

GESELLSCHAFT
FÜR INFORMATIK



Andrea Kienle, Andreas Harrer,
Jörg M. Haake, Andreas Lingnau (Hrsg.)

DELFI 2021
Die 19. Fachtagung Bildungstechnologien
der Gesellschaft für Informatik e.V.

13.-15. September 2021
Online

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings

Series of the Gesellschaft für Informatik (GI)

Volume P-316

ISBN 978-3-88579-710-4

ISSN 1617-5468

Volume Editors

Prof. Dr. A. Kienle	Prof. Dr. A. Harrer	Prof. Dr. J. M. Haake	Prof. Dr. A. Lignau
FH Dortmund	FH Dortmund	FernUniversität in Hagen	HS Ruhr-West
Emil-Figge-Str. 42	Emil-Figge-Str. 42	Universitätsstr. 1	Lützowstr. 5
44227 Dortmund	44227 Dortmund	58097 Hagen	46236 Bottrop
andrea.kienle@	andreas.harrer@	joerg.haake@	andreas.lignau@
fh-dortmund.de	fh-dortmund.de	fernuni-hagen.de	hs-ruhrwest.de

Series Editorial Board

Andreas Oberweis, KIT Karlsruhe,
(Chairman, andreas.oberweis@kit.edu)
Torsten Brinda, Universität Duisburg-Essen, Germany
Dieter Fellner, Technische Universität Darmstadt, Germany
Ulrich Flegel, Infineon, Germany
Ulrich Frank, Universität Duisburg-Essen, Germany
Michael Goedicke, Universität Duisburg-Essen, Germany
Ralf Hofestädt, Universität Bielefeld, Germany
Wolfgang Karl, KIT Karlsruhe, Germany
Michael Koch, Universität der Bundeswehr München, Germany
Peter Sanders, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Germany
Andreas Thor, HFT Leipzig, Germany
Ingo Timm, Universität Trier, Germany
Karin Vosseberg, Hochschule Bremerhaven, Germany
Maria Wimmer, Universität Koblenz-Landau, Germany

Dissertations

Steffen Hölldobler, Technische Universität Dresden, Germany

Thematics

Agnes Koschmider, Universität Kiel, Germany

Seminars

Judith Michael, RWTH Aachen, Germany

© Gesellschaft für Informatik, Bonn 2021

printed by Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn



This book is licensed under a Creative Commons BY-SA 4.0 licence.

Vorwort

Die DELFI Tagungsreihe befasst sich mit dem interdisziplinären Spannungsfeld von alltäglichen Herausforderungen durch Bildungstechnologien über empirisch gestützte Reflektionen zu deren Einsatz bis hin zu aktuellen Forschungslinien.

Das Motto der DELFI Tagung 2021 lautet „Digitale Lehre zwischen Präsenz- und Online-Betrieb“. Dieses trägt besonders den vielfältigen Herausforderungen Rechnung, denen sich Lernende und Lehrende während der Corona-Pandemie stellen mussten. Den etablierten Lehrformen mit digitalen Medien mit seinen Auslegungen gesellten sich Ansätze eines „emergency remote teachings“ hinzu, die mit unmittelbaren kurzfristigen Veränderungen und opportunistischer Planung umgehen können.

Die DELFI Tagung 2021 beschäftigt sich deshalb mit allen Informatik-Aspekten von internet-, medien- und rechnergestützten Lehr- und Lernformen in Schule, Hochschule, beruflicher und privater Aus- und Weiterbildung. Die informatische Forschung adressiert insbesondere Technologien, Werkzeuge, Infrastrukturen und organisatorische, soziale und technische Rahmenbedingungen für die Realisierung von E-Learning, unabhängig von konkreten Anwendungsfeldern und disziplinären Lerninhalten. Die Anwendung der Methoden und Werkzeuge beschränkt sich nicht auf Inhalte der Informatik, sondern kann in allen Disziplinen erfolgen.

Wir haben uns sehr über die hohe Anzahl an Einreichungen gefreut. Die eingereichten wissenschaftlichen Beiträge wurden im Doppelblind-Verfahren von je mindestens drei Mitgliedern des Programmkomitees begutachtet. Bei einer Programmkomitee-Sitzung wurde dann über die Annahme und Ablehnung von Beiträgen entschieden. Von 33 eingereichten wissenschaftlichen Langbeiträgen wurden 10 angenommen. Dies entspricht eine Annahmequote von ca. 30 %. Von 19 eingereichten Kurzbeiträgen wurden 8 angenommen, entsprechend einer Annahmequote von 42%, und ergänzt um 5 gekürzte Langbeiträge. Die angenommenen Lang- und Kurzbeiträge finden sich im vorliegenden Tagungsband, ergänzt durch weitere Beitragsformen – 16 Praxis-, 12 Poster-, 6 Demobeiträge, 2 Positionsbeiträge sowie 3 Beiträge zu den DELFI-Keynotes.

Zusammen mit dem engagierten Programmkomitee konnte so ein interessantes und facettenreiches Programm zusammengestellt werden. Dabei sehen wir in diesem Jahr neben Forschungsbeiträgen verstärkt Praxisbeiträge, in denen die gemachten Erfahrungen dokumentiert werden und die Anlass zu weiteren Diskussionen in der Community bieten. Allen Autor*innen und Mitgliedern des Programmkomitees gilt unser herzlicher Dank.

In diesen besonderen Zeiten standen auch wir vor der schwierigen Frage, ob die DELFI Tagung 2021 in Präsenz an der Fachhochschule Dortmund, in hybrider oder in rein digitaler Form stattfinden soll. Bis zur letzten Minute haben wir verschiedene Optionen geprüft – und uns dann für die digitale Variante entschieden. Insbesondere die lange geltenden Dienstreiseeinschränkungen für Hochschulmitglieder und die Unsicherheit der Entwicklung der Coronazahlen haben uns zu diesem besonnenen Schritt bewogen. Was sich zunächst wie eine Niederlage anfühlte, ist in konstruktive Stimmung umgeschlagen. Trotz des digitalen Formats bieten wir größtmögliche Nähe – durch Gelegenheiten zum Austausch und gemeinsamen Aktionen sowie durch geteilte Gegenstände. So wie dieser

Tagungsband, der Sie zusammen mit anderen Unterlagen an dem Ort erreicht, an dem Sie an der Tagung teilnehmen. So wird die DELFI Tagung 2021 ein einzigartiges, gemeinsames Erlebnis. Wir freuen uns darauf!

Dortmund, im September 2021

Andrea Kienle, Andreas Harrer, Jörg M. Haake, Andreas Lingnau

Tagungsleitung

Gesamtleitung:

Leitung des Programmkomitees:

Leitung des Workshop-Programms:

Andrea Kienle, FH Dortmund

Andreas Harrer, FH Dortmund

Jörg M. Haake, FernUniversität in Hagen

Andreas Lingnau, Hochschule Ruhr-West

Programmkomitee

Daniel Bodemer
Universität Duisburg-Essen

Teresa Busjahn
Hochschule für Technik und Wirtschaft
Berlin

Mohamed Amine Chatti
Universität Duisburg-Essen

Ralf Doerner
Hochschule RheinMain

Jens Drummer
Landesamt für Schule und Bildung

Martin Ebner
Technische Universität Graz

Wolfgang Effelsberg
Universität Mannheim

Albrecht Fortenbacher
Hochschule für Technik und Wirtschaft
Berlin

Paul Grimm
Hochschule Fulda

Christiane Hagedorn
Hasso-Plattner-Institut (HPI)

Peter Henning
Hochschule Karlsruhe (Institute for
Computers in Education)

Paul-Thomas Kandzia
Duale Hochschule Baden-Württemberg
(DHBW) Lörrach

Johannes Konert
Hochschule Fulda

Bernd Kraemer
FernUniversität in Hagen

Detlef Krömker
Goethe-Universität Frankfurt

Roland Küstermann
Duale Hochschule Baden-Württemberg
(DHBW) Karlsruhe

Thiemo Leonhardt
Technische Universität Dresden

Joern Loviscach
Fachhochschule Bielefeld

Ulrike Lucke
Universität Potsdam

Sven Manske
COLLIDE Research Group, Universität
Duisburg-Essen

Alke Martens
Universität Rostock

Agathe Merceron
Beuth Hochschule für Technik Berlin

Niels Pinkwart
Humboldt-Universität zu Berlin

Hans Pongratz
Technische Universität München

Christoph Rensing
Technische Universität Darmstadt

Guido Rößling
Technische Universität Darmstadt

Maren Scheffel
Ruhr-Universität Bochum

Daniel Schiffner
Leibniz-Institut für Bildungsforschung
und Bildungsinformation (DIPF)

Ulrik Schroeder
Rheinisch-Westfälische Technische
Hochschule (RWTH) Aachen

Sandra Schulz
Universität Hamburg

Andreas Schwill
Universität Potsdam

Niels Seidel
FernUniversität in Hagen

Sabine Seufert
Universität St. Gallen

Sven Strickroth
Ludwig-Maximilians-Universität
(LMU) München

Michael Striewe
Universität Duisburg-Essen

Veronika Thurner
Hochschule München

Alexander Tillmann
Goethe-Universität Frankfurt

Sarah Voß-Nakkour
Goethe-Universität Frankfurt

Jane Yau
Universität Mannheim

Raphael Zender
Universität Potsdam

Organisationsteam

Sarah Schneeweiß, Fachhochschule Dortmund
Katharina Gomulka, Fachhochschule Dortmund

Inhaltsverzeichnis

Keynotes

- Ulrich Hoppe**
Intelligente Lehr-/Lernsysteme im Lichte alter und neuer KI 17
- Claude Draude**
Wie kann IT-Gestaltung diversity-gerechter werden? Grundlagen, Voraussetzungen und Herausforderungen für Informatik-Forschung und -Lehre 19
- Kathi Fisler**
Leveraging Data Science and Social-Impact Analysis to Broaden Participation in Introductory Computer Science Courses 21

Forschungs-, Praxis- und Positionsbeiträge

Best Paper Kandidaten

- Raphael Zender, Miriam Mulders**
Social Virtual Reality als Medium für wissenschaftliche Online-Tagungen? 25
- Timo Ahlers, Cassandra Bumann, Ralph Kölle, Milica Lazović**
Hololingo! - A Game-Based Social Virtual Reality Application for Foreign Language Tandem Learning 37
- Lisa Ollesch, Jens Kohlmann, Maribell Steiner, Daniel Bodemer**
Development and evaluation of the students' peer support web application "uniMatchUp!" 49

Lernen & Lehren in Virtueller Realität

- Matthias Haack, David Markus Jozefiak, Johannes Paehr, Thomas N. Jambor**
Vom Remote zum immersiven VR-Lab am Beispiel der industriellen Steuerungstechnik 61
- Miriam Mulders, Andrea Schmitz, Matthias Weise, Raphael Zender**
Evaluierung einer VR-Lackierwerkstatt im agilen Projektvorgehen 73
- Florian Horn, Andreas Dietze, Ralf Doerner, Paul Grimm, Detlef Krömker, Johannes Luderschmidt, Alexander Tillmann, Adrian Ulges**
Eine Kategorisierung und Katalogisierung von AR & VR Projekten für die (Hoch-) Schullehre 79
- Florian Nowotny, Kathleen Plötner, Leena Steinke**
360-Grad- und Virtual Reality-Anwendungen im Fremdsprachenunterricht 85

**Rebecca Hein, Jeanine Steinbock, Maria Eisenmann,
Marc Erich Latoschik, Carolin Wienrich**
*Development of the InteractionSuitcase in virtual reality to support
inter- and transcultural learning processes in English as Foreign
Language education.....* 91

Ansätze zur Lernerunterstützung

**Joerg M. Haake, Niels Seidel, Marc Burchart, Heike Karolyi ,
Regina Kasakowskij**
Accuracy of self-assessments in higher education 97

Felix Weber, Johannes Schrupf, Tobias Thelen
Development of a Digital Goal Setting Companion for Higher Education 109

**Sven Manske, Alexia Feier, Philip Frese, Pia Hölzel, Maurice Iffländer
Rodriguez, Joshua Körner, Aron Lichte, Lena Otto de Mentock, Melinda
Kocak, Natalia Szymczyk, Dilan Temel, Mathis Haefs, Nina Kersting,
Rebekka C. Liewald, Daniel Bodemer**
*The Impact of Guidance and Feedback in Game-Based
Computational Thinking Environments* 115

Tobias Hirmer, Nora Heyne, Andreas Henrich
*Die kompetenzorientierte Studienplanung - Entwicklung eines
Tools zur Unterstützung von (Lehramts-)Studierenden* 121

**Jule Marleen Krüger, Osman Tasdelen, Tabea Küther,
Lenka Schnaubert**
ATLAS – Ambient Teacher-Learner Awareness Solution 127

Spielbasiertes Lernen und Serious Games

**Linda Rustemeier, Sarah Voß-Nakkour, Lino Weist, Saba Mateen,
Imran Hossain**
Spielerische Sensibilisierung durch Erfahrbarkeit von Beeinträchtigungen 133

Svenja Noichl, Susanne Korth, Ulrik Schroeder
Inklusives und handlungsorientiertes Lernen mithilfe Digitaler Gamebooks ... 145

Britta Hesse, Anne Jellinghaus, Esther Ruiz Ben
Serious Games zur Berufsorientierung in digitale Arbeitswelten 151

Duygu Bayrak, René Röpke, Ulrik Schroeder
*Konzeption und Entwicklung eines interaktiven E-Mail-Interface
für Anti-Phishing Lernspiele* 157

Anna Meik, Jan Schneider, Daniel Schiffner
Get your back straight! Learn Pilates with the Pilates Correction App 163

Learning Analytics

- Birte Heinemann, Matthias Ehlenz, Jens Doveren, Ulrik Schroeder**
Infrastrukturen für Learning Analytics in medien- und projektübergreifenden Lernszenarien 169
- Philipp Leitner, Martin Ebner, Hanna Geisswinkler, Sandra Schön**
Entwicklung und Einführung eines Studierenden-Dashboards an der TU Graz 175
- Sylvio Rüdian, Jennifer Haase, Niels Pinkwart**
The relation of convergent thinking and trace data in an online course 181
- Ramona Srbecky, Marcus Frangenberg, Benjamin Wallenborn, Matthias Then, Iván José Perez-Colado, Cristina Alonso-Fernandez, Baltasar Fernandez-Manjon, Matthias Hemmje.**
Supporting Learning Analytics in Educational Games in consideration of Qualifications-Based Learning 187
- Dietmar Zoerner, Paul Beschorner, Lars Michel, Ulrike Lucke**
Minimal-invasive Messung lernrelevanter Parameter für den Einsatz im Game-based Learning 193
- Svenja Noichl, Ulrik Schroeder**
InfoBiTS: Auswirkungen auf die Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik 199

Plattformen und Infrastrukturen

- Sven Strickroth, Dirk Bußler, Ulrike Lucke**
Container-based Dynamic Infrastructure for Education On-Demand 205
- Anja Lorenz, Farina Steinert**
FutureSkills: Die Plattform für alle staatlichen Hochschulen in Schleswig-Holstein 217
- Mandy Knöchel, Sebastian Karius, Sandro Wefel**
Developing a Web-based Training Platform for IT Security Education 223

Pädagogisches Design von online-Lernszenarien

- Maren Scheffel, Marcel Schmitz, Judith van Hooijdonk, Evelien van Limbeek, Chris Kockelkoren, Didi Joppe, Hendrik Drachsler**
The Design Cycle for Education (DC4E) 229
- Desireé Jörke, Carmen Neuburg**
Innovationsschub für die Digitalisierung in der Ausbildungspraxis - Lockdown-Erfahrungen von Lehrenden und Auszubildenden 241
- Anja Hawlitschek, Galina Rudolf, Sebastian Zug**
Herausforderungen bei der Integration von Teamarbeit in die Lehre am Beispiel einer Lehrveranstaltung aus der Informatik 247

Prüfungen

- Hendrik Steinbeck, Thomas Staubitz, Christoph Meinel**
Proctoring und digitale Prüfungen - Durchführungsbeispiele und Gestaltungselemente für die digitale Lehre 253
- Elisaweta Ossovski, Michael Brinkmeier, Daniel Kalbreyer**
Warum Onlinelehre sowie Open-Books-Klausuren und das Fach Informatik zusammenpassen 265

Lernressourcen

- Roy Meissner, Andreas Thor**
Creation and Utilisation of Domain Specific Knowledge Graphs (DSKG) for E-Learning 271
- Laura Köbis, Florian Heßdörfer, Eva Moser, Caroline Mehner, Heinz-Werner Wollersheim**
"LinkingKnowledge" - ein didaktisches Gestaltungskonzept zur Integration computerlinguistisch generierter Wissensnetze 277
- Johannes Schrumpf, Felix Weber, Tobias Thelen**
A Neural Natural Language Processing System for Educational Resource Knowledge Domain Classification 283
- Anja Pfennig**
Vom Blended Learning zum Full Online – so einfach geht es nicht 289
- Katrin Fritsche, Malu Amanda Dänzer Barbosa, Sander Münster**
Digital4Humanities - Modulare Selbstlernangebote zur Vermittlung von digitalen Forschungsmethoden in existierenden Kursangeboten der Geisteswissenschaften..... 295
- Andreas Daberkow, Stephan Pitsch, Axel Löffler, Juliane König-Birk, Günther Kurz, Wolfgang Knaak, Kirsten Wegendt, Karin Hehl, Johanna Karouby**
Physikgrundlagen digital - reloaded in der Online Lehre 2020/2021 301

Lehramtsstudierende und Pandemie

- Swantje Borukhovich-Weis, Jan Grey, Ewa Łączkowska, Inga Gryl**
*Distanzlehre und die Einstellungen zukünftiger Lehrer*innen zu Digitalisierung*..... 307
- Michael Burkhard, Josef Guggemos, Sabine Seufert, Stefan Sonderegger**
When Lecturers have a Choice: Covid-19 Teaching Format Preferences in a Large-Scale Course of Freshmen Students in Switzerland 319
- Florian Funke, Sven Hofmann, Peter Kießling**
Digitale Bildung in verschiedenen Phasen der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften 325

Axel Wiepke, Birte Heinemann, Ulrike Lucke, Ulrik Schroeder
*Jenseits des eigenen Klassenzimmers: Perspektiven &
Weiterentwicklungen des VR-Klassenzimmers.....* 331

Herrmann Elfreich, Sven Strickroth
*munter: Ein mobiles unterrichtsbegleitendes Unterstützungssystem
für angehende Lehrpersonen* 337

Informatik an Schulen

Natalie Kiesler
*Wer ist GeRRI?
Eine kritische Diskussion des Gemeinsamen Referenzrahmens Informatik* 343

Posterbeiträge

Mari Jebe, Jennifer Gnyp, Simon Münker, Wiebke Petersen
*E-Learning-Plattform zur Unterstützung des Erlernens
des logischen Programmierens.....* 351

**Ines Herrmann, Lydia Drewanz, Sylvia Schulze-Achatz,
Christine Dallmann**
*Digitalisierungsbezogene Kompetenzen in einer sächsischen
Lehrkräftefortbildung.....* 353

Franco Rau, Ilaria Kosubski, Moritz ter Meer
*„... es ist ja mehr als Lernraum“ – Studentische Perspektiven
auf die ComputerStudienWerkstatt.* 355

**Martin Hieronymus, Elena Hermann, Matthias Finck,
Bernhard Meussen**
Digitalisierung der Lehr-Lernszenarien im MINT-Bereich 357

Paul Gamper, Birte Heinemann, Lisa Bachmann, Ulrik Schroeder
*Eye-Tracking zur Untersuchung von Problemlösestrategien
in einem Serious-Game* 359

Julia Thurner-Irmeler
*„Das find‘ ich MINT!“ – Konzeption und Reflexion eines
Instagram-Programms zu MINT.....* 361

**Tobias Scheidat, Grit Marschik, Stephanie Böhnke, Lisa Pippirs,
Korinna Bade**
Das Interesse von Mädchen an MINT stärken mithilfe der intoMINT-App 363

**Andreas Bergmann, Tabea Dobbrunz, Andreas Harrer,
Lara Huethorst, Meike Böttcher, Daniel Walter,
Annabell Gutscher, Christoph Selter**
*FALEDIA: Eine Lernplattform für Lehramtsstudierende
zum Erwerb von Diagnose- und Förderfähigkeit.....* 365

Gabriela Molinar, Marco Stang, David Lohner, Manuela Schmidt <i>Ein LAMA geht online: Wie Machine-Learning-Kompetenzen durch praxisnahe Problemstellungen gefördert werden können.....</i>	367
Sarah Schneeweiß, Andreas Harrer <i>M(e)y(e) Lecture – ein adaptives nichtlineares Format für Lehrvideos unter Nutzung von Eyetracking.....</i>	369
Julian Dierker, Daniel Melchior, Tobias Thelen <i>Entwicklung adaptiver Backends für Lernplattformen</i>	371
Annabell Brocker, Sven Judel, Ulrik Schroeder <i>Integration von Gamification und Learning Analytics in Jupyter.....</i>	373
Demonstrationsbeiträge	
Svenja Noichl, Susanne Korth, Ulrik Schroeder <i>Gamebook-Editor zur Erstellung inklusiver und handlungsorientierter Aufgaben</i>	377
Fabian Graap <i>I AM A.I. – Fünf Exponate zur Künstlichen Intelligenz als Online-Adaption des informellen Lernorts Ausstellung.....</i>	379
Paul Gamper, Ulrik Schroeder, Birte Heinemann <i>Entwicklung und Einsatz eines Programmierlernspiels.....</i>	381
David Baberowski, Lanea Lilienthal, Niklas M. Keerl, Maximilian E. J. Rieske, Thimo Leonhardt <i>Inside the Router: Ein interaktives VR Lernspiel zur Vermittlung von Routing in Netzwerken im Informatikunterricht.....</i>	383
Anne Hamann, Thimo Leonhardt <i>Dashboard für Lehrende zur Darstellung von Lerndaten anhand eines kollaborativen Informatik-Lernspiels für die Grundschule</i>	385
Andre Greubel, Ludwig Scheuring, Martin Hennecke <i>Ein Tool zur Visualisierung von Redstone-Schaltungen in Minecraft</i>	387
Verzeichnis der Autorinnen und Autoren	389

Keynotes

Intelligente Lehr-/Lernsysteme im Lichte alter und neuer KI

H. Ulrich Hoppe¹

Abstract: Die Verbindung von "Educational Technology" und Künstlicher Intelligenz (KI) ist ein aktuelles Thema in der Diskussion um KI-Anwendungen. Dabei sollte nicht vergessen werden, dass dieses Thema im Zusammenhang mit Ansätzen wie „Intelligent Tutoring Systems“ und „student modeling“ bereits lange bearbeitet wurde. Die heutige Diskussion sollte hierauf aufbauen und zugleich das heute stärker durch maschinelle Lernverfahren geprägte neue Verständnis von KI berücksichtigen. Hieraus ergeben sich spezifische Herausforderungen.

Keywords: Intelligente Lehr-/Lernsysteme, ITS, AIED, Lernermodellierung, maschinelles Lernen

Die Verbindung von Systemen zur Unterstützung menschlichen Lehrens und Lernens mit KI-Techniken hat bereits eine lange Vorgeschichte. So haben etwa D. Sleeman und J. S. Brown bereits 1982 eine Sammlung grundlegender und maßgeblicher Arbeiten zum Thema „Intelligent Tutoring Systems“ (ITS) herausgegeben [SB82]. Die Definition spezifischer Forschungsgebiete wie ITS und wissenschaftlicher Communities wie „AI in Education“ (AIED) mit eigenen Konferenzen spiegeln dies ebenfalls wider. Auch das Thema „student modeling“ oder Lernermodellierung ist seither Teil dieser Forschungslinie. Im Hinblick auf die aktuelle Diskussion sollte diese historische Linie berücksichtigt werden, um auf den vorliegenden Erfahrungen und Erkenntnissen, etwa in Form von Modellierungstechniken und Systemarchitekturen, aufbauen zu können [Ho16].

Allerdings hat sich inzwischen das Verständnis von KI gewandelt. Die „klassische“ KI beruhte zentral auf Ansätzen der Wissensrepräsentation in Verbindung mit logikbasierten Inferenzsystemen. Diese wurden und werden auch zur Wissens- und Lernermodellierung in intelligenten Lehr-/Lernsystemen eingesetzt. Demgegenüber stehen bei aktuellen KI-Systemen und -Anwendungen Verfahren des maschinellen Lernens im Vordergrund, die keine Wissensmodelle oder kognitiven Repräsentationen voraussetzen. Hierzu gehören insbesondere Ansätze des „Deep Learning“ [LBH15], bei denen sogar die Vorgabe bestimmter Basiskonstrukte („features“) als Input für den maschinellen Lernprozess entfallen kann. Vorhersagen und Klassifikationszuordnungen auf der Basis solcher Modelle können eine sehr hohe Präzision erreichen. Allerdings handelt es sich dabei zunächst einmal um Black-Box-Modelle, die keine nachvollziehbare Erklärung der Zusammenhänge ermöglichen, die der Vorhersage zugrunde liegen. Dies ist im Kontext von Lehr-/Lernsystemen besonders problematisch, wenn es etwa darum geht, Lernenden erklärende Rückmeldungen bezüglich aktuell detektierter Fehlkonzeptionen zu geben.

¹ Universität Duisburg-Essen / RIAS-Institut Duisburg; uh@rias-institute.eu

Dieser Mangel wird auf allgemeinerer Ebene aktuell durch die Forschungslinie „erklärbare KI“ aufgegriffen.

Inzwischen liegen einige Beispiele für den Einsatz von Deep Learning in Verbindung mit intelligenten Tutorsystemen vor (siehe z.B. [JBB18]). Hierbei dienen die Lernverfahren allerdings meist der Detektion nicht-kognitiver Eigenschaften wie z. B. emotionaler Zustände auf Seiten der Lernenden. Entsprechende datengetriebene Ansätze der Analyse und Modellgenerierung sind auch zentraler Gegenstand von „Learning Analytics“ und „Educational Data Mining“ mit Anwendungen im Bereich von Lehr-/Lernsystemen. In der Zukunft wird es darum gehen, klassische und neue Verfahren in geeigneter Weise zu kombinieren.

Literatur

- [Ho16] Hoppe, H. U.: A framework system for intelligent support in open distributed learning environments - a look back from 16 years later. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 504-511.
- [JBB18] Jiang, Y., Bosch, N., Baker, R. S., Paquette, L., Ocumpaugh, J. & Biswas, G.: Expert feature-engineering vs. deep neural networks: which is better for sensor-free affect detection? In *International Conference on Artificial Intelligence in Education – AIED 2018* (pp. 198-211). Springer LNAI 10947/48 (2018).
- [LBH15] LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G.: Deep Learning. *Nature*, 521 (7553), 436-444 (2015).
- [SB82] Sleeman, D., & Brown, J. S.: *Intelligent Tutoring Systems*. London: Academic Press (1982).


Wie kann IT-Gestaltung diversity-gerechter werden? Grundlagen, Voraussetzungen und Herausforderungen für Informatik-Forschung und -Lehre

Claude Draude  ¹

Informatik verändert nicht nur die Arbeitswelt, sondern zunehmend alle Lebensbereiche. Produkte, Dienste, Logistik und Infrastruktur, sowie Prozesse der Wissens-, Informations- und Kommunikationsorganisation werden maßgeblich durch IT-Systeme bestimmt. Die weltgestaltende Kraft der Informatik und die gegenseitige Durchdringung von technischer und sozialer Welt bestreitet heute niemand mehr. Hierbei wird die Informatik häufig als Innovationstreiber angesehen, aber sie steht auch zunehmend unter Druck, ihre Forschung und Entwicklungen zu überdenken und auf gesellschaftliche Herausforderungen angemessen zu reagieren [Ji17], [Sc16].

Zunehmend problematisiert wurden in den letzten Jahren IT-Entwicklungen, die diskriminierend wirken und soziale Ungleichheiten verstärken, wie z.B. rassistische oder sexistische Autovervollständigungen oder Fotoklassifizierungen bei Suchmaschinen bzw. bei der Gesichtserkennung [BG18], [No18]; inkorrekte Übersetzungssoftware [Sc11-18] oder Verzerrungen bei algorithmenbasierten Entscheidungshilfen, wie der Einschätzung von Rückfallquoten von Verurteilten [An16] oder der Vergabe von Weiterbildungsmaßnahmen auf dem Arbeitsmarkt [Fa20]. IT-Systeme sollten jedoch eine möglichst breite gesellschaftliche Teilhabe ermöglichen, demokratischen Werten und Normen gerecht werden und sozial und ökologisch nachhaltig wirken [WB19]. Vielfaltsaspekten und sozialen Ungleichheiten kommen hierbei eine besondere Bedeutung zu. Soziale Aspekte und gesellschaftliche Auswirkungen bei der IT-Gestaltung angemessen zu berücksichtigen, stellt die Forschung und Lehre in der Informatik allerdings vor verschiedene Herausforderungen. Für ein konsequentes Zusammendenken von sozialen und technischen Prozessen bildet die Informatik an Hochschulen derzeit größtenteils nicht aus. Zur Thematik gibt es langjährige Diskussionen, Ansätze und Best Practices [Go11], [Gr19].

Die Geschlechter- und Diversitäts-Forschung liefert seit Jahrzehnten wichtige Impulse für eine inklusivere, vielfältigere Informatik. Nach wie vor aktuell sind Diskussionen um Teilhabeaspekte, die Untersuchung der Fachkultur und das Bild der Informatik [Be20]. Wenn es um Verfahren diversity-gerechterer IT-Gestaltung und ihre Integration und Vermittlung in der Informatik geht, stellen sich darüber hinaus Fragen der Anwendbarkeit und Operationalisierbarkeit. Das „Gender Extended Research and

¹ Universität Kassel, Fachbereich Elektrotechnik / Informatik, Pfänkkuchstr. 1, Kassel, 34121,
claude.draude@uni-kassel.de,  <https://orcid.org/0000-0001-8467-195X>

Development Model“ (GERD) stellt setzt an dieser Stelle an und ermöglicht es soziale Aspekte, insbesondere Gender- und Diversitäts-Aspekte, mit typischen Prozesszyklen der Informatik-Forschung und -Entwicklung zu verschränken [Ge21].

Bibliografie

- [An16] Angwin, J. et al.: There’s software used across the country to predict future criminals. And it’s biased against blacks. ProPublica, 23/05/2016, <https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing>, accessed: 29/07/2021.
- [Be20] Bereswill, M. et al.: Ungleiche Präferenzen? Zum Zusammenhang von Studienfachwahl und Geschlecht aus sozialisations- und geschlechtertheoretischer Perspektive am Beispiel des Studienfachs Informatik. ZSE Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation 3/40, pp. 231–253, 2020.
- [BG18] Buolamwini, J.; Gebru, T.: Gender Shades: Intersectional Accuracy Disparities in Commercial Gender Classification. In (Friedler, S.A.; Wilson, C. eds.): Proceedings of the 1st Conference on Fairness, Accountability and Transparency. PMLR 81, New York, NY, USA, pp. 77–91, 2018.
- [Fa20] Fanta, A.: Datenschutzbehörde stoppt Jobcenter-Algorithmus, 21/08/2020, <https://netzpolitik.org/2020/oesterreich-ams-datenschutzbehoerde-stoppt-jobcenter-algorithmus/>, accessed: 29/07/2021.
- [Ge21] GERD – Gender Extended Research and Development Model, <https://www.gerdmodel.com>, accessed: 25/07/2021.
- [Go11] Goldweber, M. et al.: Enhancing the social issues components in our computing curriculum. ACM Inroads 1/2, pp. 64–82, 2011.
- [Gr19] Grosz, B. J. et al.: Embedded EthiCS. Communications of the ACM 8/62, pp. 54–61, 2019.
- [Ji17] Jirotko, M. et al.: Responsible Research and Innovation in the Digital Age. Commun. ACM 5/60, pp. 62–68, 2017.
- [No18] Noble, S. U.: Algorithms of oppression: How search engines reinforce racism. NYU Press. New York, 2018.
- [Sc16] Schwab, K.: The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. World Economic Forum, 14/01/2016, <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>, accessed: 29/07/2021.
- [Sc11-18] Schiebinger, L. et al. (eds.): Gendered Innovations in Science, Health & Medicine, Engineering and Environment - Case study Machine Translation Analyzing data, 2011-2018, <http://genderedinnovations.stanford.edu/case-studies/nlp.html#tabs-2>, accessed: 29/07/2021.
- [WB19] WBGU, Politikpapier: Transformation unserer Welt im digitalen Zeitalter, 2019, <https://www.wbgu.de/de/>, accessed: 30/07/2021.

