

Lernstil-basierte Evaluation von Nutzungsverhalten der Lernplattform eines Blended Learning Kurses der RWTH Aachen

René Röpke¹, Nadja Zaric¹ und Ulrik Schroeder¹

Abstract: Die Anpassung und Personalisierung von technologiegestützten Lernsystemen ist aktuell ein attraktives Forschungsthema im Bereich der Lerntechnologien. Ziel der Personalisierung ist es, eine flexible Lernumgebung zu schaffen, in der die Lernenden einen Lernpfad wählen können, der ihren Bedürfnissen und Anforderungen am besten entspricht. Wenn sie sich in einer angepassten Umgebung befinden, sind Lernende begeisterter und motivierter beim Erreichen ihrer Lernziele. Der Lernstil, also die Art und Weise, wie Lernende Informationen aufnehmen, verarbeiten und adaptieren, spielt eine wichtige Rolle bei der Erstellung personalisierter e-Learning-Umgebungen. In diesem Beitrag werden Lernstile mit der Kursgestaltung und dem Nutzungsverhalten der Lernplattform L²P der RWTH Aachen analysiert und diskutiert, um die relevanten Zusammenhänge zu identifizieren. Durch die Analyse eines Blended Learning-Kurses, der Lernmaterialien und des Verhaltens der Lernenden aus der Sicht des Lernstils werden Empfehlungen zur Verbesserung und Anpassung des Kurses formuliert. Eine derartig detaillierte Analyse bietet zusätzliche Unterstützung für eine effektive Kursgestaltung und die Erstellung geeigneter personalisierter Lernumgebungen.

Keywords: Lernstile, Personalisierte Lernumgebungen, Blended Learning, e-Learning

1 Einleitung

Lernen ist ein individueller Prozess und Lernende haben verschiedene Möglichkeiten, Informationen aufzunehmen, zu verarbeiten und zu adaptieren, d. h. sie haben unterschiedliche Lernstile (LS). Die Kompatibilität zwischen Lernstil, Lernverhalten und Lehr-Lern-Materialien spielt eine wichtige Rolle für die Qualität und Quantität des Wissens, das Studierende erwerben möchten [Gi12]. Um das Lernen zu verbessern und effektiver zu gestalten, müssen Lehrende eine Lernumgebung mit geeigneten Lernressourcen und Anweisungen schaffen, die die Lernstile ergänzen.

Für Lernende ist es sehr wichtig, sich mit den eigenen Stärken und Schwächen des Lernens vertraut zu machen. Auf diese Weise kann das Lernpotential maximiert, der Stress und die Frustration des Lernprozesses reduziert und die besten Strategien zur Überwindung von Schwierigkeiten gefunden werden, die am Ende zu einer angenehmeren Lernerfahrung führen können [St90]. Auf der anderen Seite kann das Verständnis der Unterschiede in

¹ RWTH Aachen, Informatik 9 (Learning Technologies), Ahornstr. 55, 52074 Aachen,
{roepke|zaric|schroeder}@informatik.rwth-aachen.de

den Lernstilen den Lehrenden helfen, ausgewählte Strategien in ihre täglichen Aktivitäten, Lehrkonzepte und Prüfungen zu integrieren.

Die Kohärenz zwischen Kursgestaltung und Lernstilen ist in technologiegestützten Lernkontexten besonders wichtig. Aufgrund des breiten Anwendungsspektrums und einer großen Anzahl heterogener Lernender müssen technologiegestützte Lernsysteme eine Möglichkeit bieten, sich an das Spektrum der unterschiedlichen Lernenden anzupassen, um den Lernfortschritt zu verbessern und das Lernen zu erleichtern [HL97]. Die Anpassung zielt darauf ab, e-Learning für die Bedürfnisse der einzelnen Lernenden durch Personalisierung, d. h. Anpassung von Inhalt, Struktur, Oberfläche und Präsentation eines Kurses und Lernmaterialien, zu verbessern [Th15].

In diesem Beitrag werden Ergebnisse einer an der RWTH Aachen durchgeführten, empirischen Studie vorgestellt. Es werden Daten zum Lernstil und Nutzungsverhalten der Studierenden innerhalb der Lernplattform L²P analysiert und diskutiert. Das Ziel der Studie war es, Empfehlungen für die Kursgestaltung zu geben und die Kursorganisation vor allem für Studierende mit starken Ausprägungen für einen bestimmten Lernstil zu verbessern.

Dieser Beitrag gliedert sich wie folgt: In Abschnitt 2 werden die im Lernstilmodell von Felder und Silverman (FSLSM) definierten Lernstile beschrieben. Abschnitt 3 umfasst Studien zur Personalisierung und Anpassung von e-Learning auf der Grundlage der LS-Definitionen der Studierenden nach FSLSM. Die durchgeführte Studie wird in Abschnitt 4 kurz beschrieben, gefolgt von einer Datenauswertung und Diskussion in Abschnitt 5. In Abschnitt 6 wird das Potenzial von Lernstilen für personalisiertes Lernen beschrieben und schließlich schließt Abschnitt 7 den Beitrag ab und stellt Ansatzpunkte für zukünftige Arbeiten vor.

