

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

<sup>1</sup>Universität Koblenz-Landau

## **Transfer virtueller Labore – Identifikation von Implementationshürden**

### **Konzeption**

Im Rahmen des Projekts Open MINT Labs werden unter anderem virtuelle Labore zum Thema Gewässeranalytik für Schüler\*innen der Klassenstufe 10 bis 13 entwickelt. Ziel ist es, durch den Einsatz der virtuellen Labore als digitale Lernumgebung das außerschulische Lernen im naturwissenschaftlichen Fachunterricht zu optimieren (Streller 2015). Die virtuellen Labore werden in einem Blended-Learning-Ansatz zur digitalen Vor- und Nachbereitung der Experimentiereinheit im Freiland eingesetzt. Die begleitende empirische Studie fokussiert auf den Transfer dieser digitalen Innovation in den schulischen Unterricht. Die dabei zu prüfende Forschungsfrage lautet: „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?“. Die Ergebnisse der Studie sollen dazu beitragen, dass zunächst Implementationshürden identifiziert und im Anschluss geeignete didaktische Konzepte mit positiver Aussicht auf einen erfolgreichen Transfer entwickelt werden. Eine detaillierte Darstellung der Lerneinheit ist Neff, Engl, Risch und Kauertz (2020, im Druck) zu entnehmen. Die im vorliegenden Beitrag beschriebene Teilstudie erfasst personenbezogene Konstrukte der teilnehmenden Schüler\*innen in Bezug auf ihre Interaktion mit den Lernmaterialien. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen Rückschlüsse auf die schulische Einsetzbarkeit der Materialien ermöglichen. Integriert in das im Projekt entwickelte Modell der Transferbarrieren (vgl. Neff, Engl, Kauertz & Risch, 2020), bieten die Erkenntnisse zur Nutzbarkeit der Materialien einen Ansatzpunkt für die Entwicklung und den Transfer didaktischer Konzepte in den schulischen Unterricht. Die nachfolgend erörterten korrelativen Beziehungen zwischen den oben genannten Konstrukten bilden dabei die Basis zur Aufdeckung möglicher kausaler Zusammenhänge des Lernens im beschriebenen Setting.

### **Methode und Stichprobe**

Während auf der Seite der Lehrpersonen einschlägige *beliefs* im Bezug auf digitale Medien mit Hilfe eines Fragebogens ( $n = 76$ ,  $n_{\text{weiblich}} = 36.9\%$ ) erfasst und durch leitfadengestützte Interviews ( $n = 12$ ) validiert sowie elaboriert wurden, erfolgte die Erhebung mit der Zielgruppe der Schüler\*innen ausschließlich mittels Fragebogenerhebung ( $n = 125$ ,  $n_{\text{weiblich}} = 50.4\%$ ; med. Alter: 17 Jahre,  $MW = 16.73$ ,  $SD = .92$ ). Die hier dargestellten Daten der quantitativen Befragung der Schüler\*innen wurden im Rahmen der digitalen Vor- und Nachbereitung sowie der Durchführung instrumentell analytischer Verfahren zur Gewässeranalytik mittels (Online-)Fragebögen erhoben. Die Herausforderung der Testung direkt in der Arbeitssituation erfolgte durch eine zeitgesteuerte Unterbrechung der Arbeitsabläufe. Zu allen drei Testzeitpunkten wurden die Konstrukte Flow (Rheinberg, Vollmeyer & Engeser, 2003), aktuelle Motivation (Rheinberg, Vollmeyer & Burns, 2001) und *cognitive load* (Leppink, Paas, van der Vleuten, van Gog & van Merriënboer, 2013) erfasst. Die anschließende Datenauswertung erfolgte mit Hilfe des Statistikprogramms RStudio.

### **Ergebnisse zur Befragung der Schüler\*innen**

Zur Auswertung wurden die Subskalen der eingesetzten Instrumente sowohl deskriptiv als auch inferenzstatistisch untersucht. Ausgeschlossen wurde hierbei die Subskala

Misserfolgsbefürchtung des Fragebogens zur aktuellen Motivation (FAM, Rheinberg, Vollmeyer & Burns, 2001), da diese ungenügende Itemkennwerte aufweisen. Die übrigen Itemcharakteristiken genügen den Ansprüchen für eine weiterführende Auswertung und sind detailliert in Neff, Gierl, Eng, Decker, Roth, Becker, Patzke, Winterholler, Kauertz & Risch (2020, im Druck) dargestellt. Die deskriptiven Ergebnisse der Erhebung unter den teilnehmenden Schüler\*innen zeigen Indizien einer Lernförderlichkeit und sind Neff et al. (2020, im Druck) zu entnehmen.