Leveraging Data Science and Social-Impact Analysis to Broaden Participation in Introductory Computer Science Courses

Kathi Fisler¹

Abstract: Recent trends – such as rising demand for computing courses, the emergence of Data Science as a critical skill, attention to the lack of diversity in computing workforces, and growing concerns about the social impacts of algorithmic decision-making systems – call on educators to revisit how we teach introductory computing and informatics courses. The speaker is three years into an experiment with redesigning the introductory computing course to combine data science, basic data structures, and social impacts into an introductory course meant for students across the university. The course has proven successful, attracting a diverse student population across each of gender, race, and academic interests. The talk will describe the course design, its research-based foundations, and lessons learned about addressing these trends through revitalized introductory courses.

Keywords: Keynote; Data Science; Introductory Computing; Social Impact

¹ Brown University, Providence, Rhode Island, USA; kathryn_fisler@brown.edu

Forschungs-, Praxis- und Positionsbeiträge

Social Virtual Reality als Medium für wissenschaftliche Online-Tagungen?

SocialVR-Tagung zur Verankerung von VR/AR in der beruflichen Bildung

Raphael Zender¹ und Miriam Mulders²

Abstract: Im November/Dezember 2020 wurde eine der ersten wissenschaftlichen Tagungen per Social Virtual Reality (SocialVR) durchgeführt. Die mehrwöchige Fachtagung thematisierte die Verankerung von Technologien der Virtual und Augmented Reality (VR/AR) in der beruflichen Bildung. Im Fokus stand auch die Untersuchung der Eignung des immersiven Mediums als Bildungstechnologie für den Tagungskontext. Dieser Beitrag beschreibt die Konzeption und Durchführung der Tagung im Hinblick auf die besonderen Eigenschaften von SocialVR. Weiterhin werden die Ergebnisse der Evaluierung vorgestellt, die der Frage nachgeht, welche Stärken und Schwächen SocialVR für wissenschaftliche Online-Tagungen bereithält.

Keywords: Virtual Reality, Social Virtual Reality, SocialVR, Online-Tagung, Konferenz

1 Einleitung

Mit der Verfügbarkeit massentauglicher Nutzerendgeräte und zugänglicher Entwicklungsumgebungen für Virtual Reality (VR) steigt auch deren Nutzbarkeit im Rahmen von Lehr-/Lernszenarien [Ze19]. Zwar ist der überwiegende Teil der verfügbaren "Experiences" mit Bildungsanspruch noch für einzelne Nutzende ausgelegt. Dennoch gewinnen *Social Virtual Reality* (SocialVR)-Plattformen (z.B. AltspaceVR, Mozilla Hubs, Facebook Horizon) zunehmend an Bedeutung für Lehr-/Lernprozesse. Im Hinblick auf bestimmte Lehr-/Lernszenarien (z.B. wissenschaftliche Tagungen) ist der Einsatz von SocialVR bislang nicht untersucht.

Dabei war gerade die Verlagerung dieser Bildungssettings in den virtuellen Raum im Rahmen der Corona-Pandemie nahezu unausweichlich. Auch die DELFI-Tagung fand 2020 rein online statt und machte sogar von einer sozialen virtuellen Welt (Gather³) Gebrauch. Auch vor der Pandemie entstanden bereits wertvolle Erkenntnisse zum Wert virtualisierter, wissenschaftlicher Veranstaltungen [We10]. Sie werden von der aktuellen Generation von Wissenschaftler*innen gut akzeptiert und bringen gerade im Hinblick auf eine gerechte Beteiligung globaler Wissenschaftler*innen einen unmittelbaren Nutzen

¹ Universität Potsdam, Institut für Informatik und Computational Science, An der Bahn 2, 14476 Potsdam, raphael.zender@uni-potsdam.de

² Universität Duisburg Essen, Lehrstuhl für Mediendidaktik und Wissensmanagement, Universitätsstraße 2, 45141 Essen, miriam.mulders@uni-due.de

³ <https://gather.town>

[We10]. Allerdings liegen nach Wissensstand der Autor*innen keine Erkenntnisse aus wissenschaftlichen Tagungen im immersiven Medium SocialVR – unter intensiver Nutzung von VR Head-Mounted Displays (VR-HMD) – vor.

Der Begriff SocialVR fasst eine wachsende Anzahl an Multiuser-VR-Anwendungen zusammen, in denen Nutzende per VR-HMD in einer virtuellen Welt interagieren [MKI19]. Sie mögen physisch global verteilt sein, erleben aber durch das Phänomen der sozialen Präsenz eine unmittelbare Nähe zueinander, bekommen das Gefühl der Zugänglichkeit des psychologischen Zustands der anderen Nutzenden [BH02] und erfahren insbesondere bei Lernprozessen Zufriedenheit [Ri17] - ähnlich wie bei klassischen Treffen in der physischen Realität.

Dieser Beitrag beschreibt die Untersuchung der Eignung von SocialVR als Tagungsmedium am Beispiel einer SocialVR-Tagung zur Verankerung von VR/AR in der beruflichen Bildung vom 2.11.-11.12.2020⁴. Im Folgenden wird zunächst das organisatorische und technische Tagungskonzept erläutert. Im Anschluss wird die Evaluierung der durchgeführten Tagung im Hinblick auf den Mehrwert des SocialVR-Mediums zusammengefasst.

2 Tagungskonzeption und -ablauf

Der grundlegende Ablauf der Tagung sollte sich an typischen wissenschaftlichen Tagungen (Konferenzen, Workshops) im deutschsprachigen Raum orientieren – wie der DELFI (vor der Pandemie). Die Verwendung eines Mediums wie VR im Allgemeinen und SocialVR im Speziellen erforderte jedoch zunächst grundsätzliche konzeptionelle Anpassungen.

Die Nutzung von Bildschirmen und erst recht von VR-HMDs über einen mehrstündigen Zeitraum ist gemäß der Erfahrung der Organisator*innen überaus anstrengend. Die Multimodalität des Mediums bindet zudem Arbeitsgedächtniskapazitäten [AVS21]. Um eine zu hohe Belastung zu Lasten der Verarbeitung fachlicher Inhalte der Tagung zu vermeiden, wurde die SocialVR-Tagung auf max. zwei Stunden pro Session und max. drei Sessions pro Woche angelegt. Zudem sollten zwischen zwei Sessions mind. 24 Stunden Pause eingeräumt werden. Um dennoch den Ansprüchen einer wissenschaftlichen Tagung (z.B. Erwerb von Fachwissen, Netzwerken) gerecht zu werden, wurde der Tagungszeitraum auf sechs Wochen festgelegt. Dieser Herausforderung wurde begegnet, indem ein begleitendes Online-Tool (Discord⁵) eingesetzt wurde. Hier konnten die Teilnehmenden zwischen den Sessions diskutieren, Kontakte knüpfen sowie pflegen und zudem technische Unterstützung in Anspruch nehmen.

⁴ Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (Förderkennzeichen: 01PJ20001).

⁵ <https://discord.com>

Die Teilnahme mit einem VR-HMD wurde nachdrücklich empfohlen. Dabei war wichtig, dass ein großes Spektrum der auf dem Markt befindlichen Geräte unterstützt wird. Da jedoch offensichtlich war, dass nicht alle Teilnehmenden über ein derartiges Equipment verfügen, wurde ebenfalls darauf Wert gelegt, auch über eine Desktop-Anwendung für Windows und Mac teilnehmen zu können. Zudem sollten den Teilnehmenden keine zusätzlichen, finanziellen Kosten durch die Tagungsteilnahme entstehen. Auch die laientaugliche User Experience sowie die Zugänglichkeit spielten bei der Auswahl der SocialVR-Plattform eine wesentliche Rolle. In all diesen Punkten ist AltspaceVR⁶ anderen Plattformen derzeit überlegen und wurde somit für die Tagung ausgewählt.

Es war weiterhin aufgrund der noch geringen Verbreitung frühzeitig abzusehen, dass ein großer Teil der Teilnehmenden kaum Vorerfahrung mit SocialVR und insbesondere AltspaceVR hat. Daher wurden vor Tagungsbeginn Tutorials für die AltspaceVR-Nutzung als Teilnehmende und Vortragende als PDFs und Videos zur Verfügung gestellt. Ergänzend bestand während des Tagungszeitraums durchgehend die Möglichkeit technische Unterstützung über Discord in Anspruch zu nehmen.

Aufgrund der deutschsprachigen Zielgruppe und den zu erwartenden interdisziplinären Diskussionen mit herausforderndem disziplinübergreifenden Kommunikationsanspruch, wurde die Tagungssprache auf Deutsch festgelegt.

Diese grundlegenden Überlegungen legten den Rahmen für die wissenschaftliche Tagung in AltspaceVR fest. Im Weiteren soll ein besonderes Augenmerk auf das inhaltliche Format der Tagung gelegt werden.

2.1 Diskussionsorientiertes Tagungsformat

Zunächst wurde ein klassisches akademisches Tagungsformat mit wissenschaftlichen Einreichungen, Peer-Reviews und Zusammenstellung eines Tagungsbandes angestrebt. Trotz erheblicher Werbemaßnahmen und großem Interesse in der Community rund um das Tagungsthema wurden für dieses Tagungsformat zu wenig Beiträge eingereicht. Eine zentrale Ursache sehen die Autor*innen des vorliegenden Beitrags darin, dass wissenschaftliche Teams im deutschsprachigen Raum noch in einem frühen Forschungsstadium zur Verankerung von VR/AR-Technologien in der beruflichen Bildung stehen. Dies ist zwar umso mehr eine Motivation das Tagungsthema zu bearbeiten, für eine wissenschaftliche Tagung im angestrebten Umfang jedoch unzureichend. Daher wurde von einem einreichungsorientierten Tagungsformat abgesehen.

Eine wichtige Stärke von SocialVR ist die Kommunikation mit anderen virtuell Anwesenden - gefördert durch das Phänomen der sozialen Präsenz. Daher wurde ab Mitte August 2020 ein diskussionsorientiertes Format angestrebt. Im Zentrum standen die zentralen Fragestellungen rund um eine Verankerung von VR/AR in der beruflichen

⁶ <https://altvr.com>

Bildung. Für die Identifikation und Auswahl der thematisierten Fragestellungen wurde mit Expert*innen des Programmkomitees sowie weiteren Interessierten am Tagungsthema ein Online-Brainstorming per Browser durchgeführt. Das Ergebnis kann auf der Tagungswebseite heruntergeladen werden⁷.

Die zahlreichen Themen und Fragestellungen wurden anschließend durch die PC-Chairs geclustert und fünf übergeordnete Fragestellungen ausgewählt:

- Welche zentralen Herausforderungen bremsen den Einsatz von VR/AR in der beruflichen Bildung?
- Welche didaktischen Chancen und Herausforderungen ergeben sich durch VR/AR-Lernanwendungen?
- Woher kommen (Lern)Inhalte für VR/AR in der beruflichen Bildung?
- Welche infrastrukturellen Anforderungen werden durch VR/AR an Bildungsinstitutionen gestellt?
- Wie können Lernende und Lehrende angemessen auf VR/AR vorbereitet werden?

Zu jeder der Fragestellungen wurde eine Live-Session in AltspaceVR durchgeführt, um einen Impuls (z.B. Expert*innenvortrag aus den Netzwerken der PC-Chairs) zu geben und die Fragestellung dann mit den Teilnehmenden zu diskutieren. Zusätzlich runden zwei Keynotes sowie Projektpräsentationen und ein Social Event die Tagung ab und schaffen damit wieder eine Brücke zu klassischen Tagungsformen.

2.2 Umsetzung in AltspaceVR

AltspaceVR ist eine Client-Server-Anwendung, d.h. sämtliche Inhalte werden auf den Servern des Anbieters gespeichert und je nach Bedarf an die Anzeigesoftware (Clients) auf den Geräten der Nutzenden ausgeliefert. Dies betrifft nicht nur sämtliche Medien (z.B. 3D-Modelle, Texturen, Bilder) in der virtuellen Welt, sondern auch alle Daten rund um die Nutzungsorganisation (z.B. Zugangsdaten, Gruppen und Freundeslisten der Nutzenden). Die Nutzenden werden in AltspaceVR über Avatare repräsentiert, die sich individualisieren lassen.

Dabei ist unbedeutend, mit welcher Art Client die Plattform genutzt wird. Nutzende mit VR-Headset können somit mit Nutzenden anderer Headset-Typen und Nutzenden mit Desktop-Client interagieren und umgekehrt. Dennoch sind Unterschiede zwischen den Nutzenden erkennbar. So können Desktop-Nutzende beispielsweise keine Hand- und nur marginale Kopf-Bewegungen ausführen.

⁷ Ergebnisse: <https://www.cs.uni-potsdam.de/socialvr/downloads/TopicsBrainstorming.png>

Jede AltSpaceVR-Veranstaltung findet in einer festgelegten "World" statt. Worlds bezeichnen den 3D-Raum mit allen 3D-Elementen, in denen sich AltSpaceVR-Nutzende zusammenfinden und einander begegnen. Neben vorgefertigten - aber noch individuell anpassbaren - Worlds von AltSpaceVR können eigene Worlds über die Spieleentwicklungsumgebung Unity⁸ erstellt und in AltSpaceVR importiert werden.

Für die SocialVR-Tagung wurden vor allem drei Worlds genutzt, die im Folgenden kurz vorgestellt werden: Der Plenarsaal, der Gesellschaftsraum und die Projektwelt.

Abbildung 1 zeigt einen Einblick in den Plenarsaal. Die World ist ein klassischer, auf eine frontale Präsentation ausgerichteter Saal. Es gibt eine klare Bereichstrennung zwischen Präsentierenden (Bühne) und Publikum. Diese World wurde auch für Podiumsdiskussionen verwendet, wobei die Vortragsfolien entfernt und durch einen halbrunden Tisch ersetzt wurden, an dem die Diskutanten Platz fanden.



Abb. 1: Plenarsaal

Für Diskussionen nach den Sessions aber auch für Treffen zwischen Veranstaltungen wurde der permanent zugängliche Gesellschaftsraum genutzt. Er ist in Abbildung 2 dargestellt. Seine wichtigste Eigenschaft ist, dass es keine Bereiche gibt und Anwesende sich frei bewegen können. Dadurch bildeten sich z.B. Diskussionsgruppen an verschiedenen Ecken des Raumes. Weiterhin wurden Unterhaltungsangebote (z.B.

⁸ <https://unity.com>

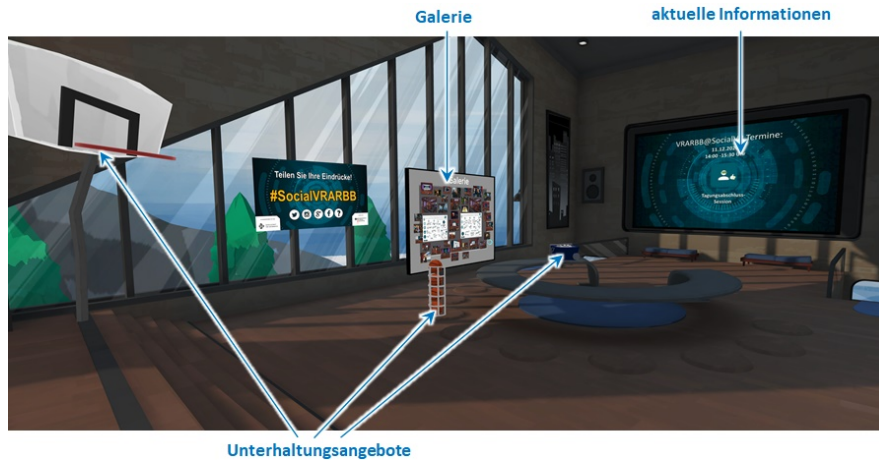


Abb. 2: Gesellschaftsraum

Basketballkorb) hinzugefügt, um spielerisch die Kontaktaufnahme zu erleichtern und Kommunikationsanlässe zu schaffen.

Für eine Session, in der die Teilnehmenden ihre eigenen Projekte vorstellen konnten, war keine geeignete vorgefertigte World vorhanden. Daher wurde in Unity eine neue World erstellt und in AltspaceVR importiert. Die in Abbildung 3 dargestellte World stellt ein in Berge eingerahmtes Tal dar, in dem an vier Standorten Projekte mit Postern, Videos und/oder 3D-Modellen präsentiert werden konnten.

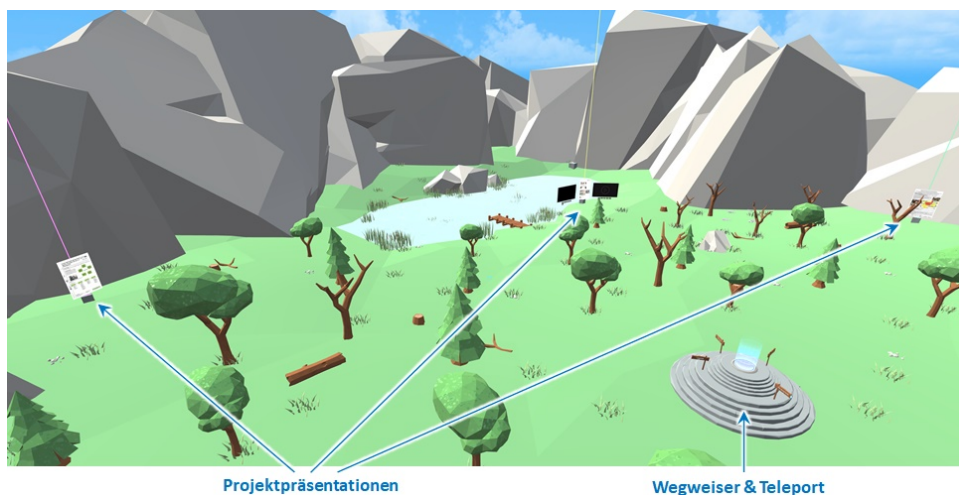


Abb. 3: Projektwelt

2.3 Ablauf der Tagung

Die Tagungsteilnahme war kostenlos. Lediglich eine vorherige Anmeldung war nötig. Um Teilnehmende zu gewinnen, wurde die Tagung gezielt bei thematisch passenden Arbeitsgruppen und Fachkreisen, sowie über die Tagungswebseite und über soziale Medien beworben. Die Tagung wurde vollständig online durchgeführt. Der Zugang zu AltSpaceVR und Discord waren notwendige Voraussetzungen.

Innerhalb der sechswöchigen Tagung wurden 15 Sessions realisiert, welche jeweils ca. 90 Minuten dauerten. Dabei gab es sieben zentrale Session-Formate:

- **Keynotes:** In zwei Keynotes gingen Prof. Dr. Michael Kerres (Universität Duisburg-Essen) und Prof. Dr. Ulrike Lucke (Universität Potsdam) auf die Schwerpunkte Didaktik und Ethik in Verbindung mit dem Tagungsthema ein. Diese Veranstaltungen wurden im Plenarsaal durchgeführt.
- **Paneldiskussionen:** Auf der Bühne im Plenarsaal diskutierten ausgewiesene Expert*innen an einem halbrunden Tisch ausgewählte Themen. Weitere Tagungsteilnehmende konnten temporär über einen "Hot Seat" auf Augenhöhe mitdiskutieren.
- **impulsgeleitete Diskussionen:** Nach einem Impulsvortrag von Expert*innen im Plenarsaal wurde das Vortragsthema mit dem Auditorium diskutiert.
- **Projektvorstellungen:** An einem Termin wurden Projekte der Teilnehmenden per Poster, Video und/oder über 3D-Modelle in der Projektwelt den anderen Teilnehmenden vorgestellt. An einem anderen Termin wurden die Ergebnisse des Meta-Projekts "Community of Practice zum Lernen mit AR und VR (COPLAR)"⁹ diskutiert.
- **Exkursionen:** Um neben AltSpaceVR auch andere SocialVR-Plattformen kennenzulernen, wurden die Umgebungen von Mozilla Hubs¹⁰, TriCAT Spaces¹¹ und ENGAGE¹² von den Teilnehmenden besucht und durch die jeweiligen Anbieter*innen vorgestellt.
- **SocialEvent:** In einer Abendveranstaltung wurde das Kennenlernen der Teilnehmenden in einem zwanglosen Rahmen (ähnlich dem Gesellschaftsraum) und über Unterhaltungsangebote (z.B. in AltSpaceVR abgebildetes Quiz) gefördert.
- **Rahmenveranstaltungen:** Für einen Technikcheck, eine Begrüßungs- und eine Abschlussveranstaltung fanden die Teilnehmenden der obigen Sessions zusammen.

Einige Eindrücke aus den Sessions können Abbildung 4 entnommen werden. Das vollständige Tagungsprogramm ist auf der Tagungswebseite zu finden. Im Anschluss an

⁹ <https://www.social-augmented-learning.de/community-of-practice>

¹⁰ <https://hubs.mozilla.com>

¹¹ <https://www.tricat-spaces.net>

¹² <https://engagevr.io>

jede Session waren die Teilnehmenden herzlich eingeladen, sich im Gesellschaftsraum informell auszutauschen. Dieses Angebot wurde rege genutzt.

2.4 Tagungsartefakte

Im Zuge der Tagung entstanden diverse Materialien. Zur Vorbereitung der Teilnehmenden und Vortragenden wurden Erklärvideos und -materialien erstellt. Die inhaltlichen Sessions wurden durch Foliensätze begleitet. In den Projektvorstellungen wurden Poster, 3D-Modelle usw. genutzt. Zu manchen Sessions wurde ein Graphic Recording angefertigt. Darüber hinaus wurde Video- und Fotomaterial aufbereitet. So entstand beispielsweise ein Recap-Video zur Tagung, um im Rahmen des Ergebnistransfers auch Soziale Medien ansprechend bedienen zu können. Sämtliche Artefakte der Tagung stehen auf der Tagungswebseite¹³ zum Download zur Verfügung.



Keynote



Panel-Diskussion



Session-Abschluss im Gesellschaftsraum



Projektvorstellung

Abb. 4: Eindrücke aus den Tagungssessions

¹³ <https://www.cs.uni-potsdam.de/socialvr>

3 Evaluierung

Um die Eignung des Mediums SocialVR für wissenschaftliche Tagungen zu untersuchen und das Tagungsformat zu evaluieren, wurden die Teilnehmenden nach Abschluss der Tagung gebeten, einen Online-Fragebogen auszufüllen. Im Folgenden werden die für diesen Beitrag zentralen Ergebnisse dargestellt. Detaillierte Evaluierungsergebnisse können einer ergänzenden Publikation entnommen werden [MZ21].

Die Umfrage dauerte ca. 10-15 Minuten. Die Teilnahme war freiwillig. Insgesamt nahmen 75 der 114 angemeldeten Personen an der Umfrage teil. Das durchschnittliche Alter beträgt 38 Jahre (Range: 25 bis 58 Jahre). 36% der Teilnehmenden sind weiblich, 55 % männlich. Der Rest gab kein Geschlecht an. Die Ergebnisse der Umfrage beinhalten deskriptive Statistiken der Variablen mit geschlossenem Antwortformat. Darüber hinaus wurden Freitextantworten anhand von Methoden der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet. Dabei wurden induktiv Kategorien entwickelt [Ku12][Ma14]. Vereinzelt werden Zitate wiedergegeben. Aufgrund fehlender Werte variiert die Stichprobengröße zwischen den einzelnen Variablen.

Für 61% war es die erste SocialVR Tagung. 24% gaben an, bereits Erfahrungen mit SocialVR gesammelt zu haben. Wenn Erfahrungen mit SocialVR Anwendungen gemacht wurden, dann in AltspaceVR (23%), Mozilla Hubs (19%), RecRoom (13%) oder in eigenen Entwicklungen (13%). 76% der Teilnehmenden nahmen mit einem VR-HMD an der Tagung teil. Die Teilnehmenden stammen hauptsächlich aus dem Forschungs- und Hochschulsektor. 45% der Teilnehmenden gaben an, sich beruflich mit VR zu beschäftigen, 39% sowohl beruflich als auch privat. Die Teilnehmenden wurden darüber hinaus gefragt, weshalb sie an der Tagung partizipiert haben (Mehrfachantwort). Abbildung 5 illustriert die Beweggründe der Teilnehmenden.

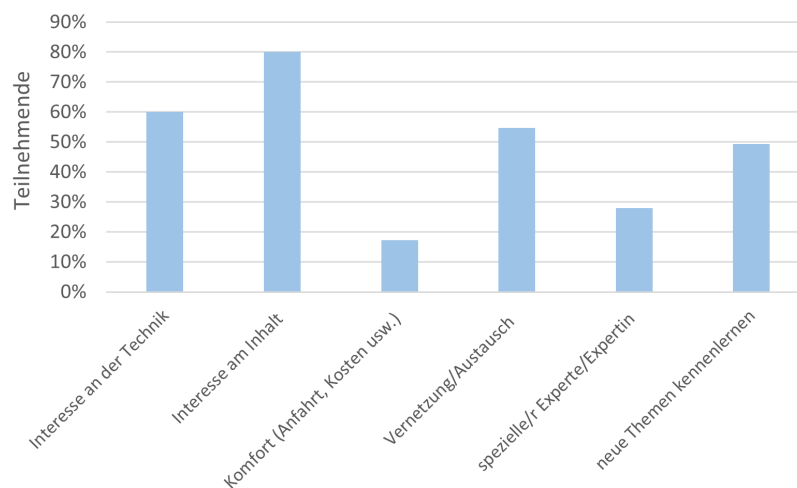


Abb. 5: Gründe der Teilnehmenden für die Teilnahme

In einer geschlossenen Frage zu den Vorteilen, die eine wissenschaftliche Tagung in SocialVR bietet, sahen 55% einen Mehrwert in der sozialen Interaktion mit Anderen, 43% im fachlichen Input der Vorträge, 56% im Austausch mit einer wissenschaftlichen Community, 68% im Ausprobieren neuer Möglichkeiten und 67% im Sammeln neuer Erfahrungen. In den Freitextantworten zu den Vorteilen (N=60) wurden besonders häufig positive Äußerungen gefunden, welche den Kategorien zwischenmenschliche Interaktion (24 Nennungen), soziale Präsenz (14 Nennungen), Immersion (12 Nennungen), Arbeiten mit 3D-Modellen (10 Nennungen) sowie spielerische Gestaltung (5 Nennungen) zugeordnet werden konnten. Eine Person schreibt „[...] *Es integriert soziale Interaktionsmöglichkeiten, erhöht die Konzentration der Teilnehmer durch Immersion und wird sich technisch im Laufe der nächsten Jahre noch entwickeln.*“ Diesen Ergebnissen zufolge scheint besonders die soziale Interaktivität einen Mehrwert zu generieren. Dabei wurde die Ausgestaltung des Gesellschaftsraums von 59% am geeignetsten für interpersonellen Austausch empfunden. Der Plenarsaal wurde dagegen nur von 9% als für Kommunikation geeignet eingestuft.

Die Teilnehmenden wurden zudem in einer Freitextaufgabe nach Nachteilen einer wissenschaftlichen Tagung in SocialVR gefragt (N=60). Das unkomfortable Tragegefühl der Headsets (17 Nennungen), Kosten und Aufwand, der mit der Technologie verbunden ist (14 Nennungen), eingeschränkte Mimik (20 Nennungen) und die fehlende Möglichkeit, sich Notizen zu machen (10 Nennungen), wurden benannt. Aber auch die Notwendigkeit einer stabilen Internetverbindung (8 Nennungen) wurde moniert. In diesem Zusammenhang berichten die Teilnehmenden von technischen Hürden (13% ja, 36% teilweise).

Des Weiteren wurden die Teilnehmenden nach ihrer subjektiven Einschätzung zur Eignung von SocialVR für wissenschaftliche Tagungen befragt (siehe Abbildung 6). Keine Teilnehmenden erachteten VR als überhaupt nicht geeignet. Ein Bias im Hinblick auf einen Covid-19-bedingten Wunsch nach mehr Tagungen mit sozialer Präsenz kann dabei nicht ausgeschlossen werden. Auch ein Bias aufgrund VR-affiner Netzwerke, in denen für die Tagungsteilnahme geworben wurde, ist denkbar.

Für Folgetagungen wünschen sich die Teilnehmenden, „*die Vorteile und Eigenheiten des Mediums besser ein[zu]setzen und mehr [zu] nutzen*“, um sich von anderen Videokonferenz-Tools (z.B. Zoom) abzuheben. Sie fordern „*mehr Interaktion, tatsächliche 3D Elemente, eine andere Welt als die verwendete Hörsaalumgebung [...]*“.

Insgesamt skizziert die Evaluation ein vielschichtiges Bild von wissenschaftlichen Tagungen in SocialVR. SocialVR bietet ein bisher kaum genutztes Potential für die Durchführung von wissenschaftlichen Tagungen. In einigen Bereichen scheint SocialVR anderen digitalen Formaten oder Präsenz-Veranstaltungen unterlegen oder gleichwertig zu sein. Eine 1:1-Übertragung eines für eine Präsenzveranstaltung geplanten Vortrags, also die Integration der Präsentationsfolien auf eine Leinwand im 3D-Raum, kann keinen Mehrwert bieten. In anderen Bereichen erscheint der Einsatz von SocialVR profitabel.

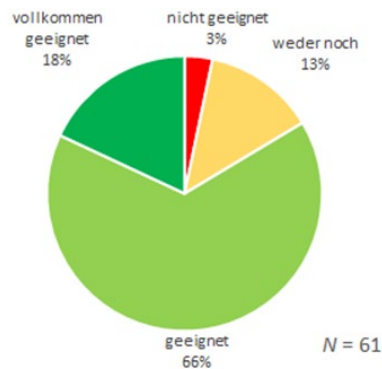


Abb. 6: Eignung von SocialVR für wissenschaftliche Tagungen

Reisekosten und damit verbundener Aufwand entfallen. Räumliche Grenzen können aufgehoben werden. Räume können entsprechend der jeweiligen Lehr-/Lernziele gestaltet und angepasst werden. Vielfältige Interaktionen zwischen Teilnehmenden werden möglich. Inhalte können anschaulich über 3D-Artefakte veranschaulicht werden.

Inwiefern SocialVR für künftige wissenschaftliche Tagungen geeignet ist, scheint von vielen Faktoren (z.B. Thema, Tagungsformate, Zielgruppe) abzuhängen. Eine Tagung, wie im vorliegenden Fall, die sich auch thematisch mit VR/AR auseinandersetzt, scheint prädestiniert, da davon ausgegangen werden kann, dass die Teilnehmenden intrinsisch motiviert sind, sich mit der Technologie zu beschäftigen. Zudem haben 60% aus Interesse an der Technologie teilgenommen. Dies kann bei anderen Zielgruppen nicht angenommen werden. Es müssen Anreize geschaffen und technische Hürden überwunden werden, um Effekte wie Reaktanz zu vermeiden und die Technologieakzeptanz zu erhöhen.

4 Fazit und Zusammenfassung

SocialVR bietet ein bisher kaum genutztes Potential für die Durchführung von wissenschaftlichen Tagungen. Dieser Projektbericht beschrieb die Vorbereitung, Durchführung und Evaluation einer der ersten wissenschaftlichen Tagungen in SocialVR. Dabei wurden vor allem zwei Erkenntnisse gewonnen.

Zum ersten kann festgestellt werden, dass wissenschaftliche Tagungen in SocialVR unter Berücksichtigung aller Stärken und Schwächen möglich und wertvoll sind. Die Teilnehmenden schätzen das Medium SocialVR größtenteils positiv für diesen Anwendungsfall ein. Zum zweiten besteht noch deutlicher Forschungsbedarf zu wissenschaftlichen Tagungen in SocialVR. Aspekte wie unterschiedliche Anbieter*innen, Fachdisziplinen und Zielgruppen müssen differenzierter betrachtet werden. Während in der vorliegenden Studie Vor- und Nachteile vor allem explorativ in Freitextantworten erfasst wurden, könnten Folgestudien systematischer vorgehen und beispielsweise nach der Eignung des Mediums im Vergleich zu anderen Online-Tagungsformaten (z.B. Live-

Stream) fragen. Erst dann können fundierte und evidenzbasierte Aussagen darüber getroffen werden, unter welchen Bedingungen der Einsatz von SocialVR einen Mehrwert für wissenschaftliche Veranstaltungen bietet.