2 Lernstilmodell nach Felder und Silverman

Das FSLSM ist eines der am weitesten verbreiteten und effektivsten Modelle zur Bestimmung der Lernstile in technologiegestützten Lernkontexten. Es richtet sich an Lehrende und Lernende im MINT-Bereich [FS05]. FSLSM ermöglicht eine sehr genaue quantitative Bewertung der Ausprägungen Lernender. Das Modell verbindet die Arbeiten von Kolbs [KK05] und das Modell von Myers und Briggs [CW94].

Felder und Silverman entwickelten ein Modell, das die wichtigsten Merkmale und Unterschiede von Lernstil-Ausprägungen Lernender ermittelt. Darüber hinaus formulieren sie, wie Vorlesungen und Materialien organisiert werden sollten, um den Bedürfnissen der verschiedenen Lernenden gerecht zu werden. Durch die Klassifizierung nach Lern- und Lehrstilen fördert dieses Modell die Erzeugung von personalisierten Lernumgebungen, in denen die Lern- und Lehrstile ausgewogen berücksichtigt werden können.

In FSLSM wird zwischen acht Lernstilen unterschieden, die auf vier Dimensionen basieren: a) wie Lernende es vorziehen, Informationen zu verarbeiten - **aktiv** oder **reflektierend**, b) wie man Informationen wahrnimmt oder aufnimmt - **sensorisch** oder **intuitiv**, c) wie man Informationen präsentiert - **visuell** oder **verbal**, und d) wie es dem Lernenden gelingt, Informationen zu organisieren und zu verstehen - **sequentiell** oder **global**. In [FB96, FB16, Fe11, BFR08] geben Felder und Silverman eine detaillierte Beschreibung der Lernstilpräferenzen und der entsprechenden Lehrstile. Tabelle 1 fasst die wichtigsten Merkmale der Lehr- und Lernstile zusammen.

	LS	Beschreibung	Lernmaterial	Aktivitäten	Lehrstil
Verarbeitung	Aktiv	Ist gerne involviert; arbeitet gut in Gruppen	Konkrete Aufgaben/Übungen	Praktische Aufgaben/Übungen	Aktive Beteiligung, Lernende diskutieren und reden mit
	Reflektierend	Lernt durch Beobachtung; lernt bevorzugt allein	Material mit Diskussionsfragen	Diskussionen, Debatten	Passive Beteiligung, Lernende hören und schauen zu
Wahrnehmung	Sensorisch	Bevorzugt Fakten gegenüber Theorien; mag Details; lernt langsamer	Material mit praktischen Beispielen	Praktische Aufgaben/Übungen, Experimente	Betonung konkreter, praktischer Beispiele und Inhalte
	Intuitiv	Indirekte Wahrnehmung, Spekulationen; verarbeitet schnell aber überspringt Details	Material mit Konzepten und Theoretischer Fundierung	Konzeptuelle Fragestellungen	Betonung abstrakter, konzeptueller, theoretischer Inhalte
Präsentation	Visuell	Lernt mit höherer Wahrscheinlichkeit Gesehenes oder Visualisiertes	Bilder, Grafiken, Videos, Diagramme und Folien	Aufgaben/Übungen mit interaktiven Inhalten	Verstärkt visuelle Darstellungen
	Verbal	Lernt mit höherer Wahrscheinlichkeit Geschriebenes und Ausformuliertes	Audio- und Textmaterial	Diskussionsfragen, Forschungsfragen	Auditive und Schriftliche Darstellungen
Verständnis	Sequentiell	Lineare Steigerung; versteht Inhalte inkrementell	Chronologisch aufgebaute Inhalte, Buch mit Kapiteln, Skript	Mehrteilige Aufgaben/Übungen	Schritt-für-Schritt-Anleitungen
	Global	Versteht das Zusammenhänge und Konzepte; interessiert sich wenig für Details	Freies, offenes Material ggf. ohne Struktur	Konzeptuelle Fragen	Globale Kontexte, ergänzende Informationen

Tab. 1: Überblick über Merkmale der Lehr- und Lernstile nach FSLSM

Index of Learning Style

Für den Zugriff auf die Ausprägungen zu den Lernstilen haben Felder und Silverman den Online-Fragebogen ***Index of learning style*** (ILS) [Il18] entwickelt. Die Ergebnisse werden auf einer vierstufigen Skala dargestellt, wobei jede Skala eine der Dimensionen darstellt. Je nach Position innerhalb der Skala kann der Lernende leichte (Position 1 und 3), mittlere (Position 5 und 7) oder starke Ausprägungen (Position 9 oder 11) haben.

Lernende mit milden und moderaten Ausprägungen sind mehr oder weniger ausgeglichen und fühlen sich unabhängig vom in der Lernumgebung dominierenden Lehr- und Lernstil wohl. Umgekehrt haben Lernende mit starker Ausprägung Schwierigkeiten, sich dem Lehr- und Lernstil anzupassen. Im Folgenden wurde besonderer Fokus auf Lernende mit starken Ausprägungen gelegt, da sie sich in der Regel nicht an ein Umfeld anpassen können, das nicht ihrem Lernstil entspricht.

