

Sascha Neff<sup>1</sup>  
 Alexander Engl<sup>1</sup>  
 Björn Risch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Rheinland-Pfälzische Technische  
 Universität Kaiserslautern Landau,  
 Campus Landau

## **Nutzung virtueller Labore – Lernpfadanalysen mit Logfiles**

### **Ausgangslage**

Eine curriculare Einbindung außerschulischer Lernorte kann sich positiv auf Motivation und Interesse der Lernenden auswirken (Itzek-Greulich, 2014; Glowinski, 2007; Guderian, Priemer & Schön, 2006). Vor diesem Hintergrund wurden an der Universität Koblenz-Landau virtuelle Labore für die Klassenstufen 10 bis 13 zur unterrichtlichen Vor- und Nachbereitung einer Experimentiereinheit am universitären Schülerlabor „Freilandmobil“ erstellt. Diese virtuelle Vor- und Nachbereitung des Schülerlaborbesuchs zum Thema Gewässeranalytik rahmt die reale Experimentiereinheit unter Einbezug interaktiver Elemente neben fachlichen Informationen auch mit forschungsmethodischen und auswertungsbezogenen Aspekten (siehe Neff, Engl, Kauertz & Risch, 2020a; Neff, Engl, Kauertz & Risch, 2020b). Curriculare Vorgaben der fachbezogenen Bildungsstandards wurden im Zuge der Konzeption berücksichtigt, ausgewählte Zielkompetenzen der Lernenden werden entsprechend adressiert (siehe Neff, Engl & Risch, im Druck).

Forschungsperspektivisch standen sowohl systemisch-schulbezogene als auch Lehrenden- und Lernendenaspekte im Fokus der Evaluation. Die dabei für die Lernendenseite zu prüfende Forschungsfrage lautete: „Wie können virtuelle Labore die Genese von aktueller Motivation, Flow-Erleben und Cognitive Load in der Vor- und Nachbereitung eines experimentellen Settings am außerschulischen Lernort im Freiland fördern?“

Zur Aufklärung der Auseinandersetzung der Lernenden mit den virtuellen Laboren auf Prozessebene wurde neben messwiederholten Erhebungen der Konstrukte aktuelle Motivation, Cognitive Load und Flow-Erleben auch die Usability der Lernumgebungen erfasst. Während die quantitativen Daten Indizien lieferten, welche auf eine Ermöglichung effektiven Lernens hindeuten (Neff, Gierl, Engl, Decker, Roth, Becker, Patzke, Winterholler, Kauertz & Risch, 2020), lieferten sie jedoch keine Aussage darüber, wie die Lernenden tatsächlich mit den dargebotenen virtuellen Laboren interagieren. Zur weiteren Aufklärung dieser Fragestellung wurde daher eine Auswertung systemseitig generierter Logfiles initiiert.

### **Logfile-Analysen in der fachdidaktischen Forschung**

Durch computerisierte Systeme automatisch erzeugte Logdaten dienen zunächst primär der technischen Auswertung und Fehlerbehebung. Inzwischen bieten solche automatisiert erstellte Nutzerdaten insbesondere im Bereich Marketing vielfältige Möglichkeiten. Exemplarisch seien hier zielgruppengerechte Werbung im digitalen Raum, adaptive Suchvorschläge in Suchmaschinen oder Kaufvorschläge in Online-Warenhäusern basierend auf dem Kaufverhalten der Nutzenden genannt (z.B. Bensberg, 2001). Dieser Anwendungsbereich hat sich zu einer eigenen Fachdisziplin aufgebaut, unter den Begriffen „Data Science“ und „Data Mining“ sind inzwischen entsprechende Angebote im tertiären Bildungssektor verfügbar.

Auch im bildungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Bereich ist die Nutzung solcher Nutzerdaten nicht neu, wenn auch weitaus weniger verbreitet. Priemer beschrieb bereits 2004

grundlegende Vor- und Nachteile sowie eine Vorgehensweise der Datenauswertung mit Logfiles. Während einige der dort angeführten Nachteile inzwischen durch optimierte technische Möglichkeiten der Datenauswertung abgemildert werden können, bleiben andere Herausforderungen unverändert bestehen. So ist es beispielsweise ohne die Kombination der Logfile-Analysen mit weiteren Methoden nicht möglich, inhaltliche Rückschlüsse zu ziehen oder den Logfiles „zu Grunde liegende kognitive Prozesse“ (Priemer, 2004, S.5) aufzuklären.

Bereits frühere Ansätze zur Nutzung von Logdaten digitaler Lernumgebungen nahmen das Navigationsverhalten der Nutzenden in den Blick (z.B. Horney, 1993). Dabei konnten mit Hilfe der Definition von Elementen in der Lernumgebung als Knoten und den Links zwischen diesen als Kanten Auswertungen auf Basis der Graphentheorie vorgenommen und Muster identifiziert werden (Canter, Rivers & Storrs, 1985).

