1)

<- (1775,5)    <- (1420,3)   <- (863,1)

<- (1367,2)    <- (500,1)

<- (1035,1)

<- (1651,2)    <- (216,1)

<- (1021,1)

(1683,23)    <- (1498,8)    <- (2068,370)   <- (2063,146)   <- (2050,112)   <- (2028,58)   <-
(1229,2)    <- (759,1)

<- (842,1)

<- (1266,6)    <- (712,1)

<- (1183,5)    <- (211,1)

<- (1136,4)    <- (427,1)

```

```

<- (1100,3)    <- (534,1)

<- (1073,2)    <- (752,1)

<- (831,1)

<- (1579,15)   <- (1404,4)   <- (974,1)

<- (1322,3)    <- (562,1)

<- (1236,2)    <- (406,1)

<- (861,1)

<- (1493,11)   <- (1345,6)   <- (1242,2)   <- (296,1)

<- (403,1)

<- (1259,4)    <- (32,1)

<- (1181,3)    <- (221,1)

<- (1147,2)    <- (373,1)

<- (787,1)

<- (1428,5)    <- (182,1)

<- (1409,4)    <- (307,1)

<- (1319,3)    <- (755,1)

<- (1235,2)    <- (441,1)

<- (531,1)

(1986,35)   <- (1878,13)   <- (1607,4)   <- (1312,2)   <- (798,1)

<- (991,1)

<- (1511,2)   <- (87,1)

<- (535,1)

<- (1710,9)   <- (1362,2)   <- (602,1)

<- (657,1)

```

```

<- (1492,7)    <- (1386,4)    <- (392,1)

<- (1268,3)    <- (113,1)

<- (1246,2)    <- (125,1)

<- (833,1)

<- (1394,3)    <- (1001,1)

<- (1289,2)    <- (316,1)

<- (992,1)

<- (1942,22)   <- (1744,15)   <- (1453,2)   <- (518,1)

<- (615,1)

<- (1682,13)   <- (1425,4)    <- (199,1)

<- (1348,3)    <- (979,1)

<- (1313,2)    <- (792,1)

<- (1013,1)

<- (1665,9)    <- (1422,6)    <- (1323,2)   <- (387,1)

<- (631,1)

<- (1332,4)    <- (849,1)

<- (1265,3)    <- (327,1)

<- (1237,2)    <- (405,1)

<- (936,1)

<- (1583,3)    <- (556,1)

<- (1405,2)    <- (348,1)

<- (495,1)

<- (1816,7)    <- (452,1)

<- (1746,6)    <- (1505,3)   <- (972,1)

```

$\leftarrow (1410, 2)$ $\leftarrow (288, 1)$
 $\leftarrow (550, 1)$
 $\leftarrow (1520, 3)$ $\leftarrow (608, 1)$
 $\leftarrow (1458, 2)$ $\leftarrow (436, 1)$
 $\leftarrow (804, 1)$
 $(2017, 10)$ $\leftarrow (1949, 4)$ $\leftarrow (1822, 2)$ $\leftarrow (34, 1)$ $\leftarrow (2042, 54)$ $\leftarrow$
 $\leftarrow (911, 1)$
 $\leftarrow (1846, 2)$ $\leftarrow (39, 1)$
 $\leftarrow (761, 1)$
 $\leftarrow (1972, 6)$ $\leftarrow (1859, 3)$ $\leftarrow (777, 1)$
 $\leftarrow (1690, 2)$ $\leftarrow (293, 1)$
 $\leftarrow (767, 1)$
 $\leftarrow (1881, 3)$ $\leftarrow (819, 1)$
 $\leftarrow (1782, 2)$ $\leftarrow (664, 1)$
 $\leftarrow (802, 1)$
 $(2036, 44)$ $\leftarrow (2021, 20)$ $\leftarrow (1990, 11)$ $\leftarrow (1898, 3)$ $\leftarrow (695, 1)$ $\leftarrow$
 $\leftarrow (1837, 2)$ $\leftarrow (275, 1)$
 $\leftarrow (564, 1)$
 $\leftarrow (1937, 8)$ $\leftarrow (1794, 2)$ $\leftarrow (18, 1)$
 $\leftarrow (995, 1)$
 $\leftarrow (1931, 6)$ $\leftarrow (772, 1)$
 $\leftarrow (1895, 5)$ $\leftarrow (921, 1)$
 $\leftarrow (1820, 4)$ $\leftarrow (649, 1)$
 $\leftarrow (1661, 3)$ $\leftarrow (720, 1)$

```

<- (1482,2)    <- (77,1)

<- (83,1)

<- (2009,9)    <- (1886,3)    <- (669,1)

<- (1791,2)    <- (232,1)

<- (395,1)

<- (1969,6)    <- (1853,3)    <- (686,1)

<- (1631,2)    <- (546,1)

<- (878,1)

<- (1911,3)    <- (488,1)

<- (1534,2)    <- (725,1)

<- (852,1)