3 Verwandte Arbeiten

Trotz der wachsenden Zahl von adaptiven e-Learning-Systemen, die Lernstile berücksichtigen, unterscheiden sich Anpassung und Personalisierung verschiedener Ansätze. Einige Arbeiten [Ko15, Kl11, JM17] untersuchen Lernstile mit literaturbasierten Methoden, während andere [Li14, Fa16, Qa16] auf einen datengetriebenen Ansatz setzen, um die Anpassung von e-Learning auf der Grundlage des Lernstils voranzutreiben. Bedeutend ist auch die Zahl der designorientierten Ansätze [Gr07, Ta97], die sich auf die Entwicklung neuer Modelle für adaptive Lernumgebungen mit Hilfe von Lernstilen als Gestaltungswerkzeug konzentrieren.

In [Ko15] wurde eine literaturbasierte Methode angewandt, um die Interaktionen der Lernenden mit Lernmaterialien anhand einer Reihe von vorgegebenen Mustern zu verfolgen. Basierend auf der Literatur zu FSLSM wurden für jede der Dimensionen Verhaltensmuster voreingestellt. Die Autoren entwickelten einen Prototyp eines cloudbasierten, adaptive Kurs-Prototypen für einen Informatikstudiengang, der eine offene Lernumgebung simuliert. Datenanalyse und Präzisionsberechnung zeigten, dass der Einsatz von literaturbasierten Methoden zur Identifizierung von Lernstilen in offenen Lernumgebungen effizient und nützlich für die Entwicklung eines adaptiven Frameworks ist. Die Ergebnisse zeigen, dass sich das Verhalten unter den Lernstilen verschiebt, dennoch wurden Empfehlungen, wie Lehr- und Lernprozesse gestaltet werden sollte, um diesen Unterschieden zu begegnen, nicht untersucht. [Ko15]

In [Li14] verwendeten die Autoren eine designorientierte und datengetriebene Methodik bei der Entwicklung eines Tutoring-Systems zur Unterstützung von Anpassung der e-Learning-Umgebung. Das System erkennt unterschiedliche Lernstile und Lerngewohnheiten, indem es die Lernstile der Lernenden testet und ihre Server-Logs auswertet. Sobald die Vorhersagen über das Lernverhalten berechnet sind, liefert das System personalisierte Empfehlungen zu den Lerninhalten. Die Autoren führten eine Studie mit der Versuchs- und Kontrollgruppe durch, um zu testen, ob die Gruppe, die in einer adaptiven Umgebung studiert, bessere Lernergebnisse erzielen wird als die Kontrollgruppe. Die Ergebnisse zeigten die Eignung dieses Empfehlungsmodells, um den Lernenden auf der Grundlage ihres Lernstils, ihres Wissens und ihrer Vorlieben Online-Lernaktivitäten vorzuschlagen [Li14].

Graf [Gr07] hat Learning Management Systems (LMS) um Lernstile nach FSLSM erweitert. Die Autorin benutzte ein automatisiertes Werkzeug, um das Verhalten der

Lernenden zu verfolgen, um ihren Lernstil zu bestimmen. Darüber hinaus stellte sie ein Konzept zur Erweiterung der LMS vor das es ihnen ermöglicht, automatisch Kurse zu generieren, die zu den Lernstilen der Studierenden passen [Gr07]. Die Ergebnisse zeigten, dass Lernende, die den Kurs belegten, der ihren Lernstilen entsprach, bessere Ergebnisse erzielten als diejenigen, die einmal in einem Kurs gelernt hatten, der ihren Lernstil nicht entsprach, oder andere, die einen Kurs besuchten, der unabhängig von ihrem Lernstil war. Unter Berücksichtigung individueller Lernstile bestätigte diese Studie Unterschiede im Verhalten und in der Verwendung von Lernmaterialien unter den Lernstilen. Beispielsweise nutzten reflektierende Lernende das Forum, um über neue Lerneinheiten zu diskutieren, während von aktiven Lernenden e-Tests zum Üben verwendet wurden. Im Falle von globalen und sequentiellen Lernenden wurden Unterschiede im Lernprozess festgestellt. So haben sequentielle Lernende deutlich häufiger die Inhalte zuerst besucht und danach Übungen durchgeführt, während globale Lernende Lernmaterialien übersprungen haben und nicht-sequentielle Lernpfade bevorzugten.

Durchgeführte Analysen verwandter Arbeiten zeigten, dass sich Lernverhalten, Handlungen und Einstellungen zu Lernmaterialien von Lernenden verschieben und dass diese Unterschiede unter anderem dadurch verursacht werden, dass die Lernende auf unterschiedliche Weise lernen, d. h. sie haben unterschiedliche Lernstile. In diesem Beitrag wurden datengetriebene und literaturbasierte Methoden zur Analyse von Kursmaterialien, Verhalten und Lernstilen, um Empfehlungen zur Unterrichtsgestaltung zu geben und den Lernerfolg insgesamt zu verbessern, kombiniert.

