

ILSA – Concept and Implementation of an Integrated Learning Style Analytics System for Moodle

Sven Judel¹, René Röpke¹, Nađa Žarić¹ and Ulrik Schroeder¹

Abstract: In today's online learning environments, learning analytics can provide insight into the learning behavior of different learners. Combining learning analytics methods with learning styles opens up new opportunities to reflect on learners and their learning processes. In this paper an integrated learning style analytics system is presented, which uses different activity and performance data of the learning management system Moodle and visualizes them in correlation with learning styles. By linking learning styles with activity and performance data, differences and similarities in the learning behaviour of learners can be exposed.

Keywords: Learning Styles, Felder-Silverman Learning Style Model, Learning Analytics, Learning Environment, Moodle

ILSA – Konzept und Implementierung eines integrierten Lernstil-Analysesystems für Moodle

Sven Judel¹, René Röpke¹, Nađa Žarić¹ und Ulrik Schroeder¹

Abstract: In heutigen Online-Lernumgebungen kann mittels Learning Analytics Einblick in das Lernverhalten unterschiedlicher Lernenden gewonnen werden. Kombiniert man Methoden des Learning Analytics mit Lernstilen, ergeben sich neue Möglichkeiten zur Reflexion von Lernenden und ihren Lernprozessen. In dieser Arbeit wird ein integriertes Lernstil-Analysesystem präsentiert, das verschiedene Aktivitäts- und Leistungsdaten des Lernmanagementsystems Moodle verwendet und in Korrelation mit Lernstilen visualisiert. Durch die Verknüpfung von Lernstilen mit Aktivitäts- und Leistungsdaten können Unterschiede und Gemeinsamkeiten im Lernverhalten der Lernenden sichtbar gemacht werden.

Keywords: Lernstile, Felder-Silverman Learning Style Model, Learning Analytics, Lernumgebungen, Moodle

1 Einleitung

Lernstile (LS) sind die Art und Weise, wie Individuen charakteristisch unterschiedliche Lernaufgaben angehen [Za13]. In den letzten vier Jahrzehnten war die Untersuchung von Lernstilen ein beliebtes Forschungsthema und steht in engem Zusammenhang mit der Untersuchung von personalisiertem Lernen. In einer vorangegangenen Arbeit [ZRS18] wurde ein konzeptionelles Modell eines Lernstil-Analysertools vorgeschlagen, welches die Kombination von Aktivitäts- und Leistungsdaten mit Lernstildaten ermöglichen soll. Die Korrelation von Lernaktivitäten und Lernstilen ermöglicht eine tiefere, mehrschichtige Personalisierung, die nicht nur die Lernstile der Lernenden, sondern auch die Aktivitäten und das Verhalten kontinuierlich und in Echtzeit integriert.

Hierfür wird das *Felder-Silverman Learning Style Model* (FSLSM) [FB16] als Modell zur Identifizierung der Lernstile verwendet. Dieses Modell eignet sich für Studien im MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik)-Bereich [Gr07]. Darüber hinaus wurde sich für Entwicklung eines Plugins für das Lernmanagementsystem (LMS) Moodle² entschieden. Dieses Open Source LMS hat eine große Community und erlaubt durch den modularen Aufbau einfache Integration eigener Entwicklungen. Durch seine Beliebtheit und eine bereits große Pluginauswahl gibt es sehr viele unterschiedliche Aktivitäts- und Leistungsdatenquellen, die ausgeschöpft werden können. Weiterhin wird an der RWTH Aachen eine Moodle-Instanz als zentrale Lernplattform genutzt, was eine

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

² <https://moodle.org>, zuletzt abgerufen am 20.03.2019

spätere Evaluation mit realen Daten im Hochschulkontext ermöglicht. Zudem kann das entwickelte Plugin der Community zur Verfügung gestellt und von anderen interessierten Lehrenden und Forschenden genutzt werden.