### **Methode**

Das zur Erstellung der Lernumgebung genutzte Lernmanagementsystem Open OLAT des Virtuellen Campus Rheinland-Pfalz generiert systemseitig für jede Lernumgebung (Kurs) standardisierte Logfiles in Form von Excel-Dateien, welche chronologisch das Navigationsverhalten jedes – alphanumerisch kodierten und somit anonymisierten – Nutzenden beinhalten. So konnten Daten von insgesamt sieben Lernumgebungen und rund 140 Nutzenden für die Auswertung der Logfiles herangezogen werden. Die Lernenden arbeiteten dabei während der Vor- und Nachbereitung jeweils 90 Minuten arbeitsteilig mit den virtuellen Laboren. Aufgrund ungenügender technischer Infrastruktur der beteiligten Schulen wurden zeitweise Lern tandems für die Bearbeitung der virtuellen Labore gebildet. Die Anzahl der identifizierbaren Nutzenden lag zwischen 29 Lernenden für ein fachlich vertiefendes und 90 Lernenden für das durch alle zu bearbeitende virtuelle Labor zur inhaltlichen Einführung in den Themenkomplex. Im weiteren Verlauf des Beitrags werden hier exemplarisch Ergebnisse aus dem einführenden virtuellen Labor vorgestellt, welches vorrangig den Aufbau der Messgeräte, Messfehlerbetrachtungen und das Vorgehen zur Auswertung zum Inhalt hatte.

Die komplexen Logfiles wurden zunächst bereinigt, gefiltert und transformiert (vgl. Wang, 2006). Anschließend erfolgte eine deskriptive Auswertung auf Ebene der Nutzenden hinsichtlich der Verweildauern in den einzelnen Elementen (Seiten der Lernumgebung, entsprechend den Nodes) und der Navigationspfade der Nutzenden (den Kanten entsprechend). Letztlich wurden so Zeitleistendiagramme der Nutzenden generiert. Darüber hinaus erfolgte eine erste automatisierte Mustererkennung mit Hilfe eines Algorithmus des Frequent Closed Sequence Mining zur Identifikation wiederkehrender Sequenzen (cSPADE-Algorithmus; Zaki, 2001). Bereinigung, Filterung und Auswertung der Daten erfolgten mit dem Statistikprogramm R.

### **Ergebnisse**

In der gesamtheitlichen Betrachtung zeigt sich eine Verschiebung des inhaltlichen Fokus der Lernenden entlang der Zeitachse. Erwartungsgemäß werden zunächst die einführenden Kapitel verstärkt aufgerufen, bevor anschließend eine inhaltlich weiterführende Arbeit in den fortfolgenden Kapiteln angestrebt wird.

In Anbetracht der zur Verfügung stehenden Bearbeitungszeit von rund 90 Minuten ist die anhand abnehmender (farblicher) Dichte der Kapitelaufrufe ersichtliche eher geringe Bearbeitungszeit vieler Lernender erstaunlich (Abbildung 1).

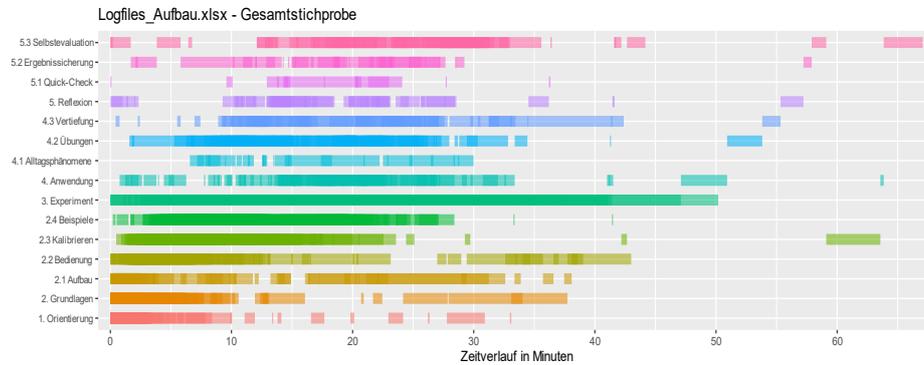


Abb. 1: Kapitelaufrufe über den Zeitverlauf der Lerneinheit. Die zunehmende farbliche Dichte der Balken bildet die Zahl der Logins im jeweiligen Kapitel ab.

Auf Personenebene zeigen sich hingegen stark variierende Nutzungsmuster. Von der stringenten Abarbeitung der Kapitelstruktur (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) über eine scheinbar stringente aber zeitlich in Relation zu den Inhalten wenig erfolgsversprechende (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) bis hin zu einer als weitgehend chaotisch navigierenden und damit explorierenden Nutzungsstrategie (Horney, 1993; **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) manifestiert sich hier auf individueller Ebene ein sehr diverses Bild. Die Mustererkennung lieferte über 400 Sequenzen mit einer Länge von zwei bis sieben Elementen bei vorgegebenem Supportfaktor >.4 (siehe Berry & Linoff, 2004).

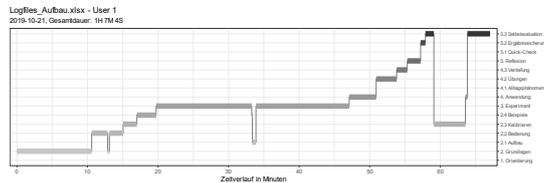


Abb. 2: Stringenter Bearbeitungsverlauf von Nutzer 1 mit nur wenigen rekurrierenden Einschnitten.