Im Folgenden werden die korrelativen Zusammenhänge der einzelnen Subskalen näher betrachtet. Hierzu wurden die Korrelationen nach Pearson ermittelt und mit Hilfe einer Korrelationsmatrix je Testzeitpunkt grafisch dargestellt. Abgebildet wurden hierbei nur Korrelationskoeffizienten  $|r| > 0.3$ , welche außerdem auf dem 5%-Niveau signifikant waren. Im Kontext der Vorbereitung konnte eine mit  $r = 0.66$  starke Korrelation zwischen den Subskalen *intrinsic load* und *extraneous load* des eingesetzten *cognitive load* Fragebogens (Leppink et al., 2013) festgestellt werden (Abb. 1). Obwohl Leppink et al. (2013) ausführlich und evidenzbasiert für ein Dreifaktorenmodell des Konstruktes *cognitive load* plädieren, ist nicht auszuschließen, dass die Kombination aus neuen Inhalten

und neuem Lernformat ausschlaggebend für die hier festgestellte Korrelation ist. Die Autoren sehen eine mögliche Ursache hierfür auch im spezifischen Wording der Items, wodurch eine Zuordnung zu den Subskalen *intrinsic* oder *extraneous load* möglicherweise nicht von jeder Probandin/jedem Probanden gleich vorgenommen werden könne (Leppink et al., 2013). Vor diesem Hintergrund erscheinen eine weitere Validierung und Auswertung der vorhandenen Daten im Hinblick auf diese Fragestellung sinnvoll. Am ersten Testzeitpunkt (TP 1) zeigt sich eine starke positive Korrelation zwischen den Subskalen Misserfolgsbefürchtung des FAM und der Besorgnis Komponente des Flows. Wenngleich ein inhaltlicher Zusammenhang hier leicht nachvollziehbar erscheint, wird dieser Zusammenhang aufgrund der genannten unzulänglichen Itemkennwerte nicht näher betrachtet. Eine mit  $r = -0.58$  starke negative Korrelation konnte zwischen den Subskalen *intrinsic load* und FAM Erfolgswahrscheinlichkeit ermittelt werden. Dieser Zusammenhang ist nicht unerwartet, da eine hohe Erfolgswahrscheinlichkeit aus der Einschätzung einer Aufgabe als „leicht“ entstehen kann (Rheinberg et al., 2001). Der *intrinsic load* wäre in diesem Fall als indirektes Maß für die empfundene Einfachheit zu verstehen, welche aus der geringeren internen Komplexität der Aufgabenstellung resultiert. Weiterhin lässt sich eine starke positive Korrelation zwischen der FAM Subskala Interesse und dem Flow-Erleben erkennen ( $r = 0.57$ ). Dieses Ergebnis erscheint insofern nachvollziehbar, dass ein hohes Flow-Erleben durch einen „attraktiven Vollzug der Tätigkeit“ (Rheinberg et al. 2003, S. 2) beschrieben wird.

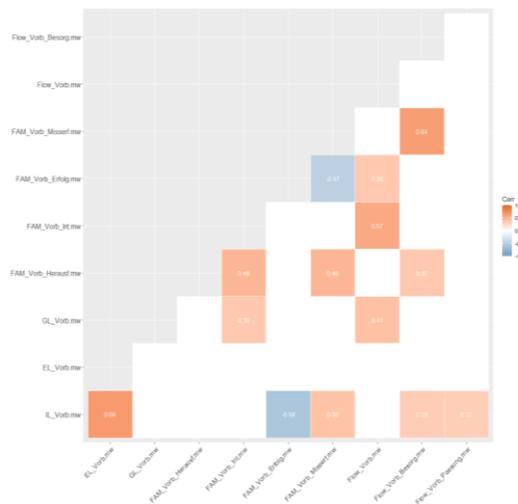


Abb. 1: Korrelationsmatrix (TP 1):  
Digitale Vorbereitung mit virtuellen Laboren

Die bereits zum ersten Testzeitpunkt (TP 1) erfasste starke positive Korrelation der Konstrukte Interesse und Flow-Erleben ließ sich auch beim zweiten Testzeitpunkt (TP 2) nachweisen (Abb. 2). Dies gilt auch für den Zusammenhang zwischen *intrinsic load* und *extraneous load* sowie für die negative Korrelation der Konstrukte *intrinsic load* und Erfolgswahrscheinlichkeit. Anlass für weitere vertiefende Untersuchungen bieten hier auch die aufgedeckten Zusammenhänge zwischen Herausforderung und Interesse, da diese Konstrukte als Subskalen des FAM als jeweils eigenständige Faktoren, gestützt durch eine entsprechende Hauptkomponentenanalyse erfasst werden (Rheinberg et al., 2001).