Basierend auf dem konzeptionellen Modell zur Verknüpfung von Learning Analytics (LA) und Lernstilen in E-Learning-Umgebungen wird im Folgenden das integriertes Lernstil-Analysesystem (auf Englisch: *Integrated Learning Styles Analytics System*, kurz ILSA) präsentiert, das die Identifizierung von Lernstilen sowie die Analyse und Visualisierung von Aktivitäts- und Leistungsdaten in Moodle unterstützt. Das System besteht aus einem aus dem FLSM abgeleiteten Fragebogen zur Identifikation der Lernstile und bietet nach Beantwortung sofortige Ergebnisse in unterschiedlichen Visualisierungen. Durch die Verwendung unterschiedlicher Datenquellen des LMS, z. B. Logdateien oder das Notenbuch, können die Aktivitäten und erbrachten Leistungen Lernender mit ihrem Lernstil kombiniert werden. Diese Arbeit präsentiert in den nachfolgenden Abschnitten verwandte Arbeiten sowie das Konzept und die Implementierung von ILSA.

2 Verwandte Arbeiten

Die Forschung zu Lernstilmodellen wird häufig im Zusammenhang mit der Personalisierung und Anpassung von E-Learning-Umgebungen beschrieben. Es können hierbei zwei Richtungen beobachtet werden. Die eine Forschungsrichtung fokussiert sich auf die automatisierte Erkennung von Lernstilen und die andere fokussiert sich auf die Verwendung von Lernstilen im Instruktionsdesign [HNS19].

In den letzten Jahren führte die automatische Erkennung von Lernstilen zu verschiedenen Modellen mit unterschiedlichen Methoden der künstlichen Intelligenz, um automatische Vorhersagen der Lernstilen zu unterstützen. [HNS19] beschreibt einen Ansatz, bei dem die Lernstilen der Lernenden - basierend auf ihrem Vorwissen - durch ein neuronales Netz vorhergesagt wird. Studien wie diese konzentrieren sich jedoch hauptsächlich auf die Schaffung nachhaltiger Rahmenbedingungen für die Klassifikation von Lernstilen, anstatt deren Einfluss auf Lernergebnisse und Lernprozesse im Allgemeinen zu diskutieren.

Auf der anderen Seite versuchten Studien wie [Sa08], eine adaptive Lernumgebung zu schaffen, in der die Anpassung basierend auf den Lernstilen der Lernenden erfolgt. Die Verwendung von Lernstilen als eigenständige Lösung für die Anpassung und Personalisierung eines Kurses wird jedoch in der kognitiven Psychologie oft kritisiert. Es wird kritisiert, dass es keine ausreichende Evidenzbasis gibt, um die Einbeziehung von Lernstilanalysen in die allgemeine Bildungspraxis zu rechtfertigen [Pa08].

Bevor Anpassungen der Lernumgebungen oder Vorhersagen über das Verhalten der Lernenden erfolgen können, muss ein Schritt zurückgegangen werden. Es muss Lehrenden und Lernenden die Möglichkeit zur Reflexion durch Einblick in die Lernstile und das Lernverhalten gegeben werden. Das Verständnis der Zusammenhänge zwischen dem Verhalten der Lernenden und den Lernpräferenzen ist von großer Bedeutung, um Lehrende bei der Entscheidungsfindung in der Gestaltung ihrer Lehre zu unterstützen. In

diesem Beitrag wird das integrierte Lernstil-Analysesystem (ILSA) vorgestellt, welches für das LMS Moodle entwickelt und als Open Source Plugin integriert wurde, um Daten über Lernpräferenzen und -verhalten für Lehrende und Lernende zu ermitteln, zu kombinieren und zu visualisieren. ILSA versucht dabei nicht das Verhalten von Lernenden vorherzusagen oder die Lernumgebung adaptiv zu gestalten, sondern gibt Lehrenden und Lernenden die Möglichkeit der Reflexion.