Derzeit ist noch unklar, ob und in welcher Form es Fortsetzungen dieser Tagung geben wird. Teilnehmende haben jedoch ein großes Interesse gezeigt, das Medium SocialVR für eigene akademische und sonstige Veranstaltungen einzusetzen. Basierend auf den Tagungseindrücken und -erkenntnissen werden die Autor*innen zudem die Eignung des Mediums für Lehrveranstaltungen an zwei deutschen Hochschulen untersuchen.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass wir derzeit erst am Anfang des Einsatzes des Mediums SocialVR stehen. Es kann erwartet werden, dass dessen Nutzung im Kontext wissenschaftlicher Tagungen in den nächsten Jahren – auch unter dem Eindruck einer weltweiten Pandemie – zunehmen und professionalisiert werden wird. Eine teilnehmende Person schrieb in diesem Zusammenhang *„In 20 Jahren werden wir darüber lachen. Für heute war es großartig.“*

Literaturverzeichnis

- [AVS21] Albus, P.; Vogt, A.; Seufert, T.: Signaling in virtual reality influences learning outcome and cognitive load. In: Computers & Education, 166, 2021.
- [BH02] Biocca, F.; Harms, C.: Defining and measuring social presence: Contribution to the networked minds theory and measure. In Proceedings of PRESENCE, S. 1-36, 2002.
- [Ma14] Mayring, P.: Qualitative content analysis: Theoretical foundation, basic procedures and software solution, Monografie, 2014.
- [MKI19] McVeigh-Schultz, J.; Kolesnichenko, A.; Isbister, K.: Shaping Pro-Social Interaction in VR. In: Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, New York, NY, USA, S. 1-12, 2019.
- [MZ21] Mulders, M.; Zender, R.: An Academic Conference In Virtual Reality? – Evaluation Of A SocialVR Conference. In: Proceedings of 2021 7th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN). Immersive Learning Research Network, S. 1–6, 2021.
- [Ku12] Kuckartz, U.: Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung, Juventa, 2012.
- [Ri17] Richardson, J. C. et al.: Social presence in relation to students' satisfaction and learning in the online environment: A meta-analysis. In: Computers in Human Behavior, 71, S. 402–417, 2017.
- [We10] Welch, C. J. et al.: Virtual conferences becoming a reality. Nature chemistry 3/2, S. 148–152, 2010.
- [Ze19] Zender, R. et al.: Potentials of Virtual Reality as an Instrument for Research and Education. In: i-com, 18, S. 3–15, 2019.

***Hololingo!* - A Game-Based Social Virtual Reality Application for Foreign Language Tandem Learning**

Timo Ahlers ¹, Cassandra Bumann², Ralph Kölle³ and Milica Lazović⁴

Abstract: *Hololingo!* is a Social Virtual Reality tandem app for real-time immersive distance learning of German as a Foreign Language (GFL). The acquisition of discursive oral language skills for applied authentic contexts is challenging for group-based classroom settings and is often outsourced to autonomous analogue tandem learning. We operationalise a Digital Game-Based Language Learning (DGBLL) approach for distance-learning which also relieves tandems from overstraining autonomy and self-guidance. *Hololingo!* supports tandems in their learning activities by providing entertaining communicative, collaborative, and didactically designed team tasks. These are embedded in a narrative adventure, target linguistic phenomena, and support the holistic acquisition of oral-discourse competencies and fluency. The combination of the tandem principle, immersive Social VR gamification, barrier-free access to a global pool of expert/native speakers, and a curricular connection through task selection facilitates language learning and provides transcultural contacts. App development follows a Design-Based-Research cycle of conception, implementation, and evaluation.

Keywords: Social Virtual Reality, Language Tandem, Digital Game-Based Language Learning

1 Introduction: The *Hololingo!*⁵ Project

In a mobile, global world, effective foreign and second language learning plays a key role in migration societies to foster participation and integration. Arrivers need language skills for access, participation, and integration regarding communities, companies, and societies, which in turn need to access skills and knowledge of newcomers. However, learning a new language is not trivial and often takes years to master. Therefore, easy access to learning material and swift integration of learning opportunities into everyday activities is crucial for rapid success. Especially opportunities of learning the language in authentic contexts with expert/native speakers of the target language are rare. This is especially the case when the target language is learnt in a foreign country, where it is not established. An international survey among learners of German as Foreign Language (GFL) showed that

¹ University of Potsdam, Department for Teacher Training, Karl-Liebknecht-Str. 24-25, Potsdam OT Golm, 14476, timo.ahlers@uni-potsdam.de, <https://orcid.org/0000-0001-7565-4306>

² University of Hildesheim, Department of Information Science and Speech Technology, Lüneburger Str. 3, Hildesheim, 31141, bumann@uni-hildesheim.de

³ University of Hildesheim, Department of Information Science and Speech Technology, Lüneburger Str. 3, Hildesheim, 31141, ralph.koelle@uni-hildesheim.de

⁴ Philipps-University Marburg, Department of German Studies, Deutschhausstraße 3, Marburg, 35032, milica.lazovic@uni-marburg.de

⁵ Funded by the University of Hildesheim (starting grant) and the Stifterverband (“Wirkung hoch 100”).

their biggest goal, speaking the target language fluently, was at the same time by far their weakest competence [Ah20]: On average, GFL-learners rated their productive oral-discursive language skills one competence level⁶ lower than their receptive skills and their speaking skills a half competence level lower than their writing skills [ibid.]. Of course, the spontaneous speaking of a language in authentic applied contexts with expert/native speakers is a challenging task environment, that requires fast lexical access and broad lexical knowledge, confident command of pronunciation, grammar, interactional and discursive-pragmatic competencies (making propositions, arguing, turn taking), planning of utterances while listening and interpretation of everyday language. However, the weakness of spoken language skills also results from too little practice. Oral-discursive competencies are hard to target by i) group-based teaching settings, where learners usually communicate among themselves, and ii) behaviorist text intense language learning apps (*Babbel*, *Duolingo*, *MondlyVR*). Immersive learning by language travel or exchange programs is considered highly effective, but can be expensive, time-consuming, and hard to integrate in everyday life. Therefore, language practice is often outsourced to private, autonomous tandem learning [Be10], where students exchange their expert/native languages in self-directed analogous settings, e.g. helping each other with homework or simply hanging out together. Nevertheless, the analogue tandem method has clear limits: a) a restricted number of suitable learning partners on-site (incongruous availability, language match, sympathy), b) an effort of coordinating and going to meetings), c) overstraining self-directed learning (choice of assignments, topics, methods) and d) a lack of tracking the learning progress [Bö17, Ah20]. As a result, analogue tandems are in comparison with courses and apps only little spread and often quickly abandoned. Currently, digital video tandem apps (e.g. *Hellotalk*, *Tandem*) are popular, as indicated by increasing download numbers. They provide easy access to a global pool of tandem partners through mostly already owned mobile devices (Smartphone, etc.). However, digital tandems [Fu17] neither substantially support self-directed learning nor help learners to keep track of their learning progress. Also, video tandems quickly generate the typical and boring ‘talking, to practice talking’ due to a lack of entertaining joint activities. Video tandems permanently need to come up with topics, questions, and assignments themselves. They must fully construct their learning process, which can be overstraining [Ah20].

Our Social Virtual Reality (SVR) approach masters these problems: Through the virtual tandem method, the application *Hololingo!* not only potentially enables location-independent, time-flexible language learning and low-threshold access to a global user pool. It also offers activating collaborative, didactically designed tandem tasks for Digital game-based language learning (DGBLL, [Hu18]) connected to a narrative, immersive SVR adventure. The task environment provides enabling opportunities for communicative, empathic, collaborative practice and learning of spoken language in an immersive 3D environment. The DGBLL-tasks target i) specific language phenomena – and thus deliver the possibility of curricular connection and integration – and ii) holistic oral-discourse practice in applied contexts with native/expert speakers in which tandem partners are aware of

⁶ A1, A2, B1, B2, C1, C2 according to the Common European Framework of Reference for Languages [Co20].

their respective roles. Learners shall get to lead conversations and make meaningful, comprehensive contributions while expert/native speakers are aware of the learners' needs and shape a supportive setting for them. Expert speakers are prepared to act as linguistic role models and to adjust their articulation and utterances to the learners' needs through awareness, patience, interest, and communicative grounding. They shape a supportive and scaffolded setting, in which they give learners space, time, help (e.g. vocabulary offers), feedback and encouragement to put their thoughts into complex language [La in prep.], but also acknowledge them as equal game partners (facilitated by collaborative tasks), despite the hierarchy in language competence. The immersive SVR-DGBLL task environment transfers imagined learning scenarios of classroom settings into experienced motor-stimulating empractic language scenarios, making applied language skills easier to learn and to transfer to analogue contexts [Ah19]. Yet, the success of VR apps is tied to the increasing use of mass-market hardware. The app-project is carried out by the interdisciplinary workgroup *Foreign Language Learning in VR* by the Universities of Potsdam, Hildesheim, and Marburg⁷ in a Design-Based-Research manner [Mc14] with iterative development cycles of (re-)conception, implementation, and evaluation.

2 Methods

Digital Game-Based Language Learning (DGBLL): “[A] learning game is defined as a playful activity that is structured by rules for the pursuit of quantifiable outcomes (e.g. win states and points), and incorporates educational objectives (e.g. knowledge acquisition) as its own end” [Hu18: 90]. DGBLL comprises educational language learning games for first and second/foreign language acquisition. It is considered a highly beneficial method, because of “immersive exposure to the language learning environment, lowered anxiety and other affective barriers to language learning, and increased use of the target language for interaction in gaming” [Hu18: 90]. The field of DGBLL has a particular research focus on language acquisition in digital multiplayer role-playing games like *Second Life* [Bi13] or *World of Warcraft* “where language learners interact and communicate for authentic purposes in 3D virtual worlds” [Hu18: 90]. A comprehensive review [Hu18] reports that DGBLL delivers better results than traditional language learning in many aspects: higher learning duration, motivation, experienced self-efficacy, the will to communicate in the target language, engagement in written communication outside the game (forums, private chats), pragmatic acquisition of appropriate language use (politeness, humour) and cultural learning.

Social Virtual Reality Tandem Learning: Like successful applications for vocational training [Ze19], *Hololingo!* uses Virtual Reality, which increases physical 3D immersion by providing i) an ego perspective, ii) senso-motoric coupling to an avatar, and iii) interactive worlds through stereoscopic head-mounted displays, motion, and hand controller tracking. While single-player VR language learning applications are limited to semi-authentic,

⁷ Website: <https://hololingo.blog.uni-hildesheim.de/> (28.06.2021).

scripted communication scenarios with chatbots (e.g. *Mondly VR*) or to vocabulary learning (*Word Saber*, [Ha20]). Multiplayer apps (e.g. *AltspaceVR*, *VRChat*, *Rec Room*) provide public and private chat rooms with entertaining hangout activities (bowling, dancing, snowball fight). In these environments, some lecturers offer group-based language courses in classroom or field trip settings [La in prep.]. But Social VR apps can also be used for autonomous tandem learning, where two native speakers of different languages support each other in learning the other's language. Based on mutuality and autonomy, tandem learning benefits from direct contact with expert/native speakers to correct and consolidate foreign language skills in practice [Be10]. An analysis of 1:1 tandem communication in *AltspaceVR* [Ah20] found e.g. complex multimodal interactions (e.g. learning the integrated use of deictics and manual pointers), indicating transferability to analogue contexts. However, virtual and analogue tandems exhibit potentially overburdening learning autonomy, which manifests itself in a lack of control over the learning process and is expressed in the desire for more feedback [La in prep.]. Feedback and reflection are also missing in conventional single-user smartphone apps [He16]. For our goal to relieve Hangout tandems of overwhelming self-direction and still evoke essentially free, entertaining, and learning-focused tandem discourse, *Hololingo!* combines the expert-novice tandem setting with cooperative, didactically designed DGBLL-tasks and a captivating storyline.

Design-based research (DBR): For app development we use a DBR approach [Mc14]. After conceptualising and implementing the first demonstrator, we initiated an iterative development process of analysis/exploration, design/construction, and evaluation/reflection. First, we carried out formative qualitative tests with German speakers to optimise usability. Then, we performed a first user test with a tandem. We recorded and linguistically analysed audio and video data (VR ego perspective, analogue scene) and examined the results for correspondences between task design and elicited communication to improve the theoretical understanding and optimise the demonstrator. We also collected oral and written user feedback of both tandem partners regarding the tandem experience and app usability, which we will use to develop and design a prototype.

3 Didactic Conception

Hololingo! is an app project in progress. Our overall goal is to develop a DGBLL-SVR app for tandem learning that users can access from all over the world. For matching with other users, learners will create profiles with languages, competence levels, and interests. Based on curricular proximity to their competence level according to the Common European Framework of Reference for Languages (CEFR) [Co20], respective learning scenarios will be offered for i) the development of holistic oral-discursive language competencies [Bo08] and ii) the practice of specific linguistic (lexical, grammatical, and pragmatic) phenomena. In future upgrades, learners shall keep track of their progression by tests, coupled to a badge system. For now, the demonstrator comprises a first holistic learning scenario *Myth of the Huckup*. A statue of Huckup, a mythical troll, is located in Hildesheim's city centre. As a metaphor for guilt, it jumps down from a tree in the necks of apple

thieves for punishment. We created a thematic adventure in which tandems learn about the myth and relive it through various DGBLL exit-game stations (fig. 1).

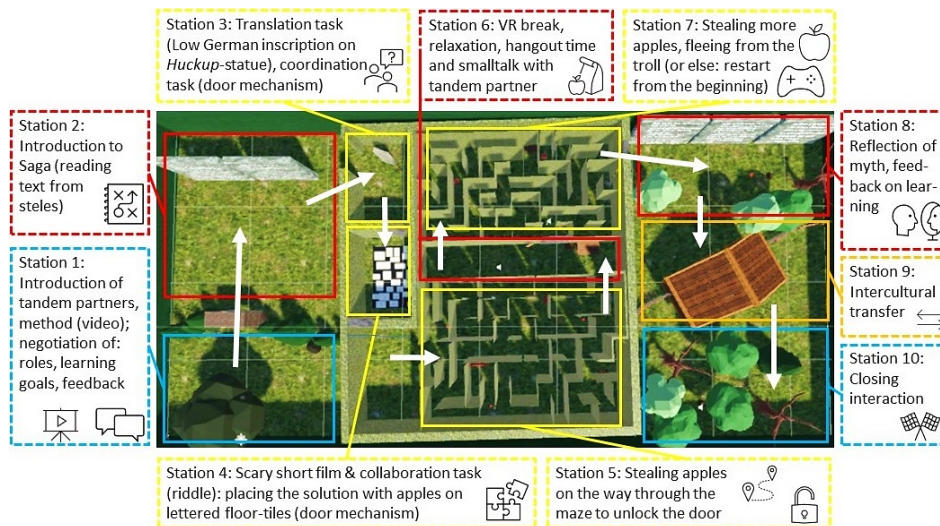


Fig. 1: Plan of the Unity-based *Hololingo!* adventure from an aerial perspective.

First, the tandem partners get to know each other, watch an explanatory video on tandem learning and negotiate their roles for the upcoming tandem work (station 1). They then learn about the myth by mutually reading an introduction from stone steles (st. 2). They further engage with the saga by translating the inscription of the Huckup statue from a Low German text into standard German - a task that can only be solved by collaborative linguistic reflection (st. 3). Afterwards, the exit-room game starts. Users must verbally coordinate two distant switches' flipping to open the door to the next room. Here, they further connect to the myth via a reflection task on a spooky short film. In a subsequent collaborative word puzzle, they relive the saga by stealing apples: First, they must place the keyword with apples on correct letter-tiles (st. 4). Then they must find their path through the maze and steal more apples on their way, which they need to put on a table in the break room to unlock the next door (st. 5). In the break room, tandem partners can relax – even take a VR break and put down their HMDs for a moment – or have some hangout and small talk time together (st. 6). In the second part of the maze, they must escape from the troll (if else, they are relocated to the beginning). They have to watch out, warn each other and navigate collaboratively through the maze (st. 7). After the escape, there is another opportunity for a short break before engaging in a reflection task: securing understanding of the myth, feedback on the language learning process (st. 8). In Huckup's cabin, it follows a spontaneous narration and exchange about a comparable myth from the learner's cultural sphere and a reflection on the joint tandem practice (st. 9). Finally, tandem partners may decide to stay in contact and say goodbye to each other (st. 10).

4 Implementation

We used *HTC VIVE* and *HTC VIVE Pro* head-mounted displays (HMDs) and recently also the Oculus Quest 2, a stand-alone HMD that does not require external tracking stations, like other mass-market and console-based solutions. VR devices allow users to immerse themselves in virtual environments through stereoscopy, motion, and hand tracking [Ze19]. We did not yet use further early-stage hardware additions, like body, finger, eye, or face tracking, which exist for the *VIVE*-platform but plan to integrate them eventually, as they might increase the immersive user experience and open up new possibilities for analysing behaviour. - In the beginning, Unity and VRChat served as the software basis for *Hololingo!*. The Unity Engine is a manufacturer-independent development platform. However, there are further options to develop virtual environments, based on Software Development Kits (SDKs) from HMD manufacturers. Recently, more cross-manufacturer platforms came up (*OpenVR*, *Unity XR Interaction Toolkit*). *VRChat* is a SVR platform that allows users to interact in virtual worlds and develop their own. It is necessary to use the *VRChat* SDK to upload content on their platform. We used the *VRChat* SDK because of a rich set of objects and features, visually appealing environments, and refined avatars. As of now (April 2021), the platform supports Steam (a manufacturer-independent distribution platform), *Oculus Quest/Rift*, and *HTC* HMDs.

Social VR apps gather spatially separated people in a joint virtual environment. Users are represented by avatars and experience the virtual surroundings from the ego-perspective. Although there are already some social VR platforms (e.g. *AltspaceVR*, *VRChat*, *Rec Room*), VR learning spaces that specifically evoke linguistic phenomena and boost holistic language learning for freely interacting tandem teams do not yet exist. With *Hololingo!* we created a first didactically designed DGBLL environment. Based on a user-centred design approach, all iterations of the *Hololingo!* world are developed using Unity, the *VRChat* SDK and the *HTC VIVE (Pro)* HMDs. As mentioned earlier, the educational design process is related to the Design-Based-Research method [Mc14] by iteratively analysing the problem domain, designing and evaluating a solution, formatively and summatively. The demonstrator was developed between May and July of 2019 and is a private world on *VRChat*. In our experience, developing a world with moderate interaction capabilities was straightforward, and no coding experience is required, but developers should be comfortable using Unity Engine. Cross-platform support, voice transmission, and body tracking are already implemented, which is crucial to support language learning. The SDK provides a range of triggers and actions to implement interaction. We added functions like pressing buttons and interacting with objects by grabbing or pulling on them. E.g. by using if-then relationships, we developed an exit-room coordination task in which users had to synchronise verbally on the simultaneous operation of two distant levers to unlock a door. We integrated videos to introduce the tandem method and as conversation starters. For complex interactions, like spelling a word by dropping apples on lettered floor tiles (fig. 2, left), we used animations and triggers from Unity and actions provided by *VRChat*. We also developed gaming elements like escaping from Huckup in a maze – a *Pacman* scenario in which users must verbally coordinate for navigation and warnings (fig. 2, right).



Fig. 2: Word puzzle (fig. 1, st. 4), L2 describing bell shape (st. 6), escape task with troll (st. 7).

The visual representation of texts was little satisfactory. Also, the SDK does not support the implementation of complex interaction capabilities well. This led to various issues, like animations getting stuck at different conditions and not executing properly. This impacted the experience of test users negatively for some tasks. Other downsides of using the SDK were overhead cost, an elaborate installation, and the dependence on the *VRChat* platform. Even though the SDK use resulted in an appealing learning world, it was not (yet) possible to publish the demonstrator as a public world on *VRChat* or to publish the software in an open-access format to make it available to other researchers for subsequent use or development. Due to these limitations, we are currently migrating the demonstrator to a self-developed, cost-effective solution. We implemented *Photon Unity Networking 2* as a free asset to establish networking functionality and *Photon Unity Voice 2* to add voice transmission. We are currently improving the app's usability.

5 Evaluation

By the following research questions, we examined core design elements of the current *Hololingo!* demonstrator: Does the design i) enhance L2 learners' discourse participation, ii) contribute to the performance of different tandem roles?⁸, iii) create opportunities for intense conversation, iv) entertain and generate fun? We compared hangout to DGBLL tandems and conducted a qualitative communication analysis.

5.1 Hangout vs. DGBLL Tandem Communication

In a previous study, we evaluated 3h 55 min. of audio and video data from 13 self-directed hangout tandem conversations in *AltspaceVR*, recorded with exchange students in 2019 at the University of Hildesheim. We also analysed 1h 27 min. of DGBLL tandem data, reflecting the latest version of the *Hololingo!* app [La in prep.]⁹. Each tandem consisted of a L1 expert and a L2 learner of German communicating from different lab rooms via *HTC VIVE Pro* devices. In both settings, participants were informed about the tandem method

⁸ We will implement DGBLL tasks for elicitation of *specific* language phenomena in a later demo, as they had been proven successful in other contexts [St12, Ah18]. Our focus is on *holistic* tasks for the current version.

⁹ We thank all participants, all students of the seminars *Interkulturelle Kommunikation/Fremdsprachenlernen in SVR*, and M. Goecht, A. Schwanke, K. Köller, F. Breker for their contribution and support.

and got a short VR training before meeting their tandem partners in VR. In the didactic DGBLL-Setting, tandem partners also watched a short educational video on tandem learning in VR together and got the task to reflect on it (fig. 1, st. 1). In a quantitative analysis, the word count for L1 experts and L2 learners was identified for both data sets, including discourse particles (e.g. *ähm, mh*). The results showed a similar word/minute ratio for hangout vs. DGBLL tandems but a significant difference for discourse participation [ibid.]. In the self-directed hangout data of *AltspaceVR*, L2 learners accounted for only 32 % of the words, while for 46 % in the *Hololingo!* data. The didactic design seems to enhance learner participation [ibid.]. However, a more controlled follow-up study with more participants than the examined one DGBLL tandem needs to test the results' validity.

5.2 Qualitative Analysis of DGBLL Tandem Discourse

We examined the DGBLL *Hololingo!* data of a Chinese exchange student learning German (L2; level B2) and a German native speaker (L1), who had not met before. We transcribed selected parts of the 87 min recording in the HIAT format and carried out a multimodal functional-pragmatic communication analysis [Eh07]. A previous analysis of the translation and reflection tasks (fig. 1, st. 1 and 6) shows high degrees of joint communicative interaction (e.g. co-constructions to ground mutual understanding, multimodal use of gestures and emojis) [La in prep.]. Now, we focus on i) tandem role typic behaviour for expert and learner, ii) elicitation of communication by task design, and iii) the affective learning experience and indications of fun.

Tandem Roles: The tandem setting was only briefly explained to the participants before the recording. After greeting each other in VR, they were informed about the tandem method by a video and a reflection task (fig. 1, st. 1). We observed largely role-specific behaviour for the L1 expert and the L2 learner. – L1 adjusts in speed, volume, and clarity of pronunciation to L2's needs by communicative grounding. L1 takes control of the interaction in critical phases and guides L2 (L1: *Bevor wir das Video abspielen, steht da [...], dass wir uns einander vorstellen müssen* [Before we play the video, it says (...) that we must introduce ourselves to each other]). L1 also uses various strategies to give L2 the turn and opportunities to speak: Pauses show that L1 patiently waits for answers, reactions, or initiatives from L2 after own contributions (*Wir müssen uns erst vorstellen!* [10 sec.] *Hallo?* [We must introduce ourselves first! (10 sec.) Hello?]). L1 lets L2 go first several times (L2: *Also, ich fange an, oder?* L1: *Ja.* [L2: Well, I will start, shall I? L1: Yes]). L1 encourages L2 to make contributions by asking her direct questions (*Warum hattest du gelacht, als, als der eine ...* [Why did you laugh when, when the one...?]). L1 also hands the turn back by follow-up questions to invite L2 for further elaboration (L1: *Er hat gesagt, Chinesen singen gern Karaoke?* L2: *Jaa.* L1: *Okeh...?* [L1: He said Chinese people like to sing karaoke? L2: Yes. L1: Okay...?]). L1 rarely leaves out conversation opportunities, e.g. by rushing to the next task (L2 answers L1's question. L1: *Ok, also. Die dritte Aufgabe – durchs Tor gehen* [L1: Ok, so. The third task: go through the gate]). Instead, L1 sometimes follows up on L2 persistently to make sure that L2 has understood the content: L1 uses *teacher questions*, to which she already knows the answer, to get L2 to verbalise her

thoughts (L1: *Was haben wir gelernt?* [What have we learnt?]). When L2 asks about content, L1 answers and states her own understanding. Overall, L1 acts as an attentive, helpful partner who invites L2 to speak a lot and gives helpful feedback (L2: *Wie heißt das? Er stiehlt? Stiehlt?* L1: *Stiehlt!* [L2: What is the form? He steal? Steals? L1: Steals!]). She gives necessary feedback also when it is not requested (L2: *Er stahl den Glocke.* L1: *DIE Glocke* [L2: He stole the bell (wrong gender). L1: THE bell (correct form)]). – L2 also performs her role as a learner well. When she does not know the vocabulary, she gives verbal and gestural explanations until L1 names the word (L2: *Wie heißt das? Äh, ein RING oder so? [...] so wie DAS* (Outlines a bell shape with her hands [cf. fig. 2, centre]) *und es klingt, klingelt* (repeatedly strikes the previously drawn bell with one hand) [What is it called? Uh, a RING or something? (...) So yeah, like THAT. And it sounds, rings]). L2 explicitly requests feedback on grammatical forms, when she is not confident (L2: *Wenn es in Vergangenheit, also er STAHL?* L1: *Jaaa* [L2: When in the past tense, so he STOLE? L1: Yes.]). She sometimes offers varying forms until L1 confirms or states the correct form (L2: *Äh, die - DER böse Wicht?* L1: *Mmh!* [L2: Uh, the (incorrect), THE (correct form) evil troll? L1: Mmh!]; L2: *... auf dem Rücke? Auf dem rück?* L1: *RückEN?* [L2: ... on his back? (2x with wrong inflection) L1: Back? (correct form)]). L2 eventually takes more initiative by reading out assignments and suggesting solutions first (Both approaching station 3). L2: (reads out loud the hint) *Ihr kommt nicht weiter, wenn ihr nicht zusammen arbeitet.* L1: *Ok.* L2: *Und, ich glaube es hat mit diesem Steintür zu tun, oder?* [L2: You will not get anywhere if you do not work together. L1: Ok. L2: And, I think it has to do with this stone door, hasn't it?]). L2 effectively uses opportunities that are provided to her by L1 for practice and learning. She seems to appreciate L1's support by uttering interest in talking to L1 after the game (L2: *Ich kann dir erzählen, vielleicht später?* [L2: Maybe I can tell you later about it?]).

Elicitation of Communication Through Task Design: For *Hololingo!* it is essential to design DGBLL tasks that reliably elicit appropriate communication for language practice and learning. Unlike topic-based conversation and reflection tasks (st. 2, 6, 8, 9), we also aimed for a) collaborative tasks of sharing problem understanding and constructing solutions that address interactional competencies with frequent turn taking, and b) coordinating tasks to verbally fine-tune joint actions. Such a coordination task is the exit room mechanism (st. 3, part 2), for which two distant levers must be operated simultaneously. The transcript shows alternating verbal suggestions and enquiries to coordinate actions (L1: *Ok, wollen wir... Was steht da? Ziehen?* L2: *Ziehen?* L1: *Mhm.* L2: *Mhm* (activates lever). L1: *Ich weiß nicht genau* (activates lever). L2: *Ja, funktioniert das bei dir?* L1: *Äh, ich weiß nicht genau, ob ich richtig gezogen hab. Also es bewegt sich, bewegt es sich bei dir?* L2: *Nein. Oder sollen wir gleichzeitig das machen, oder?* L1: *Ja? Ich glaub schon.¹⁰*). Ultimately, simultaneous action execution is achieved by verbal synchronisation of the activity: L2: *Eins, zwei, drei* (both pull levers simultaneously) [L2: One, two, three]. – An

¹⁰ [L1: Ok, let's... What does it say? Pull? L2: Pull? L1: Mhm. L2: Mhm. (pulls lever) L1: I don't know exactly (pulls lever). L2: Yes, does that work for you? L1: Uh, I'm not sure if I pulled it right. So, it moves, does it move at your end? L2: No. Or should we do it at the same time, don't you think? L1: Yes? I think so.]

example for a task that primarily elicits communication on collaborative problem understanding and solution construction, is the word puzzle (st. 4; fig. 2). The solution has to be placed with apples on lettered stone slabs. (L1: *Wollen wir erstmal gucken, was die Tafel sagt?* L2: *Sollen wir ein Wort buchstabieren, oder so?* L1: *Mhm! Mit dem Boden meinst du?* L2: *Es gibt, ja vielleicht, es gibt insgesamt fünf Äpfel. Stimmt?* [...] L1: *Ok. Wir müssen was buchstabieren.* L2: *Ja.* L1 (reads the hint aloud): *Der Apfel ist die Lösung.* L2: *Ja.* L1: *Wie verstehst du das?* L2: *Keine Ahnung* (laughing). L1: *Ok.* L2: *Aber, wenn es ein Lösung ist, so ein... ist das ganz direkt? Also der Apfel ist die Lösung?* L1: *Ja.* L2: *Also sollen wir APFEL buchstabieren, oder?* L1: *Ja, lass es ausprobieren.*¹¹) – The design of the collaboration and coordination tasks seems to be responsible for eliciting the intended respective verbal behaviour¹².

Affective Dimension (Fun): Finally, we want to examine the app's fun factor. The very fact that the tandems did not want to take a break within the first hour despite the recording directors' offers, shows that the learning was entertaining. In addition to frequent emotional expressions throughout the recording, especially a lot of laughter, we observed that particularly time-sensitive gaming tasks – like stealing apples and fleeing from the troll through the maze – elicited many affective expressions (L1: *Welche ähm welche Richtung möchtest du gehen?* L2: *Ähm. Du kannst mal entscheiden.* L1: *Ok, dann gehen wir dahin, wo er grad nicht war.* (laughing) *Ehhh! Ogottogott. Ogottogottogottogott! Häh! Warum kann ich nicht weg? Warumkannichnichtweg? Warumkannichtweg?* L2: *Eeeecht?*¹³). In another example L1 expresses excitement by uttering fear, which, after both manage to escape, gets dissolved with L2's cry of victory (L2: *Also, sollen wir gehen?* L1: *Warte, wenn er sich umdreht, oder?* L2: *Ok ja.* L1: *Also wenn er jetzt weggeht.* L2: *Jetzt?* L1: *Weiß ich nicht, also wenn er den Rücken zu mir. Ogottogottogott, ich hab Angst. Nein. oh o ä äh. Ok.* (manages to escape) *Bist du da?* L2 (also manages to escape): *Jahoiiii!*¹⁴).

5.3 Discussion

The task design and narrative DGBLL realisation of the *Hololingo!* demonstrator showed the desired effects. Compared to self-directed hangout tandem data in *AltSpaceVR*, the discourse participation of L2 was increased from 32 % to 46 %. The qualitative multimodal communication analysis showed rich communicative [La in prep.] and tandem-role adequate behaviour for L1 (adjusting pronunciation, empowering L2 to speak, providing

¹¹ [L1: Shall we see what the board says first? L2: Should we spell a word or something? L1: Mhm! With the floor, you mean? L2: There are, yes maybe, there are five apples in total. Right? [...] L1: Ok We must spell something L2: Yes. L1: (reads out the clue): The apple is the solution. L2: Yes. L1: How do you understand that? L2: I don't know (laughs). L1: Ok. L2: But, if it is a solution, such a... is that literal? So the apple is the solution? L1: Yes. L2: So we're supposed to spell APPLE, right? L1: Yes, let's try it out.]

¹² For epistemological reasons, the connection between cause and effect of course can never be shown.

¹³ [L1: Which uhm which direction do you want to go? L2: Uhm. You can decide. L1: Ok, then we'll go where he wasn't just now. (laughs) Uhhh! Dear God! (3x) Huh! Why can't I escape? (3x) L2: For real?]

¹⁴ [L2: Well, shall we go? L1: Wait when he turns around, right? L2: Ok yes. L1: So, if he walks away now. L2: Now? L1: I don't know, so when his back is directed towards me. Dear god! I'm scared. No. oh oh uh uh. (L1 manages to escape) Ok. Are you there? L2 (also manages to escape): Yahaaaay!]

guidance and feedback) and for L2 (taking the opportunity to speak, increasingly taking the lead, asking for feedback). The analysed coordination and collaboration tasks elicited the respective intended verbal behaviour and are therefore suitable for practising interactional skills. By engaging in gaming and problem solving they also relieved learners from topic construction. The analysis of affective expressions shows that the app provides a positive, entertaining atmosphere with excitement and fun in dynamic game sections. In another paper, we also evaluate user feedback [La in prep.]: L1 called the experience exceptional, enjoyable, and rich in variety. She also stated that working and solving tasks together helped getting to know each other. L2 claimed to have learned L1's way of thinking more directly through the setting and to have mentally anchored new words more deeply by speaking and acting simultaneously. However, L2 had expected more classical types of tasks such as cloze texts and formal assessments of her learning progress, so we may need to i) communicate the learning objectives more clearly, ii) support the habituation of the self-regulated autonomous method more strongly in the future, e.g. through a more detailed tutorial and improved progression tracking (note function, tests, badges). As the results reflect still an early stage of the app in the development process (demonstrator) and as they are based on a qualitative analysis of one DGBLL-tandem recording, they are limited regarding impact and replicability. More advanced versions of the app will be evaluated with larger participant samples and complementary pre/post-tests.