<- (2025,24)    <- (1974,13)    <- (1815,5)    <- (1640,2)    <- (353,1)

<- (766,1)

<- (1730,3)    <- (283,1)

<- (1560,2)    <- (210,1)

<- (315,1)

<- (1904,8)    <- (1748,4)    <- (1457,2)    <- (455,1)

<- (978,1)

<- (1501,2)    <- (590,1)

<- (1007,1)

<- (1777,4)    <- (68,1)

<- (1705,3)    <- (145,1)

<- (1481,2)    <- (78,1)

<- (130,1)

```

```

<- (1997,11)    <- (1858,6)    <- (1628,2)    <- (616,1)

<- (662,1)

<- (1680,4)    <- (254,1)

<- (1497,3)    <- (431,1)

<- (1378,2)    <- (89,1)

<- (528,1)

<- (1894,5)    <- (262,1)

<- (1860,4)    <- (1629,2)    <- (578,1)

<- (962,1)

<- (1729,2)    <- (224,1)

<- (253,1)

(1877,6)    <- (1573,2)    <- (44,1)

<- (430,1)

<- (1687,4)    <- (1451,2)    <- (569,1)

<- (860,1)

<- (1546,2)    <- (423,1)

<- (627,1)

(1952,6)    <- (1642,3)    <- (311,1)

<- (1627,2)    <- (709,1)

<- (967,1)

<- (1854,3)    <- (305,1)

<- (1630,2)    <- (573,1)

<- (1032,1)

(1978,6)    <- (519,1)

(2051,34)    <- (2013,12)    <-
(2038,22)    <-

```

```

<- (1953,5)    <- (1484,2)    <- (57,1)

<- (101,1)

<- (1921,3)    <- (785,1)

<- (1489,2)    <- (7,1)

<- (318,1)

(1988,16)    <- (1961,8)    <- (1912,4)    <- (1465,2)    <- (310,1)    <-

<- (670,1)

<- (1648,2)    <- (252,1)

<- (685,1)

<- (1913,4)    <- (1724,2)    <- (292,1)

<- (703,1)

<- (1742,2)    <- (14,1)

<- (119,1)

<- (1968,8)    <- (1768,4)    <- (90,1)

<- (1594,3)    <- (151,1)

<- (1441,2)    <- (687,1)

<- (806,1)

<- (1876,4)    <- (545,1)

<- (1769,3)    <- (541,1)

<- (1576,2)    <- (38,1)

<- (214,1)

(1565,2)    <- (134,1)    <- (2066,224)    <- (2041,34)    <- (1916,9)    <-

<- (332,1)

(1684,7)    <- (1507,5)    <- (862,1)    <-

```

```

<- (1412,4)    <- (625,1)

<- (1293,3)    <- (197,1)

<- (1287,2)    <- (385,1)

<- (580,1)

<- (1550,2)    <- (329,1)

<- (718,1)

(1914,8)    <- (1737,3)    <- (801,1)    <- (2037,25)    <-

<- (1380,2)    <- (62,1)

<- (704,1)

<- (1889,5)    <- (2,1)

<- (1734,4)    <- (1474,2)    <- (180,1)

<- (726,1)

<- (1553,2)    <- (290,1)

<- (841,1)

(1991,17)    <- (1843,4)    <- (1537,2)    <- (610,1)    <-

<- (641,1)

<- (1657,2)    <- (156,1)

<- (817,1)

<- (1955,13)    <- (1773,5)    <- (1477,2)    <- (116,1)

<- (672,1)

<- (1700,3)    <- (638,1)

<- (1460,2)    <- (416,1)

<- (812,1)

<- (1880,8)    <- (1558,2)    <- (251,1)

```

<- (577,1)

 <- (1804,6) <- (1508,3) <- (399,1)

 <- (1414,2) <- (163,1)

 <- (291,1)

 <- (1532,3) <- (827,1)

 <- (1353,2) <- (942,1)

 <- (989,1)

 (2024,31) <- (1934,10) <- (1523,3) <- (209,1) <- (2065,190) <- (2058,54) <-

 <- (1435,2) <- (888,1)

 <- (986,1)

 <- (1856,7) <- (82,1)

 <- (1803,6) <- (1673,3) <- (874,1)

 <- (1531,2) <- (880,1)

 <- (907,1)

 <- (1732,3) <- (260,1)

 <- (1562,2) <- (188,1)

 <- (317,1)

 <- (2005,21) <- (1903,8) <- (1717,2) <- (591,1)

 <- (969,1)

 <- (1830,6) <- (1709,4) <- (887,1)

 <- (1647,3) <- (273,1)

 <- (1448,2) <- (595,1)

 <- (945,1)

 <- (1783,2) <- (646,1)

```

<- (1002,1)

<- (1956,13)    <- (1872,8)    <- (1669,4)    <- (626,1)

<- (1598,3)    <- (19,1)

<- (1440,2)    <- (692,1)

<- (925,1)

<- (1845,4)    <- (92,1)

<- (1738,3)    <- (61,1)