3 Konzept und Implementierung

FSLSM definiert Lernstile mit vier Dimensionen: *Verarbeitung* (wie man es vorzieht, neue Informationen zu verarbeiten), *Wahrnehmung* (wie man es vorzieht, die Informationen wahrzunehmen), *Präsentation* (wie die Informationen präsentiert werden sollen) und *Verständnis* (wie man neuen Informationen am besten versteht). Die Grundidee des Modells ist, dass jedes Individuum entlang jeder der vier Dimensionen platziert ist, was zu einer Tendenz - *stark*, *mild* oder *moderat* - zu einem der beiden Extreme führt. Dieses Modell definiert Extreme als: *aktiv* oder *reflektierend* für die Verarbeitungsdimension, *intuitiv* oder *sensorisch* für die Wahrnehmungsdimension, *visuell* oder *verbal* für die Präsentationsdimension, *sequentiell* oder *global* für die Verständnisdimension [FB16].

In [FB16] geben die Autoren eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Lernstilmerkmale, ihrer Präferenzen, wie man sie berücksichtigen kann und welche Lehrmethode mit welchem Lernstil harmoniert. In diesem Beitrag wird sich jedoch nur auf die Eigenschaften der wichtigsten Lernstile konzentriert, die sich auf die Aktivitäten und Leistungen der Lernenden im LMS auswirken können (z. B. sind *aktive* Lernende die, die gerne in Gruppen diskutieren und arbeiten, und dies könnte mit der Beteiligung in Foren und Chats verbunden sein). Auf diesen Kriterien aufbauend wurde eine erste Sammlung von zu betrachtenden Ressourcen und Aktivitäten im LMS erstellt [Gr07, HNS19, ÖG09, Sa08]:

- Daten über Quizteilnahmen und -ergebnisse
- Daten über Forenbesuche und -beiträge
- Daten über Chatbesuche und -beiträge
- Daten aus Notenbuch/-übersicht
- Summe der im LMS/Kurs verbrachten Zeit
- Summe der Kursraumaufrufe
- Summe aller Klicks und Downloads von Lernressourcen
- Daten über Videoaufrufe

- Betrachtung der Lösung zu Übungsaufgaben
- Daten über Übungsteilnahme und -ergebnisse
- Summe aller Klicks auf externe Materialien/Links

Einige frühere Arbeiten untersuchten bereits die Integration des FSLSM in Moodle. Diese sind jedoch veraltet oder konzentrieren sich nur auf die Implementierung des *Index of Learning Styles* (ILS), dem Fragebogen zur Bestimmung der Lernstile nach dem FSLSM und nicht auf die Kombination von Lernstilen und Learning Analytics.

Schlussendlich besteht das in diesem Beitrag präsentierte System aus zwei Komponenten: der Identifizierung und Visualisierung der Lernstile mit Empfehlungen für Lernende und Lehrende und zweitens der Korrelation der identifizierten Lernstilen mit Aktivitäts- und Leistungsdaten. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Abbildung 1. Arbeitsfluss von ILSA zeigt den Arbeitsfluss von ILSA. Die in der ersten Komponente (ILS Komponente) erhobenen Lernstildaten der Lernenden werden zusammen mit den Aktivitäts- und Leistungsdaten aus den Moodle Logdateien der zweiten Komponente (Lernstil-Analyse Komponente) übergeben. Diese führt unterschiedliche Analysen aus und präsentiert die Ergebnisse in einem auswählbaren Visualisierungstyp. Zur weiteren Verwendung in anderen Anwendungen stellt ILSA Exportmöglichkeiten von Rohdaten und Visualisierungen zur Verfügung.