6 Summary and Outlook


We presented the latest version of the *Hololingo!* demonstrator, a Social VR app for foreign language tandem learning. We i) argued for a didactic DGBLL approach to support the learning and training of verbal interactional communication competencies, ii) outlined the conception of different task types that we embedded in a narrative scenario, iii) described the DBR-based development and implementation process, and iv) carried out a linguistic evaluation: We examined a) the elicited discourse data for adequate tandem-role behaviour, b) effects of coordinative and collaborative task design and c) affective expressions as an indicator for excitement and fun. To reduce dependencies on VRChat, we will implement future app versions in Photon. In addition to the demonstrated core design, we subsequently want to integrate additional scaffolding elements (notes, a dictionary, phrase suggestions), create tasks to elicit specific language phenomena [St12; Ah18], strengthen curricular connection to the CEFR, and add matching functions (user profiles, competence tests, badge system). In future studies, the linguistic evaluation will be supplemented by a larger sample of participants for reasons of validity, by eye tracking to analyse (joint) attention processes and by pre/post-tests to measure learning effects.

Bibliography

- [Ah20] Ahlers, T.; Lazović, M.; Schweiger, K.; Senkbeil, K.: Tandemlernen in Social-Virtual-Reality: Immersiv-spielebasierter DaF-Erwerb von mündlichen Sprachkompetenzen. *Zeitschrift für Interkulturellen Fremdsprachenunterricht* 25(2), pp. 237-269, 2020.

- [Ah19] Ahlers, T. / Siegert, G.: Sprachimmersion im Wohnzimmer: Interaktion, Grounding und Embodiment im DaF-Erwerb mittels Social-VR. In: (Philipp, H.; Weber, B.; Wellner, J. eds.): Kosovarisch-rumänische Begegnung. Beiträge zur deutschen Sprache in und aus Südosteuropa (FzDiMOS 8). Universität Regensburg, 94–117, 2019.
- [Ah18] Ahlers, T.: Varietäten und ihr Kontakt enaktiv: Syntaktische Perzeptions- und Produktionsprozesse bei deutschsprachigen Zuwanderern in Österreich am Beispiel doppelter Relativsatzanschlüsse. PhD dissertation, University of Vienna, 2018.
- [Bi13] Biebighäuser, K.: Fremdsprachenlernen in virtuellen Welten. Aufgabengestaltung in komplexen multimodalen Lernumgebungen. Fremdsprachen lehren und lernen (FLUL) 42(2), 55-70, 2013.
- [Bo08] Bolton, S.; Glaboniat, M.; Lorenz, H.; Perlmann-Balme, M.; Steiner, S.: Mündlich. Mündliche Produktion und Interaktion Deutsch. Illustration der Niveaustufen des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens. Langenscheidt, Berlin i.a., 2008.
- [Bö17] Böcker, J.; Ciekanski, M.; Cravageot, M.; Kleppin, K.; Lipp, K.-U. (eds.): Kompetenzentwicklung durch das Lernen im Tandem. (Arbeitstexte 29). Deutsch-Französisches Jugendwerk: Paris i.a., 2017.
- [Co20] Council of Europe: Common European Framework of Reference for Languages. Council of Europe Publishing, Strasbourg, 2020.
- [Eh07] Ehlich, K.: Sprache und sprachliches Handeln. Bd. 1 – 3. De Gruyter: Berlin, 2007.
- [Fu17] Funk, H.; Gerlach, M.; Spaniel-Weise, D. (eds.): Handbook for Foreign Language Learning in Online Tandems and Educational Settings. (Foreign Language Teaching in Europe 15). Peter Lang, Frankfurt a. M., 2017
- [Ha20] Hartfill, J.; Gabel, J.; Neves-Coelho, D.; Vogel, D.; Räthel, F.; Tiede, S.; Ariza, O.; Steinicke, F.: Word saber: an effective and fun VR vocabulary learning game. In (Preim, B.; Nürnberger, A.; Hansen, C. eds.): Tagungsband Mensch und Computer 2020. Association for Computing Machinery, New York, pp. 145–154, 2020.
- [He16] Heil, C. R.; Wu, J. S.; Lee, J. J.; Schmidt, T.: A review of mobile language learning applications. The Eurocall Review 24(2), 32–50, 2016.
- [Hu18] Hung, H.-T.; Yang, J. C.; Hwang, G.-J.; Chu, H.-C.; Wang, C.-C.: A scoping review of research on digital game-based language learning. Computers & Education 126, pp. 89–104, 2018.
- [La in prep.] Lazović, M.; Ahlers, T.: DaF-Tandemlernen mit der *Hololingo!*-App - Eine Analyse von DGBLL-Tandemkommunikation in Virtual Reality, in preparation..
- [Mc14] McKenney, S.; Reeves, T. C.: Educational Design Research. In (Spector, J. M.; Merrill, M. D.; Elen, J.; Bishop, M. J. eds.): Handbook of Research on Educational Communications and Technology. Springer: New York, 131–140, 2014.
- [St12] Steels, L. (ed.): Experiments in Cultural Language Evolution. (Advances in Interaction Studies 3). Benjamins: Amsterdam/Phil, 2012.
- [Ze19] Zender, R.; Knoth, A. H.; Fischer, M. H.; Lucke, U.: Potentials of Virtual Reality as an Instrument for Research and Education. i-com 18(1), pp. 3–15, 2019.

Development and evaluation of the peer support web application “uniMatchUp!”



Lisa Ollesch ¹, Jens Kohlmann¹, Maribell Steiner¹, and Daniel Bodemer ¹

Abstract: This paper describes the conception, development, and evaluation of a peer support web application for university students. The main goal of *uniMatchUp!* is to help students in finding appropriate academic support and learning groups by providing Group Awareness (GA) information about various aspects of fellow students that are useful for digital learning. The study contributes to a better understanding of the use of GA tools in the university context and reveals that active engagement with the application, in the form of contributed questions and answers, led to increased student satisfaction. During the interaction with *uniMatchUp!*, cognitive GA information (contribution quality) was considered more relevant than behavioral (amount of participation), and emotional (well-being) GA information about other students. The findings also provide potentials for improvement, which can shape the further development of *uniMatchUp!* and future applications.

Keywords: Peer support application, academic help-seeking, group awareness tools

1 Introduction

The motivation for *uniMatchUp!* was the exceptional situation caused by the COVID-19 pandemic, which led to new demands for university students. From the summer semester 2020 to the summer semester 2021, university life has largely taken place virtually at many universities, which reveals opportunities and challenges that may have an impact on university life far beyond the pandemic period. Currently, learning material is mostly provided digitally, which increases individual flexibility from home but reduces the chance of personal exchange with other appropriate fellow students when questions and problems arise. These are one of the preferred resources for support [AY11]. Relevant information about fellow students such as prior knowledge or the availability of potential learning partners can hardly be estimated – especially at the beginning of the academic career and with spatial distance. Although the original idea for *uniMatchUp!* stems from a problem situation, it also offers many opportunities for computer-supported teaching and learning in the context of higher education. The overarching goal of *uniMatchUp!* is to support students in their (partially) digital studies during the pandemic crisis and generally during their studies. The main target group of *uniMatchUp!* are university students in their first academic year. Usually during this initial study phase essential contacts are made,

¹ University of Duisburg-Essen, Media-based Knowledge Construction, Lotharstraße 65, 47057 Duisburg
lisa.ollesch@uni-due.de,  <https://orcid.org/0000-0002-3447-6176>; jens.kohlmann@stud.uni-due.de;
maribell.steiner@stud.uni-due.de; bodemer@uni-due.de,  <https://orcid.org/0000-0003-2515-683X>

which enable joint learning and mutual support and thus also may have a positive influence on learning success. Therefore, as part of the nationwide hackathon *Wir hacken das digitale Sommersemester* (#Semesterhack), a concept for the peer support web application *uniMatchUp!* has been developed to address the challenges described above and to support university students in self-regulated but socially integrated learning. This concept builds on extensive preliminary work of our research group and beyond, such as research on different types of group awareness [BD11; BJS18; OHB19], research on social embeddedness [SSB21], and research on group awareness tools for academic help-seeking [SSB19]. It was one of the winner projects within the Hackathon². Subsequently, the development of a first version of *uniMatchUp!* and its evaluation was funded by the Federal Ministry of Education and Research from September to December 2020.

Group Awareness (GA) is the central construct of the application, which is known as the perception of social contextual information in a group such as group members' knowledge, activities, or feelings [BJS18]. Particularly for the case of the university entry, research has recently linked GA tools to academic help-seeking, assuming improved decisions on potential helpers with GA information and, subsequently, higher academic success [SSB19; SSB21]. GA tools enable an improved assessment of learning partners by collecting, transforming, and presenting such contextual information, that is difficult to perceive in digital learning scenarios [BD11]. Our project pursued two GA-related goals: First, the development of an intuitively usable mobile and web-enabled application that supports university students with GA information. Second, the evaluation of how students make use of such GA information in practice. *uniMatchUp!* is designed to help students to ask targeted questions and find long-term study partners or groups. Even though there are comparable applications, which consider student characteristics in building peer support networks, such as the integrated collaborative learning environment *PeerSpace* [DLU11], to our knowledge, there is no usable application that presents cognitive, behavioral, and emotional GA information in combination to adequately support students in their peer matching and learning process.

Using GA tools for academic contexts is promising, since those tools have shown in various studies to be helpful in terms of partner selection, learning processes, and outcomes [BJS18]. GA tools can present various information, such as information about other learners' knowledge (cognitive), activities (behavioral), or emotions (emotional), which goes along with different effects [OHB19]. In particular, cognitive GA tools support grounding and partner modeling processes, which facilitates adaptation to the learning partners' skills [BD11]. Behavioral GA tools have the potential to trigger social comparison processes and increase group members' motivation to participate [KC08]. Emotional GA tools show positive effects on emotional outcomes by improving emotion understanding [EAC12]. The combination of these three types of GA information may help to better assess fellow students before their selection and thus adapt to specific characteristics of learning partners in subsequent communication processes [OHB19]. It

² <https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/online-hackathon>

is assumed that the combined presentation of different types of GA information facilitates academic help-seeking [SSB19]. This might be particularly the case for phases of digital teaching, lacking immediate face-to-face contact. In this way, GA support potentially also has a positive impact on academic success (e.g., study satisfaction, intention to drop out, grades) [Al20; SSB21]. Furthermore, supporting such processes is seen as instrumental for improving students' social connectedness, which enables self-regulated student matching [SSB21; WWF05]. This leads to the first research questions:

- RQ1: To what extent is the interaction with a peer support application that presents three types of GA information related to an increase of (a) academic success and (b) social connectedness?

The joint presentation of different GA information can be helpful to shape students' choices based on their own preferences [SSB19]. However, the effects of cognitive, behavioral, and emotional GA information are often studied separately [OHB19]. This does not allow for conclusions about subjective preferences. In order for a peer support application to actually be adopted in everyday life, it is important to know and include the acceptance and desires of the target group or students. Therefore, three types of GA information will be integrated in the context of *uniMatchUp!* to investigate the relevance of cognitive, behavioral, and emotional GA information in the selection of fellow students [Ol20]. Based on these considerations, the following second research question is posed:

- RQ2: How relevant are cognitive, behavioral, and emotional group awareness attributes for students in the digital selection of fellow students?

Moreover, it is important to ensure that both the matching of students and the subsequent communication are as intuitive as possible. Findings on the optimal design and use of GA information in a university context are still lacking. Therefore, in the following study, different functions for private and public exchange at individual and group level are implemented. These functions are evaluated to answer the third research question:

- RQ3: How should a peer support application be designed to facilitate finding suitable learning partners and communicating with each other?

2 Concept and Implementation

uniMatchUp! is a responsive web application that can be accessed using common browsers and is programmed in Python, using a Django framework. University students can register with their university email addresses to ensure that only students of the University of Duisburg-Essen could register for the first test phase. As usernames, nicknames were chosen to reduce the barrier to entry for questions. The application is intended to support users in three scenarios: matching help-seekers with helpers for concrete questions relevant for the short term in 1) a public forum or a 2) private 1:1 exchange, as well as matching longer-term 3) learning or practice groups. These three functions and the respective implementation of GA information are described below.

2.1 Public forum

The focus of the public forum function lies on the content-related forums for each offered lecture (*Vorlesungsspezifische Foren*). In those forums, one can exchange about questions and study contents with all fellow students and thus profit from the collective knowledge of others. There are also forums for other concerns – a forum to get to know each other (*Kennenlernbörse*) and a forum for organizational concerns (*Organisationsforum*). Through this way, students can get in contact with each other and thus increase social connectedness. In the public forum, we provide additional GA information on several levels. This information should help to better assess potential learning partners and to enable the adaptation to such learning partner [BJS18, OHB19]. On contribution level, there is the possibility to upvote answers to questions (cognitive GA, *Empfehlungen*), and to rate the contribution quality of answers more fine-grained on a 5-star Likert scale (cognitive GA, *Durchschnittliche Qualität*). A sample answer and the corresponding rating options are visualized in Fig. 1, left side (no real username).

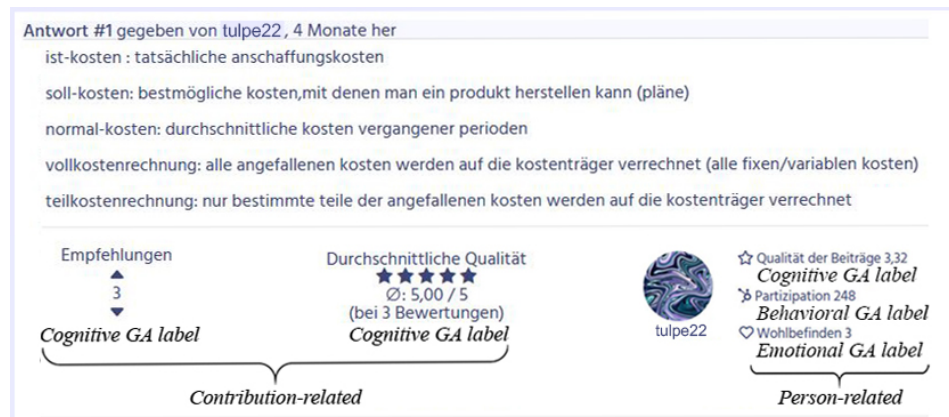


Fig. 1: Example excerpt from the forum with two cognitive GA labels on contribution level on the left and three different types of GA information on personal level on the right

Based on the contribution-related GA information, a person-related average quality value (cognitive GA, *Qualität der Beiträge*) is formed for all written answers in the forum and private help-seeking function (see section 2.2), which is displayed next to the icon of the user in the public forum but also in the respective user profile to facilitate skill assessment [see BD11]. On behavioral level, a participation counter (behavioral GA, *Partizipation*) tracks and visualizes the number of asked questions, given answers, and ratings of other users' contributions in the whole application to increase participatory motivation [KC08]. Once one of the actions is performed, the counter increases by one. Well-being in the network of the students (emotional GA, *Wohlbefinden*) is subjectively self-assessed by students on a 5-star Likert scale and can be changed at any time to trigger emotion co-regulation processes [EAC12]. In summary, all GA information on personal level is





adapted continuously, some adaptations are conditioned on interactions with the system (participation), others adaptable by the users (quality of contributions and well-being). For a sample user with assessed GA information see Fig. 1, right side.

2.2 Private help-seeking

In *uniMatchUp!* students can also post questions privately to a selection of up to three potential helpers. To do this, the users 1) specify the course topic, 2) write a question title, and an explaining question text. The help-seekers can also assign tags (keywords) to a question for better categorization. Optionally file attachments can be added. After specifying the question, a 3) selection of all students who have taken the university course is displayed along with the same three person-related GA information of the public forum (see Fig. 2). This list is randomized at all GA levels so that users with low, medium, and high proficiencies as well as new users without entries are displayed on the first page. The selection interface can be sorted by these GA attributes.

Stelle deine Frage (3/3)

Hier findest du eine Liste potenzieller Helfer:innen. Wähle 1 bis 3 Helfer:innen aus, denen du die Anfrage senden möchtest. Zusätzlich findest du hier die durchschnittliche Qualitätsbewertung, den Partizipationscore und das Wohlbefinden, um deine Auswahl zu erleichtern. Weitere Informationen findest du im Profil und auf der How to uniMatchUp!-Seite. 0 bedeutet, dass die Person noch keine Bewertungen und/oder Aktivitäten aufweist.

 Benutzername	 Qualität der Beiträge	 Partizipation	 Wohlbefinden
Duisburg_96	1	2	3
fleissigerStudi	4	159	2
ObiVanKenobi	3.32	134	4
törf	2.5	6	1
Birne_123	0	3	5
tulpe22	2.75	8	3
InfoPro42	0	1	3
Avocadopflanze3	3.15	119	5
Aloha47	3.36	99	2

1 bis 9 von 97 Einträgen

Zurück 1 2 3 4 5 ... 11 Weiter

Zurück
Frage an ausgewählte Helfer:innen stellen
Frage im Forum posten

Fig. 2: Example excerpt of the private help-seeking selection page (no real usernames)

The selected helper(s) will be notified when they receive a request. The system allows helpers to either accept the question or to reject it. If a question is accepted and answered, this question will be deleted from the other potential helpers. If the question is accepted, a chat is opened between the help-seeker and helper where they can exchange information and clarify the respective question. Once the question has been answered from the questioner's perspective and the interaction has ended, the question can be closed and will be deleted from the other potential helpers. After that, the helper's contribution quality can be rated, analogous to the quality star rating of forum answers (see Fig. 1, *Durchschnittliche Qualität*). This is offset against the other quality ratings from private help-seeking and public forum (*Qualität der Beiträge*). Resolved questions are archived, which allows users to revisit older conversations and access the documented knowledge.

2.3 Learning group search

The goal of the learning group search is to allow university students to get to know each other through a group chat and share content related to a specific course. To find an existing group or to create a new one, users can specify several attributes that include information about the desired maximum group size, expected grade, and available dates (see Fig. 3). Based on this information, *uniMatchUp!* searches for existing groups that meet the defined criteria. Furthermore, the group results are displayed according to a recommender system that suggests heterogeneous groups based on the cognitive GA quality label (i.e., users with high, moderate, and low average contribution quality; *Qualität der Beiträge*; see Fig. 1, right side). Heterogeneous grouping may be more beneficial than pure homogeneous matching to avoid clusters with students that have only low values and to encourage diversity in groups. In the overview of already existing groups, users can join as a member. For each of the displayed groups, it is possible to view the GA information about the individual group members.

Veranstaltungsauswahl
Wähle die Veranstaltung aus, für die du eine Lerngruppe suchen möchtest. Du kannst ebenfalls "veranstaltungsübergreifend" auswählen, falls du mit deiner Lerngruppe Themen aller Veranstaltungen deines Semesters besprechen möchtest.
Wähle deinen Kurs aus.

Maximale Lerngruppengröße
Wie groß soll deine Lerngruppe maximal sein?
2

Angestrebte Note
Welche Note möchtest du mit Hilfe der Lerngruppe mindestens erreichen?
1

Verfügbare Termine
Bitte kreuze an, an welchen Terminen du Zeit hättest, dich mit deiner Lerngruppe zu treffen. Den genauen Termin könnt ihr zu einem späteren Zeitpunkt gemeinsam in der Gruppe festlegen.

Montag:
 Vormittags Nachmittags Abends

Dienstag:
 Vormittags Nachmittags Abends

Mittwoch:
 Vormittags Nachmittags Abends

Donnerstag:
 Vormittags Nachmittags Abends

Freitag:
 Vormittags Nachmittags Abends

Fig. 3: Example excerpt of the creation page for a learning group

3 Study design and procedure

$N = 101$ German university students (M age = 20.14 ($SD = 3.99$, 17 – 51) years) participated in the study. Of these, 66.3% were Economics students, 14.9% were Business Education students, and 18.8% were Applied Computer Science students (University of Duisburg-Essen) in the first semester. Gender distribution was balanced with 50.5% female, 46.5% male, and 3% diverse participants.

Regarding RQ1, **GA** was assessed with an adapted version of Mock's awareness taxonomy on a 5-point Likert scale [Mo17], ranging from 1 ("does not apply at all") to 5 ("completely true"). Six items each asked for general awareness of the *self* about other students' skills and relationships (Cronbach's $\alpha = .82$; e.g., "I have an overview of the topics the course participants are familiar with.") as well as of *other* students about the self ($\alpha = .91$; e.g., "The course participants have an overview of the topics I am familiar with."), both estimated by the respective participants. Three different measures were assessed for **academic success**: Subjects were asked to indicate the 1) **grades** they expected to achieve in the respective study subjects, ranging from the usual grade levels of "1.0" to "> 4.0" as well as "I am not taking the course." An overall mean value was calculated for all courses taken across the three study programs, weighted according to the achievable credit points. To measure 2) **study satisfaction**, two subscales of the short form of the Study Satisfaction Questionnaire [WHS18] were used ($\alpha = .83$). Response options ranged from 0 ("the statement does not apply at all") to 100 ("the statement applies completely"). To measure the 3) **intention to drop out** of the study program, one item by Fellenberg and Hannover [FH06] was applied, ranging from 1 ("not at all true") to 6 ("completely true"). **Social connectedness** was measured by three subscales of the assessment of social connectedness ($\alpha = .94$) by Van Bel et al. [Va09], which were to be estimated on a 7-point scale from 1 ("strongly disagree") to 7 ("strongly agree"). To relate the variables to the interaction with *uniMatchUp!*, subjective duration of usage was asked after the interaction in hours. Moreover, the number of posed questions and answers were taken from the log data. With regard to RQ2, to indicate the **relevance of different GA types**, participants were asked to indicate how helpful (item 1), important (item 2), and steering (item 3) the five GA attributes (see Fig. 1) were during the application interaction, ranging from 1 ("not at all") to 6 ("very much"). Overall mean scores across those three items were generated. Addressing RQ3, participants were asked to assess the **likelihood of using** the whole application (item 1) as well as the public forum (item 2), private help-seeking (item 3), and learning group search (item 4) features. Response options ranged from 1 ("not at all likely") to 5 ("very likely"). Also, **usability** was tested using the User Experience Questionnaire (UEQ) [LHS08], ranging from -3 to 3, each having two opposite properties as poles (e.g., "boring" and "exciting"). According to the authors, values between -0.8 and 0.8 represent a neutral evaluation, values > 0.8 represent a positive evaluation.

To ensure equal opportunities, anyone interested could register to use the application. However, only students who were in their first year of study in one of the target subjects (Economics, Business Education, and Applied Computer Science) could participate in the post-questionnaire. The application interaction phase started on 11/26/2020 and lasted about 2 ½ weeks. The post-questionnaire was provided from 12/13/2020 to 12/23/2020. A compensation of 25 euros as well as further raffles from 25 to 75 euros were provided to ensure that we reach a sufficient number of subjects in a very short time, because the project came about during the pandemic and we therefore had to acquire at short notice. Additionally, ten out of the 101 participants declared their willingness to participate in a **qualitative follow-up survey** to substantiate their statements made in the questionnaire

described above. Sample statements are presented in the Results section to illustrate the quantitative results. Even though only the official interaction phase was relevant for the study evaluation, *uniMatchUp!* may still be used afterwards.

4 Results

To answer **RQ1**, in the first step we examined the extent to which the variables/questionnaires included in the study were related to each other (see Tab. 1).

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. duration of use	1	.23*	.02	-.05	-.09	.18	.21*	.21*
2. questions/ answers		1	.25*	.08	-.09	.04	.16	.18
3. study satisfaction			1	-.42**	-.60**	.10	.02	.01
4. grades				1	.36**	-.09	.02	-.11
5. drop out intention					1	-.16	-.08	-.05
6. social connectedness						1	.45**	.45*
7. GA (self)							1	.64**
8. GA (other)								1

Tab. 1: Bivariate Correlations between interaction variables and those related to academic success, social connectedness, and GA. * $p < .050$, ** $p < .010$; $N = 101$, apart from grades ($N = 100$). Note that lower scores can be considered positive for grades and intention to drop out.

The results show that more active engagement with the application, in the form of questions and answers, was associated with a higher study satisfaction, confirming RQ1a. Also, the estimated overall usage time of the application was positively related to both GA dimensions, which in turn was positively related to feelings of social connectedness (see Tab. 1). Even though there is no correlation of estimated duration of use and social connectedness, we exploratory examined if an effect potentially might be mediated by GA [see SSB21]. Therefore, in the second step, two mediation analyses were conducted with GA (self) and GA (other) as mediator variables each. Although the a-path as well as b-path were significant in both mediator analyses (see Fig. 4), the indirect effects did not become significant for both the GA perspective of the *self* about other students (indirect effect $ab = .09$, 95% CI[-0.23, 0.22]) nor the GA perspective of *other* participants about the self (indirect effect $ab = .09$, 95% CI[-0.19, 0.18]), with both confidence intervals including the 0. Related to social connectedness, RQ1b is only partially supported.

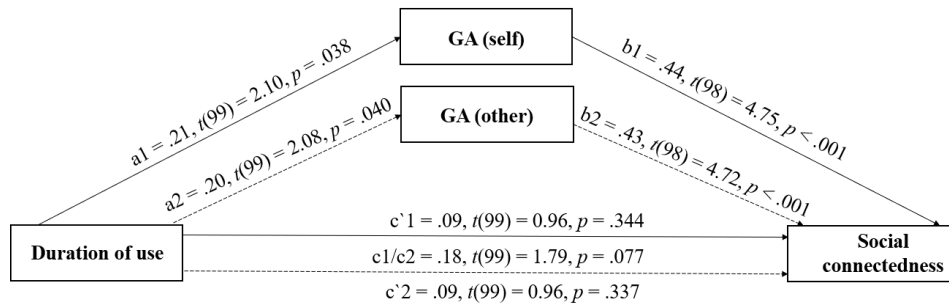


Fig. 4: Mediation paths with fully standardized parameter estimates

Concerning **RQ2**, a within-subject ANOVA with a Greenhouse-Geisser correction showed a significant difference between the relevance of GA information ($F(3.25, 325.03) = 54.22, p < .001, \eta^2_p = .35$). Bonferroni-adjusted post-hoc analysis revealed significant differences ($p < .001$) between all information labels, except of the three labels of cognitive GA information (see Tab. 2). This leads to an overall ranking of **1) cognitive GA** (“[...] The quality shows how trustworthy the user appears.”), **2) behavioral GA** (“[...] Based on participation, I see if a person is really willing to help others.”), and **3) emotional GA** (“[...] Makes it possible to consciously improve the well-being of a person.”).

GA labels	GA information	<i>M</i>	<i>SD</i>
Average quality (contribution level)	Cognitive GA	4.40	1.14
Number of upvotes (contribution level)	Cognitive GA	4.33	1.31
Quality of contributions (personal level)	Cognitive GA	4.28	1.06
Participation (personal level)	Behavioral GA	3.54	1.07
Well-being (personal level)	Emotional GA	2.63	1.25

Tab. 2: Descriptive statistics of perceived relevance of the GA information labels (scale 1 to 6)

With respect to **RQ3**, a within-subjects ANOVA with a Greenhouse-Geisser correction revealed a significant difference between the likelihood of using the three main functions public forum, private help-seeking, and learning group search ($F(1.62, 162.06) = 14.13, p < .001, \eta^2_p = .12$), see Tab. 3 (left side) for descriptive values.

Application (functions)	<i>M</i>	<i>SD</i>	UEQ subscales	<i>M</i>	<i>SD</i>
Whole application	3.91	0.91	Attractiveness	1.28	1.00
Public forum	4.88	1.53	Perspicuity	1.04	1.24
Learning group search	4.55	1.22	Dependability	1.02	0.92
Private help-seeking	4.06	1.52	Stimulation	0.94	1.13
			Efficiency	0.86	1.06
			Novelty	0.71	1.11

Tab. 3: Descriptive statistics of likelihood of use (scale 1 to 5) and usability (scale -3 to +3)

Bonferroni-adjusted post-hoc analysis revealed slightly significant differences ($p < .050$) between all three functions with generally very high mean scores. Overall, the **whole application** performed very well, with a mean score close to 4. It was praised that “[...] interaction with other fellow students was super and, above all, better structured than in comparable communication services”. The **public forum** was the most popular function, due to the fact that “[...] by allowing everyone to potentially be involved, you always get a quick response”. The **learning group search** was the second most popular feature. Here it was stated that “[...] it helps those people who currently have no other possibility to find a learning group”, which concerns especially students who do not live in the place of the university. Even though all main functions were rated extremely positively, the private help-seeking function was the worst ranked function, which was nevertheless liked “[...] due to the possibility of finding a concrete personal caregiver”. Regarding the **UEQ questionnaire** (see Tab. 3, right side), all subscales, except of novelty, achieved a pleasing and positive evaluation. Nevertheless, the **qualitative questions** revealed several needs for improvement. The biggest shortcoming of the application is the current loading time, which was rated as “[...] the most serious thing”. Moreover, issues were seen in the clarity, since “[...] the application contains many empty spaces and sometimes bulky information”. Especially the view of the mobile version seems to need improvement, “[...] as many elements are too small and unclear”. It was also desired to be able to “[...] favor or save posts so that you don’t always have to search for them” and “[...] to mark posts that have not yet been read or to receive notifications about new posted contributions to not lose track of them”, which is not implemented in the current version of the application.

5 Discussion and conclusion

The goal of this project was to develop an application that facilitates the students’ entry into the academic life, especially in the context of COVID-19, based on the use of GA information. *uniMatchUp!* was tested with respect to potential effects on academic success as well as social connectedness (RQ1). We also examined the relevance of different GA information (RQ2) and the acceptance of the application design (RQ3). Even though only a few relationships between interaction intensity and GA with relevant dependent variables could be identified, there were positive tendencies focusing on study satisfaction as well as social connectedness. This is in line with research [A120; SSB21; WWF05] and highlights the potential of using GA tools in the study course. In addition, it must be noted that in the first semester a lot of influencing factors might have hindered more positive study results to occur – confounding variables that we could not control for all of them, such as a general wrong decision in the choice of a study program, increasing difficulty of the topics, or further supporting offers of the university. It became extremely clear that cognitive GA information seemed to be most relevant in learning partner choice, whereas emotional GA information in particular seemed to be less appropriate, at least in the form we implemented it. In general, both the individual functions and the entire application as well as its usability were evaluated very positively. However, there are also weaknesses

and need for improvements that led to the following implications: 1) The emotional GA component (well-being) should be removed or reconceptualized at the individual personal level because of its low ranking and honest assessment cannot be assured. Alternatively, an overarching assessment of togetherness at sub-forum or overall network level would be conceivable but more research is needed for finding adequate emotional GA support. 2) Caching should be refined as page load times are too high. 3) The mobile layout should be improved because the current display is not optimal. Even a native application could be discussed. 4) Notifications functions, such as email or push-up, should be implemented. 5) The basic implementation of all three core functionalities needs to be further developed.

It should be noted at this point that the sample was limited to 101 subjects, and we conducted the study in a very short time span including only three study programs. It is therefore planned to further develop and evaluate *uniMatchUp!* on the basis of the results and to expand its use. Further field and experimental designs are planned that will reveal deeper insights into the effects of single and combined GA information, with a focus on emotional GA support and effects of user anonymity vs. recognition. Such attempts are promising, as the study results indicate that university students can benefit from the use of GA information in the university context. Furthermore, our findings show that such an application and its main function are accepted and desired.

6 Acknowledgements

This project was funded by the Federal Ministry of Education and Research under the funding code 16DHBQP036. We thank Christian Schlusche, Ádám Szabó, Osman Tasdelen, Kirsten Wullenkord, Laura aus der Fünten, Laurent Demay, Yvonne Gehbauer, Hannah Krajewski, Simon Krukowski, Malte Kummetz, Franziska Lambertz, Hans-Luis Magin, Joshua Norden, and Cora Weisenberger for collaborating in the project.