4 Studiendesign und Durchführung

Die Studie wurde im Rahmen des Kurses "Einführung in Webtechnologien" im Wintersemester 2017/2018 an der RWTH Aachen durchgeführt. Es handelt sich um eine Veranstaltung für Studierende der Informatik und informatiknaher Fächer. Es wurde erwartet, dass die Studierenden in Bezug auf Vorkenntnisse, Interessen und Lernstile heterogen sind, da es sowohl Bachelor- als auch Masterstudierenden möglich war teilzunehmen.

Der Kurs wurde als Blended Learning-Kurs mit wöchentlichen Übungen, Projektarbeit und einer e-Learning-Umgebung konzipiert. Aufgrund der hohen Teilnehmerzahl war eine gemeinsame Arbeit in Gruppen von 4-5 Studierenden erforderlich. Der Kurs bestand aus acht Wochen mit vier Vorlesungsstunden pro Woche (im traditionellen Hörsaal), gepaart mit sieben wöchentlichen Aufgaben (über e-Learning-Plattform gegeben, übergeben und überprüft). Darüber hinaus wurde jede Vorlesung aufgezeichnet und auf der Lernplattform L²P in Form von Videos und Folien als PDF veröffentlicht. Die Plattform bot zusätzlich wöchentliche Übungen, e-Tests, ergänzende Materialien sowie Diskussionsforen zu Vorlesungsinhalten, Aufgabenstellungen etc.

Um die Untersuchung sowohl der Lernstile als auch des Nutzungsverhaltens zu ermöglichen, wurden Daten aus zwei Quellen bezogen: dem ILS-Fragebogen zur

Identifizierung des Lernstils der Studierenden und die Logdateien des Kurses zur Analyse des Verhaltens und der Handlungen innerhalb der Plattform.

Die Studierenden wurden gebeten, am Experiment teilzunehmen, indem sie den ILS-Test absolvierten. Die Teilnahme war freiwillig und 75 Studierende (53 %) nahmen teil. Die Ergebnisse des Fragebogens wurden anhand der in [Gr07] definierten Formeln berechnet. Die Studierenden wurden dann in zwei Gruppen eingeteilt - **ausgewogen** und **stark**, basierend auf ihren Ausprägungen für jede Dimension. Studierenden mit leichten und mittleren Präferenzen wurden als **ausgewogen** eingestuft, während der Rest als **stark** markiert wurde. Im Folgenden wurde sich auf Studierende mit **starken** Ausprägungen konzentriert, da sie sich in der Regel in einem Lernprozess unwohl fühlen, der nicht mit ihrem Lernstil im Einklang steht. Abbildung 1 zeigt eine detailliertere Verteilung in den unterschiedlichen Dimensionen.

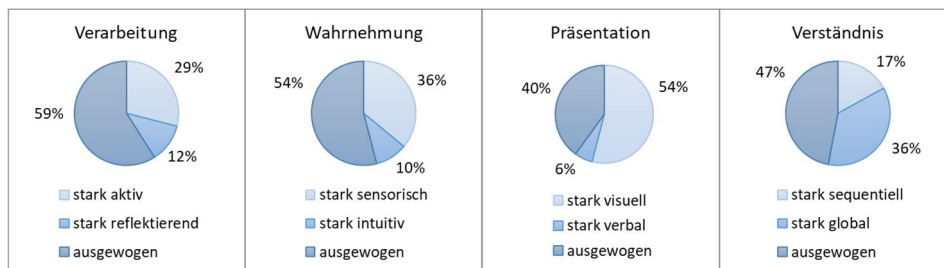


Abb. 1: Verteilung der Lernstile im Kurs

Die Handlungen der Studierenden in L²P werden als Ereignisse (**View**, **Update** oder **Delete**) mit Informationen über den Zeitpunkt ihres Auftretens und den Ort (Kursseite, Diskussionsforum, Hyperlinks usw.) dargestellt. Um Verknüpfungen zwischen Ereignissen, Noten und Lernstilen zu ermöglichen, wurden die Logdateien um Informationen über die Lernstilausprägungen der Studierenden erweitert.

5 Ergebnisse

In der Studie wurden gezielt Studierende mit starken Ausprägungen in den Dimensionen nach Felder und Silverman betrachtet (siehe Abbildung 1). Es gibt in allen Dimensionen einen signifikanten Anteil der Studierenden (summiert) mit starker Ausprägung und daher konzentriert sich die weitere Analyse auf Studierende mit starken Präferenzen, um ihr Verhalten und ihre Handlungen mit der Lernplattform zu identifizieren.