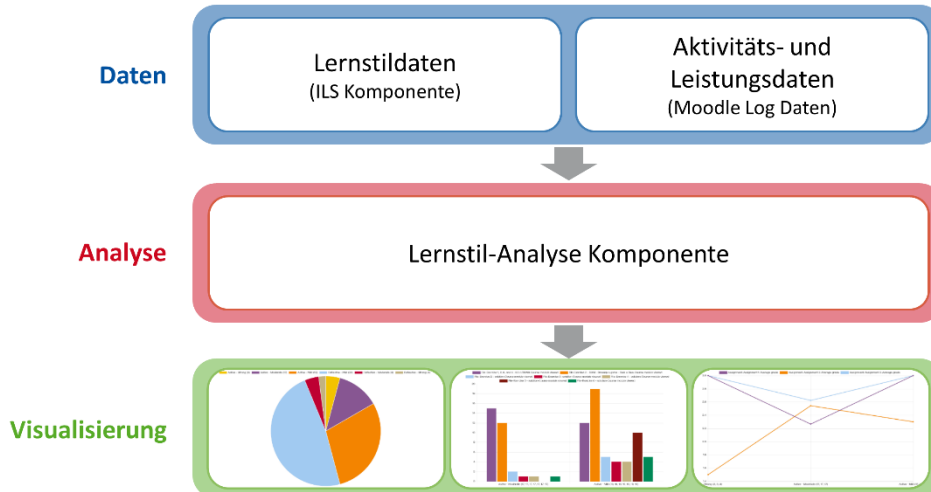


Abbildung 1. Arbeitsfluss von ILSA

3.1 Identifikation und Visualisierung der Lernstile

Die erste Komponente des ILSA-Systems hat drei Hauptbestandteile: Identifikation, Visualisierung und Empfehlungen zu den Lernstilen. Die Identifikation bezieht sich auf

die Implementierung des interaktiven ILS-Fragebogens. Nach dessen Beantwortung wird die Berechnung des eigenen Lernstils durchgeführt.

Nach der Identifizierung der Lernstile können Lernende und Lehrende auf die Ergebnisse zugreifen. Die Lernenden erhalten Zugriff auf ihre eigenen Ergebnisse sowie auf die aggregierten Ergebnisse anderer Lernender im Kurs. Die Ergebnisse werden in verschiedenen Visualisierungen dargestellt. Die Lehrenden können aggregierte Ergebnisse aller Lernenden sehen (siehe Abbildung 2). Sie können die Rohdaten (als JSON-Datei) oder die visualisierten Daten in Form einer Bilddatei exportieren.

Darüber hinaus werden sowohl Lernenden als auch Lehrenden mit zusätzlichen Informationen versorgt. Die Lernenden haben Zugang zu Erklärungen ihrer individuellen Lernstilen sowie zu Empfehlungen für ihr zukünftiges Lernen. Lehrende erhalten Empfehlungen zum Umgang mit Lernenden, die moderate oder starke Präferenzen gegenüber einem der Lernstile haben, da die „milden“ Lernenden als gut ausgewogen in jeder Art von Lernumgebung angenommen werden. Weiterhin erhalten sie Empfehlungen, wie sie verschiedene Lernressourcen optimal nutzen können. Die Empfehlungen wurden auf der Grundlage detaillierter Richtlinien gemäß [FB16] erstellt und in ILSA integriert.



Abbildung 2. Lernstil-Visualisierung und Empfehlungen für Lernende

3.2 Korrelation von Lernstilen und Aktivitäts- und Leistungsdaten

Die zweite Komponente von ILSA korreliert die Lernstildaten der ersten Komponente mit den Aktivitäts- und Leistungsdaten der Lernenden. Diese Komponente bietet die Analysefunktion zusammen mit der Visualisierung der Korrelationsergebnisse.

Nutzung von Aktivitäts- und Leistungsdaten. Aktivitäts- und Leistungsdaten beziehen sich auf Aufzeichnungen von Benutzeraktionen, die in einem System protokolliert werden können. Moodle verwendet ein ereignis-basiertes Protokollierungssystem³, das Aktionen innerhalb des LMS aufzeichnet. Ein Ereignis ist eine atomare Information, die sich u.a. aus Benutzer-ID, Kurs-ID, Plugin-ID, Ereignisname und einer Beschreibung des Ereignisses zusammensetzt (z.B. hat der Benutzer mit der ID „16“ die Aktivität „Forum“