<- (1535,2)    <- (716,1)

<- (731,1)

<- (1896,5)    <- (1699,3)    <- (1034,1)

<- (1449,2)    <- (594,1)

<- (933,1)

<- (1714,2)    <- (757,1)

<- (769,1)

(2026,23)    <- (1945,8)    <- (1755,3)    <- (858,1)

<- (1468,2)    <- (219,1)

<- (481,1)

<- (1766,5)    <- (748,1)

<- (1585,4)    <- (1416,2)    <- (50,1)

<- (142,1)

<- (1472,2)    <- (192,1)

<- (276,1)

<- (2001,15)    <- (1844,4)    <- (1509,2)    <- (154,1)

<- (587,1)

```

```

<- (1603,2)    <- (666,1)

<- (1011,1)

<- (1999,11)   <- (1834,5)   <- (1636,2)   <- (463,1)

<- (705,1)

<- (1704,3)    <- (91,1)

<- (1653,2)    <- (179,1)

<- (739,1)

<- (1897,6)    <- (1519,3)   <- (751,1)

<- (1454,2)    <- (507,1)

<- (1003,1)

<- (1753,3)    <- (934,1)

<- (1633,2)    <- (497,1)

<- (985,1)

(2054,63)   <- (2035,27)   <- (2012,14)   <- (1970,6)   <- (1901,3)   <- (2062,136)   <-
<- (885,1)

<- (1763,2)   <- (59,1)

<- (603,1)

<- (1936,3)   <- (623,1)

<- (1564,2)   <- (147,1)

<- (428,1)

<- (1992,8)   <- (1779,5)   <- (1556,2)   <- (264,1)

<- (372,1)

<- (1701,3)   <- (919,1)

<- (1462,2)   <- (379,1)

<- (998,1)

```

```

<- (1930,3)    <- (1024,1)

<- (1847,2)    <- (28,1)

<- (632,1)

<- (2016,13)   <- (1827,3)   <- (600,1)

<- (1641,2)    <- (324,1)

<- (443,1)

<- (1935,10)   <- (1723,2)   <- (364,1)

<- (1010,1)

<- (1928,8)    <- (651,1)

<- (1908,7)    <- (1602,2)   <- (778,1)

<- (1027,1)

<- (1797,5)    <- (691,1)

<- (1759,4)    <- (864,1)

<- (1621,3)    <- (1028,1)

<- (1415,2)    <- (152,1)

<- (176,1)

<- (2045,36)   <- (1959,16)   <- (1762,2)   <- (326,1)

<- (621,1)

<- (1917,14)   <- (1597,6)    <- (1374,4)   <- (1244,2)   <- (200,1)

<- (401,1)

<- (1324,2)    <- (371,1)

<- (396,1)

<- (1487,2)    <- (26,1)

<- (269,1)

```

```

<- (1623,8)    <- (496,1)

<- (1600,7)    <- (1382,5)    <- (1238,2)    <- (380,1)

<- (592,1)

<- (1336,3)    <- (429,1)

<- (1295,2)    <- (170,1)

<- (490,1)

<- (1510,2)    <- (136,1)

<- (207,1)

<- (2004,20)    <- (1893,11)    <- (1696,8)    <- (1398,4)    <- (554,1)

<- (1349,3)    <- (542,1)

<- (1315,2)    <- (689,1)

<- (994,1)

<- (1475,4)    <- (1326,2)    <- (297,1)

<- (910,1)

<- (1413,2)    <- (175,1)

<- (813,1)

<- (1761,3)    <- (999,1)

<- (1686,2)    <- (565,1)

<- (764,1)

<- (1979,9)    <- (1907,6)    <- (1829,4)    <- (760,1)

<- (1760,3)    <- (745,1)

<- (1500,2)    <- (809,1)

<- (857,1)

<- (1839,2)    <- (248,1)

```

<- (828,1)

 <- (1946,3) <- (206,1)

 <- (1883,2) <- (386,1)

 <- (630,1)

 (2055,73) <- (2040,44) <- (1958,11) <- (1654,3) <- (165,1) <-

 <- (1650,2) <- (240,1)

 <- (274,1)

 <- (1910,8) <- (1788,3) <- (391,1)

 <- (1625,2) <- (912,1)

 <- (975,1)

 <- (1849,5) <- (1533,2) <- (743,1)

 <- (1017,1)

 <- (1613,3) <- (415,1)

 <- (1544,2) <- (440,1)

 <- (987,1)

 <- (2031,33) <- (1998,13) <- (1840,3) <- (215,1)

 <- (1720,2) <- (552,1)

 <- (652,1)

 <- (1963,10) <- (1795,4) <- (1305,2) <- (9,1)

 <- (525,1)

 <- (1718,2) <- (582,1)

 <- (758,1)

 <- (1933,6) <- (1764,4) <- (1637,2) <- (420,1)

 <- (679,1)

```

<- (1663,2)    <- (13,1)

<- (383,1)