5.1 Aktivität im Kurs

Zuerst wurden Studierende betrachtet, die in der Lernplattform am aktivsten waren. In Bezug auf die Anzahl durchgeführter Ereignisse (Klicks, Besuche, Downloads usw.) sind

aktive und **intuitive** Studierende diejenigen, die auffallen, im Gegensatz zu **globalen** und **visuellen**, die die geringste Aktivität haben. Da **globale** Studierende ganzheitlich denken, in großen Sprüngen lernen und Lernmaterialien nach dem Zufallsprinzip aufnehmen, müssen sie eine gewisse Freiheit beim Lernen erhalten, ohne dass sie die beabsichtigte Reihenfolge strikt einhalten müssen. Dies deutet darauf hin, dass das gesamte Lernmaterial zu Beginn des Kurses auf der Lernplattform sichtbar sein sollte, sodass globale Studenten ihren eigenen Lernweg wählen können. Auf diese Weise können sich die Studierenden vor den Vorlesungen mit kompletten Materialien vertraut machen und diese dann im traditionellen Hörsaal diskutieren und vertiefen. Diese Empfehlung wird auch dadurch unterstützt, dass die Mehrzahl der Aktionen von globalen Studenten in den letzten vier Wochen der Vorlesung durchgeführt wurde (als fast vollständiges Material zur Verfügung stand).

Darüber hinaus entwickelten sich die **intuitiven** und **sequentiellen** Studierenden linear, während die **aktiven** und **sensorischen** Studierenden im Laufe der Zeit weniger in der Lernplattform aktiv waren. Durch kontinuierliches Lernen bleiben die Studierenden engagiert und erwerben Wissen gründlicher, da die Aufrechterhaltung der Kontinuität der Schlüssel zur Schaffung einer nachhaltigen Lernumgebung ist. In diesem speziellen Fall wird empfohlen, nach jeder Lerneinheit weitere personalisierte Praxisbeispiele und e-Tests hinzuzufügen, um das Interesse der Studierenden zu wecken. Die Personalisierung der Lernaktivitäten sollte natürlich auf der Grundlage der in Tabelle 1 dargestellten Empfehlungen erfolgen.

5.2 Verwendung von Lernmaterialien

Im zweiten Schritt dieser Studie wurde die Verwendung von Lernmaterialien untersucht. Die Lernmaterialien werden in zwei Formaten geliefert - Videoaufzeichnungen und Folien als PDFs. Videos sind durchschnittlich 40 Minuten lang und stellen einen aufgezeichneten Vortrag dar, der traditionell im Hörsaal gehalten wird. Die im Hörsaal vorgestellten Folien stehen als PDF-Downloads zur Verfügung. Bei der Analyse der Zugriffe auf diese Materialien konnte festgestellt werden, dass die Videoaufzeichnungen gerade von Studierenden gesehen werden, die Informationen **aktiv** verarbeiten (37 % der gesamten Videoaufrufe), während **verbale**, **intuitive** und **globale** Studierende nur selten auf diese Form von Material zugreifen (<10 %). Wie erwartet, zeigten die Ergebnisse, dass **reflektierende**, **visuelle** und **intuitive** Studierende doppelt so viel mit Folien wie mit Videomaterial lernen. Da Folien als PDFs nur den Präsentationsinhalt (in Form von Stichpunkten) des Vortrags enthalten, wird empfohlen, die Vorlesungsnotizen in Videomaterialien einzufügen, damit sie von den **reflektierenden**, **visuellen** und **intuitiven** Studierenden besser genutzt werden können.

Zusätzlich wurde beobachtet, dass **reflektierende** und **intuitive** Studierende innerhalb einer halben Stunde nach Veröffentlichung der Materialien und noch am selben Tag vor Beginn der neuen Vorlesung auf die Materialien zugreifen. Da **reflektierende** Studenten als schnelle Lernende bekannt sind, die leicht den groben Inhalt lernen und die Details

überspringen, wird empfohlen, dass neues Material im Voraus hochgeladen wird (bevor die eigentliche Vorlesung stattfindet). Auf diese Weise haben die Studierenden Zeit, über das Thema nachzudenken, sich auf die traditionelle Vorlesung vorzubereiten und die Möglichkeit für das tiefere Verständnis von Details im Hörsaal zu erfahren. Ähnlich verhält es sich mit **intuitiven** Studierenden, die es vorziehen, zuerst über das Thema nachzudenken und es dann tatsächlich zu erlernen. Im Hinblick auf die **visuellen** Studierenden bevorzugen sie es, das Material in Form von interaktiven Videos, Bildern und Grafiken zu betrachten. Da es sich bei den verfügbaren Lernmaterialien tatsächlich um aufgezeichnete Vorlesungen handelt (Präsentation mit Vortrag des Dozierenden), können sie nur bedingt als geeignetes Material für visuelle Lernende eingestuft werden. Darüber hinaus vergessen **visuelle** Studierende am ehesten Informationen, die ihnen mündlich mitgeteilt werden, so dass interaktivere Inhalte zu den Lernmaterialien hinzugefügt werden sollten.

5.3 Diskussionsforen und Gruppenarbeit

Des Weiteren wurden die Daten zur Diskussion und Gruppenarbeit untersucht. Im Verlauf des Kurses wurde offen über Themen diskutiert, die hauptsächlich mit den Aufgabenstellungen und praktischen Beispielen zu tun hatten. In Bezug auf die Diskussionsbeteiligung waren die Studierenden sehr gespalten: entweder waren sie sehr aktiv oder überwiegend passiv. Die Ergebnisse zeigten, dass **reflektierende, globale** und **verbale** Studierende am stärksten an den Diskussionen beteiligt waren, gefolgt von **sequentiell** und **sensorischen** Studierenden, während **aktive, visuelle** und **intuitive** Studierende sich überhaupt nicht aktiv beteiligten.