³ https://docs.moodle.org/dev/Logging_2, zuletzt abgerufen am 13.03.2019

mit der Kursmodul-ID „131“ angesehen). Welche Aktivität innerhalb eines Moodle-Plugins geloggt werden, bestimmt das Plugin selbst. Diese Daten werden in einer zentralen Datenbank gespeichert, auf die über die Data Manipulation API⁴ zugegriffen werden kann. Neben der Verfolgung von Benutzeraktionen ermöglicht Moodle die dezentrale Erfassung und Verwendung von Leistungsdaten der Lernenden. Zur Berechnung der Gesamtnote werden die Bewertungen im Moodle Gradebook (Notenbuch) genutzt während die internen APIs der unterschiedlichen Plugins für detailliertere Analysen aufgerufen werden. So z.B. für die durchschnittliche Punktzahl die Lernende eines Lernstils in einem Quiz erzielt haben.

Korrelation und Visualisierung. Nach der Identifikation der Lernstile verwendet ILSA die Lernstildaten und kombiniert sie mit Aktivitäts- und Leistungsdaten in verschiedenen Visualisierungen. Das Interface ist visuell in zwei Abschnitte unterteilt: oben – Funktionen in Bezug auf Aktivitätsdaten und Visualisierungsstile – und unten – Funktionen zur Lernstil-Manipulation (siehe Abbildung 3).

Lehrende erhalten Zugriff auf alle Aktivitäten und Dateien eines Kurses und können wählen, ob sie Informationen über ein bestimmtes Ereignis oder Vergleiche zwischen mehreren Ereignissen sehen möchten. Die Visualisierung kann durch Auswahl eines bestimmten Visualisierungstyps wie Balkendiagramm oder Graph weiter spezifiziert werden. Abschließend kann der gewünschte Zeitraum ausgewählt werden.

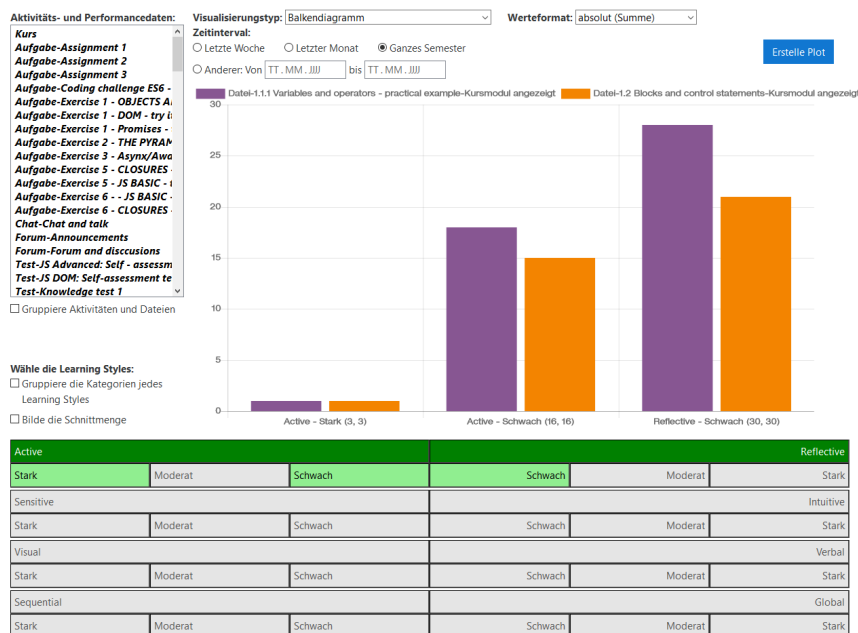


Abbildung 3. Ansicht der zweiten Komponente für Lehrende

⁴ https://docs.moodle.org/dev/Data_manipulation_API, zuletzt abgerufen am 13.03.2019

Die Lernstil-Manipulation erfolgt über eine Matrix in der Lernstile aus- und abgewählt werden können. In jeder Zeile sind die zwei Extreme der einzelnen Dimensionen gegenübergestellt. Die Reihenfolge in der Matrix wird für die Visualisierung übernommen um eventuelle Korrelationen einfacher erkennen zu können. Für jeden Lernstil kann festgelegt werden, welche Ausprägungen betrachtet werden sollen. Diese können zusätzlich in den Extremen gruppiert werden oder eine Schnittmenge gebildet werden. Bei Schnittmengen ist darauf zu achten, pro Dimension nur maximal eine Ausprägung zu nutzen, da diese ansonsten immer leer ist.