<- (1842,2)    <- (158,1)

<- (839,1)

<- (2022,20)   <- (1971,6)   <- (1786,2)   <- (446,1)

<- (840,1)

<- (1926,4)    <- (1721,2)   <- (510,1)

<- (922,1)

<- (1787,2)    <- (404,1)

<- (797,1)

<- (1982,14)   <- (1689,4)   <- (1408,2)   <- (325,1)

<- (508,1)

<- (1604,2)    <- (479,1)

<- (896,1)

<- (1965,10)   <- (1813,3)   <- (49,1)

<- (1728,2)    <- (237,1)

<- (456,1)

<- (1924,7)    <- (168,1)

<- (1814,6)    <- (37,1)

<- (1587,5)    <- (1406,2)   <- (336,1)

<- (927,1)

<- (1502,3)    <- (579,1)

<- (1400,2)    <- (606,1)

<- (950,1)

```

<- (2044,29) <- (2000,16) <- (1866,10) <- (1676,3) <- (138,1)

 <- (1549,2) <- (342,1)

 <- (540,1)

 <- (1851,7) <- (1774,5) <- (1455,2) <- (499,1)

 <- (884,1)

 <- (1670,3) <- (64,1)

 <- (1503,2) <- (526,1)

 <- (678,1)

 <- (1789,2) <- (366,1)

 <- (668,1)

 <- (1964,6) <- (1727,3) <- (551,1)

 <- (1559,2) <- (242,1)

 <- (244,1)

 <- (1754,3) <- (376,1)

 <- (1639,2) <- (390,1)

 <- (613,1)

 <- (2008,13) <- (1939,4) <- (1545,2) <- (426,1)

 <- (742,1)

 <- (1660,2) <- (108,1)

 <- (112,1)

 <- (1989,9) <- (1868,5) <- (1733,2) <- (184,1)

 <- (708,1)

 <- (1811,3) <- (837,1)

 <- (1568,2) <- (106,1)

```

<- (971,1)

<- (1875,4)    <- (851,1)

<- (1826,3)    <- (713,1)

<- (1634,2)    <- (493,1)

<- (930,1)

(1273,11)    <- (2070,461)    <- (2064,315)    <- (2049,110)    <- (1947,52)    <- (1694,20)    <-
               <- (553,1)

<- (1202,10)    <- (117,1)

<- (1099,9)    <- (537,1)

<- (1092,8)    <- (596,1)

<- (1086,7)    <- (671,1)

<- (1077,6)    <- (711,1)

<- (1065,5)    <- (780,1)

<- (1058,4)    <- (814,1)

<- (1055,3)    <- (834,1)

<- (1042,2)    <- (948,1)

<- (990,1)

(1383,9)    <- (1220,3)    <- (33,1)

<- (1164,2)    <- (319,1)

<- (557,1)

<- (1269,6)    <- (618,1)

<- (1221,5)    <- (23,1)

<- (1217,4)    <- (45,1)

<- (1201,3)    <- (121,1)

<- (1075,2)    <- (734,1)

```

```

<- (890,1)

(1433,19)    <- (1252,3)    <- (438,1)

<- (1193,2)    <- (149,1)

<- (683,1)

<- (1387,16)    <- (1270,3)    <- (22,1)

<- (1231,2)    <- (634,1)

<- (1031,1)

<- (1341,13)    <- (1090,2)    <- (604,1)

<- (875,1)

<- (1274,11)    <- (702,1)

<- (1204,10)    <- (105,1)

<- (1188,9)    <- (169,1)

<- (1177,8)    <- (233,1)

<- (1165,7)    <- (313,1)

<- (1106,6)    <- (520,1)

<- (1098,5)    <- (544,1)

<- (1085,4)    <- (674,1)

<- (1067,3)    <- (775,1)

<- (1057,2)    <- (824,1)

<- (1023,1)

(1499,13)    <- (1226,6)    <- (1,1)

<- (1150,5)    <- (362,1)

<- (1129,4)    <- (451,1)

<- (1117,3)    <- (486,1)

```

```

<- (1101,2)    <- (533,1)

<- (835,1)

<- (1311,7)    <- (1076,2)    <- (723,1)

<- (1016,1)

<- (1179,5)    <- (227,1)

<- (1118,4)    <- (477,1)

<- (1102,3)    <- (529,1)

<- (1056,2)    <- (832,1)

<- (957,1)

(1432,9)    <- (1340,5)    <- (937,1)    <- (1977,58)    <- (1850,21)    <-

<- (1261,4)    <- (231,1)

<- (1253,3)    <- (747,1)

<- (1211,2)    <- (74,1)

<- (363,1)

<- (1393,4)    <- (984,1)

<- (1255,3)    <- (847,1)

<- (1213,2)    <- (65,1)

<- (719,1)

(1702,12)    <- (1584,9)    <- (1347,5)    <- (205,1)    <-

<- (1331,4)    <- (795,1)

<- (1307,3)    <- (855,1)

<- (1155,2)    <- (346,1)