Der Austausch von Gedanken und Wissen ist ein wichtiger Aspekt des Lernprozesses und sollte alle Studierenden einbeziehen. Deshalb sollten Dozierende diese Aktivität fördern, indem sie Diskussionen über verschiedene konzeptionelle und theoretische Themen (zur Aktivierung **globaler** und **intuitiver** Studierende) starten sowie zur Live-Chat-Sitzungen für gerade **aktive** Studierende initiieren (z. B. als Online-Sprechstunden).

5.4 Erzielte Ergebnisse und Bewertungen

Im letzten Schritt der Studie wurden die erzielten Lernergebnisse und die Bewertungen der Studierende betrachtet. Die Studierenden wurden anhand von sieben wöchentlichen Übungsaufgaben und einem sechswöchigen Projekt bewertet. Sowohl bei den Aufgaben als auch beim Projekt sollten die Studierenden in selbstgewählten Gruppen von vier oder fünf Personen zusammenarbeiten. Die Aufgaben und Projekte waren außerdem Teil eines Bonussystems, bei dem Studierende bis zu 20 % der Punkte für die Prüfung erzielen konnten. Bei Erreichen von mindestens 60 % der Summe aller Übungspunkte und der Projektpunkte wurde ein Bonus gewährt. Neben den wöchentlichen Aufgaben und der Projektarbeit wurden vor der Prüfung e-Tests angeboten. Die Studenten konnten eine Vielzahl von e-Tests unbegrenzt oft durchführen.

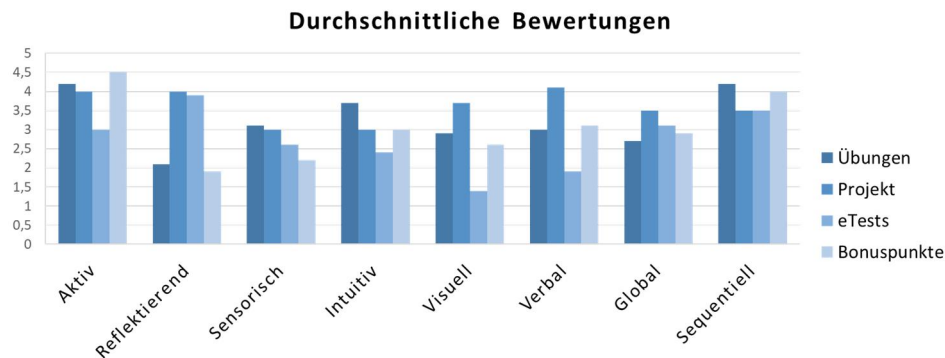


Abb. 2: Durchschnittliche Bewertungen gruppiert nach Lernstil

Aufgrund der unterschiedlichen Methoden zur Bewertung Studierender (e-Tests, Projekt, Übungen, Bonus) wurde angenommen, dass die Bewertungen variieren und die Studierenden bessere Ergebnisse in den Bewertungsmethoden erzielen würden, die an ihren Lernstil angepasst sind. Ab diesem Zeitpunkt wurde eine vergleichende Analyse der Bewertungen aus Übungen, Projekten, e-Tests und der Bonuspunkte durchgeführt. Aufgrund unterschiedlicher Punkteskalen wurden die Bewertungen proportional auf die Skala 1 bis 5 angepasst, wobei 5 die beste Bewertung ist. Wie angenommen, gibt es bei den verschiedenen Methoden gewisse Abweichungen in den Bewertungen.

Aktiv und reflektierend. *Aktive* Studierende waren sehr gut in Übungen und dem Projekt und erhielten erwartungsgemäß die meisten Bonuspunkte. Die Gruppenarbeit scheint ihnen zu liegen, so dass das Angebot des Kurses mit den Präferenzen des aktiven Lernstils gut übereinstimmt. Andererseits neigen Studierende, die Informationen **reflektierend** verarbeiten, dazu, durch Beobachtungen zu lernen und ziehen es vor, alleine zu lernen. Wie erwartet, erreichten sie die niedrigsten Noten in den wöchentlichen Gruppenarbeiten im Vergleich zu denen, mit denen sie sich allein beschäftigen. Projektarbeit konnte ggf. durch Arbeitsteilung auch zu großen Teilen in Einzelarbeit geschehen, was die hohe Bewertung im Projekt erklären würde. Schlussendlich wird empfohlen Studierende wählen zu lassen, ob sie Projekte oder Übungen allein, zu zweit oder in größeren Gruppen durchführen wollen.