References

- [AI20] Algharaibeh S.A.S.: Should I ask for help? The role of motivation and help-seeking in students' academic achievement: A path analysis model. *Cypriot Journal of Educational Science* 15/5, pp. 1128 -1145, 2020.
- [AY11] Atik, G.; Yalçın, Y.: Help-seeking attitudes of university students: The role of personality traits and demographic factors. *South African Journal of Psychology* 41/3, pp. 328–338, 2011.
- [BD11] Bodemer, D.; Dehler, J. (Guest Eds.): Group Awareness in CSCL Environments [Special Issue]. *Computers in Human Behavior*, 27, pp. 1043-1284, 2011.
- [BJS18] Bodemer, D.; Janssen, J.; Schnaubert, L.: Group awareness tools for computer-supported collaborative learning. In (Fischer, F.; Hmelo-Silver, C. E.; Goldman, S. R.;

- Reimann, P., eds.): *International Handbook of the Learning Sciences 2018*. Routledge, London, pp. 351–358, 2018.
- [DLU11] Dong, Z.; Li, C.; Untch, R.H.: Build Peer Support Network for CS2 Students. In *Proceedings of the 49th Annual Southeast Regional Conference, Association for Computing Machinery, Kennesaw, GA*, pp. 42-47, 2011.
- [EAC12] Eligio, U.X.; Ainsworth, S.E.; Crook, C.K.: Emotion understanding and performance during computer-supported collaboration. *Computers in Human Behavior* 28/6, pp. 2046-2054, 2012.
- [FH06] Fellenberg, F.; Hannover, B.: Kaum begonnen, schon zerronnen? Psychologische Ursachenfaktoren für die Neigung von Studienanfängern, das Studium abzubrechen oder das Fach zu wechseln. *Empirische Pädagogik* 20/4, pp. 381-399, 2006.
- [KC08] Kimmerle, J.; Cress, U.: Group awareness and self-presentation in computer-supported information exchange. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning* 3/1, pp. 85–97, 2008.
- [LHS08] Laugwitz, B.; Held, T.; Schrepp, M.: Construction and evaluation of a user experience questionnaire. In (Holzinger, A., ed.): *Proc. Symposium of the Austrian HCI and Usability Engineering Group, Springer, Berlin, Heidelberg*, pp. 63-76, 2008.
- [Mo17] Mock, A.: Open(ed) Classroom – Who cares?. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 28/0, pp. 57–65, 2017.
- [OHB19] Ollesch, L.; Heimbuch, S.; Bodemer, D.: Towards an integrated framework of group awareness support for collaborative learning in social media. In (Chang, M.; So, H.-J.; Wong, L.-H.; Yu, F.-Y.; Shih, J. L., eds.): *Proc. 27th Int. Conf. on Computers in Education, APSCE, Taiwan*, pp. 121-130, 2019.
- [OI20] Ollesch, L.; Heimbuch, S.; Krajewski, H.; Weisenberger, C.; Bodemer, D.: How students weight different types of group awareness attributes in wiki articles: A mixed-methods approach. In (Gresalfi, M.; Horn, I. S., eds.): *Proc. 14th Int. Conf. of the Learning Sciences (ICLS), ISLS, Nashville, Tennessee*, pp. 1157-1164, 2020.
- [SSB19] Schlusche, C.; Schnaubert, L.; Bodemer, D.: Group awareness information to support academic help-seeking. In (Chang, M.; So, H.-J.; Wong, L.-H.; et al., eds.): *Proc. 27th Int. Conf. on Computers in Education, APSCE, Taiwan*, pp. 131-140, 2019.
- [SSB21] Schlusche, C.; Schnaubert, L.; Bodemer, D.: Perceived social resources affect help-seeking and academic outcomes in the initial phase of undergraduate studies. Manuscript submitted for publication.
- [Va09] Van Bel, D.T.; Smolders, K.C.H.J; Ijsselsteijn, W.A.; De Kort, Y.A.W.: Social connectedness: Concept and measurement. *Intelligent Environments*, 2, pp. 67-74, 2009.
- [WHS18] Westermann, R.; Heise, E.; Spies, K.: FB-SZ-K-Kurzfragebogen zur Erfassung der Studienzufriedenheit, In (Leibniz-Zentrum für Psychologische Information und Dokumentation, ed.): *Elektronisches Testarchiv. ZPID, Trier*, 2018.
- [WWF05] Wilcox, P.; Winn, S.; Fyvie-Gauld, M.: ‘It was nothing to do with the university, it was just the people’: The role of social support in the first-year experience of higher education. *Studies in Higher Education*, 30/6, pp. 707-722, 2005.

Vom Remote zum immersiven VR-Lab am Beispiel der industriellen Steuerungstechnik

Matthias Haack ¹, David M. Jozefiak ², Johannes Paehr ³, Thomas N. Jambor ⁴

Abstract: In einer Lehrveranstaltung aus dem Bereich der industriellen Steuerungstechnik haben die Autoren ein Remote Lab zur Aktivierung von Studierenden eingesetzt und evaluiert. Ausgehend von den Nachteilen eines Remote Lab wird in diesem Beitrag die Möglichkeit untersucht, Steuerungsprogramme für Mikrocontroller und Speicherprogrammierbare Steuerungen mittels eines Virtual Reality Lab (VR-Lab) zu kontrollieren. Das VR-Lab besteht einerseits aus einem selbstentwickelten Simulator für Mikrocontroller und dem existierenden Simulator PLCWinNT für Speicherprogrammierbare Steuerungen. Andererseits umfasst das VR-Lab eine Simulationsumgebung, bestehend aus einem 3D-Modell einer Produktionsanlage sowie Funktionalitäten zur Kontrolle der Steuerungsprogramme. Das VR-Lab ist in einer Laborstudie erprobt und anhand von semistrukturierten Leitfadeninterviews evaluiert worden. Aufgrund der geringen Vorerfahrung mit VR-Geräten waren die Studierenden neugierig und motiviert, die Technologie auszuprobieren. Sie nutzten das VR-Lab zur Kontrolle ihrer Programme sowie zur Fehleranalyse und lobten die intuitiven Interaktionsmöglichkeiten, variablen Perspektiven und zeitliche Verfügbarkeit. Die Studierenden empfanden die reale Produktionsanlage im Remote Lab dennoch motivierender als das virtuelle Modell.

Keywords: Virtual Lab, Remote Lab, Virtual Reality, Simulation, Arduino, Speicherprogrammierbare Steuerung, Industrielle Steuerungstechnik, Unity

1 Motivation

1.1 Problemstellung

Eine Herausforderung für Lehrpersonen an Universitäten ist die Aktivierung und Motivierung großer, inhomogener Kohorten in einem klassischen Hörsaal. Die Notwendigkeit der Aktivierung großer Kohorten wird an mehreren beobachtbaren Phänomenen deutlich, wenn Studierende eine passive, rezipierende Rolle einnehmen. Hierzu zählen sinkende Aufmerksamkeit und Motivation, der Lehrperson kognitiv zu folgen, selbst wenn die Studierenden eine hohe intrinsische Motivation aufweisen [Sm01]

¹ Leibniz Universität Hannover, Fachgruppe für Didaktik der Elektrotechnik und Informatik, Appelstraße 9A, Hannover, 30167, haack@dei.uni-hannover.de, <https://orcid.org/0000-0002-3046-1460>

² Leibniz Universität Hannover, Fachgruppe für Didaktik der Elektrotechnik und Informatik, Appelstraße 9A, Hannover, 30167, jozefiak@zdt.uni-hannover.de, <https://orcid.org/0000-0001-6637-2518>

³ Leibniz Universität Hannover, Fachgruppe für Didaktik der Elektrotechnik und Informatik, Appelstraße 9A, Hannover, 30167, paehr@dei.uni-hannover.de, <https://orcid.org/0000-0002-6801-1764>

⁴ Leibniz Universität Hannover, Fachgruppe für Didaktik der Elektrotechnik und Informatik, Appelstraße 9A, Hannover, 30167, jambor@dei.uni-hannover.de, <https://orcid.org/0000-0002-4360-5339>

[Fr08] [KSE05]. Überdies werden die individuellen Vorkenntnisse und Interessen der Studierenden nicht berücksichtigt, sodass aus konstruktivistischer Sicht im ungünstigsten Fall Reize als nicht viabel angesehen werden. Andernfalls werden neue Informationen ggf. als träges Wissen assimiliert bzw. akkommodiert [Am04]. Aufgrund fehlender Interaktion mit anderen Studierenden bleiben Fehlvorstellungen unentdeckt, sodass schlechtere Lernleistungen die Folge sind [Si05] [Fr08].

1.2 Vorausgegangene Forschungsarbeit

Ausgehend von der Herausforderung, eine große, inhomogene Kohorte in universitären Lernsituationen zu aktivieren, ist in der Fachgruppe für Didaktik der Elektrotechnik und Informatik der Leibniz Universität Hannover ein fachdidaktisches Konzept, speziell für Lehrveranstaltungen der (technischen) Informatik und Elektrotechnik, entwickelt [HJ18] und erprobt [HJ20a] [HJ20b] [HJ20c] worden. Ausgangspunkt einer Lernsituation ist eine realitätsnahe Problemstellung, welche nach dem Flipped Classroom [LPT00] strukturiert ist. Die Studierenden informieren sich über die Problemstellung sowie die relevanten Inhalte, planen mögliche Lösungen und entscheiden sich zu Hause für eine Option. In der Universität werden zunächst offene Fragen geklärt und anschließend wird in kollaborativer Form eine Problemlösung von den Studierenden realisiert. Die Kontrolle der Lösung findet exemplarisch am Problemprodukt statt. Unter einem Problemprodukt wird ein (immaterieller) motivierender, viabler Lerngegenstand verstanden, welcher aus dem späteren Tätigkeitsfeld von Studierenden stammt und an dem sich mögliche Problemlösungen kontrollieren lassen. Aufgrund der großen Kohorte (über 100 Studierende) können nicht alle Lösungen vor Ort kontrolliert werden. Daher ist das Problemprodukt Bestandteil eines Remote Lab, sodass alle Studierenden die Möglichkeit haben, ihre Lösungen von zu Hause aus zu überprüfen.

Das Konzept ist in den Jahren 2019 und 2020 in der Lehrveranstaltung „Industrielle Steuerungstechnik und Echtzeitsysteme“ erprobt worden. Als Problemprodukt sind Modelle von industriellen Produktionsanlagen eingesetzt worden, welche mit Mikrocontrollern (μC) und Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) von den Studierenden gesteuert wurden. Die Evaluationsergebnisse zeigen auf der einen Seite, dass anwendungsbezogene Aufgabenstellungen sowie die Kontrolle der eigenen Lösungen an realer Hardware (dem Problemprodukt) eine motivierende Wirkung auf die Studierenden hat und zur Verbesserung der Prüfungsergebnisse beiträgt. Auf der anderen Seite bemängeln die Studierenden, dass es beim zeitgleichen Zugriff mehrerer Studierenden auf das Remote Lab oder bei technischen Defekten an der realen Hardware zu längeren Wartezeiten kommt. Darüber hinaus bieten Remote Labs nur aus festen Kamerapositionen eine zweidimensionale Ansicht auf das Problemprodukt, sodass aufgrund der Komplexität der Anlage nicht alle Prozesse für Lernende vollständig zugänglich sind. Zuletzt sei der Nachteil erwähnt, dass ein manueller Eingriff in den Remote Versuch durch den Lernenden wie in einem Präsenzlabor nicht möglich ist, sodass ein automatisierter Initialisierungsprozess den Versuch zurücksetzen muss.

1.3 Zielsetzung dieses Beitrags

Aufgrund der dargestellten Nachteile eines Remote Lab haben die Autoren entschieden, dieses durch eine virtuelle Simulationsumgebung zu ersetzen. Lernende können Simulationsumgebungen nicht nur zweidimensional auf einem Bildschirm⁵ betrachten, sondern diese mit Virtual Reality Brillen (VR-Brillen) immersiv sowie dreidimensional erleben und mit dem virtuellen Problemprodukt intuitiv interagieren. In diesem Beitrag werden folgende Forschungsfragen evaluiert:

1. Welche Systemarchitektur (Struktur von Hard- und Software) eignet sich für die Kontrolle von Steuerungsprogrammen für μ C und SPS durch Studierende in VR-Anwendungen mittels VR-Brillen?
2. Welche Vor- und Nachteile bieten VR- gegenüber Remote Labs speziell im Bereich der industriellen Steuerungstechnik für Studierende?

2 Stand der Forschung

Trentsios et al. [TWF20] erläutern in ihrem Beitrag die Implementierung von immersiven Visualisierungsmethoden ausgehend von einem Remote Lab, welches aus physikalischen Sensoren und Aktoren besteht, die mit einer SPS verbunden sind. Ein Server bietet den Lernenden Zugriff über das Internet und stellt bestimmte vordefinierte Zeitslots zur Verfügung, um ein Experiment auf dem Remote Lab auszuführen. Aufgrund der eingeschränkten Immersion in einem Remote Lab verwenden Trentsios et al. [TWF20] verschiedene Visualisierungsmethoden, um die Sinneseindrücke von Lernenden aus einem Präsenzlabor im Remote Lab zu imitieren. Folgende zwei Methoden existieren und sind mit der Unity-Entwicklungsplattform umgesetzt:

- die Konstruktion einer 360°-Ansicht des Remote Lab durch die Aufnahme mehrerer Fotos aus verschiedenen Winkeln sowie
- die Konstruktion einer virtuellen Kopie des Remote Lab als 3D-Modell.

Beim ersten Ansatz sind die Bilder mit der Unity-Entwicklungsplattform zu einer 360°-Ansicht kombiniert worden. Dies ist vergleichbar mit der Ansicht, welche von „Google Street View“ beim Betrachten einer Straße geboten wird⁶. Für die Umsetzung des zweiten Ansatzes wurde ein virtuelles 3D-Modell anhand des bestehenden realen Labors konstruiert. Dadurch entsteht, im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Bildaufnahmen, ein leicht unterschiedliches Erscheinungsbild des experimentellen Aufbaus. Studierende können sich schließlich in einem virtuellen Laborraum mit dem darin enthaltenen 3D-Modell der Anlage frei bewegen.

⁵ Im Folgenden Bildschirmsimulation genannt.

⁶ Die daraus resultierende Szene kann schlussendlich auf einem Computermonitor angesehen oder mit einem VR-Gerät betrachtet werden.

Da beide Ansätze, welche von Trentsios et al. [TWF20] erläutert werden, eine Visualisierungsmethode für das bestehende Remote Lab darstellen, besteht weiterhin der Nachteil, dass immer nur ein Studierender gleichzeitig mit diesem interagieren kann. Als möglicher Lösungsansatz für diese Einschränkung wurde vorgeschlagen, dass Lernende das Remote Lab wie bisher steuern und zudem beliebig viele Studierende die Ausführung beobachten, aber nicht damit interagieren können. Ferner ist eine Konvertierung des Remote Lab in ein Virtual Lab denkbar. Beide Ansätze werden von Trentsios et al. [TWF20] nicht mit Studierenden evaluiert.

Überdies untersuchen Alvarez et al. [ADM19] den Einsatz eines Virtual Lab zur Kontrolle von SPS-Programmen. Studierende haben innerhalb der Universität die Möglichkeit, ihre erstellten Steuerungsprogramme zunächst mithilfe eines bildschirmbasierten Virtual Lab zu kontrollieren. Nachdem die Korrektheit der Lösung durch die Simulation verifiziert wurde, können sie diese auf einem Remote Lab ausführen. Bei dieser Implementierung existiert, im Vergleich zu den beiden Ansätzen von Trentsios et al. [TWF20], neben dem Remote Lab ein separates, unabhängiges Virtual Lab und somit nicht nur eine reine Visualisierung des bereits bestehenden Remote Lab. Der Einsatz einer Simulation wird von Alvarez et al. [ADM19] mit der Eliminierung der Wartezeiten und Zugangsbeschränkung zum Remote Lab begründet. Außerdem können Kosten, welche bei der Installation und Instandhaltung des Remote Lab entstehen, reduziert werden. Während der Nutzung der Simulation besteht keine Gefahr einer Beschädigung der physikalischen Hardware des Remote Lab durch fehlende Kompetenzen der Studierenden und daraus resultierende Programmierfehler. Im Rahmen einer Nutzerstudie haben Alvarez et al. [ADM19] ihre Umsetzung mit einer Gruppe von 40 Studierenden erprobt. Eine Umfrage unter den Probanden hat unter anderem ergeben, dass die Innovation der eingesetzten Technologie geschätzt wurde. Weiterhin wurde das Virtual Lab in persönlichen Interviews als motivierend beschrieben und das Interesse für die darauffolgende Nutzung des Remote Lab geweckt. Insgesamt wurde auch die Entwicklung von Fähigkeiten zum zukünftigen Arbeiten mit ferngesteuerten Prozessen gelobt.

Der Vergleich des Einsatzes von einem Präsenzlabor, einem Remote Lab oder einem VR-Lab wurde von Hernández-De-Menéndez et al. [HVM19] in einer Vergleichsstudie untersucht. Durch den Vergleich unterschiedlicher Labore an verschiedenen universitären Einrichtungen sind die Autoren zu dem Entschluss gekommen, dass sowohl ein Remote Lab als auch ein VR-Lab eine angemessene Option ist, um Präsenzlabor zu ersetzen. Im Falle eines VR-Lab wird dies mit den geringen Kosten und der einfachen Reproduzierbarkeit der Konfiguration sowie der Vielfältigkeit der VR-Technologie begründet. Unter Studierenden von technischen Studiengängen wurden auch eine große Akzeptanz sowie Lernerfolge bei der Nutzung eines VR-Lab berichtet.

Im Gegensatz zu den vorgestellten Ansätzen wird in diesem Beitrag die Implementierung und Evaluation eines vollständigen immersiven VR-Lab vorgestellt. Dieses bietet nicht nur eine Visualisierung, sondern auch die Möglichkeit zur eigenständigen, vom Remote Lab unabhängigen Kontrolle von Steuerungsprogrammen.

3 Implementierung

Nachfolgend wird die Architektur und Implementierung der Simulationsumgebung beschrieben. Dabei wird auf die Auswahl der verschiedenen Komponenten eingegangen und der Zusammenhang sowie die Kommunikation zwischen diesen erläutert.

Die Systemarchitektur des VR-Lab (vgl. Abb. 1) besteht einerseits aus einem Rechner (üblicher Desktop-PC oder Laptop), auf welchem die Entwicklungsumgebung sowie ein Simulator für μC (vgl. Abschnitt 3.1) und SPS (vgl. Abschnitt 3.2) ausgeführt werden. Andererseits enthält das VR-Lab ein Standalone-VR-Gerät, bestehend aus einem Headset und zwei Controllern, auf welchem die Simulationsumgebung (vgl. Abschnitt 3.3) installiert ist.

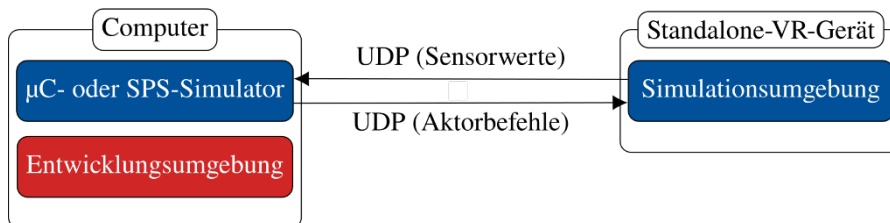


Abb. 1: Systemarchitektur des VR-Lab

Der μC - bzw. SPS-Simulator ersetzt das reale Steuergerät des Remote Lab, auf welchem die kompilierten Steuerungsprogramme (entwickelt mit der Arduino-IDE bzw. CODESYS) ausgeführt werden. Das Problemprodukt des Remote Lab wird durch ein reaktives System innerhalb der Simulationsumgebung in Form einer Unity-Anwendung substituiert. Die Kommunikation zwischen dem μC - bzw. SPS-Simulator und der Simulationsumgebung erfolgt über das Netzwerkprotokoll UDP⁷ innerhalb eines gemeinsamen Netzwerks (vgl. Abschnitt 3.4).

Das VR-Lab der Autoren ist mit einer Oculus Quest als VR-Gerät realisiert, da dieses ein Standalone-Gerät darstellt und somit keine kabelgebundene Verbindung zwischen dem Rechner und dem VR-Gerät bestehen muss. Für die Anwendung in der Lehre (z. B. in einem Hörsaal oder Labor) erscheint dies aus Sicht der Autoren dieses Beitrags zweckmäßiger.

3.1 Simulation eines Mikrocontrollers

Da die Programmierung eines Arduino in der Programmiersprache C/C++ erfolgt, besteht die Möglichkeit, diesen Programmcode auch für die Ausführung auf einem Computer zu kompilieren. Hierfür wird eine eigene Implementierung der Arduino-Bibliothek benötigt. Arduino-spezifische Funktionsaufrufe (wie beispielsweise `digitalRead()` und

⁷ Die Kommunikation mittels Netzwerkvariablen basiert auf dem Netzwerkprotokoll UDP.

`digitalWrite()`) können dabei so implementiert werden, dass die Werte über das Netzwerk an die Simulationsumgebung gesendet oder von dieser empfangen werden. Dieser Ansatz erfordert jedoch einen erhöhten Programmieraufwand, da die Implementierung des Verhaltens von Interrupts nicht trivial ist, und stellt ein Beispiel für Unterschiede zwischen Programmen für Mikrocontroller und Computeranwendung dar.

Die Autoren dieses Beitrags haben sich aufgrund der o. g. Nachteile gegen den zuvor beschriebenen Ansatz entschieden. Stattdessen wird ein μ C-Simulator, basierend auf der Bibliothek SimAVR⁸, einschließlich einer grafischen Benutzeroberfläche und Funktionen zur Netzwerkkommunikation mit der Simulationsumgebung entwickelt, welcher den Maschinencode in Software interpretiert und ausführt. Eine Alternative stellt der auf JavaScript basierte Simulator AVR8js⁹ dar, welcher jedoch aufgrund der mangelhaften Performance ungeeignet ist.

Bei SimAVR handelt es sich um eine Bibliothek zur Interpretation und Ausführung von Maschinencode, welche die Möglichkeit zur Simulation eines AVR-Mikrocontroller bereitstellt. Die Bibliothek erlaubt die Verwendung zahlreicher Komponenten wie EEPROM, IO-Ports und Timern sowie die Verwendung von Interrupts. Die Bibliothek ist in der Programmiersprache C entwickelt und ermöglicht die Ausführung von Programmen, welche mit `avr-gcc` kompiliert sind. Dabei handelt es sich um den Compiler, welcher auch Teil der Arduino-IDE ist (vgl. Abb. 2, links). Dieser erzeugt aus dem Quellcode in der Programmiersprache C/C++ Dateien im ELF-Format (Dateiformat für ausführbare Dateien und kompilierte Bibliotheken), welche mit dem Programm `avr-objcopy` in ein Binärabbild konvertiert werden, das ausschließlich den Programmcode enthält. Die daraus resultierenden Daten werden mit SimAVR (vgl. Abb. 2, rechts) direkt in den Programmspeicher des (virtuellen) Mikrocontrollers geladen.

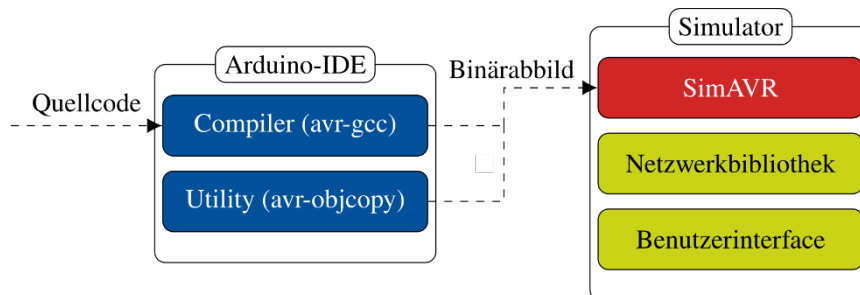


Abb. 2: Struktur des Simulators für Arduino-Programme

⁸ <https://github.com/buserror/simavr>

⁹ <https://github.com/wokwi/avr8js>

3.2 Simulation einer SPS mit CODESYS

Die Software PLCWinNT gehört mit weiteren Anwendungen zur standardmäßigen Installation einer CODESYS-Umgebung und erlaubt es, eine SPS zu simulieren. In CODESYS können verschiedene physikalische Zielsysteme verwendet werden. Für die Verwendung mit PLCWinNT muss das entsprechende gleichnamige Zielsystem ausgewählt werden. Die Kommunikation der Simulationsumgebung mit dem Simulator PLCWinNT erfolgt, ähnlich zur realen Kommunikation, zwischen zwei physikalischen Steuerungen über Netzwerkvariablen. Die Verbindung zwischen der Entwicklungsumgebung und dem Simulator zur Programmierung und Überwachung erfolgt dagegen über TCP.

3.3 Simulationsumgebung

Die Simulationsumgebung ersetzt das Problemprodukt des Remote Lab. Die einzelnen Teilsysteme sind als 3D-Modelle nachgebildet und in einer Unity-Anwendung zu einem reaktiven System zusammengesetzt. Die resultierende Simulationsumgebung stellt einen virtuellen Laborraum dar, in dem sich die Studierenden frei bewegen können, die Problemprodukte auf einem Tisch sehen und mit ihnen, wie in der realen Welt, interagieren können.

Wenn Studierende das VR-Gerät verwenden und die Anwendung gestartet ist, muss die Verbindung zwischen dem μ C- oder SPS-Simulator und der Simulationsumgebung eingerichtet werden (vgl. Abb. 3). Neben dieser Funktionalität haben Studierende die Möglichkeit, über ein Menü einerseits das Problemprodukt vollständig in die Ausgangslage zurückzusetzen und andererseits das Werkstück auf die Startposition zu setzen.

Sowohl im laufenden als auch im ruhenden Zustand des Steuerungsprogramms können Studierende Werkstücke greifen bzw. ablegen (vgl. Abb. 3), Taster betätigen oder Sensoren (z. B. Lichtschranken) auslösen.

Zur Optimierung der Vorstellung vom Aufbau des Problemproduktes sowie zur Fehleranalyse sind die einzelnen Sensoren und Aktoren mit ihren entsprechenden Bezeichnungen (beispielsweise Endlagentaster E4) beschriftet. Die Farbe kennzeichnet den aktuellen Zustand „true“ (orange/blau) oder „false“ (grau). Darüber hinaus existiert zusätzlich eine Zustandstabelle auf dem Benutzerinterface.

Sollte das Steuerungsprogramm des Studierenden zu einem Fehler führen (z. B. das Fahren eines Motors über einen Endlagentaster), wird an der entsprechenden Position des Aktors ein rotes Ausrufezeichen dargestellt (vgl. Abb. 3). Mit Berühren des Ausrufezeichens mit der VR-Hand sehen Studierende eine entsprechende Fehlerbeschreibung.

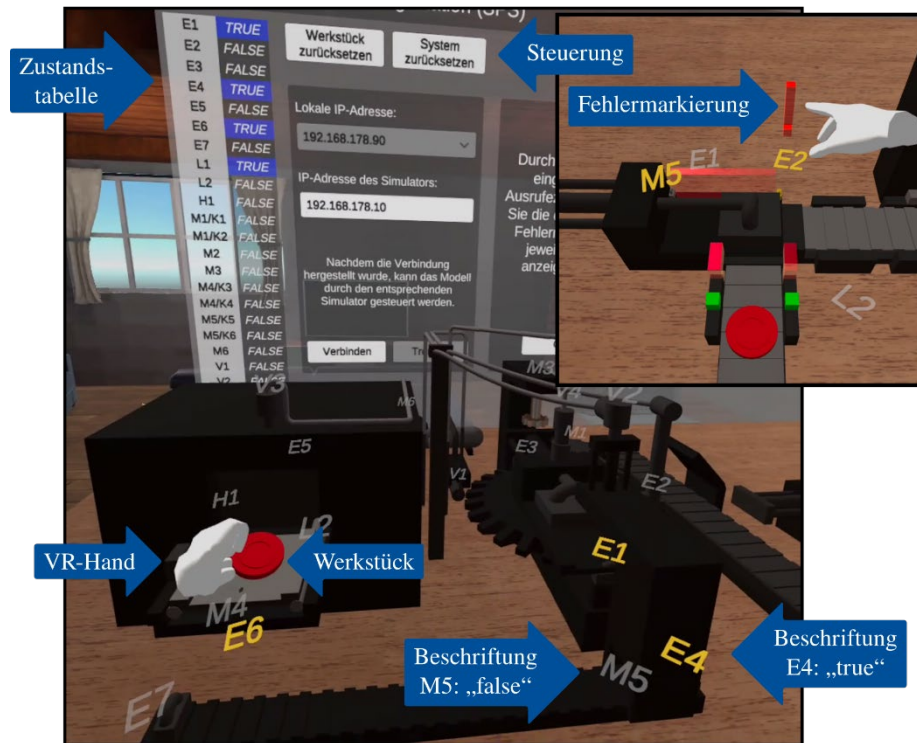


Abb. 3: Simulationsumgebung

3.4 Schnittstelle zwischen Simulator und Simulationsumgebung

Eine Möglichkeit zur Kommunikation zwischen zwei physikalischen Steuerungen ist der Austausch von Netzwerkvariablen¹⁰. Die Steuergeräte sind Teil eines lokalen Netzwerks und tauschen Variablen durch das Senden von UDP-Paketen bei Änderung eines Wertes bzw. zyklisch aus. Diese Art der Kommunikation kann auch bei virtuellen Steuerungen verwendet werden.

Aus diesem Grund haben sich die Autoren dieses Beitrags entschieden, die Kommunikation zwischen dem SPS-Simulator und der Simulationsumgebung im VR-Lab über Netzwerkvariablen zu realisieren. Für die Kommunikation mit dem μ C-Simulator kann diese Methode nicht verwendet werden. Im Gegensatz zum SPS-Simulator kann hierbei nicht auf die Variablen des Steuerungsprogramms zugegriffen werden, da das Programm als Maschinencode vorliegt. Stattdessen werden die Sensoren und Aktoren der Simulationsumgebung mit den virtuellen Pins des simulierten μ C verbunden. Hierfür

¹⁰ <https://de.codesys.com/produkte/codesys-communication/proprietare-kommunikationsprotokolle.html>

werden die Zustände ebenfalls mittels UDP-Paketen an den Simulator oder die Simulationsumgebung gesendet.

4 Evaluation

4.1 Forschungsdesign

Das VR-Lab ist in einer Laborstudie im Frühjahr 2021 mit zehn Studierenden (davon neun männlich) erprobt worden. Sieben Studierende befinden sich im Bachelor- sowie drei im Masterstudium. Drei gaben an, dass Deutsch nicht ihre Muttersprache ist. Alle Studierende haben Vorkenntnisse in mindestens einer Programmiersprache (i. d. R. C++ oder Java). Drei Studierende haben die Lehrveranstaltung, in welcher das Remote Lab eingesetzt worden ist (vgl. Abschnitt 1.2), bereits belegt.

In der Studie erhielten die Studierenden zunächst eine Einführung in die Programmierung einer SPS mit der Entwicklungsumgebung CODESYS. Anschließend haben sich die Studierenden gemäß dem fachdidaktischen Konzept (vgl. Abschnitt 1.2) zu einer Problemstellung informiert, Lösungsoptionen geplant und sich anschließend für eine entschieden. Das Implementieren und Kontrollieren fand, im Gegensatz zum fachdidaktischen Konzept, aufgrund der Corona-Pandemie in Einzelarbeit statt. Zum Kontrollieren stand den Studierenden das in Kapitel 3 beschriebene VR-Lab und als Alternative der CODESYS-Simulator, welcher auf der manuellen Eingabe von Parametern basiert, zur Verfügung. Anschließend haben die Studierenden eine Einführung in die Arduino-spezifische μ C-Programmierung erhalten und eine weitere Problemstellung gelöst. Am Ende der Studie haben die Studierenden Fragebögen zur Lernsituation und Mediennutzung sowie Fragen in einem semistrukturierten Leitfadenterview zum VR-Lab beantwortet. Im Interview sind Fragen zu den vier Bereichen *allgemeine Vorerfahrungen mit Simulationen und VR*, *Einsatzzweck* und *Bewertung dieses VR-Lab* sowie *Präferenzen zwischen verschiedenen Simulationsmöglichkeiten (VR, Remote, (nicht) grafische Bildschirmsimulation)* gestellt worden. Die Interviews sind in einer Inhaltsanalyse nach Mayring ausgewertet worden.

4.2 Ergebnisse

Aus den Antworten der Studierenden zu den Interviewfragen aus dem Bereich *allgemeiner Vorerfahrungen mit Simulationen und VR* geht hervor, dass alle Teilnehmenden bis auf einen im Studium mit Simulationssoftware (z. B. MATLAB, Simulink, LTspice, SolidWorks, CODESYS, Factory I/O) gearbeitet haben. Alle Studierenden waren unerfahren mit VR-Geräten in Lehrveranstaltungen. Vier Probanden haben allerdings im

privaten Bereich VR einmalig ausprobiert und zwei Studierende besitzen ein Google Cardboard¹¹, welches sie jedoch nicht zu Lernzwecken einsetzen.

Nachdem die Vorerfahrungen der Studierenden dargelegt worden sind, wird im Folgenden der *Einsatzzweck des VR-Lab* erläutert. Aufgrund der Tatsache, dass das VR-Lab zur Kontrolle der Steuerungsprogramme von der Lehrperson vorgestellt wurde und die VR-Geräte für die meisten Studierenden neu waren, verwundert es nicht, dass alle Studierenden dieses zur Kontrolle einsetzten. Auf Nachfragen gaben acht von zehn Probanden an, nicht nur die Korrektheit des Steuerungsprogramms durch Beobachtung des Produktionsablaufs überprüft zu haben, sondern auch eventuelle Fehler möglichst präzise eingegrenzt zu haben. Zu diesem Zweck haben sie den Versuch ggf. wiederholt. Nur ein Student gab an, dass er das VR-Lab benutzt hat, um eine bessere Vorstellung vom Aufbau und der Funktionsweise zu erhalten, da dies für ihn aus den Abbildungen und textuellen Beschreibungen im Informationsmaterial nicht ersichtlich war. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass Deutsch nicht seine Muttersprache ist.