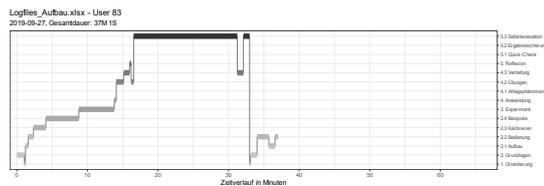


Abb. 4: Scheinbar stringenter Bearbeitungsverlauf von Nutzer 83. Die kurze Bearbeitungsdauer lässt jedoch vermuten, dass keine umfassende inhaltliche Auseinandersetzung erfolgte.

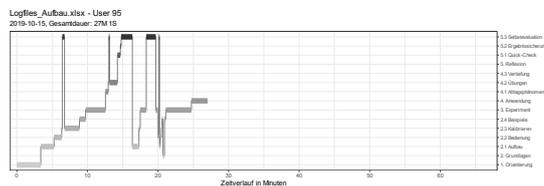


Abb. 3: Wenig zielgerichteter Bearbeitungsverlauf von Nutzer 95. Insbesondere ab Minute 10 ist eine inhaltliche Auseinandersetzung kaum zu vermuten.

Ausblick

Im weiteren Verlauf werden durch einen Algorithmus relevante Sequenzmuster identifiziert und inhaltlich abgeglichen. In letzter Konsequenz sollen so alternative Lernpfade durch Verlinkungen – perspektivisch auch dynamisch adaptiv – angeboten werden. Zur inhaltlichen Klärung des Nutzerverhaltens werden simultane Screencasts herangezogen.

#### Literatur

- Bensberg, Frank (2001): Warenkorbanalyse im Online-Handel. In: H.U. Buhl, A. Huther & B. Reitwiesner (Hrsg.): *Information Age Economy*. Heidelberg: Physica-Verlag HD, S. 103-116.
- Berry, M. J., & Linoff, G. S. (2004). *Data mining techniques: for marketing, sales, and customer relationship management*. John Wiley & Sons.
- Canter, D., Rivers, R. & Storrs, G. (1985). Characterizing User Navigation through Complex Data Structures. *Behaviour & Information Technology*, 4(2), 93-1.
- Glowinski, I. (2007). *Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen* (Dissertation).
- Guderian, P., Priemer, B., & Schön, L. H. (2006). In den Unterricht eingebundene Schülerlaborbesuche und deren Einfluss auf das aktuelle Interesse an Physik. *PhyDid A-Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 2(5), 142-149.
- Horney, M. A. (1993). Case studies of navigational patterns in constructive hypertext. *Computers & Education*, 20(3), 257-270.
- Itzek-Greulich, H. (2014). *Einbindung des Lernorts Schülerlabor in den naturwissenschaftlichen Unterricht: Empirische Untersuchung zu kognitiven und motivationalen Wirkungen eines naturwissenschaftlichen Lehr-Lernarrangements* (Dissertation).
- Neff, S., Engl, A., Kauertz, A. & Risch, B. (2020a). Virtuelle Labore – Schultransfer und multiperspektivische Evaluation. In: K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hoffhues, J. König & D. Schmeinck (Hrsg.). *Bildung, Schule, Digitalisierung*. S. 172 – 177. Münster: Waxmann Verlag.
- Neff, S., Engl, A., Kauertz, A. & Risch, B. (2020b). Implementation digitaler Innovationen in der Lehrer\*innenbildung am Beispiel des Projekts Open MINT Labs. In: M. Beißwenger, B. Bulizek, I. Gryl & F. Schacht (Hrsg.) *Digitale Innovationen und Kompetenzen in der Lehramtsausbildung*. S. 447 – 457. Duisburg: Universitätsverlag Rhein-Ruhr.
- Neff, S., Engl, A. & Risch, B. (im Druck): Digitale Lernumgebungen zur Vor- und Nachbereitung realer Experimentiereinheiten. In: *Die Zukunft des MINT-Lernens Band 2 – Digitale Tools*. Springer Verlag.
- Neff, S., Gierl, K., Engl, A., Decker, B., Roth, T., Becker, J., et al. (2021). Virtuelle Labore für den MINT-Unterricht – Transferprozess einer hochschulischen Innovation in den Schulkontext. In U. Schmidt & K. Schönheim (Hrsg.), *Transfer von Innovation und Wissen* (S. 75–101). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Priemer, B. (2004). Logfile-Analysen: Möglichkeiten Und Grenzen Ihrer Nutzung Bei Untersuchungen Zur Mensch-Maschine-Interaktion. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie Und Praxis Der Medienbildung* 2004, 1-23.
- Wang, F. H. (2002). On using data-mining technology for browsing log file analysis in asynchronous learning environment. In *EdMedia+ Innovate Learning* (pp. 2005-2006). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Zaki, M.J. (2001). An efficient algorithm for mining frequent sequences by a new strategy without support counting. *Machine Learning*, 42, 31–60.