Sensorisch und intuitiv. Wie in Abbildung 2 zu sehen ist, haben die Studierende beider Ausprägungen ähnliche Bewertungen erzielt. Obwohl sie ungefähr die gleiche Bewertung in e-Tests erreichten, zeigten weitere Analysen Unterschiede in der Anzahl der Versuche und der Zeit, die für e-Tests aufgewendet wurde. *Intuitive* Studierende hatten mehr Versuche des gleichen e-Tests, verbrachten aber weniger Zeit mit der Beantwortung weiterer e-Tests. Darüber hinaus erzielten **sensorische** Studierenden im ersten Versuch bessere Ergebnisse im Vergleich zu **intuitiven** Studierenden. Diese Beobachtung bestätigt die in Tabelle 1 dargestellten Hauptmerkmale. Um ein Gleichgewicht zwischen diesen Studierenden zu schaffen, d. h. *intuitive* Studierende "vorsichtiger" und "effizienter" zu

machen, wird vorgeschlagen, negative Punkte und Zeitlimits für Online-Fragebögen hinzuzufügen.

Visuell und **verbal**. In den Bewertungen der **visuellen** und **verbalen** Studierenden konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, bis auf, dass beide Gruppen einen etwas geringeren Erfolg bei e-Tests hatten. Weitere Analysen zeigten, dass sie nicht so sehr an e-Tests interessiert waren (35 % der Studierenden bearbeiten keinen einzigen). Da die e-Tests nur aus geschlossenen Fragen bestanden, die sich hauptsächlich auf theoretische und konzeptionelle Themen bezogen, wird empfohlen weitere praktische Fragen mit visuellen Elementen oder Freitextfragen hinzuzufügen, um das Interesse der Studierenden zu erhöhen.

Sequentiell und **Global**. Diese Lernstile werden aus der Dimension des Verstehens abgeleitet, d. h. aus der Art und Weise, wie sich die Lernenden im Lernprozess organisieren und strukturieren. **Sequentielle** Studierende, die gerne Schritt für Schritt lernen, haben sich in allen Bewertungsmethoden gut geschlagen (Durchschnittsbewertung über 3,0), mit Ausnahme des e-Tests, wo sie nicht viel Interesse zeigten (Teilnahme unter 45 %). Da e-Tests am Ende des Semesters (als Vorbereitung auf die Prüfung) angeboten wurden, ist dieser Rückgang des Interesses nicht überraschend. Um die Beteiligung an e-Tests unter den **sequentiellen** Studierenden zu fördern, wird empfohlen, nach jeder Lerneinheit e-Tests anzubieten und den Studierenden so die Möglichkeit zu geben, sich sequentiell weiterzuentwickeln. Darüber hinaus schienen **globale** Studierende auch e-Tests zu überspringen (nur die Hälfte von ihnen versuchte es), so dass der Vorschlag wäre, e-Tests mit Fragen, die das gesamte Lernmaterial abdecken von Anfang anzubieten.

6 Fazit und Ausblick

E-Learning hat in fast allen Hochschulbereichen einen signifikanten Anteil, und Prognosen gehen davon aus, dass seine Bedeutung in Zukunft noch stärker sein wird. Darüber hinaus wird die Effektivität und Wettbewerbsfähigkeit der Bildungseinrichtungen von der Fähigkeit abhängen, sich an die Bedürfnisse der Studierenden anzupassen und Maßnahmen zur Verbesserung der Lernergebnisse zu verfolgen [Bo11].

Die Ergebnisse dieses Beitrags unterstützen bestehende Ideen zur Schaffung einer personalisierten Umgebung und ermöglichen es, Lernstile als einen der Indikatoren zu verwenden, um die Anforderungen und Bedürfnisse von Studierenden im Lernprozess zu erkennen. Die Studie hat gezeigt, dass die Bedürfnisse und das Verhalten der Studierenden, wie auch die Ergebnisse selbst, von Stil zu Stil unterschiedlich sind und daher bei der Erstellung eines Lernermodells nicht ignoriert werden dürfen. Darüber hinaus bezieht sich das Modell von Felder und Silverman nicht nur auf die Informatik, sondern auf alle MINT-Bereiche und somit können weitere Studien in verschiedenen Kursen durchgeführt werden, um die hier präsentierten Ergebnisse zu erweitern.

Aus den vorgestellten Ergebnissen leiten sich diverse Verbesserungsmöglichkeiten der Kursstruktur, -inhalte und angewandter Methoden ab. Kurse könnten zudem durch mehr interaktive Materialien verbessert werden. Es sollten wöchentliche, praktische Aufgaben beibehalten werden, da **aktive** und **sequentielle** Studierende gute Leistungen erbracht haben. Es sollte aber auch Raum für **globale** Studierende lassen, um zu entscheiden, ob sie die Aufgaben Schritt für Schritt erledigen möchten oder ob sie eine "große" Aufgabe bevorzugen, die alle Inhalte verbindet. Um mehr **reflektierende** Studierende einzubeziehen, sollten die Aufgaben in Gruppen oder einzeln bearbeitbar sein. Weitere Empfehlungen sind das Hinzufügen wöchentlicher e-Tests zur besseren Unterstützung **sequentieller** Studierender sowie das Angebot offener Fragen, da aktuelle e-Tests nur vor der Prüfung angeboten wurden und nur geschlossene Fragen enthielten.