<- (929,1)

<- (1391,4)    <- (744,1)

```

```

<- (1334,3)    <- (763,1)

<- (1282,2)    <- (647,1)

<- (897,1)

<- (1649,3)    <- (886,1)

<- (1291,2)    <- (249,1)

<- (793,1)

(1772,21)    <- (1316,2)    <- (624,1)

<- (915,1)

<- (1679,19)    <- (1272,8)    <- (271,1)

<- (1271,7)    <- (1019,1)

<- (1153,6)    <- (356,1)

<- (1114,5)    <- (492,1)

<- (1112,4)    <- (502,1)

<- (1048,3)    <- (898,1)

<- (1044,2)    <- (926,1)

<- (955,1)

<- (1429,11)    <- (1325,3)    <- (953,1)

<- (1239,2)    <- (341,1)

<- (830,1)

<- (1384,8)    <- (1186,4)    <- (177,1)

<- (1142,3)    <- (412,1)

<- (1107,2)    <- (517,1)

<- (555,1)

<- (1258,4)    <- (516,1)

```

```

<- (1088,3)    <- (639,1)

<- (1070,2)    <- (765,1)

<- (826,1)

(1800,16)    <- (1399,2)    <- (681,1)                                <-

<- (789,1)

<- (1668,14)    <- (1491,4)    <- (614,1)

<- (1257,3)    <- (532,1)

<- (1219,2)    <- (36,1)

<- (869,1)

<- (1516,10)    <- (1385,6)    <- (489,1)

<- (1333,5)    <- (1267,3)    <- (148,1)

<- (1234,2)    <- (454,1)

<- (928,1)

<- (1285,2)    <- (425,1)

<- (883,1)

<- (1421,4)    <- (976,1)

<- (1264,3)    <- (331,1)

<- (1227,2)    <- (877,1)

<- (951,1)

                                <- (2059,205)    <- (2033,67)    <- (660,1)

                                <- (2030,66)                                <-

(1216,41)    <- (47,1)

<- (1212,40)    <- (66,1)

<- (1200,39)    <- (123,1)

<- (1196,38)    <- (135,1)

```

<- (1191,37) <- (155,1)

<- (1187,36) <- (173,1)

<- (1175,35) <- (257,1)

<- (1170,34) <- (284,1)

<- (1168,33) <- (303,1)

<- (1167,32) <- (304,1)

<- (1161,31) <- (330,1)

<- (1158,30) <- (339,1)

<- (1156,29) <- (345,1)

<- (1154,28) <- (354,1)

<- (1146,27) <- (374,1)

<- (1141,26) <- (417,1)

<- (1139,25) <- (419,1)

<- (1130,24) <- (447,1)

<- (1128,23) <- (462,1)

<- (1126,22) <- (465,1)

<- (1124,21) <- (468,1)

<- (1123,20) <- (471,1)

<- (1115,19) <- (491,1)

<- (1104,18)

(1857,25) <- (1750,14) <- (1580,5) <- (322,1)

<-

<- (1310,4) <- (588,1)

<- (1262,3) <- (656,1)

<- (1230,2) <- (750,1)

```

<- (938,1)

<- (1609,9)    <- (1395,6)    <- (1233,2)    <- (536,1)

<- (958,1)

<- (1290,4)    <- (1240,2)    <- (337,1)

<- (762,1)

<- (1241,2)    <- (312,1)

<- (334,1)

<- (1485,3)    <- (131,1)

<- (1302,2)    <- (51,1)

<- (1025,1)

<- (1825,11)   <- (1586,8)   <- (1288,4)   <- (1052,2)   <- (853,1)

<- (944,1)

<- (1152,2)    <- (360,1)

<- (872,1)

<- (1350,4)    <- (393,1)

<- (1251,3)    <- (539,1)

<- (1172,2)    <- (278,1)

<- (895,1)

<- (1596,3)    <- (217,1)

<- (1303,2)    <- (48,1)

<- (126,1)

(1835,37)    <- (1276,14)    <- (586,1)    <- (2048,138)    <- (2018,64)    <-

<- (1184,13)    <- (189,1)

<- (1182,12)    <- (212,1)

```

```

<- (1173,11)    <- (272,1)

<- (1171,10)    <- (280,1)

<- (1169,9)     <- (289,1)

<- (1166,8)     <- (308,1)

<- (1162,7)     <- (328,1)

<- (1157,6)     <- (343,1)

<- (1135,5)     <- (432,1)

<- (1111,4)     <- (504,1)

<- (1068,3)     <- (771,1)

<- (1063,2)     <- (791,1)

<- (803,1)

<- (1799,23)    <- (1343,15)    <- (1082,2)    <- (697,1)

<- (1026,1)

<- (1275,13)    <- (779,1)

<- (1197,12)    <- (128,1)

<- (1174,11)    <- (268,1)

<- (1132,10)    <- (439,1)

<- (1119,9)     <- (476,1)

<- (1113,8)     <- (501,1)