Im Hinblick auf die *Bewertung des VR-Lab* äußern sich die Studierenden grundsätzlich positiv. Besonders lobend wurde das real wirkende Problemprodukt, die Immersion sowie die intuitive Bedienung und Interaktionsmöglichkeiten mit den Controllern erwähnt. Darüber hinaus geht aus den Interviews hervor, dass weiterführende Kontrollmöglichkeiten im VR-Lab, wie z. B. ein Zustandsgraph und eine Stoppuhr für zeitabhängige Vorgänge, zur Verbesserung der Fehleranalyse durch Studierende beitragen können. Zusätzlich lassen sich mit einer Aufzeichnung des Ablaufs Wiederholungen von Versuchen vermeiden. Ferner beschrieben zwei Probanden, dass sie die Befürchtung hatten, mit Gegenständen der realen Umgebung zu kollidieren, während sie die VR-Brille getragen hatten. Ein weiterer Proband hatte währenddessen Kopfschmerzen bekommen.

Im letzten Teil des Interviews wurden die Probanden zu ihren *Präferenzen zu den verschiedenen Simulationsmöglichkeiten (VR, Remote, (nicht) grafische Bildschirmsimulation)* befragt. Fast alle Studierenden bevorzugten das VR-Lab gegenüber dem Remote Lab aufgrund der Verfügbarkeit, den intuitiven Interaktionsmöglichkeiten und variablen Perspektiven. Zwei Drittel empfanden die reale Hardware als motivierender. Alle Studierenden bevorzugten eine grafische Bildschirmsimulation gegenüber einer nicht grafischen, da sie den Zeitaufwand als minimaler ein- und die geringe Abstraktion wertschätzten. Für das VR-Lab spricht aus Sicht der Studierenden zudem die motivierende Lernumgebung. Der Zeitaufwand wird bei einer grafischen Bildschirmsimulation dagegen von drei Probanden als geringer beurteilt.

¹¹ Google Cardboard besteht aus einer Halterung aus Karton und ermöglicht es, zusammen mit der gleichnamigen mobilen Applikation, einfache VR-Anwendungen mit einem Smartphone zu verwenden.

5 Diskussion, Fazit und Ausblick

Ausgehend von der ersten Forschungsfrage nach einer geeigneten Systemarchitektur für ein VR-Lab zur Kontrolle von Steuerungsprogrammen für μC und SPS (vgl. Abschnitt 1.3), ist in Kapitel 3 die Struktur eines solchen VR-Labs erläutert worden. Über die Arduino-IDE bzw. CODESYS implementieren Studierende Programme für μC bzw. SPS und überprüfen diese durch das Kompilieren auf syntaktische Fehler. Der von den Autoren implementierte Simulator für μC bzw. der vorhandene Simulator PLCWinNT für SPS ermöglichen zusammen mit der selbstentwickelten Simulationsumgebung eine Kontrolle an einem virtuellen Problemprodukt.

In einer Laborstudie ist das VR-Lab von zehn Studierenden erprobt und bewertet worden. Die Ergebnisse zeigen, dass die neue Technologie Neugier bei den Studierenden aufgrund der geringen Vorerfahrung weckt sowie eine motivierende Wirkung hat. Diese Erkenntnis deckt sich mit denen von Alvarez et al. [ADM19]. Ferner bietet das VR-Lab gegenüber dem Remote Lab grundsätzlich eine bessere Möglichkeit für Studierende, Steuerungsprogramme aufgrund der zeitlichen Verfügbarkeit, variablen Perspektiven und intuitiven Interaktion mit dem Problemprodukt zu kontrollieren. Jedoch zeigt sich auch, dass ein virtuelles Problemprodukt im VR-Lab eine geringere Motivation auf die Studierenden hat und somit der Zielsetzung des fachdidaktischen Konzeptes entgegensteht (vgl. Abschnitt 1.2). Der Einsatz des VR-Lab in der Lehrveranstaltung ist aufgrund der noch nicht vorhandenen VR-Geräte bei den Studierenden zu Hause nicht möglich, andernfalls wäre dies jedoch vorstellbar. Im Hörsaal gestaltet sich der Einsatz des VR-Lab aufgrund der eingeschränkten Bewegungsfreiheit in den Sitzreihen schwierig. Sowohl im Hörsaal als auch zu Hause kommen daher zunächst nur Bildschirmsimulationen in Betracht. Insbesondere haben so alle Studierenden im Hörsaal die Möglichkeit, eine Kontrolle mittels grafischer Simulation durchzuführen. Die Kontrolle von ein bis zwei Lösungen im Plenum im VR-Lab ist denkbar. Da der Hörsaal jedoch der einzige Ort ist, an dem die Studierenden das Problemprodukt real erleben können, ist es aus Sicht der Autoren motivatorisch nicht sinnvoll, an dieser Stelle das Remote Lab durch ein VR-Lab zu ersetzen. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen auch Hernández-De-Menéndez et al. [HVM19] in ihrer Vergleichsstudie (vgl. Kapitel 2).

Im Hinblick auf die zweite Forschungsfrage (vgl. Abschnitt 1.3) ist in Zukunft, aufgrund der genannten Vor- und Nachteile des VR-Lab sowie des Einsatzes im Rahmen des fachdidaktischen Konzeptes, eine parallele Bereitstellung beider Labortypen (Remote und VR bzw. Bildschirmsimulation) für die selbstständige Kontrolle zu Hause geplant. In einem Feldversuch werden die Autoren beide Labortypen unter fachdidaktischen Aspekten quantitativ genauer evaluieren. Ferner ist eine Erweiterung der bildschirmbasierten Simulationsumgebung auf Basis der Evaluationsergebnisse zur Verbesserung der Fehleranalyse (vgl. Abschnitt 4.2) vorgesehen. Überdies soll für alternative Einsatzorte des VR-Lab (z. B. in einem Präsenzlabor) ein Livestream aus der Perspektive des Lernenden implementiert werden, um Gruppenarbeit sowie Unterstützung durch die Lehrperson zu ermöglichen.

Literaturverzeichnis

- [ADM19] Alvarez, J.; Díaz, G.; Macías, M.: Programming logical controllers using remote labs and virtual reality. In: 2019 IEEE International Conference on Engineering Veracruz (ICEV), Bd. 1, S. 1–4, 2019.
- [AM04] Ameln, F.: Konstruktivismus. Francke, A., 2004
- [Fr08] Froberg, D.: Mobile Learning. Dissertation. Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Universität Zürich, Fulda, 2008.
- [HJ18] Haack, M.; Jambor, T.: Lernendenzentrierte aktivierende Lehre in einem Hörsaal mit großen Kohorten In: Diversität und kulturelle Vielfalt, Differenzieren, Individualisieren - oder integrieren? Referate der 13. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung, S. 261-266, 2018
- [HJ20a] Haack, M.; Jambor, T.: Investigation of Variables Related to University Drop-out in Problem-Based Learning. In: IEEE Frontiers in Education Conference, Uppsala, 2020
- [HJ20b] Haack, M.; Jambor, T.: Influence of Problem-Based Learning on Student Performance. In A. Cardoso; G. R. Alves; T. Restivo (Hrsg.): Proceedings of the 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), S. 295-299, Porto, 2020
- [HJ20c] Haack, M.; Jambor, T.: Seamless Learning im problembasierten Flipped Classroom mit einem Remote Lab. In J. Erlemann; C. M. Werder (Hrsg.): Seamless Learning – lebenslanges, durchgängiges Lernen ermöglichen, Waxmann, S. 101-109, 2020
- [HVM19] Hernández-de-Menéndez, M.; Vallejo Guevara, A.; Morales-Menendez, R.: Virtual reality laboratories: a review of experiences. International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM) 13/3, S. 947–966, 2019, ISSN: 1955-2505.
- [KSE05] Kopf, S.; Scheele, N.; Effelsberg, W.: The Interactive Lecture: Teaching and Learning Technologies for Large Classrooms. Institut für Informatik. Forschungsbericht, 2005.
- [LPT00] Lage, M. J.; Platt, G. J. & Treglia, M.: Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. In: The Journal of Economic Education, S. 30-43, 2000
- [Si05] Siebert, H.: Pädagogischer Konstruktivismus: lernzentrierte Pädagogik in Schule und Erwachsenenbildung. Beltz, Weinheim/Basel, 2005, ISBN: 978-3-40725-399-6.
- [Sm01] Smith, B.: Just give us the right answer. In: Lecturing Case studies, experience and practice, o. O., 2001.
- [TWF20] Trentsios, P.; Wolf, M.; Frerich, S.: Remote Lab meets Virtual Reality - Enabling immersive access to high tech laboratories from afar. Procedia Manufacturing 43/, Sustainable Manufacturing - Hand in Hand to Sustainability on Globe: Proceedings of the 17th Global Conference on Sustainable Manufacturing, S. 25–31, 2020

Evaluierung einer VR-Lackierwerkstatt im agilen Projektvorgehen

Miriam Mulders¹, Andrea Schmitz², Matthias Weise³ und Raphael Zender³

Abstract: Im Fokus des Papiers steht das interdisziplinäre Forschungsprojekt *HandLeVR*⁴, in dem eine Lernanwendung innerhalb der beruflichen Ausbildung zum/zur Fahrzeuglackierer/in entwickelt wird. Die Lernanwendung ist modular aufgebaut und setzt sich zusammen aus einer virtuellen Lackierwerkstatt, einem Autorenwerkzeug und einer Reflexionsanwendung. Das Papier beschreibt das Evaluierungskonzept, bestehend aus agilen und klassischen Methoden, und bietet erste Ergebnisse zur Verwertbarkeit der Lernanwendung.

Keywords: Evaluierung, agile Methoden, Virtual Reality, virtuelle Lernanwendung, 4C/ID-Modell

1 Motivation

Im Forschungsprojekt *HandLeVR*⁴ wird eine Lernanwendung mit authentischen Übungsaufgaben für den Bereich des Fahrzeuglackierens entwickelt, um unter Verwendung von Virtual Reality (VR) handlungsorientiertes Lernen in der Berufsausbildung zu ermöglichen. Handlungsorientiertes Lernen in der Ausbildung zum/zur Fahrzeuglackierer/Fahrzeuglackierer/in ist jedoch durch diverse Faktoren eingeschränkt. Trainingsmöglichkeiten sind durch wirtschaftliche (z. B. Materialkosten), ökologische (z. B. umweltschädliche Materialien) und soziale Faktoren (z. B. begrenzte Zeit für Instruktionen) selten. VR bietet eine Lösung, genannte Einschränkungen zu überwinden, Lernszenarien zu schaffen und den Kompetenzerwerb in diesem Berufsfeld zu unterstützen. Dabei entstehen Lernaufgaben, die sich anhand diverser Parameter (z.B. Art des Werkstücks) sowie hinsichtlich der Komplexität voneinander unterscheiden.

Die VR-Lackierwerkstatt geht grundlegend von einem dreiteiligen Lernprozess aus. Zunächst definieren Auszubildende die Lernaufgabe für einen oder mehrere Auszubildende. Im nächsten Schritt wird die Lernaufgabe ausgeführt. Abschließend erfolgt eine gemeinsame Auswertung der Lernhandlung zwischen Auszubildenden und Auszubildenden. Zur Abbildung dieses Lernprozesses besteht die VR-Lackierwerkstatt aus drei

¹ Universität Duisburg Essen, Lehrstuhl für Mediendidaktik und Wissensmanagement, Universitätsstraße 2, 45141 Essen, miriam.mulders@uni-due.de

² Zentralstelle für die Weiterbildung im Handwerk e. V., Lehrgangsentwicklung und Neue Medien, Sternwartstraße 27-29, 40223 Düsseldorf, aschmitz@zwh.de

³ Universität Potsdam, Institut für Informatik und Computational Science, An der Bahn 2, 14476 Potsdam, zender@uni-potsdam.de und matweise@uni-potsdam.de

⁴ *HandLeVR* (Handlungsorientiertes Lernen in der VR-Lackierwerkstatt) ist ein dreijähriges vom BMBF gefördertes Verbundprojekt (01.01.19 bis 31.12.21; <https://handlevr.de>).

Komponenten: Autorenwerkzeug, VR-Trainingsanwendung und Reflexionsanwendung. Für eine detaillierte Beschreibung wird auf [Ze20] verwiesen.

Im folgenden Beitrag werden zunächst Zielsetzung und Forschungsfragen des Projekts beschrieben und danach Evaluierungsmethoden skizziert. Darauf folgend werden ausgewählte Erkenntnisse der ersten formativen Evaluierung dargeboten. Abschließend sollen Limitationen der Evaluierungsmethodik benannt und ein Ausblick gegeben werden.

2 Zielsetzung und Fragestellungen

Im Projekt *HandLeVR* sollen die folgenden Konstrukte näher untersucht werden:

1. Lernergebnisse/-prozesse

Dabei soll überprüft werden, in welchem Ausmaß die entwickelten Lernaufgaben zum Erwerb von Kompetenzen, genauer von Wissen, Fertigkeiten und Einstellungen, beitragen und ob es Unterschiede zwischen den Kompetenzarten gibt. Darüber hinaus sollen Lernprozesse (z.B. Lernmotivation, wahrgenommener Workload) untersucht werden.

2. Passung des 4C/ID-Modells [MK18]

Zur didaktischen Konzeption der VR-Lackierwerkstatt wird das evidenzbasierte 4C/ID-Modell herangezogen. Bislang ist wenig über dessen Relevanz für die psychomotorische Berufsausbildung und dessen Eignung als didaktisches Modell in VR bekannt. Es soll untersucht werden, inwiefern die VR-Lernanwendung die Anforderungen (z.B. Handlungsorientierung) und Komponenten (z.B. Lernaufgaben) des Modells erfüllt.

3. Nutzererlebnis

Es soll validiert werden, ob das Nutzererlebnis bei der Verwendung der drei Komponenten (Autorenwerkzeug, VR-Lernanwendung, Reflexionsanwendung) eine langfristig motivierende Nutzung ermöglicht. Dabei steht die Erfüllung funktionaler Anforderungen im Vordergrund, wie z.B. die Umsetzung eines ausreichend realistischen Farbauftrags in VR und die Möglichkeit Lernaufgaben im Autorenwerkzeug erstellen zu können. Für den Projekterfolg ist es wichtig, alle drei Komponenten benutzerfreundlich umzusetzen. Auch weitere Kriterien für ein optimales Nutzererlebnis sollen geprüft werden, wie das Präsenzerleben.

4. Vorerfahrung und Akzeptanz

Die Nutzung von VR innerhalb der beruflichen Aus- und Weiterbildung wird mit vielfältigen Potenzialen assoziiert. Bislang ist jedoch wenig über die tatsächliche Akzeptanz von VR-Technologien bekannt. Wahrgenommene Nützlichkeit sowie Benutzerfreundlichkeit sind zentrale Determinanten, welche die Nutzungsintention beeinflussen [PZ18]. Auf Basis des Technologieakzeptanzmodells nach Manis und Choi [MC18] werden hemmende und fördernde Faktoren des Technologieeinsatzes untersucht. Ebenso spielt die Vorerfahrung, insbesondere bei der Einführung einer neuen Technologie, eine zentrale Rolle. Die Erfassung der Vorerfahrung kann vor allem dazu dienen, die Anwendung auf die Bedürfnisse der Zielgruppe anzupassen.

3 Methodik

Abbildung 1 stellt den Projektverlauf dar. Das Projektteam setzt auf eine Kombination verschiedener Methoden der Softwareentwicklung. Erstens, Projektmeilensteine definieren zu zwei Zeitpunkten den Bedarf einer groß angelegten formativen Evaluierung (EI und EII). Ziel ist die Identifikation von Schwachpunkten und Optimierungspotentialen der Trainingsanwendung, des Autorenwerkzeuges sowie der Reflexionsanwendung. Zweitens, entstehen nach agilen Prinzipien im Projektverlauf in sechswöchigen Entwicklungszyklen fortwährend Prototypen der drei Komponenten, die in Reviews zwischen den Partnern diskutiert werden.

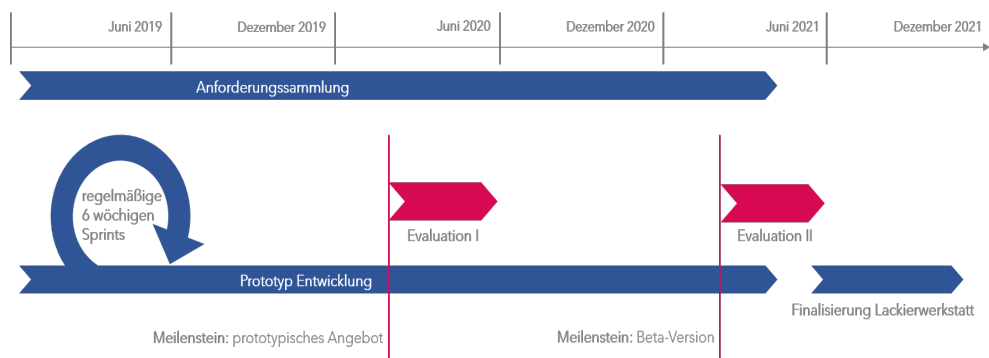


Abb. 1: Projektablauf mit Fokus auf Entwicklungen und Evaluierungen

3.1 Formative Evaluierung

In beiden Evaluierungen werden Prototypen der drei Komponenten im Feld erprobt. Sowohl EI als auch EII finden in Kooperation mit der Mercedes Benz Ludwigsfelde GmbH statt, EII zusätzlich mit nationalen Berufsbildungszentren. Als Probanden stehen angehende Fahrzeuglackierer*innen aus drei Lehrjahren sowie Ausbildungsmeister*innen zur Verfügung. Auf Basis der Ergebnisse aus EI und EII werden technische und didaktische Anforderungen formuliert und in den darauffolgenden Sprints umgesetzt. Die VR-Trainingsanwendung wird erprobt, indem Auszubildende prototypische Lernaufgaben bearbeiten. Während bei EI noch handelsübliche Controller genutzt wurden, wird bei EII auf im 3D-Druck hergestellte Lackierpistolen zurückgegriffen. Quantitative Daten wurden mittels Fragebögen erfasst. Die Fragebögen beinhalten u.a. Items zu Demographie, Vorerfahrung, Workload und Passung des 4C/ID-Modells. Dabei wurde teils auf validierte Fragebögen (z.B. NASA-TLX [HS88]) zurückgegriffen. Lagen keine geeigneten Messmethoden vor, wurden solche übersetzt oder selbst erstellt. Die gesammelten Daten wurden mit SPSS statistisch ausgewertet.

3.2 Agile Methoden

Fehlende Erfahrungen mit VR-Technologien im Handwerk sowie rasante technische Weiterentwicklungen erfordern ein dynamisches Vorgehen bei der Umsetzung der VR-Lackierwerkstatt. Daher folgt das Projekt neben den beiden Evaluierungsphasen der Methodik des *Design-based Research (DBR)* [MR13], welche im Projektvorgehen vor allem in agilen Entwicklungsabläufen (basierend auf *SCRUM*) [RW15] resultiert. Diese verstehen Evaluierung als kontinuierlichen, integrierten Prozess. Von Seiten der Praxis und (Fach-)Didaktik entstehen immerzu neue Anforderungen, die sukzessive umgesetzt werden. Dadurch liegt regelmäßig ein erweiterter und lauffähiger Prototyp vor.

4 Bisherige Erkenntnisse

Einige ausgewählte Ergebnisse aus EI werden nachfolgend präsentiert. Ergebnisse aus EII liegen noch nicht vor. In EI wurden 14 Auszubildende (6 Frauen, 8 Männer) rekrutiert. Das durchschnittliche Alter liegt bei 19 Jahren.

1. Lernergebnisse/-prozesse

Die Auszubildenden waren aufgefordert, anhand von Schulnoten zu bewerten, inwiefern die Lernaufgaben zum Erwerb von Wissen, Fertigkeiten und Einstellungen beitragen. Zwischen den Kompetenzarten zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Die Lernaufgaben unterstützen den Erwerb von fachlichem Wissen ($M = 2.46$, $SD = .86$), Fertigkeiten ($M = 2.44$, $SD = .49$) und Einstellungen ($M = 2.31$, $SD = .92$) gleichermaßen. Einzelne Fertigkeiten wurden besonders gefördert, z.B. das Einhalten des idealen Abstandes zum Werkstück ($M = 1.77$, $SD = .93$). Mit dem FAM [RVB01] wurde die Lernmotivation untersucht und mit solcher verglichen, die beim Einsatz nicht-immersiver Medien zustande kommt. Die Lernmotivation ist vergleichbar oder höher [Mu20]. Der Workload ($M = 7.58$, $SD = 2.17$, Skala von 1-20) ist im Vergleich zu ähnlichen Szenarien vergleichbar oder geringer [Gr15]. Zudem lieferte das System selbst Leistungsindikatoren. Es zeigte sich, dass besonders Abstand und Winkel Bereiche sind, die Übung benötigen. Der korrekte Abstand wurde nur in 49%, der korrekte Winkel in 44% der Zeit eingehalten.

2. Passung des 4C/ID-Modells [MK18]

Die Auszubildenden sollten anhand von Schulnoten bewerten, inwiefern die Aufgaben Anforderungen und Komponenten des 4C/ID-Modells abdecken. Die Modellpassung scheint mindestens gut ($M = 1.94$, $SD = .99$) umgesetzt (siehe Tab. 1).

	Mittelwert	Standardabweichung
vollständige Handlung	2.43	.85
sinnvolle unterstützende Informationen	1.93	1.00
Hilfe zum richtigen Zeitpunkt	1.86	.95
Teilaufgaben zusätzlich üben	2.07	.83

Tab. 1: Passung des 4C/ID-Modells (Auswahl einzelner Items; Skala in Schulnoten)

Zur Überprüfung von Lernerfolgen/-prozessen sowie Modellpassung wurden in EI Schulnoten herangezogen. In EII werden Likertskalen statt ordinalskalierten Noten genutzt, welche eine Mittelwertsberechnung statistisch legitimieren.

3. Nutzererlebnis

Zur Messung der User Experience in VR wurde ein übersetzter Fragebogen von Tcha-Tokey et al. [Tc16] verwendet. Dieser umfasst u.a. die Dimensionen Experience Consequence (z.B. Motion Sickness), Presence (Anerkennung der Umgebung als Handlungsraum), Engagement (Wille, Handlungen zu vollziehen und Ziele zu erreichen), Immersion (sensorischen Wiedergabetreue), Technology Adoption (Bereitschaft für zukünftige Nutzung), und Usability (Nutzbarkeit der Anwendung). Zur Beurteilung der Resultate werden Mittelwerte auf einer zehnstufigen Skala genutzt. Der Wert bei Experience Consequence ($M = 9.15$, $SD = 1.47$) legt nahe, dass sich die Auszubildenden kaum unwohl fühlten. Die Resultate bei Presence ($M = 8.32$, $SD = 1.84$), Engagement ($M = 8.17$, $SD = 1.95$) und Immersion ($M = 7.01$, $SD = 2.84$) lassen vermuten, dass die Anwendung einen ausreichenden Realismusgrad erreicht. Der geringe Wert bei Technology Adoption ($M = 7.01$, $SD = 2.69$) lässt sich auf die Verwendung von Controllern statt Lackierpistolen in EI zurückführen. Die Usability ($M = 8.38$, $SD = 1.81$) erreichte einen sehr guten Wert. Der genutzte Fragebogen ist jedoch teils nicht ausreichend reliabel, um valide Erkenntnisse zu generieren. In EII wird eine gekürzte Version und mehr qualitative Items dargeboten.

4. Vorerfahrung und Akzeptanz

Zur Messung der Vorerfahrung und Akzeptanz von VR-Lernanwendungen, wurde ein Fragebogen basierend auf Vorarbeiten im Projekt *ARSUL*⁵ sowie einer Studie von Manis und Choi [MC19] genutzt. Zudem wurde die Nutzungsintensität abgefragt. Die in EI untersuchte Stichprobe gab größtenteils an, VR selten zu nutzen oder nur ausprobiert zu haben. Zur Ermittlung der Akzeptanz sollten Items auf den Skalen Nützlichkeit, Benutzerfreundlichkeit, Verwendungsabsicht, Genuss und Neugier beantwortet werden. Zugrunde liegt eine fünfstufige Likertskala von "stimme überhaupt nicht zu" bis "stimme voll zu". Benutzerfreundlichkeit ($M = 4.02$, $SD = .81$) und Genuss ($M = 4.24$, $SD = .62$) wurden am höchsten, Nützlichkeit ($M = 3.12$, $SD = .59$), am niedrigsten bewertet.

5 Fazit und Ausblick

Insgesamt skizzieren die bisherigen Projektergebnisse und -erfahrungen ein vielversprechendes Bild. Die nach dem 4C/ID-Modell [MK18] konzipierten Lernszenarien unterstützen die Lernprozesse der Auszubildenden und tragen bedeutsam zum Kompetenzerwerb bei. VR als Lernmedium wird von der Zielgruppe weitestgehend akzeptiert. Durch den Einsatz verschiedener Evaluierungsmethoden lassen sich Synergien erzeugen. Agile Methoden liefern fortlaufend Anforderungen an die VR-Lackierwerkstatt,

⁵ Augmented Reality basierte Unterstützung im Sanitär-Heizung-Klima-Handwerk; <http://projekt-arsul.de/>

sodass die Entwicklung der Prototypen stets flexibel und dynamisch gestaltet ist. Durch die groß angelegten Evaluierungsphasen ergeben sich zudem gebündelt Feedback seitens der Praxis. Beide Methoden (agil und klassisch) ergeben zusammen ein umfassendes Evaluierungskonzept für die VR-Lackierwerkstatt. Ziel ist es, eine nachhaltige, lernförderliche und praktisch relevante Lernanwendung für den Bereich des Fahrzeuglackierens zu konzipieren. Für 2021 ist eine OER-Veröffentlichung geplant.

Literaturverzeichnis

- [Gr15] Grier, R. A.: How high is high? A meta-analysis of NASA-TLX global workload scores. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (2015, Vol. 59, No. 1, pp. 1727-1731). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- [HS88] Hart, S. G.; Staveland, L. E.: Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. In (Hancock, P. A.; Meshkati, N. Hrsg.): Advances in Psychology Human Mental Workload. North-Holland, 1988; S. 139–183.
- [MC19] Manis, K. T. und Choi, D.: The virtual reality hardware acceptance model (VR-HAM): Extending and individuating the technology acceptance model. (TAM) for virtual reality hardware“; *Journal of Business Research*, 100, S. 503–513, 2019.
- [MK18] van Merriënboer, J. J.; Kirschner, P. A.: 4C/ID in the context of instructional design and the learning sciences. *International handbook of the learning sciences*, 169-179, 2018.
- [MR13] McKenney, S.; Reeves, T. C.: Systematic Review of Design-Based Research Progress. *In Educational Researcher*, S. 97–100, 2013.
- [Mu20] Mulders, M.: Investigating learners’ motivation towards a virtual reality learning environment: a pilot study in vehicle painting. In: 2020 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR). IEEE, 2020. S. 390-393.
- [PZ18] Pletz, C. & Zinn, B.: Technologieakzeptanz von virtuellen Lern- und Arbeitsumgebungen in technischen Domänen. In 2018 *Journal of Technical Education (JOTED)*, 6(4), 86–105.
- [RVB01] F. Rheinberg, R. Vollmeyer, B. D. Burns, „FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern-und Leistungssituationen (Langversion, 2001),“ *Diagnostica*, vol. 2, pp. 57–66, 2001.
- [RW15] Röpstorff, S.; Wiechmann, R.: *Scrum in der Praxis: Erfahrungen, Problemfelder und Erfolgsfaktoren*. dpunkt. verlag, 2015.
- [Tc16] Tcha-Tokey, K. et al.: A questionnaire to measure the user experience in immersive virtual environments. In (Richir, S. Hrsg.): *Proceedings of the 2016 Virtual Reality International Conference*. ACM, New York, NY, USA, 2016; S. 1–5.
- [Ze20] Zender, R. et al.: HandLeVR: Action-Oriented Learning in a VR Painting Simulator. In (Birukou; Popescu Hrsg.): *Emerging Technologies for Education*. Springer International Publishing, Cham, 2020; S. 46–51.

Eine Kategorisierung und Katalogisierung von AR & VR Projekten für die (Hoch-)Schullehre

Florian Horn¹, Andreas Dietze², Ralf Dörner³, Paul Grimm⁴, Detlef Krömker⁵,
Johannes Luderschmidt⁶, Alexander Tillmann⁷ und Adrian Ulges⁸

Abstract: Im Rahmen des Projekts “Digital gestütztes Lehren und Lernen in Hessen” (digLL) wurde vom Arbeitskreis AR/VR eine umfangreiche Recherche und Kategorisierung von AR und VR Software für Anwendungen in der Lehre ausgeführt, deren Ergebnis ein frei verfügbarer Online-Katalog ist. Zunächst wurden 308 Projekte gesichtet, hierbei wurden Projekte aus Hessen und dem Raum DACH fokussiert. Diese Projekte wurden mit Metadaten, wie Fachgebiet, Zielgruppe und Nutzungswelt versehen und dadurch die Suche nach diversen Kriterien ermöglicht. Anschließend wurden Projekte nach Gütekriterien, wie Nutzbarkeit, Interoperabilität und Wiederverwendbarkeit bewertet und in einen digitalen Katalog überführt. Dieser Katalog wurde als Website veröffentlicht und bietet AR und/oder VR interessierten Lehrenden an Schulen und Hochschulen die Möglichkeit, aus zurzeit 105 Projekten, mittels Schlagwort und Filtersuche, ein geeignetes Angebot für das eigene Lehr-/Lernszenario zu finden. In dieser Publikation beschreiben wir den Rechercheprozess, die Kategorisierung und geben einen Ausblick über Erweiterungen und Nachhaltigkeit des Katalogs.

Keywords: Augmented Reality, Virtual Reality, Lehre, Nutzungswelten, Bildungstechnologien, Interoperabilität

1 Einleitung

Die Nutzung von Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) für die (Hoch-)schullehre bietet viele Möglichkeiten und dementsprechend schnell entwickelt sich das Angebot für Lehrende in diesem Bereich. Hierdurch entsteht ein zusätzlicher Bedarf von

¹ Goethe University, studiumdigitale, Robert-Mayer Str.10, 60325 Frankfurt, horn@studiumdigitale.uni-frankfurt.de

² Andreas Dietze, Angewandte Informatik, Hochschule Fulda, Leipziger Straße 123, 36037 Fulda, andreas.dietze@informatik.hs-fulda.de

³ Hochschule RheinMain, Graphische Datenverarbeitung und Virtuelle Realität, Unter den Eichen 5, 65022 Wiesbaden, ralf.doerner@hs-rm.de

⁴ Hochschule Darmstadt, Software Design and Architecture of Expanded Realities and 3D Game-Engines, Max-Planck-Str. 2, 64807 Dieburg, paul.grimm@h-da.de

⁵ Goethe University, studiumdigitale, Varrentrappstraße 40-42, 60486 Frankfurt, kroemker@studiumdigitale.uni-frankfurt.de

⁶ Hochschule RheinMain, Studiengang Media Management, Unter den Eichen 5, 65022 Wiesbaden, johannes.luderschmidt@hs-rm.de

⁷ Goethe University, studiumdigitale, Varrentrappstraße 40-42, 60486 Frankfurt, tillmann@studiumdigitale.uni-frankfurt.de

⁸ Hochschule RheinMain, Studiengang Media Management, Unter den Eichen 5, 65022 Wiesbaden, adrian.ulges@hs-rm.de

Lehrenden, möglichst effizient geeignete Anwendungen zu finden. Die gängigen App-Stores haben jedoch nicht gezielt Lehrende als Zielgruppe oder Lern-Software als eigene Kategorie. Im Rahmen des Projekts “Digital gestütztes Lehren und Lernen in Hessen” (digLL) wurde daher vom Arbeitskreis AR/VR eine groß angelegte Recherche und Kategorisierung von AR und VR Projekten durchgeführt, deren Ergebnis ein Online-Katalog ist. Der Katalog zielt darauf ab diesen Bedarf der Lehrenden zu decken und ihnen so eine einfache Einbettung von AR und VR in ihre Lehrszenarien zu ermöglichen.

2 Verwandte Arbeiten

Das Spektrum von AR/VR Lern-Software wächst stetig und stellt unter anderem Anwendungen und Szenarien für das Training von speziellen Abläufen (z.B. in der Krankenpflege [DZ16, CP21]) und zur Vermittlung fachspezifischer Inhalte (z.B. Anatomie des Menschen [MM21]) bereit, bei deren Visualisierung entweder VR oder AR zum Einsatz kommt. Dem gegenüber stehen Lernplattformen wie z.B. Lifeliqe [LL21] oder zSpace [ZS21], welche zur Vermittlung der Lehrinhalte auf kommerzielle Hardware im Bereich der VR, AR und MR zurückgreifen oder eigens konzipierte Hardware verwenden und ganze Lehrpläne für verschiedene Jahrgangsstufen, beispielsweise in den MINT-Bereichen, bereitstellen. Auch Anwendungen im Kontext der Planung und Gestaltung [FA21, HU21], der virtuellen Besichtigung von entfernten Orten oder Museen [GE21, BA21], zur Präsentation von Vorträgen [VS21] und einer unter Umständen damit verbundenen Phobie [SA21], finden im Rahmen der digitalen, VR/AR-gestützten Lehre Verwendung.