In dieser Studie wurde für die Modellierung der Nutzerdaten über ihre Lernstile und Aktivitätsprotokolle verwendet. Um eine bessere Personalisierung zu ermöglichen, kann es auch interessant sein, andere Merkmale Studierender zu bestimmen, wie z. B. Vorwissen, Erwartungen, Motivation, Persönlichkeitsmerkmale etc. Ein weiteres Interesse liegt darin mit multidimensionalen Ansätzen zu arbeiten, die die verschiedenen Dimensionen von FSLSM in Kombination berücksichtigen. Der Stil eines Lernenden kann in verschiedenen Dimensionen stark ausgeprägt sein und sollte daher auch in den Verhaltensanalysen kombiniert berücksichtigt werden. Insgesamt ist das Ausmaß, in dem die Lernstile in e-Learning-Umgebungen berücksichtigt werden können, noch nicht ausgereizt. Detailliertere Analysen mit mehrdimensionalen Ansätzen in automatisierter Form könnten ein besseres Verständnis darüber ermöglichen, wie Lernende in einem e-Learning-System lernen.

Literaturverzeichnis

- [BFR08] Bullard, L., Felder, R.M., Raubenheimer, D.: Effects of Active Learning on Student Performance and Retention. In **ASEE Annual Conference Proceedings**, ASEE 521 (2008).
- [Bo11] Bogdanovic, Z.: Business intelligence in adaptive electronic education, (2011).
- [Bu08] Bullard, L. et al.: Effects of Active Learning on Student Performance and Retention. In **ASEE Annual Conference Proceedings**, ASEE 521 (2008).
- [CW94] Catherine, B.-C., Wheeler, D.D.: The Myers-Briggs personality type and its relationship to computer programming. *J. Res. Comput. Educ.* 26, 3, 358i 370 (1994).
- [Fa16] Fatahi, S. et al.: A survey of personality and learning styles models applied in virtual environments with emphasis on e-learning environments. *Artif. Intell. Rev.* 46, 3, 413i 429 (2016).
- [FB96] Felder, R.M., Brent, R.: Navigating the bumpy road to student-centered instruction. *Coll. Teach.* 44, 2, 43i 47 (1996).

-
- [FB16] Felder, R.M., Brent, R.: Teaching and learning STEM: A practical guide. John Wiley & Sons (2016).
- [Fe11] Felder, R.M.: Random thoughts... Hang in there! Dealing with student resistance to learner-centered teaching. (2011).
- [FS05] Felder, R.M., Spurlin, J.: Applications, reliability and validity of the index of learning styles. *Int. J. Eng. Educ.* 21, 1, 103i 112 (2005).
- [Gi12] Gilakjani, A.P.: A match or mismatch between learning styles of the learners and teaching styles of the teachers. *Int. J. Mod. Educ. Comput. Sci.* 4, 11, 51 (2012).
- [Gr07] Graf, S.: Adaptivity in learning management systems focussing on learning styles, (2007).
- [HL97] Hannafin, M.J., Land, S.M.: The foundations and assumptions of technology-enhanced student-centered learning environments. *Instr. Sci.* 25, 3, 167i 202 (1997).
- [Il18] Index of Learning Styles Questionnaire, <https://www.webtools.ncsu.edu/learningstyles/>, Stand: 29.03.2018.
- [JM17] Jamali, A.R., Mohamad, M.M.: Identifying Learning Styles among Engineering Students. *PERTANIKA J. Soc. Sci. Humanit.* 25, 251i 258 (2017).
- [KK05] Kolb, A.Y., Kolb, D.A.: Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. *Acad. Manag. Learn. Educ.* 4, 2, 193i 212 (2005).
- [Kl11] Klačnja-Milićević, A. et al.: E-Learning personalization based on hybrid recommendation strategy and learning style identification. *Comput. Educ.* 56, 3, 885i 899 (2011).
- [Ko15] Kolekar, S. et al.: Adaptive user interface for e-learning applications based on learning styles using Web Logs analysis: A hybrid cloud architecture. In: TENCON 2015-2015 IEEE Region 10 Conference. pp. 1i 6 (2015).
- [Li14] Liyanage, M.P.P. et al.: Using Learning Styles to Enhance Learning Management Systems. *ICTer.* 7, 2, (2014).
- [Qa16] Qazdar, A. et al.: A Proposed Framework to support Adaptivity in Online Learning Environment: Use Case in LMS. *J. Theor. Appl. Inf. Technol.* 84, 3, 385 (2016).
- [St90] Sternberg, R.J.: Thinking styles: Keys to understanding student performance. *Phi Delta Kappan.* 71, 5, 366i 371 (1990).
- [Ta97] Tannenbaum, S.I.: Enhancing continuous learning: Diagnostic findings from multiple companies. *Hum. Resour. Manage.* 36, 4, 437i 452 (1997).
- [Th15] Thüs, H. et al.: Evolution of interests in the learning context data model. In: Design for Teaching and Learning in a Networked World. pp. 479i 484 Springer (2015).