Weitere an dieser Stelle noch nicht erklärbare Fragestellungen bestehen im Zusammenhang zwischen der FAM-Subskala Interesse und dem *germane load*. Der *germane load* als die Komponente der *cognitive load theory*, welche für die Schemabildung vorhandene kognitive Kapazitäten ausweist, scheint zunächst schwerlich mit dem Interesse als Charakteristikum einer Person in der jeweiligen Situation in Einklang zu bringen. Zum dritten Testzeitpunkt (TP 3) (Abb. 3) treten die bereits zu den ersten beiden Messzeitpunkten erfassten Korrelationen etwas

schwächer hervor, sind jedoch noch deutlich statistisch abgesichert. Als neu hervorgehobene starke positive Korrelation ist hier der Zusammenhang der FAM-Subskala Herausforderung mit dem Flow-Erleben der Befragten ersichtlich ( $r = 0.66$ ). Dies lässt sich anhand der Theorie des Flow-Erlebens begründen, wonach eine wichtige Komponente für Flow darin besteht, dass trotz hoher Anforderung das Gefühl der Kontrolle über die Aktivität erhalten bleibt (Rheinberg et al., 2003). Auch in dieser Auswertung bleiben die deutlich erkennbaren Korrelationen von Herausforderung und *germane load* mit der Subskala Interesse bestehen und bieten so verstärkt Anlass zur weiteren Untersuchung.

### Ausblick

Im weiteren Verlauf der Datenauswertung ist die Prüfung von Kovarianzen vorgesehen. Darüber hinaus erfolgt eine Clusteranalyse basierend auf parallel zur Durchführung erhobenen Logfiles des Lernmanagementsystems während der virtuellen Vor- und Nachbereitung der Lernenden. Die beschriebenen noch unklaren Zusammenhänge erfordern eine weitere Analyse, möglicherweise in einem veränderten experimentellen Setting.

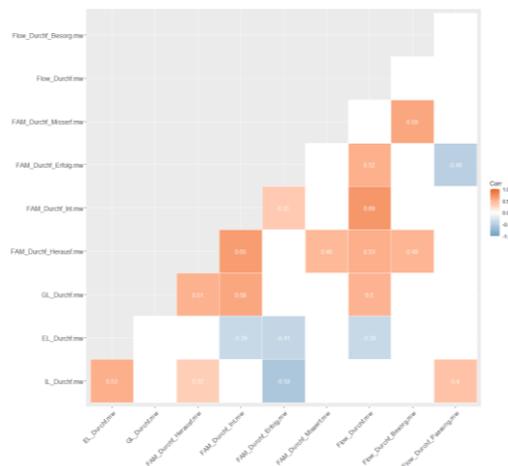


Abb. 2: Korrelationsmatrix (TP 2):  
Experimentelle Kleingruppenarbeit im Freiland

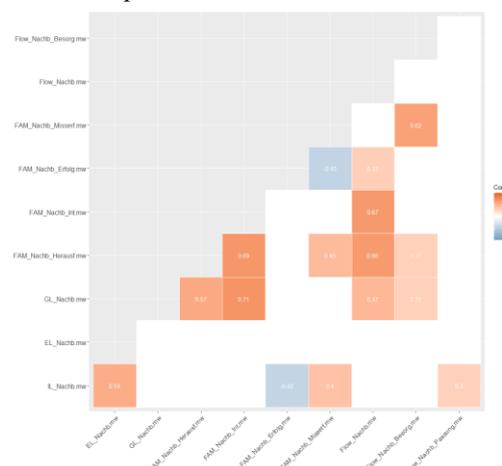


Abb. 3: Korrelationsmatrix (TP 3):  
Digitale Nachbereitung mit virtuellen Laboren

**Literatur**

- Leppink, J., Paas, F., van der Vleuten, C.P.M., van Gog, T. & van Merriënboer, J.J.G. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior research methods*, 45(4), 1058–1072.
- Neff, S., Engl, A., Kauertz, A. & Risch, B. (2020, im Druck). Virtuelle Labore – Schultransfer und multiperspektivische Evaluation. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König & D. Schmeick (Hrsg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung*. Münster: Waxmann.
- Neff, S., Gierl, K., Engl, A., Decker, B., Roth, T., Becker, J., Patzke, K., Winterholler, B., Kauertz, A. & Risch, B. (2020, im Druck). Virtuelle Labore für den MINT-Unterricht - Transferprozess einer hochschulischen Innovation in den Schulkontext. In Carl-Zeiss-Stiftung Kolleg (Hrsg.), *Transfer von Innovation und Wissen - Gelingensbedingungen und Herausforderungen*. o.O.: o.V.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Burns, B.D. (2001). FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen. *Diagnostica*, 47(2), 57–66.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Engeser, S. (2003). Die Erfassung des Flow-Erlebens. In J. Stiensmeier-Pelster & F. Rheinberg (Hrsg.), *Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept*. Göttingen: Hogrefe, 261-279.
- Streller, M. (2015). The educational effects of pre and post-work in out-of-school laboratories. Dissertation. Dresden: TU Dresden.