Lehrende sehen aus Gründen der Anonymität nur die korrelierten Daten. Um die angezeigten Informationen zu filtern, können Lehrende mit verschiedenen Lernstil-Manipulationen „spielen“. Es können ein oder mehrere Lernstile in unterschiedlicher Ausprägung gewählt werden (z.B. stark *aktiv* und moderat *intuitiv*), es können Lernstile gruppiert werden (z.B. alle *aktiven*, alle *globalen*) oder Schnittmengen angezeigt werden. Diese Funktion ermöglicht es Lehrenden, sich auf bestimmte Gruppen von Lernenden zu konzentrieren und genau zu ermitteln, wie sie sich im LMS verhalten.

Lernende erhalten Einblick in ihre eigenen Aktivitäts- und Leistungsdaten und die Durchschnittsdaten der eigenen Lernpräferenzen. Aufgrund der datenschutzrechtlichen Bestimmungen sind sie nicht in der Lage, Daten über andere als die eigenen Lernstilausprägungen auszuwählen. Weitere Details können [Ju18] entnommen werden.

3.3 Datenschutzrechtliche Grundlage

ILSAs erste Komponente zeigt den Nutzenden beim ersten Besuch einen Info-Screen an, der sie über die Speicherung und Verwendung der zu gebenden Antworten auf die Fragen des Index of Learning Styles (ILS) aufklärt. Erst nach der Kenntnisnahme und aktiven Einwilligung (Opt-in) der Nutzenden können diese den ILS bearbeiten und die weiteren Funktionen der Komponente nutzen. Zusätzlich können Nutzenden ihre Daten jederzeit löschen. Sie können einzelne Bearbeitungen auswählen und diese löschen oder alle jemals getätigten Bearbeitungen vollständig löschen.

Die datenschutzrechtliche Grundlage zur Erfassung der Aktivitäts- und Leistungsdaten wird von Moodle zentral definiert und eingeholt. Weiterhin unterliegen sie den Datenschutzrichtlinien der verwendenden Institution. Um eine Zuordnung von Aktivitäten oder Leistungen zu einzelnen Lernenden zu verhindern werden Analyseergebnisse erst bei fünf oder mehr Bearbeitungen des ILS durch verschiedene Lernende angezeigt.

An der RWTH Aachen bietet eine hochschulweite Ordnung zum Schutz personenbezogener Daten bei multimedialer Nutzung von E-Learning-Verfahren⁵ eine Grundlage

⁵ http://www.rwth-aachen.de/global/show_document.asp?id=aaaaaaaaaolwek, zuletzt abgerufen am 14.06.2019

zur datenschutzrechtkonformen Erfassung und Verwendung von Lernstil-, Aktivitäts- und Leistungsdaten.

4 Ausblick

Das in diesem Beitrag präsentierte integrierte Lernstil-Analysesystem ILSA bietet eine interaktive Möglichkeit zur Ermittlung der Lernstile sowie zur Verknüpfung mit Aktivitäts- und Leistungsdaten innerhalb des Learning Management Systems Moodle. Lehrende und Lernende können mit ILSA den Lernprozess unter Berücksichtigung der Lernstile reflektieren. Anders als in verwandten Arbeiten der Lernstilforschung werden weder Vorhersagen über Lernverhalten noch automatische Anpassungen der Lernumgebung durchgeführt. ILSA bietet lediglich die Möglichkeit zur Reflektion durch Lehrende und Lernende. Exportmöglichkeiten der Rohdaten und Visualisierungen ermöglicht die Weiterverwendung mit anderen Anwendungen.