<- (1110,7)     <- (505,1)

<- (1105,6)     <- (523,1)

<- (1091,5)     <- (597,1)

<- (1081,4)     <- (700,1)

<- (1080,3)     <- (701,1)

```

```

<- (1050,2)    <- (856,1)

<- (1005,1)

<- (1525,8)    <- (1329,2)    <- (46,1)

<- (460,1)

<- (1351,6)    <- (1245,2)    <- (160,1)

<- (261,1)

<- (1260,4)    <- (234,1)

<- (1250,3)    <- (645,1)

<- (1096,2)    <- (566,1)

<- (866,1)

(2011,27)    <- (1865,14)    <- (1528,6)    <- (1320,2)    <- (435,1)    <-

<- (794,1)

<- (1344,4)    <- (144,1)

<- (1318,3)    <- (513,1)

<- (1228,2)    <- (829,1)

<- (947,1)

<- (1624,8)    <- (1346,5)    <- (1243,2)    <- (236,1)

<- (301,1)

<- (1263,3)    <- (355,1)

<- (1232,2)    <- (538,1)

<- (902,1)

<- (1424,3)    <- (220,1)

<- (1361,2)    <- (636,1)

<- (850,1)

```

```

<- (1944,13)    <- (1757,3)    <- (1033,1)

<- (1297,2)    <- (102,1)

<- (899,1)

<- (1805,10)    <- (1247,2)    <- (122,1)

<- (267,1)

<- (1490,8)    <- (1314,2)    <- (729,1)

<- (965,1)

<- (1339,6)    <- (1149,3)    <- (369,1)

<- (1062,2)    <- (799,1)

<- (908,1)

<- (1256,3)    <- (95,1)

<- (1215,2)    <- (60,1)

<- (450,1)

(1874,9)    <- (1674,3)    <- (904,1)                                <- (2046,74)    <-

<- (1536,2)    <- (659,1)

<- (917,1)

<- (1780,6)    <- (1518,4)    <- (79,1)

<- (1496,3)    <- (93,1)

<- (1360,2)    <- (654,1)

<- (891,1)

<- (1652,2)    <- (194,1)

<- (783,1)

(2006,65)    <- (1891,9)    <- (1390,7)    <- (1298,2)    <- (85,1)                                <-

<- (844,1)

```

```

<- (1352,5)    <- (1248,2)    <- (80,1)

<- (409,1)

<- (1330,3)    <- (682,1)

<- (1249,2)    <- (40,1)

<- (120,1)

<- (1506,2)    <- (265,1)

<- (655,1)

<- (1994,56)    <- (1672,29)    <- (1225,23)    <- (10,1)

<- (1224,22)    <- (12,1)

<- (1207,21)    <- (99,1)

<- (1190,20)    <- (159,1)

<- (1180,19)    <- (222,1)

<- (1178,18)    <- (230,1)

<- (1160,17)    <- (333,1)

<- (1151,16)    <- (361,1)

<- (1148,15)    <- (370,1)

<- (1138,14)    <- (421,1)

<- (1131,13)    <- (445,1)

<- (1125,12)    <- (466,1)

<- (1120,11)    <- (474,1)

<- (1109,10)    <- (509,1)

<- (1103,9)     <- (527,1)

<- (1072,8)     <- (753,1)

<- (1064,7)     <- (784,1)

```

```

<- (1061,6)    <- (800,1)

<- (1059,5)    <- (811,1)

<- (1051,4)    <- (854,1)

<- (1045,3)

<- (1309,6)    <- (1205,2)    <- (103,1)

<- (320,1)

<- (1222,4)    <- (16,1)

<- (1195,3)    <- (139,1)

<- (1140,2)    <- (418,1)

<- (530,1)

<- (1691,27)   <- (1342,7)    <- (235,1)

<- (1199,6)    <- (124,1)

<- (1198,5)    <- (127,1)

<- (1137,4)    <- (424,1)

<- (1116,3)    <- (487,1)

<- (1071,2)    <- (754,1)

<- (941,1)

<- (1431,20)   <- (1223,17)    <- (15,1)

<- (1218,16)   <- (41,1)

<- (1214,15)   <- (63,1)

<- (1209,14)   <- (94,1)

<- (1203,13)   <- (109,1)

<- (1185,12)   <- (186,1)

<- (1145,11)   <- (375,1)

```

```

<- (1144,10)    <- (388,1)

<- (1143,9)     <- (402,1)

<- (1133,8)     <- (437,1)

<- (1121,7)     <- (473,1)

<- (1108,6)     <- (514,1)

<- (1083,5)     <- (684,1)

<- (1069,4)     <- (768,1)

<- (1066,3)     <- (776,1)

<- (1043,2)     <- (939,1)

<- (1015,1)

<- (1254,3)     <- (71,1)

<- (1122,2)     <- (472,1)

<- (715,1)

                                <- (2067,146) <- (2056,77) <- (1995,26) <- (1616,5) <- (741,1)