Die Autoren von [JK18] haben eine systematische Review durchgeführt um den Nutzen von VR mittels HMD in der Lehre zu beurteilen. Diese ergab, dass unter den richtigen Voraussetzungen VR einen deutlichen Mehrwert gegenüber herkömmlichen Medien bietet.

In Knaack et al. [KW19] wurde der Einsatz von VR in der Ausbildung von Ingenieuren auf Basis eines Lehrprojekts und mehreren konzipierten und umgesetzten Unterrichtssequenzen ausgewertet. Während die Erfahrung der Studierenden bezüglich der Verwendung der entwickelten Szenarien größtenteils positiv ausgefallen ist, bemängelten die Dozenten vor allem den hohen Arbeits- und Zeitaufwand verglichen zum Mehrwert (i.d.R. 10-20 Minuten pro Szenario), der mit der Entwicklung von Lehrszenarien und einer Integration in den Unterricht verbunden ist, stellten jedoch fest, dass VR seine Stärken im Rahmen der Lehre insbesondere durch eine gute Storyline, eine hohe Immersion und möglichst hohe Interaktivität zum Vorschein bringt.

In [SB06] gehen die Autoren auf die Unterteilung von AR und VR Software aus didaktischer Perspektive ein und beleuchten Unterschiede, Vor- und Nachteile im Vergleich zu anderen Medien. Hierbei präsentieren Sie auch eine Unterteilung von Software in unterschiedliche Lernwelten. Diese Einteilung verwenden wir auch in unserem Katalog, als ein Suchkriterium.

3 Durchführung

Um geeignete Software und Projekte für den Katalog zu finden, wurde zunächst eine breit angelegte Recherche durchgeführt. Es wurden Projekte gesammelt, um diese später für den Katalog zu verwenden. Hierbei wurden von uns App-Stores durchsucht, Publikationen im Feld eLearning gesichtet und akademische Projekte gesucht. Zusätzlich wurden Studierende in diversen Lehrveranstaltungen der beteiligten Hochschulen mit der Recherche beauftragt, entweder als Teil des Curriculums, oder als freiwillige Zusatzaufgabe zusätzliche Projekte ausfindig zu machen. Hierbei lag eine Priorisierung auf Projekten aus den Räumen Hessen und DACH, dies war jedoch kein Ausschlusskriterium und es wurden auch internationale Projekte beachtet.

Im Laufe dieser Recherche zeigte sich eine Schwäche der verwendeten App-Stores: Zwar kann gezielt nach AR und VR Software gesucht werden, diese können jedoch nicht nach Fachdisziplin oder Lehrscenario sortiert werden. Da Entwickler in diesen App-Stores selber für die Vergabe von Schlagwörtern verantwortlich sind und es kein normiertes Vokabular gibt, muss man mehrere Suchvarianten testen, um geeignete Beispiele zu finden. Zudem ist es nicht möglich, gezielt nach Anwendungen für eine bestimmte Zielgruppe, bzw. unterschiedliche Lehrkontexte, zu suchen. Das Ergebnis dieser Vorauswahl waren 308 Projekte, die für den Katalog geeignet sein könnten.

Die so zusammengetragenen Projekte wurden dann in einem weiteren Auswahlverfahren in den Katalog übertragen. Hierzu musste ein Projekt die folgenden Anforderungen erfüllen:

1. Direkter Lehrinhalt vorhanden oder Erstellung eigener Lehrinhalte möglich
2. Eines der folgenden Kriterien ist erfüllt:
 - a. Die Software oder deren Nutzung sind (frei) zugänglich
 - b. Die Inhalte ermöglichen die Entwicklung neuartiger Aufgaben oder Lehrscenarien, die zuvor unvorstellbar waren [Ru06], alternativ starkes Alleinstellungsmerkmal
3. Der Einsatz in einem Lehrscenario ist erlaubt und/oder erwünscht

Projekte, die einen Großteil oder alle diese Anforderungen erfüllten, wurden in den Katalog übertragen.

Neben der Recherche wurde ein Kriterienkatalog aufgestellt, nachdem die Anwendungen kategorisiert und durchsucht werden können, eine erste Fassung umfasste folgende Kriterien:

Kriterium	Kurzbeschreibung
VR / AR	Verwendet die Software VR und/oder AR
Kurzbeschreibung	Eine kurze Beschreibung

Szenario/Welt	Einteilung in Lernwelten nach [SB06]
Fachdisziplin(en)	In welchen Fachdisziplinen das Projekt verortet ist
VR / AR Setup	Die benötigte Installation und der Aufbau
Nutzungsbedingungen	Nutzungsbedingungen für Lehreinsätze
Kosten / Lizenz	Eine kurze Beschreibung der zu erwartenden Kosten und die Lizenzbestimmungen
Zu erwartender Zeitbedarf	Eine Einschätzung des in der Lehre zu erwartenden Zeitbedarfs
Zielgruppe(n)	Die Zielgruppe des Projekts
Demonstrierbarkeit	Eine Einschätzung zur Demonstrierbarkeit im Hochschulkontext
Spielerischer Lernansatz	Verfolgt das Projekt einen spielerischen Ansatz, Genre Einteilung nach [ET21]

Tab. 1: Ursprüngliche Kategorien des Katalogs

Mit dieser ursprünglichen Kriteriensammlung wurde zunächst die Durchführbarkeit des Katalogs an einer kleinen Anzahl an Beispielen getestet. Hierbei zeigte sich, dass die Formulierung mancher Kriterien nicht optimal war und optimiert werden konnte.

Ein weiteres Fazit der ersten Review Phase war das Verwerfen diverser Kriterien. Die verworfenen Kriterien boten i.d.R. keinen Mehrwert, da entweder alle Einträge ähnlich ausfielen, die Kategorisierung subjektiv oder vom Anwendungsszenario abhängig war. Dies führte dazu, dass diese Kriterien beim Durchsuchen des Katalogs keinen Mehrwert ergaben. In Tabelle 2. sind die verbliebenen Kriterien aufgeführt.

Zusätzlich können Projekte mit Schlagwörtern versehen werden, um genauere Informationen zu einem Projekt zu kommunizieren, die in anderen Kriterien keinen Platz finden.

Die abschließende Katalogisierung folgt dabei folgenden Kriterien:

Kriterium	Kriterium
Einordnung in MR-Kontinuum (vorher: AR/VR)	Nutzungswelt (vorher: Szenario/Welt)
Kurzbeschreibung	Zielgruppe
Schlagwörter	Spielerischer Lernansatz
Fachdisziplin	-

Tab. 2: Derzeitige Kategorien des Katalogs

Die so entstandenen Kategorien werden in der Regel mit einem festen Vokabular verwendet, ausgenommen sind hierbei Titel & Schlagwörter. Dies vereinfacht einerseits das Kategorisieren gefundener neuer Projekte, andererseits ermöglicht es dem Nutzer gezielter nach ähnlichen Projekten zu suchen. Der Katalog besitzt zurzeit 105 Einträge.

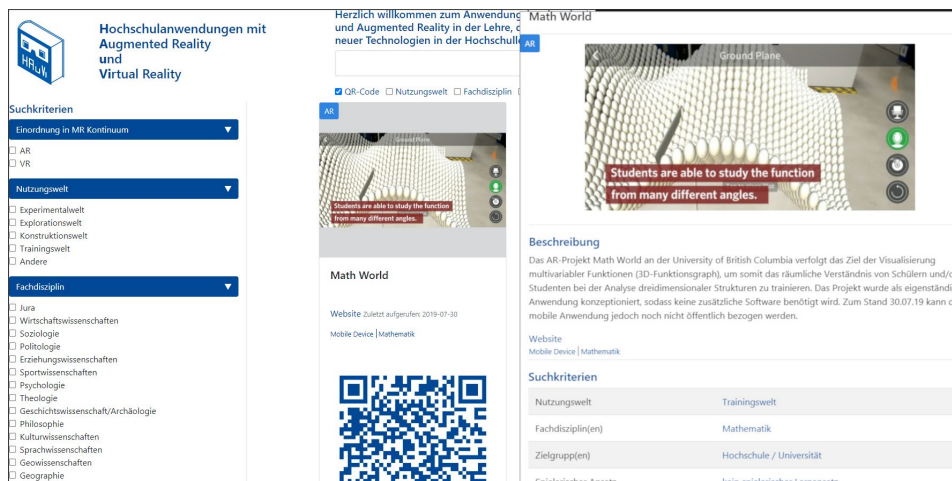


Abb. 1: Beispielsuche nach Projekten für das Anwendungsfach “Mathematik”(links). Detailansicht für einen Eintrag(rechts).

4 Fazit & Ausblick

Der Online-Katalog wurde bereits in diversen akademischen Veranstaltungen eingesetzt und qualitativ positiv bewertet. Allerdings zeigen sich auch noch weitere Verbesserungsmöglichkeiten. Lehrende wünschen sich die Möglichkeit auch nach Software suchen zu können, mit der sie eigene Inhalte erstellen können. Zudem ist eine Überlegung den Katalog um ein Like oder Review System zu erweitern, sodass man auch Erfahrungsberichte und erfolgreich eingesetzte Software besser auffinden kann. Ein weiteres Ziel ist die Vereinheitlichung der Schlüsselwörterliste.

Abschließend planen wir die Nutzung und Weiterentwicklung des Katalogs zu evaluieren, sowie geeignete Evaluationswerkzeuge für AR und VR Software in Unterrichtsszenarios zu entwickeln und gemeinsam mit dem Katalog zur Verfügung zu stellen.

Literaturverzeichnis

- [BA21] Boulevard Arts, Boulevard, <https://www.blvrd.com/>, Stand: 05.04.2021
- [CP21] CogPro Virtual Reality, OSCE VR Simulation. <https://www.ualberta.ca/rehabilitation/research/rehabilitation-robotics/current-projects/cogpro-virtual-reality.html>, Stand: 04.04.2021
- [DZ16] Derksen, M., Zhang, L.: Virtuelles Training in der Krankenpflege: Erste Erfahrungen mit Ultra-mobilen Head-Mounted-Displays, Virtuelle und Erweiterte Realität - 13. Workshop der GI-Fachgruppe VR/AR, Shaker 137-144, Aachen, 2016
- [ET21] E-Teaching.org, Game Based Learning. https://www.e-teaching.org/didaktik/konzeption/methoden/lernspiele/game_based_learning, Stand: 06.04.2021
- [FA21] Fraunhofer Austria, VR Planning – we're planning, <https://www.igd.fraunhofer.de/projekte/vr-planning-were-planning>, Stand: 05.04.2021
- [GE21] Google, Google Expeditions, <https://edu.google.com/products/vr-ar/expeditions/>, Stand: 05.04.2021
- [HU21] Husson University, AR Stagecraft, <https://www.husson.edu/news/2019/04/husson-university-to-demonstrate-new-augmented-reality-app-for-theatrical-set-designers>, Stand: 05.04.2021
- [JK18] Jensen, L.; Konradsen, F.: A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4), S. 1515-1529, 2018.
- [KW19] Knaack, R.; Wickert, J.: Einsatz von "Virtual Reality" in der Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren, 4. Symposium zur Hochschullehre in den MINT-Fächern, S. 176-183, Nürnberg, 26.-27. September 2019
- [LL21] Lifeliqe Inc., Lifeliqe. <https://www.lifeliqe.com/>, Stand: 04.04.2021
- [MM21] Medis Media, 3D Organon, <https://www.3dorganon.com/>, Stand: 06.04.2021
- [Ru06] Ruben R. Puentedura: Transformation, Technology, and Education (2006), <http://www.hippasus.com/resources/tte/>, Stand 16.04.2021
- [SA21] Samsung, #BeFearless Fear of Public Speaking, <https://www.samsung.com/sg/launchingpeople/>, Stand: 04.04.2021
- [SB06] Schwan, S.; Buder, J.: Virtuelle Realität und E-Learning, e-teaching.org, 2006.
- [VS21] VirtualSpeech Ltd., VirtualSpeech. <https://virtualspeech.com/>, Stand: 06.04.2021
- [ZS21] zSpace Inc., zSpace. <https://zspace.com/>, Stand 04.04.21

360-Grad- und Virtual Reality-Anwendungen im Fremdsprachenunterricht

Praxiserfahrungen aus einem multimodalen Masterseminar im hybriden Lehrformat (Fremdsprachendidaktik Französisch/Spanisch)

Florian Nowotny¹, Kathleen Plötner² und Leena Steinke³ 

Abstract: Die Kenntnis und Anwendung sowie der didaktisch-zielführende und -reflektierende Einsatz digitaler Sprachlernmaterialien und -gelegenheiten sind als Teil der digitalisierungsbezogenen Kompetenzen zukünftiger Fremdsprachenlehrkräfte zu verstehen. Während Quizztools wie kahoot oder Sprachlernapps wie duolingo der Mehrheit der Lehramtsstudierenden bekannt sind und auch verwendet werden, sind Sprachlernanwendungen mit 360-Grad- und Virtual Reality-Technologie wenig bis kaum genutzte Lehrlernräume. Diese Räume bieten jedoch große Potentiale für die Förderung sprachbezogener Kompetenzen und die inter- und transkulturelle Bildung sowie zur Umsetzung didaktisch-pädagogischer Prinzipien, etwa Handlungsorientierung und Individualisierung. Der vorliegende Beitrag umfasst die Darstellung des didaktischen Designs eines Projektseminars zum Fremdsprachenlernen in und durch 360-Grad- und Virtual Reality-Anwendungen. Zudem werden erste Ergebnisse aus der in der Lehrveranstaltung genutzten Befragung zu den durch Studierende eingeschätzten Potentialen und Grenzen der VR-Anwendungen für das Sprachenlernen präsentiert.

Keywords: Fremdsprachendidaktik, Virtual Reality, 360-Grad, Interaktion, Design Thinking

1 Einleitung

Im modernen Fremdsprachenunterricht (FSU) werden Bilder und Videos u.a. zur Förderung funktional-kommunikativer Kompetenzen, also zum Sprechen, Schreiben, Lese(seh)- und Hör(seh)verstehen, und zur inter- und transkulturellen Bildung eingesetzt. Ein didaktischer Anspruch besteht u.a. in der Entwicklung und Gestaltung möglichst authentischer und handlungsorientierter, also lebensweltlicher und kommunikativ-aktivierender Anwendungsszenarien, in denen Themen und Lerngegenstände der jeweiligen Kulturräume von den Lernenden aufgegriffen und in Bezug zum eigenen kulturellen Verständnis und zu eigenen Kulturpraktiken gesetzt werden (können). 360-Grad- und VR-Technologie bieten gegenüber Bildern und Videos die Möglichkeit, Orte und Situationen zu erzeugen, an denen Lernende aktiv teilnehmen können. Die aktive Teilnahme wird

¹ Universität Potsdam, Institut für Künste und Medien, Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam, florian.nowotny@uni-potsdam.de

² Universität Potsdam, Institut für Romanistik, Didaktik der romanischen Sprachen, Literaturen und Kulturen, Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam, kathleen.ploetner@uni-potsdam.de

³ Universität Potsdam, Institut für Informatik, Komplexe Multimediale Anwendungsarchitekturen, An der Bahn 2, 14476 Potsdam, leena.steinke@uni-potsdam.de, <https://orcid.org/0000-0002-4693-9414>

durch Stereoskopie, das ein dreidimensionales Sehen ermöglicht, intensiviert. Insbesondere Head-Mounted-Displays (HMD) fördern ein immersives Erlebnis, also das Gefühl des vollständigen Eintauchens, da das Sichtfeld der Nutzer:innen durch einen größeren Blickwinkel von z.B. 120-Grad ausgefüllt wird.

Die Interaktion ist eine weitere Eigenschaft, die den Einsatz dieser Technologien im FSU interessant macht. So sind drei unterschiedliche Interaktionen möglich, die in Avatar-Objekt, Avatar-Avatar und Avatar-Objekt-Avatar eingeteilt werden können [La13]. Die Interaktion kann text- als auch hör(sprech)basiert stattfinden. Für den Einsatz im FSU ist diese Unterscheidung wichtig, weil dadurch unterschiedliche Bereiche der funktional-kommunikativen Kompetenzen angesprochen werden. Da 360-Grad-Bilder äquirektanguläre Projektionen sind, ist die Interaktivität in Anwendungen, die auf diesen Bildern aufbauen, im Gegensatz zur VR-Technologie eingeschränkt. Durch VR-Technologie kann die/der Nutzer:in eine virtuelle Welt betreten und diese selbstbestimmt durchlaufen anstatt anhand einer begrenzten Anzahl an fixen Standorten die Umgebung zu erkunden. Darüber hinaus können im Gegensatz zur 360-Grad-Technologie mit VR-Technologie beliebige Interaktionen mit virtuellen Objekten implementiert werden. Durch VR-Technologie kann die/der Nutzer:in sogar virtuelle Objekte mit Handgesten berühren und greifen und ggf. das Gewicht wahrnehmen (Krafrückkopplung).

360-Grad- und VR-Technologie beinhalten folglich Potentiale hinsichtlich Interaktion und Immersivität für den FSU, werden aber bislang in der romanistischen Fremdsprachendidaktik selten genutzt [Pa20]. Vor diesem Hintergrund wird an der Universität Potsdam in Kooperation mit dem BMBF-geförderten Projekt „Forschen | Lernen – Digital“ (FoLD) ein Masterseminar im Vertiefungs- und Aufbaumodul Fachdidaktik Französisch/Spanisch angeboten. Dieses Seminar umfasst das Erkunden, Erproben und Evaluieren von 360-Grad- und VR-Anwendungen. Es wird durch das Erstellen einer eigenen virtuellen Tour mit 360-Grad-Bildern samt Begleitmaterialien sowie didaktisch-methodischem Kommentar und der gegenseitigen Evaluation der Anwendungen erfolgreich abgeschlossen. Ziel des Seminars ist es, Lehramtsstudierende für einen zielgerichteten und kritisch-reflexiven Einsatz von 360-Grad- und VR-Anwendungen in der späteren Lehrpraxis zu befähigen.

Im Folgenden werden theoretische Grundlagen, das entwickelte Seminar design sowie ausgewählte Ergebnisse zum didaktischen Einsatz der genutzten Anwendungen vorgestellt. Der Beitrag schließt mit einem Ausblick für zukünftige Lehrveranstaltungen.

2 Theoretische Grundlagen des Seminars

Das UDE-Modell (integratives Modell digitalisierungsbezogener Kompetenzen für die Lehramtsausbildung der Universität Duisburg-Essen) als integratives und zugleich die jeweilige Fächerkultur berücksichtigendes Kompetenz-Modell dient im Seminar als konzeptionelle Grundlage. In diesem setzen sich digitalisierungsbezogene Kompetenzen aus

drei Bereichen zusammen [Be20]: (A) Fachspezifische, fächerübergreifende und überfachliche Basiskompetenzen zu digitalen Technologien, die Bereiche wie gesellschaftliche und kulturelle Wechselwirkungen und Interaktionsstrukturen betreffen, (B.1) fachspezifische, fächerübergreifende und überfachliche Kompetenzen zum Unterrichten mit digitaler Technologie und zur Digitalisierung als Unterrichtsgegenstand (B.2) sowie fachspezifische, fächerübergreifende und überfachliche Kompetenzen für die Schul- und eigene Professionsentwicklung in der digitalisierten Welt und (C) kritisch-konstruktive Praxis und deren Reflexion. Der Reflexionskompetenz über digitale Technologien und deren Nutzung bzw. Einsatz wird ein eigener Kompetenzbereich gewidmet, was im Sinne des „reflective practioner“ [Sc83] der hohen Bedeutung der professionellen Reflexionsfähigkeit und -praxis Rechnung trägt. Für den Seminarablauf eignet sich der Ansatz des Design Thinking, ein Prozess, der das innovative und interdisziplinäre Lösen von Problemen fördert. Im Seminar stehen Lernende vor dem Problem, die für den FSU zentralen Kompetenzen auf den Einsatz und die Nutzung von 360-Grad- und VR-Anwendungen zu übertragen respektive diese Technologien didaktisch sinnvoll mit denen zu verknüpfen. Im Seminar werden unterschiedliche Anwendungen mit 360-Grad- oder VR-Technologie getestet: 1) Lapentor (Erstellung von 360-Grad-Touren mit Hotspots und weiteren Medien), 2) MondlyVR (Gesprächssituation, reale Szenarien mit Chatbot und Spracherkennung, mündliche Kommunikation), 3) Panolingo (360-Grad-Panoramen als reale Szenen mit Aufgaben an Objekten, Textbasierte Kommunikation) und 4) den Prototyp von „Cuisine française interculturelle“, einer im FoLD-Projekt selbst erstellten VR-Anwendung (VR-Technologie, Interaktion mit Objekten, text- und audiobasiert) sowie 5) Formen des Sprachenlernens in VR (Social VR-Plattform AltspaceVR, Avatar-Avatar-Interaktion).

Das Interface der Anwendungen beeinflusst den Grad der Immersion und der aktiven Lernenden-Teilnahme. In Lapentor liegt eine traditionelle Schnittstelle zwischen Nutzer:in und Computer, in Form von Bildschirm-Anzeige und Steuerung durch Eingabegeräte vor. Dagegen kann die/der Nutzer:in in den anderen Anwendungen direkt mit Objekten und/oder Avataren interagieren. In [Pa20] findet sich ein Überblick über die aktuelle Forschung und Anwendung zu bzw. von VR-Technologie zum Fremdspracherwerb. Der Großteil der in [Pa20] untersuchten Studien befassen sich mit der Sprache Englisch. Die Studien nutzen hauptsächlich Second Life, das für den Einsatz im FSU als ein MMORPG ungeeignet ist. Nur je ein Anwendungsfall von VR mit HMD und Google Expeditions wird aufgeführt und zeigt den Bedarf an weiterer Forschung.

3 Seminar design

Das didaktische Konzept des Seminars fokussiert die anwendungsorientierte, die gestalterische und reflektorische Dimension digitalisierungsbezogener Kompetenzen zukünftiger Lehrkräfte auf allen Ebenen des UDE-Modells. Das Seminar ist in vier Phasen unterteilt: Es führt über den individuellen Gebrauch von 360-Grad- und VR-Anwendungen zur didaktisch-reflektierenden Gestaltung im professionellen Kontext.

In der ersten Phase (Sitzung 1-4) werden das Vorwissen der Lernenden aktiviert und das eigene Medien-Nutzungsverhalten reflektiert. Die Lernenden setzen sich mit theoretischen Grundlagen bzgl. digitalisierungsbezogener Kompetenzen, der Technologien sowie mit Beispiel-Szenarien auseinander und verknüpfen diese mit fachspezifischen Anforderungen im FSU. In dieser Phase wird das erste Mal im Seminar eine VR-Brille genutzt und eine virtuelle Welt selbst erlebt. Die Phase schließt mit einer Hypothesen-Formulierung von Lernenden zu den Kompetenzbereichen des Sprachenlernens, die mittels 360-Grad- und VR-Anwendungen gefördert werden können, sowie der Benennung möglicher Probleme beim Einsatz dieser Technologien. In der zweiten Phase (Sitzung 5-8) stehen die Entwicklung und Erprobung einer 360-Grad-Anwendung samt Didaktisierung und Reflexion im Vordergrund. Dafür ist es wichtig, zunächst die Bildsprache in Medien des FSU kritisch zu analysieren (Visual Literacy). Im Anschluss wird eine von den Lehrenden selbst erstellte Tour mit Lapentor, einer Software zur Erstellung virtueller Touren mit 360-Grad-Bildern, samt didaktisch-methodischem Kommentar präsentiert und es werden Kriterien, die zur Auswahl dieser Software geführt haben, transparent gemacht. Des Weiteren werden Kriterien für die Erstellung der individuellen Touren und das dazugehörige didaktische Material erarbeitet. Im Anschluss gestalten die Lernenden in Selbstarbeit (Einzel- oder Partnerarbeit) eine eigene virtuelle Tour samt didaktisch-methodischem Kommentar. Die Tour hat das Ziel, neben sprachbezogenen Kompetenzen die interkulturelle Kompetenz zu fördern, was durch die Einbindung kulturell-bedeutsamer Orte und die Gestaltung von Aufgaben zu diesen Orten erreicht werden soll. Die Selbstarbeitsphase wird durch Video-Tutorials und Sprechstunden der Lehrenden unterstützt. Anschließend präsentieren und kommentieren die Lernenden kriteriengeleitet gegenseitig ihre Arbeiten und bekommen Feedback von den Lehrenden. In der dritten Phase (Sitzung 9-12) erproben, vergleichen und evaluieren Lernende und Lehrende unter Berücksichtigung didaktischer Prinzipien und mit Bezug zu den im FSU zu fördernden Kompetenzen unterschiedliche Sprachlernanwendungen (MondlyVR, Panolingo, „Cuisine française interculturelle“, AltSpaceVR). Die Lernenden überprüfen ihre Hypothesen aus Phase 1 mit den neuen Erfahrungen und Erkenntnissen. Das Seminar schließt mit einer Sitzung (Phase 4), in der die Lernenden ihre eigene Kompetenzentwicklung reflektieren und das Seminarkonzept evaluieren. Durch das didaktische Design werden u.a. Selbstbestimmtheit und Selbstwirksamkeit sowie die Reflexionskompetenz der Lernenden [Eh20] gestärkt.

Die Seminarsitzungen fanden in physischer, digitaler oder gemischter Form sowie synchron und asynchron statt. Die Maßnahmen zur Pandemieeingrenzung haben die dritte Phase des Seminars und das gemeinsame Erkunden von Sprachlernanwendungen mit VR-Brille belastet. Fast ein Viertel der Studierenden hat sich dazu entschieden, die Erkundung per Videokonferenz-Software zu verfolgen anstatt VR-Brillen vor Ort auszuleihen.

4 Vorerfahrungen und Einstellungen

Das Seminar wurde durch eine ca. 25-minütige Befragung in der ersten und letzten Seminarsitzung begleitet. An der Prä-Befragung nahmen 13 von 14, an der Post-Befragung 11 von 14 Studierenden teil. An dieser Stelle werden erste, nicht repräsentative Ergebnisse vorgestellt, die Einblicke in Vorerfahrungen und Einstellungen bzgl. 360-Grad und VR geben. Die Prä-Befragung zeigt, dass 5 Studierende bereits 360-Grad-Bilder und VR-Anwendungen genutzt haben, allerdings nicht im Kontext des Fremdsprachenlernens oder im Rahmen von Lehrveranstaltungen. Nur ein/e Studierende:r verfügt über eine VR-Brille. In den Antworten zum Medieneinsatz für das eigene Fremdsprachenlernen werden virtuelle Touren, 360-Grad-Bilder und/oder VR-Anwendungen nicht genannt. Als Einsatzmöglichkeiten der Anwendungen im FSU geben die meisten Studierenden ortsunabhängiges Erkunden eines anderen Landes sowie das Erleben authentischer Sprachsituationen an. 3 von 13 Studierenden denken über VR insbesondere Wegbeschreibungen – eine typische Sprachübung im ersten/zweiten Lernjahr der Fremdsprache – trainieren zu können. Herausforderungen sehen sie hinsichtlich mangelnder technischer Ausstattung an Schulen und fehlender Kenntnisse im Umgang mit der Technologie sowie der Kosten verbunden mit der Anschaffung von entsprechender technischer Ausstattung. Einige sehen die Organisation, insbesondere die effektive Einbindung in den Unterrichtsverlauf, als problematisch an. Nur ein/e Befragte/r nennt Datenschutz als Problem. Zusammenfassend ist festzustellen, dass zwar wenig Kenntnisse und Vorerfahrungen jedoch bereits konkrete Vorstellungen zu Potentialen und Herausforderungen von 360-Grad- und VR-Technologie vorliegen.

In der Post-Befragung geben 11 von 11 Studierenden an, dass sie 360-Grad- und VR-Anwendungen als hilfreich für das Lernen von Fremdsprachen ansehen und planen, diese Anwendungen in der eigenen Lehre einzusetzen. 8 von 11 Studierenden nennen unter der offenen Fragestellung „Welche Anwendung halten Sie als besonders geeignet für den Fremdsprachunterricht?“ die Anwendung Lapentor und begründen ihre Entscheidung u.a. mit den vielseitigen Einsatzmöglichkeiten, der Förderung unterschiedlicher Kompetenzen (z.B. Hörverstehen und interkulturelle Kompetenz), dem leichten Zugang (ohne VR-Brille) sowie den Modifikationsmöglichkeiten durch Anwender:innen. Nachteil an der Anwendung sind fehlende Sprechsituationen. Diese finden sich in AltspaceVR und MondlyVR. Dabei werden authentische Sprechsituationen mit Muttersprachlern in AltspaceVR von 4 Studierenden als besonders vorteilhaft angeführt. Allerdings wird erwartet, dass das Schaffen einer solchen Anwendungssituation mit hohem Aufwand verbunden ist. An MondlyVR wird die Möglichkeit, eigenständig Hemmungen im freien Sprechen abzubauen, als besonders positiv hervorgehoben. Nur ein/e Studierende:r nennt das selbstständige Lernen mit Panolingo neben MondlyVR. Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Einschätzungen stark vom Einblick der Studierenden in die jeweilige Anwendung abhängig sind. Da die Studierenden nur in Lapentor selbst als Gestalter:innen tätig geworden sind und Beispiele weiterer Kommiliton:innen kriteriengeleitet evaluiert haben, kann hier von einer höheren Expertise im Vergleich zu den anderen Anwendungen ausgegangen werden. Interessant ist, dass die Einschätzungen hinsichtlich der

Anwendungen mit Bezug zum Einsatz im FSU nicht mit dem eigenen (potentiellen) Nutzungsverhalten der Studierenden korrelieren. Dies kann u.a. auf den Grad der Didaktisierung der Anwendungen (MondlyVR und Panolingo sind didaktische Sprachlernanwendungen, AltspaceVR ist eine soziale Kommunikationsplattform) und bereits genannten organisatorischen Problemen hinsichtlich der Einbindung von VR-Brillen in den Unterricht zurückgeführt werden. Für das eigene Sprachenlernen bevorzugen die Studierenden MondlyVR (8 Nennungen) und Panolingo (7 Nennungen). Diese beiden Anwendungen sind hauptsächlich auf den Erwerb von Lexik/lexikalischen Strukturen ausgerichtet, MondlyVR fokussiert zudem noch das Verstehen und die korrekte Aussprache. AltspaceVR bietet eine Vielzahl an Möglichkeiten und wird als hoch immersiv bewertet, der effektive Einsatz im FSU muss aber noch untersucht werden.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Studierende im Lehramt Französisch/Spanisch haben i.d.R. im Studium keinen Kontakt mit 360-Grad- und VR-Anwendungen, was dem didaktisch-sinnvollen Einsatz dieser Technologien im eigenen Unterricht im Weg steht. Im vorgestellten Seminar erkunden, erproben, evaluieren und reflektieren Studierende 360-Grad- und VR-Anwendungen für den FSU und erstellen eine Tour mit 360-Grad-Bildern. Für einen erneuten Seminar-Durchlauf wird eine Teil-Kooperation mit einer französischen Universität angestrebt. Angehende Fremdsprachenlehrkräfte beider Länder sollen gemeinsam virtuelle Touren mit 360-Grad-Bildern kreieren und Erfahrungen während des Aushandlungs- und Gestaltungsprozesses in einem Lerntagebuch dokumentieren und reflektieren.

Danksagung: Das Projekt FoLD wird vom BMBF unter dem Kennzeichen 16DHB3018 gefördert. Dank gilt der XR-Gruppe an der Universität Potsdam für die Bereitstellung der VR-Brillen inkl. Leitfaden.

Literaturverzeichnis

- [Be20] Beißwenger, M.; Borukhovich-Weis, S.; Brinda, T.; Bulizek, B.; Burovikhina, V.; Cyra, K.; Gryl, I.; Tobinski, D.: Ein integratives Modell digitalisierungsbezogener Kompetenzen für die Lehramtsausbildung. In: Digitale Innovationen und Kompetenzen in der Lehramtsausbildung, Universitätsverlag Rhein-Ruhr, S. 43-57, 2020.
- [Pa20] Parmaxi, A.: Virtual reality in language learning: A systematic review and implications for research and practice. *Interactive Learning Environments*, S. 1-13, 2020.
- [Sc83] Schön, D. A.: *The reflective practitioner. How professionals think in action*, Basic Books, 1983.
- [La13] Lan, Y. J.; Kan, Y. H.; Hsiao, I. Y. T.; Yang, S. J. H.; Chang, K.-E.: Designing interaction tasks in Second Life for Chinese as a foreign language learners. A preliminary exploration. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(2), S. 184–202, 2013.
- [Eh20] Ehlers, U. D.: *Future Skills: Lernen der Zukunft – Hochschule der Zukunft*. Springer-Verlag, 2020.