Nach einer ersten, manuellen Auswertung von Lernstilen und Aktivitäts- und Leistungsdaten in einer Studie im Wintersemester 2017 an der RWTH Aachen [RZS18] kann mit dem Einsatz von ILSA die Analyse in Echtzeit und für Lehrende und Lernende in der Lernumgebung integriert erfolgen. Darüber hinaus wurde ILSA in einer Studie zu personalisierter Gamification eingesetzt. In dieser Studie wurden Spielelemente in einem Onlinelernkurs genutzt um die Beteiligung und Interaktion der Kursteilnehmer zu erhöhen. Lernstile wurden als Indikatoren für Verhaltensunterschiede der Teilnehmer genutzt. Da ILSA (neben den in Abschnitt 3 genannten Daten) die Nutzungsdaten verschiedener Spielelemente in Moodle abrufen kann (z.B. Anzahl verdienster Badges oder gesammelte Erfahrungspunkte) wurde es genutzt, um diese Daten mit den Lernstilen zu korrelieren und folgend das Verhalten im Moodlekurs und die Interaktion mit den Spielelementen zu analysieren.

Weiterführend soll ILSA im Rahmen von Blended Learning Kursen, sowie in E-Learning Angeboten an der RWTH Aachen evaluiert werden. Hierzu sollen sowohl Lehrende als auch Lernende mit ILSA arbeiten. Das Plugin soll zudem auf offiziellem Wege⁶ der Moodle-Community zur Verfügung gestellt werden.

Literaturverzeichnis

- [Ju18] Judel, S.: Analysis of Activity Logging Approaches and Concept for Data Correlations with Learning Styles. Master thesis, Aachen, 2018.
- [FB16] Felder, R.M.; Brent, R.: Teaching and learning STEM: A practical guide. John Wiley & Sons, 2016.
- [Gr07] Graf, S.; Viola, S.R.; Leo, T.; Kinshuk: In-Depth Analysis of the Felder-Silverman Learning Style Dimensions. J. Res. Technol. Educ. 40, S. 79–93, 2007.

⁶ <https://moodle.org/plugins/>, zuletzt abgerufen am 12.06.2019

- [HNS19] Hasibuan, M.S.; Nugroho, L.E.; Santosa, P.I.: Model detecting learning styles with artificial neural network. *J. Technol. Sci. Educ.* 9, S. 85–95, 2019.
- [ÖG09] Özpolat, E.; Akar, G.B.: Automatic detection of learning styles for an e-learning system. *Computers & Education* Vol. 53, S. 355–367, 2009.
- [Pa08] Pashler, H.; McDaniel, M.; Rohrer, D.; Bjork, R.: Learning Styles: Concepts and Evidence. *Psychological Science in the Public Interest* Vol. 9, S. 105–119, 2008.
- [RZS18] Röpke, R.; Zaric, N.; Schroeder, U.: Lernstil-basierte Evaluation von Nutzungsverhalten der Lernplattform eines Blended Learning Kurses der RWTH Aachen. In: Krömker, D. and Schroeder, U. (eds.) *DeLFI 2018 - Die 16. E-Learning Fachtagung Informatik, Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn*, S. 207-218, 2018.
- [Sa08] Sangineto, E.; Capuano, N.; Gaeta, M.; Micarelli, A.: Adaptive course generation through learning styles representation. *Universal Access in the Information Society* Vol. 7, S. 1–23, 2008.
- [Za13] Zajacova, B.: Learning Styles: An Overview of Concepts and Research Tools and Introduction of Our Research Design in Physics Education Field. In (Safrankova, J. und Pavlu, J., Hrsg.): *WDS 2013 - Proceedings of Contributed Papers: Part III – Physics*, Matfyzpress, Prag, S. 91-96, 2013.
- [ZRS18] Zaric, N.; Röpke, R.; Schroeder, U.: Concept for linking learning analytics and learning styles in e-learning environment. In: *10th International Conference on Educational and New Learning Technologies*, Palma, S. 4822-4829, 2018.