                                <-

(1512,4)    <- (1277,2)    <- (963,1)

<- (968,1)

<- (1379,2)    <- (69,1)

<- (503,1)

                                <- (1960,21)    <-

(1890,10)    <- (1522,3)    <- (298,1)

<- (1461,2)    <- (413,1)

<- (916,1)

<- (1798,7)    <- (1373,2)    <- (202,1)

<- (724,1)

<- (1707,5)    <- (53,1)

```

```

<- (1610,4)    <- (1488,2)    <- (20,1)

<- (867,1)

<- (1561,2)    <- (204,1)

<- (642,1)

(1922,11)    <- (1778,6)    <- (1357,2)    <- (690,1)    <-

<- (818,1)

<- (1407,4)    <- (335,1)

<- (1368,3)    <- (444,1)

<- (1365,2)    <- (558,1)

<- (959,1)

<- (1833,5)    <- (1370,2)    <- (347,1)

<- (561,1)

<- (1590,3)    <- (946,1)

<- (1442,2)    <- (680,1)

<- (993,1)

(1210,12)    <- (81,1)    <- (2034,51)    <- (1823,24)    <-

<- (1189,11)    <- (167,1)

<- (1176,10)    <- (246,1)

<- (1163,9)    <- (321,1)

<- (1159,8)    <- (338,1)

<- (1134,7)    <- (434,1)

<- (1127,6)    <- (464,1)

<- (1095,5)    <- (568,1)

<- (1079,4)    <- (706,1)

```

```

<- (1074,3)    <- (738,1)

<- (1041,2)    <- (952,1)

<- (970,1)

(1426,12)    <- (1338,6)    <- (1194,2)    <- (140,1)    <-

<- (781,1)

<- (1296,4)    <- (137,1)

<- (1294,3)    <- (187,1)

<- (1284,2)    <- (567,1)

<- (1029,1)

<- (1397,6)    <- (1206,3)    <- (100,1)

<- (1192,2)    <- (153,1)

<- (574,1)

<- (1308,3)    <- (340,1)

<- (1208,2)    <- (96,1)

<- (1030,1)

(1713,16)    <- (1514,4)    <- (1300,2)    <- (54,1)    <- (1873,27)    <-

<- (458,1)

<- (1366,2)    <- (548,1)

<- (628,1)

<- (1617,12)    <- (1396,3)    <- (172,1)

<- (1279,2)    <- (805,1)

<- (865,1)

<- (1582,9)    <- (1337,3)    <- (162,1)

<- (1278,2)    <- (868,1)

```

```

<- (876,1)

<- (1427,6)    <- (1304,2)    <- (21,1)

<- (480,1)

<- (1381,4)    <- (25,1)

<- (1375,3)    <- (185,1)

<- (1359,2)    <- (661,1)

<- (816,1)

(1776,11)    <- (1495,3)    <- (609,1)                                <-

<- (1372,2)    <- (247,1)

<- (515,1)

<- (1749,8)    <- (1473,3)    <- (190,1)

<- (1286,2)    <- (422,1)

<- (770,1)

<- (1664,5)    <- (6,1)

<- (1599,4)    <- (250,1)

<- (1527,3)    <- (8,1)

<- (1483,2)    <- (70,1)

<- (721,1)

(1867,3)    <- (749,1)                                <- (2060,69)    <- (2052,25)    <- (2015,7)    <-

<- (1725,2)    <- (258,1)

<- (913,1)

(1887,4)    <- (228,1)                                <-

<- (1792,3)    <- (183,1)

<- (1626,2)    <- (737,1)

```

```

<- (961,1)

(1976,2)    <- (72,1)                                <- (2020,18)    <-

<- (208,1)

(2007,16)   <- (1747,7)   <- (11,1)                                <-

<- (1581,6)   <- (1280,2)   <- (736,1)

<- (983,1)

<- (1388,4)   <- (1301,2)   <- (52,1)

<- (954,1)

<- (1317,2)   <- (559,1)

<- (572,1)

<- (1951,9)   <- (1828,7)   <- (1456,2)   <- (494,1)

<- (620,1)

<- (1693,5)   <- (1542,2)   <- (449,1)

<- (782,1)

<- (1566,3)   <- (368,1)

<- (1377,2)   <- (111,1)

<- (807,1)

<- (1885,2)   <- (314,1)

<- (699,1)

(1943,7)     <- (1751,4)     <- (873,1)                                <- (2053,44)   <- (1984,13)   <-

<- (1703,3)   <- (598,1)

<- (1656,2)   <- (157,1)

<- (966,1)

<- (1884,3)   <- (382,1)

```

```

<- (1781,2)    <- (677,1)

<- (808,1)

(1973,6)    <- (1809,3)    <- (892,1)    <-

<- (1554,2)    <- (277,1)

<- (667,1)

<- (1905,3)    <- (756,1)

<- (1785,2)    <- (457,1)

<- (485,1)

(1993,4)    <- (1741,2)    <- (24,1)    <- (2027,31)    <-

<- (733,1)

<- (1841,2)    <- (195,1)

<- (226,1)

(2023,27)    <- (1925,6)    <- (1784,2)    <- (498,1)    <-

<- (1000,1)

<- (1806,4)    <- (1606,2)    <- (118,1)

<- (295,1)

<- (1646,2)    <- (282,1)

<- (511,1)

<- (2003,21)    <- (1929,10)    <- (1708,8)    <- (1430,3)    <- (255,1)

<- (1401,2)    <- (484,1)

<- (648,1)

<- (1620,5)    <- (1504,3)    <- (408,1)

<- (1403,2)    <- (461,1)

<- (796,1)

```

```
<- (1575,2)    <- (42,1)

<- (882,1)

<- (1882,2)    <- (397,1)

<- (790,1)

<- (1954,11)   <- (612,1)

<- (1950,10)   <- (1796,6)   <- (584,1)

<- (1711,5)    <- (1479,2)   <- (98,1)

<- (299,1)

<- (1608,3)    <- (239,1)

<- (1328,2)    <- (58,1)

<- (166,1)

<- (1861,4)    <- (1632,2)   <- (522,1)

<- (821,1)

<- (1662,2)    <- (17,1)

<- (398,1)
```

7.4 Abstract

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich, basierend auf dem theoretischen Konzept der Web-Didaktik von Norbert Meder, mit Navigationsstilen von Studierenden auf Lernplattformen, im Speziellen auf der Lernplattform "BM 13 - Allgemeine Didaktik". Ziel ist es, Navigationsstile zu analysieren und herauszufinden, wie Studierende möglichst schnell einen Navigationstyp zugeordnet werden können. Um dies herauszufinden, wurden die Log-Daten über einen Zeitraum von einem Semester aufgezeichnet und analysiert. Es ergeben sich acht verschiedene Navigationstypen, die vor allem an den Prüfungstyp angepasst durch die Lernumgebung navigieren. Lernempfehlungen konnten im Rahmen dieser Arbeit nicht entwickelt werden.

7.5 Lebenslauf



Sarah Braun, BA

Geb. am 06.10.1991 in München, ledig

Spitalgasse 25/42
1090 Wien

+43 680 4414919
sarah.braun@univie.ac.at

Ausbildung

- 04/2014 – heute Universität Wien
Masterstudium Bildungswissenschaft
- 10/2013 – heute Bachelorstudium Romanistik (Italienisch)
- 10/2010 – 04/2014 Universität Wien
Bachelorstudium Bildungswissenschaft
Bachelorarbeitsthemen:

„Mediale Vermittlung pädagogischer Sorge:
Inwiefern können Medien Sorge für den gesellschaftlichen
Umgang mit Macht tragen?
*Analyse der gesellschaftspädagogischen Relevanz der Videos
des gehörlosen Rappers Signmark für die gesellschaftliche
Akzeptanz der Community durch Alltagspräsenz*“

„Theorie – Praxis Transformation in der psychoanalytischen
Pädagogik: *Inwieweit lässt sich Herbarts Vorstellung von einer
Theorie –Praxis Transformation auf Zulligers Arbeit in der
psychoanalytischen Pädagogik anwenden?*“
- 09/2001 – 07/2010 Gymnasium Miesbach
Allgemeine Hochschulreife
Leistungskurs Englisch

Praktische Erfahrungen

- 10/2013 – 06/2016 Studienassistentin am Lehrstuhl für Medienpädagogik bei Prof. Dr. Christian Swertz, Projektmitarbeit INTUITEL
- 10/2011 – 10/2015 Tutorin für die Vorlesungen:
- Allgemeine Didaktik
- Theorie-Praxis Transformation
- Bildung und Geschichtlichkeit
Online Betreuung: Lernplattform Moodle
- 02/2012 – 07/2012 Praktikum für tiergestützte Pädagogik am Schottenhof Wien
Wissenschaftliches Praktikum
Inklusive Pädagogik
Allgemeine Pädagogik
- 09/2015 – 07/2016 HIKINGDAYS (innovative Organisationsentwicklung)
Projektleitung:
Entwicklung einer interaktiven Reflexionsplattform für Organisationen

Zusatzqualifikationen

- Führerschein Klasse B
- Sprachen Englisch – verhandlungssicher
Italienisch, Französisch – gute Kenntnisse
Österreichische Gebärdensprache – gute Kenntnisse
- EDV Lernplattform Moodle – sehr gute Kenntnisse
MS Office – gute Kenntnisse
Photoshop – Grundkenntnisse

Soziales Engagement

- 10/2008 – 07/2009 Mitarbeiterin im selbstverwalteten Schulcafé
10/2008 – 02/2009 Ausbildung zur Mediatorin
10/2007 – 07/2010 Schülerlotsin der Bayerischen Oberlandbahn
Team Österreich

Persönliche Interessen

- Sport Snowboarden, Skitouren, Mountainbiken, Yoga
- Sonstiges Querflöte, Kochen, Sprachen