Development of the *InteractionSuitcase* in virtual reality to support inter- and transcultural learning processes in English as Foreign Language education

Inter- and transcultural encounters via Social VR

Rebecca Hein^{1,2,3}, Jeanine Steinbock^{1,4}, Maria Eisenmann^{1,4}, Marc Erich Latoschik^{1,3} und Carolin Wienrich^{1,2}

Abstract: Immersion programs and the experiences they offer learners are irreplaceable. In times of Covid-19, social VR applications can offer enormous potential for the acquisition of inter- and transcultural competencies (ITC). Virtual objects (VO) could initiate communication and reflection processes between learners with different cultural backgrounds and therefore offer an exciting approach. Accordingly, we address the following research questions: (1) What is a sound way to collect objects for the *InteractionSuitcase* to promote ITC acquisition by means of Social VR? (2) For which aspects do students use the objects when developing an ITC learning scenario? (3) Which VO are considered particularly supportive to initiate and facilitate ITC learning? To answer these research questions, the virtual *InteractionSuitcase* will be designed and implemented. This paper presents the empirical preliminary work and interim results of the development and evaluation of the *InteractionSuitcase*, its usage, and the significance of this project for Human- Computer Interaction (HCI) and English as Foreign Language (EFL) research.

Keywords: virtual reality; Social VR; virtual objects; HCI; interdisciplinary; inter- and transcultural teaching and learning; foreign language education; EFL; racism; stereotypes.

1 Introduction

In an increasingly globalized, digital world, ITC is crucial to being an active part of modern society. EFL teaching can contribute to the development of these competencies by creating communication and exchange with other cultural societies. Especially in times of Covid-19, where immersion programs are barely feasible, social VR applications can offer enormous potential [HWL21]. EFL research has long been concerned with the question of how ITC learning processes can best be initiated and facilitated. Digitization is opening up new ways and opportunities that, through collaboration with the field of technology research, are revealing supportive and new approaches to EFL learning.

¹{rebecca.hein, jeanine.steinbock, maria.eisenmann, carolin.wienrich, marc.latoschik}@uni-wuerzburg.de

² HTS Group, University of Würzburg

³ HCI Group, University of Würzburg

⁴ Lehrstuhl Fachdidaktik- Moderne Fremdsprachen, University of Würzburg

Immersive technologies, such as virtual reality (VR), offer many potentials for ITC acquisition in the EFL classroom [WDH20, HWL21]. These have already shown significant impact in the research field of HCI [Ra20]. Interdisciplinary linkages lead to innovative teaching-learning formats and are essential for successful digital transformation and participation [Wi20], so this work aims to transfer this to EFL teaching and learning by focusing on VO with significant meanings and tangible affordances. VO could initiate communication and reflection processes between learners with different cultural backgrounds. Learners could use these objects to negotiate and discuss cultural meanings and to reflect on specific thematic issues such as stereotypes. VO could help initiate and create authentic and lively communicative interactions. To achieve this goal, we developed a methodological approach that could contribute to an ITC communication process. Furthermore, we outlined a methodological approach that incorporates VO or the *InteractionSuitcase* into an English lesson for secondary school. Thus, the present work contributes to intensify the link between the potentials of immersive technologies and pedagogical principles focusing on competence- and action-oriented as well as situated learning, connectivity and co-construction [Wi20]. The learning setting shifts from being staged in the confines of the classroom to an authentic interaction and communication situation when learners engage with other learners and VO in social VR regardless of spatial and temporal distances.

2 The interplay between ICC and HCI

2.1 Inter- and transcultural language education

The acquisition of ITC is a central aim of modern English teaching [Be93, By97, De14, Vo14, Ei15]. The importance is emphasized in Germany's federal education policy as well as at the European level, where cultural education is seen as part of 'lifelong learning' and thus as the basis for active and successful participation in personal, professional and social environments. Within the context of English lessons, learners acquire knowledge, skills and attitudes towards their own culture and other cultures. For example, the development of critical cultural (self-) reflection or the initiation of a change of perspective are central steps [Be93]. Intercultural learning involves a binarity concept of '*self and other*' [Ei15, 281] and therefore tends to emphasize 'the experience of difference, multiperspectivity and the understanding of cultural '*otherness*' [Ei15, 281]. More recent developments in academic discourse, however, show an increased emphasis on transculturality and cultural hybridity [Vo14]. Bhabha developed the concept of 'hybridity' to draw attention to cultural intersections and to overcome binary ways of thinking in rigid cultural boundaries [Bh12, Ei15]. In a 'third space' values, views and norms meet without cultural fixation. Both concepts – inter- and transcultural learning – must be linked in the interest of language and cultural learning programs. Intercultural competence can be the basis for building up transcultural learning. For this reason, we

propose an integrative model that shows studies as well as ITC approaches as a learning continuum. It should be emphasized that although ITC acquisition processes can also take place at early ages, due to cognitive development, a deeper reflective understanding of cultural issues must be expected especially at more advanced ages [Ei15]. In the English classroom, ITC acquisition takes place in manifold ways. It can be reached by reading literature of the target culture or working with the textbook, cultural artefacts and exchange programs. Authentic cultural encounters and communication thus usually require a high effort. Not least for this reason, immersive technologies are becoming more important in modern EFL research.

2.2 Human-Computer Interaction

Virtual reality (VR) and especially social VR applications can create such a 'third space' in which new ways of ITC learning can be facilitated in classrooms. The impact of immersive technologies is promising. First, many potentials arise by the possibility to slip into a virtual alter ego – an avatar. Research has shown that the virtual embodiment can influence the self-perception and behavior according to the perception and behavior users attributed to their virtual avatar (e.g., [Ra20]). Similarly, to self-representation, others can be virtually embodied and varied in their appearance and behavior as social partners. The social VR platform *ViLeArn* already demonstrated how participants interact live in hybrid avatar-agent teaching-learning scenarios [La19]. Embodied by virtual avatars, participants engage in social interaction during the teaching-learning process. Second and third, the design space.



Fig. 1: Depiction of *InteractionSuitcase* with sample interactions, objects and avatar representations.

of the situational context and VO in VR is almost limitless. In particular, their representation and affordances (e.g., inclusion of every day or significant objects) can make the VR experience even more tangible and vivid. Every object, property, and relationship between objects and between them and people is variable [WDH20]. VO can be integrated to guide and stimulate discussions (Figure 1). Intercultural competence is a multidimensional construct consisting of more than awareness (cognitive). Intercultural sensitivity (affective) and fluency (behavioral) are also important components and particularly interesting to explore psychologically [HWL21]. Based on the status quo that textbooks provide a first collection of objects is to be established. Social VR offers a 'third space' in which these objects can support ITC learning processes.

3 Research question and interdisciplinary design

Based on this theoretical foundation the research idea arose to create encounter situations between learners at schools in Germany and in the USA by means of social VR. By using VO, learners should reflect on their ideas of culture, stereotypes, prejudices or, due to current events not only in the USA, on various forms of racism and thus go through ITC acquisition processes. Based on this, the following research questions emerged: (1) What is a sound way to collect objects for the *InteractionSuitcase* to promote ITC acquisition by means of Social VR? (2) For which aspects do university students use the objects when developing an ITC learning scenario? (forthcoming). (3) Which VO are considered particularly supportive to initiate and facilitate ITC learning? (forthcoming).

Collection process: To answer these research questions, a content analysis was conducted to identify objects for the *InteractionSuitcase*. For the field of Teaching English as a second language or EFL research, the focus was on educational policy guidelines of the curricula, which are reflected in the textbooks and served as a basis for the collection of these objects.

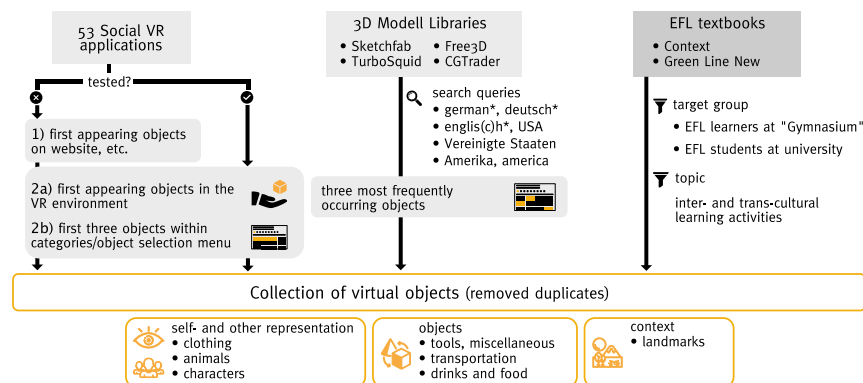


Fig. 2: Flow diagram for context analysis with scope EFL methodology/teaching and HCI.

If ITC acquisition takes place mostly on the basis of textbooks, learners are confronted with a series of cultural and even stereotypical images as most textbooks in EFL education still primarily focus on intercultural learning [De14]. By means of a qualitative content analysis, the two most common textbooks at the Gymnasium, 'Greenline Oberstufe' and 'Context', were examined. For a systematically sound and interdisciplinary approach, 53 existing social VR applications were screened and the results of searches in 3D model libraries were evaluated too. Both collections are examined and arranged.

Collection results: A total of 150 object representations were identified. The category self and other representation includes 47 objects. It includes objects such as a bear, Barack Obama, or a hijab. The objects category identified 84 objects, such as flags, which are the predominant image in EFL textbooks. The context category includes 19 objects such as

the Statue of Liberty. To use the identified VO as initiators for communication, we implemented the *InteractionSuitcase* in VR. Its prospective usage will be presented in the following.

4 *InteractionSuitcase* Usage

Classroom design: The *InteractionSuitcase* can be a vital part of ITC learning scenarios. Although the predominant approach is using textbooks, VO seem very promising when it comes to the quality of learning outcome. This is not least due to the fact that VO can be used interactively, tangibly, individualized and multimodally [WDH20]. Following the paradigm of action orientation and task-based language learning, learners use these objects as a basis for communication with other learners in the VR environment. For example, learners can use (non-) stereotypical objects to negotiate the meaning of the concept of culture and autonomously identify common views with exchange partners.

Seminar Task: Within the context of a seminar design, planned for the winter term 21/22, university students will develop ITC learning settings using the *InteractionSuitcase*. By means of observations and interviews, the way in which the students work and plan with the *InteractionSuitcase* will be evaluated. Collaborative reflection will also take place as part of the planned seminar. Students will be asked about their choice of objects, which will provide further insight into the research question of which objects are perceived as supportive and in which phase of learning they are used.

Behavioral measurement tool: From a psychological point of view, it is not easy to make behavior quantitatively measurable. The *InteractionSuitcase* might provide a tool for this purpose. During exposure in VR, it is possible to log when, at what time, and by whom a particular object was picked up and utilized for an interaction. It is possible to recognize which object was applied for which interaction with whom. The participants use the objects intuitively. Hence, the *InteractionSuitcase* can be treated as an implicit, behavioral measuring instrument.

5 Prospects

Based on previous findings, we assume that VO can initiate and facilitate ITC learning processes. This assumption will be empirically investigated in the next steps. For this purpose, context analyses were used to identify VO that can potentially be perceived as helpful for intercultural and transcultural teaching and learning. They will be evaluated for their implicit and explicit stereotypic and affective associative power with the help of an assignment task on time. In the scope of a seminar this *InteractionSuitcase* will be used, and exploratory research will be conducted to determine for which aspects of ITC acquisition VO are supportive. Furthermore, the question of the representation of the objects and the interaction techniques arises here. In the context of a usability study,

different manifestations of the *InteractionSuitcase* will be investigated. VO add an unprecedented learning experience to the EFL classroom. They make learning tangible and can be initiate communication in ITC education scenarios.

Acknowledgements

This research has been funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF): “Funding for teacher training with a focus on digitalization in teacher training” in the project CoTeach (project number 01JA2020).

Bibliography

- [Be93] Bennett, Milton J: Intercultural sensitivity. Principles of training and development. Portland, OR: Portland State University, 25(21):185–206, 1993.
- [Bh12] Bhabha, Homi K: The location of culture. routledge, 2012.
- [By97] Byram, Michael: Teaching and Assessing Intercultural Communicative Competence. Clevedon: Multilingual Matters, 1997.
- [De14] Delanoy, Werner: Transkulturalität als begriffliche und konzeptuelle Herausforderung an die Fremdsprachendidaktik. Transkulturelles Lernen im Fremdsprachenunterricht. Theorie und Praxis, pp. 19–36, 2014.
- [Ei15] Eisenmann, Maria: Crossovers–Postcolonial Literature and Transcultural Learning. Learning with Literature in the EFL Classroom, pp. 217–236, 2015.
- [HWL21] Hein, Rebecca M; Wienrich, Carolin; Latoschik, Marc E: A systematic review of foreign language learning with immersive technologies (2001-2020). AIMS Electronics and Electrical Engineering, 5(2):117–145, 2021.
- [La19] Latoschik, Marc Erich; Kern, Florian; Stauffert, Jan-Philipp; Bartl, Andrea; Botsch, Mario; Lugin, Jean-Luc: Not alone here?! scalability and user experience of embodied ambient crowds in distributed social virtual reality. IEEE transactions on visualization and computer graphics, 25(5):2134–2144, 2019.
- [Ra20] Ratan, Rabindra; Beyea, David; Li, Benjamin J; Graciano, Luis: Avatar characteristics induce users’ behavioral conformity with small-to-medium effect sizes: A meta-analysis of the proteus effect. Media Psychology, 23(5):651–675, 2020.
- [Vo14] Volkmann, Laurenz: Die Abkehr vom Differenzdenken: Transkulturelles Lernen und global education. Transkulturelles Lernen im Fremdsprachenunterricht. Theorie und Praxis, pp. 37–51, 2014.
- [WDH20] Wienrich, Carolin; Döllinger, Nina Ines; Hein, Rebecca: Mind the Gap: A Framework (BehaveFIT) Guiding The Use of Immersive Technologies in Behavior Change Processes. arXiv preprint arXiv:2012.10912, 2020.
- [Wi20] Wienrich, Carolin; Eisenmann, Maria; Latoschik, Marc Erich; Grafe, Silke: CoTeach Connected Teacher Education. VRinSight Greenpaper, 124:53–55, 2020.

Accuracy of self-assessments in higher education¹

Joerg M. Haake ², Niels Seidel ², Marc Buechart ², Heike Karolyi ²,
Regina Kasakowskij ²

Abstract Self-assessment serves to improve learning through timely feedback on one's solution and iterative refinement as a way to incrementally improve one's competence. The SelfAssess-plugin developed in Moodle provides unlimited opportunities for students to create and assess solutions to self-assessment questions. A field study examined how 131 students used voluntary self-assessment questions in an online course in B.Sc. Computer Science, how accurate they were able to self-assess their solutions on instructor-defined criteria, and which question-related characteristics influence the ability of self-assessment. Results show the potential for providing scalable learning support. Fine-grained assessment criteria and freedom of solution input are recommended; a limited complexity of the expected solution is still a challenge.






Keywords: self-assessment accuracy, computer-assisted feedback, criteria-based self-assessment

1 Introduction

Self-assessments serve to improve learning through timely feedback on one's solution and iterative refinement as a way to incrementally improve one's competence. In 2020, we began to work on scalable self-assessments with high information feedback in a computer science (CS) course [Haa20] and continued this research through another field study. In winter term 2020/21, 131 students of a 3rd semester bachelor CS study program used self-assessment questions providing a formative high information feedback for long answer questions [Haa20], that will be further explored in this article. The self-feedback is based on feedback generated from their self-assessment according to the fulfillment of predefined criteria for their given answer.

Students can only make use of formative assessment, if their self-assessment is accurate enough and if they make use of feedback for improving their answer [HBZ13, BW09, WZH20]. In order to evaluate whether such self-assessment is practically useful, we examined the usage of voluntary self-assessment questions, the accuracy of student self-assessment, and the impact of task characteristics on self-assessment accuracy.

¹ This research was supported by the Research Cluster Digitalization, Diversity and Lifelong Learning – Consequences for Higher Education (D²L²) of the FernUniversität in Hagen.

² FernUniversität in Hagen, Research Cluster D²L², Universitätsstr. 11, 58084 Hagen, Germany, {joerg.haake  <https://orcid.org/0000-0001-9720-3100>, niels.seidel  <https://orcid.org/0000-0003-1209-5038>, marc.buechart  <https://orcid.org/0000-0001-5668-7137>, heike.karolyi  <https://orcid.org/0000-0003-2368-9851>, regina.kasakowskij  <https://orcid.org/0000-0002-8587-9530>}@fernuni-hagen.de

2 Related work

To support students with a scalable immediate feedback and repeatability, a new question type named self-assessment with high information feedback was presented as an approach in an online learning environment [Haa20]. Self-assessments in online learning environments offer learners a variety of exercise options to deal with learning goals, requirements and assessment criteria and therefore giving an opportunity to make use of a self-feedback to increase one's learning success [Har17]. Self-assessments are especially helpful, if students are also able to accurately assess their actual performance or at least improve their assessment after a repetition.

Many students tend to evaluate themselves inaccurately, in particular when they are at the beginning of their studies. Students with poorer results tend to overestimate their own performance [Lew10, TG+12, Car20, BLT15]. [Lew10] found that academically more competent students have a more accurate self-assessment than less competent students and that the self-assessment ability of a student does not improve over the duration of a semester. In contrast, [BLT15] found an improvement over a longer period of time. Giving students criteria to assess themselves and also providing a teacher's feedback clearly helped students to understand the criteria and standards in order to get a realistic perception of their performance. They also stated that disruptive patterns of assessment within a sequence of subjects can reduce convergence between student and tutor evaluation. In addition, [Car20] showed that students who initially had a high level of accuracy in their self-assessment worsened in their accuracy in a subsequent exercise, and students with initially poor accuracy improved in their accuracy. Students are able to evaluate themselves accurately if they are trained beforehand and given criteria and feedback to both, self-evaluation and mistakes in their solution [Tha17].

Accuracy improvement is related to experience, training, feedback and by typical standards, for example in the form of criteria [PR14, Tha17]. Appropriate feedback supports students to regulate themselves and thus improve their self-evaluation [Car20, WZH20]. In addition, criteria are required in order to acquire knowledge about the standards [Sad89, WZH20]. However, it remains open what influence usage patterns have on the accuracy of self-assessment. Usage and task design have not yet been sufficiently investigated in connection with self-assessments. Our work contributes to better understand a learner's needs and to provide better learning support through interventions.

3 The Self-Assessment question type in a nutshell

In order to support iterative improvement, the SelfAssess-plugin [Ste21], that allows students to create and assess solutions unlimited times, was implemented in Moodle. Figure 1 shows the process of working on a self-assessment question. Students can open a question to start work. The plugin shows the question and asks the student to create and upload a solution. Solutions may be uploaded as image (e.g. photo, scan) or PDF file.

Thereafter, the plugin presents a list of instructor-defined assessment criteria, offers a link to the sample solution, and asks to assess the uploaded solution. The plugin then presents feedback to the students based on their self-assessment. For this purpose, instructors defined an error tree for each question that maps typical errors to detect one or a combination of not considered criteria on one feedback text. Feedback texts help the student to improve their solution, e.g. by providing learning goal feedback (such as misconceived concepts) and learning process feedback (such as links to relevant resources, things to improve, or activities to do), until they self-assess their solution as correct or as good enough [Haa20]. After receiving the feedback, students could either improve their solution by performing a new iteration of the process (create, upload, self-assess the improved solution again, receive feedback, and take or decline another iteration) or finish the exercise.

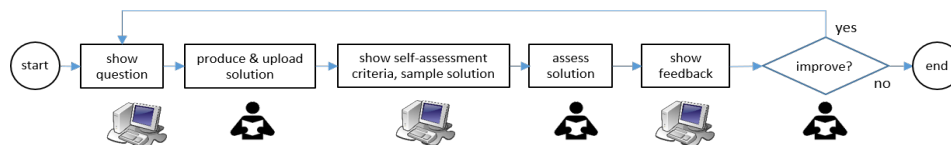


Figure 1: Iterative problem-solving process in the SelfAssess-plugin

4 Study

In order to evaluate whether such self-assessment is practically useful, we examine in this paper three research questions. RQ1: How do students make use of voluntary self-assessment questions? Here, we examine the extent of usage over time and of questions related to each course unit, successive improvements, as well as handwritten vs. machine edited. RQ2: How well do learners self-assess their solutions? Here, we examine (1) accuracy of self-assessment by comparing student self-assessment with instructor assessment, (2) whether accuracy is related to the quality of the student answer, and (3) how accuracy of a student changes with successive trials. RQ3: What self-assessment question-related characteristics influence the self-assessment? Here, we look at the impact of item difficulty and discrimination index on self-assessment accuracy.

4.1 Method

Participants and design: The study was conducted in the compulsory course “Operating Systems and Computer Networks” of the distance learning B.Sc. Computer Science (CS course) in the winter semester 2020/2021. For the enrolled students a supplementary course was set up in a Moodle learning environment including the SelfAssess-plugin (cf. section 3). The use of the learning environment was voluntary, but conditional on a two-step consent to use the platform and to participate in the study. The second informed consent for participation in the study could be withdrawn or granted again at any time,

while the first consent was required for GDPR compliance. As an incentive for students' participation, additional exercises such as self-tests, self-assessments, and assignments were offered, as well as additional tools for semester planning and for reading the digital course texts. These differences in the learning offer are comparable to different didactic offers of tutors in face-to-face teaching. Students not participating in the study had no disadvantages regarding the examination, since the course texts provided to all enrolled students form the basis of the examination.

180 of the 534 CS course participants agreed to take part in the study and to use the set up Moodle instance. By the end of the semester, the same number of active participants had been recorded. The participating students were between 19 and 65 years old ($M=37.21$, $SD=9.03$). The gender of the participants was: 128 male and 52 female.

Material: The moodle course contained four units including course texts, a usenet forum, recordings of live sessions, and questions for exam preparation. For this study, the instructor created 42 self-assessment questions (cf. dataset [HMS21]) assigned to the course units, complementing 23 MC-questions, and 30 exercises corrected by a tutor. Self-assessment questions were aimed at training constructive or analytical skills. Therefore, criteria for self-assessment were tailored to test properties of a correct solution – often implicating steps of a correct argumentation or computation. Thus, a binary scale was sufficient for letting students assess whether their solution fulfills the respective criterion.

Data collection and analysis: User interactions and user inputs within the Moodle environment have been captured in the database, especially in the standard log store. Compared to other question type plugins the SelfAssess-plugin [Ste21] enables more detailed logging capabilities. Additionally, the uploaded students' solution was stored in the Moodle data folder. These files have been used for expert rating by the course instructor. The validity of the student solution, the file type and the writing style (by hand or typewritten) was classified along with the correctness of valid uploaded solutions. Results of the manual analysis were merged afterwards with the log store data.

Procedure: The course and thus the field study began on October 1st, 2020. Students were free to choose when to start with the course and when to engage with which tasks and exercises. The course ended after 182 days, with only the first 161 days considered in this study. Results of the individual oral exams are expected within the following twelve months. Thus, the following results should be considered as preliminary.

Measures: As shown in section 3, each self-assessment question defines a number N of criteria with (1) an associated text expressing the condition that the student needs to evaluate as being fulfilled by his/her solution and (2) a boolean indicator, whether this criterion should hold for a correct solution or not (i.e. indicating a distractor). Students could open the question in the plugin, read the question text, create a solution, upload it, read the assessment criteria texts and select those that they deem fulfilled by their solution. The resulting self-assessment can be represented as a N -tuple of zeros or ones, indicating whether the i -th criterion has been selected by the student.

In order to measure the accuracy of a student's self-assessment for a given self-assessment question, we asked the instructor who defined the self-assessment question to provide a coding schema that defines when a solution fulfills a given criterion or not. Using this coding schema, the instructor rated the uploaded student solutions on the given criteria, resulting in instructor assessments represented by similar N-tuples.

The Hamming distance [Ham50] denotes the number of differences between the two N-tuples. Zero differences denote identical assessments and thus optimal accuracy. A value of N indicates completely different assessments and thus a completely inaccurate self-assessment. Student self-assessment accuracy is then defined as the Hamming similarity between the instructor assessment x and the student's self-assessment y [Ham50]:

$$Accuracy(x, y) = HammingSimilarity(x, y) = 1 - \frac{HammingDistance(x, y)}{N} \in [0..1] \subset \mathbb{R}$$

A value of zero denotes completely inaccurate self-assessment while a value of one denotes completely accurate self-assessment. This definition allows us to compare the self-assessment accuracy of questions having a different number of criteria.

While the previous definitions apply to individual students on an individual self-assessment we can extend the analysis to *question accuracy* representing the mean of all accuracies of student self-assessments of a question.

In addition, the instructor ratings enabled an evaluation of the question items using classical test theory (CTT) [DeC10]. In CTT, the item difficulty and the item discrimination index are commonly used. Item difficulty is the mean score for an item within a population of participants in a range of zero and one. For ease of interpretation, we transpose item difficulty to the difference between one and the mean score. This means that tasks with a low mean score are considered difficult, and vice versa. Since questions that are too difficult ($>.7$) impair motivation, the majority of questions should have a difficulty between .3 and .7. The discrimination index is the correlation of the total scores and the achieved scores for the particular task. Values above .3 are considered good, between .2 and .3 acceptable, between .1 and .2 marginal, and below .1 poor.

4.2 Results

RQ1 - Use of voluntary self-assessment questions: 131 participants performed at least one self-assessment. 97 participants uploaded only appropriate solutions regarding the question, while 7 participants consistently submitted unrelated files and 24 participants uploaded both. In 472 of the 1,472 uploaded files obviously no content-related connection with the respective question could be determined. The majority of the valid uploads was typed on a digital device, 144 files consisted of photos or screenshots of handwritings. As the semester progresses, a decreasing number of active participants and responses could be observed regarding all course activities (Fig. 2). 33 participants repeated individual self-assessment questions. Most repetitions took place within a time range of less than two days, only 15 participants repeated a question after more than two days.

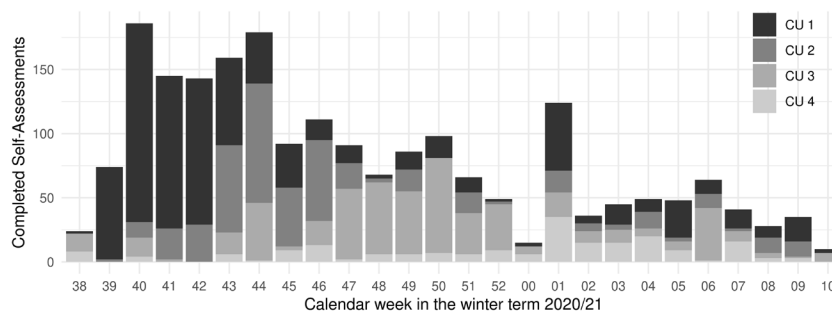


Fig. 2: Completed self-assessments for each course unit (CU) over the semester.

In order to be able to evaluate the self-assessment based on the valid uploads by an expert, it was necessary to reduce the number of observations. From the four course units we selected those questions that were completed by the most students. In course unit 4 two questions have been processed by the same number of participants, which is why we have chosen both of them. As seen in Tab. 1, five out of 43 questions [HMS21] were selected. 46 participants (35.11 % of the self-assessment users) completed at least one of the five questions. A total of 202 out of 1,000 solutions were uploaded for these five questions, but 56 of them were not related to the question and solutions of 38 more self-assessments were accidentally not recorded or canceled. Consequently, the accuracy of the self-assessment was evaluated for 108 valid uploaded solutions.

RQ2 - Accuracy of self-assessment solutions: Figure 3 shows the relationship between accuracy and the ratio of the number of fulfilled criteria, as assessed by the instructor, divided by the number of criteria N . Thus, zero achieved points denote a completely wrong answer while a one indicates a completely correct solution. Values in between indicate partially correct answers. The size of the circles indicates the number of occurrences of this combination. The color indicates the self-assessment question (task).

Obviously, students on different correctness levels showed different accuracy for a given question, whereas this relationship differs between questions. Question 262 shows that the majority of students achieve poor solutions (below .5 correctness) in combination with a relatively low accuracy (below .3). However, accuracy increases with the solution scores. Question 290 shows a diverse pattern, but the majority submitted a correct solution with good accuracy. Question 320 shows more correct solutions (above .5) with good accuracy (upper right quadrant) and a minority of weaker solutions that have been recognized as deficits by the respective participants (upper left quadrant). Question 346 shows that all students were achieving passable solutions with higher accuracy (upper right quadrant). Question 347 shows that most students achieved few points and were also bad at assessing their work. The few solutions with higher scores showed also a higher accuracy.

In Fig. 4, the relative share for low and high accuracy and points are shown according to four quadrants for each self-assessment question. Occurrences in the top right quadrant

indicate a high score and a high accuracy. Low score, but good accuracy is represented in the top left quadrant. Low values for both, score and accuracy, is mapped to the quadrant in the lower left corner, while high scores and low accuracy is shown in the quadrant at the right bottom. With respect to the population under consideration in each case, the score should span the entire range of values, so that most results fall between .4 and .8. A spread beyond this is desirable, as a differentiation of learners is necessary in the lower as well as in the upper performance spectrum. All self-assessment questions except question 346 meet this demand. Due to a comparatively high accuracy the questions 290, 320, and 346 offer the learners the chance to identify their mistakes and thus improve them based on the feedback provided by this question type.

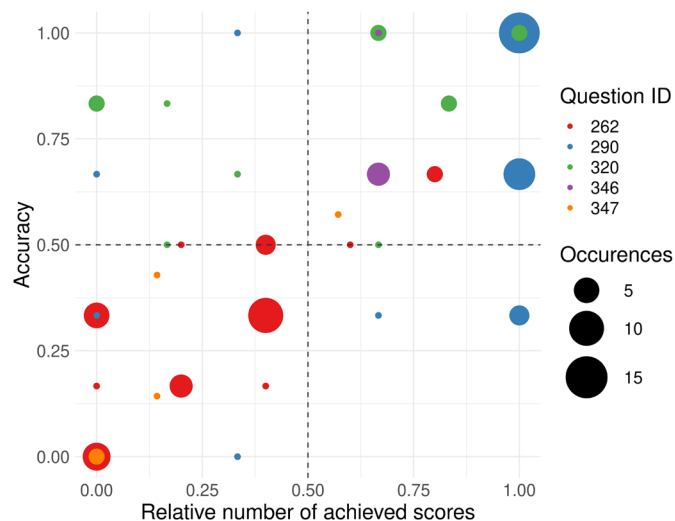


Figure 3: Self-assessment accuracy per student and question over the instructor-rated achieved points of a total of 108 edited / self-rated solutions to that question

Fig. 3 and 4 do not yet show whether questions were processed more than once and to what extent the solution was improved as a result. In 26 cases users iterated a question one more time. In 35 cases, a question was processed twice or even up to 5 times. The solution improved in 11 cases, while it worsened in two cases. In 22 cases the total score did not change, but often the self-assessment did. At the same time the self-assessment accuracy improved in 19 cases ($M=.47$, $SD=.25$), decreased in 9 cases ($M=-.35$, $SD=.24$) and remained on the same level in 7 cases.

RQ3 - Self-assessment question-related characteristics influencing the self-assessment: Following the iterative problem-solving process in Fig. 1 self-assessment question can be and characterized by three analytical dimensions: (i) question, and (ii) expected solution, (iii) self-assessment. The first dimension refers to the question itself as a starting point for the problem-solving process. The questions considered here differ qualitatively in the task design (e.g. calculation, short answers, multiple choice), proposed method complexity,

scope and transfer requirements and quantitative measures like in the text length (Tab. 1) as well as indicators derived from CTT. The questions 262 and 320 have a reasonable degree of difficulty (.4-.8), while question 290 and 346 are considered easy and question 347 seems to have a very high degree of difficulty. Questions 262, 290, and 320 have a good discrimination index, thus enabling to discriminate between high-performing and low-performing students. In contrast, the questions 346 and 347 are not suitable to distinguish the performance, not least due to the low number of responses.

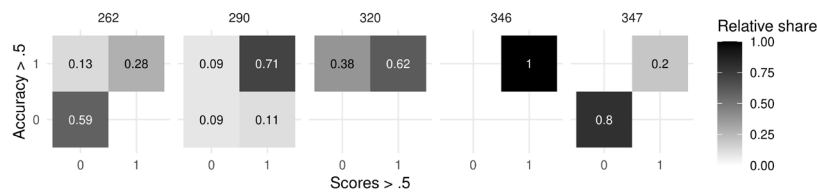


Figure 4: Relative share of occurrences for scores and accuracy below and above .5

As a second dimension the expected solution can be described by the length of the sample solution as shown in Tab. 1. The sample solutions contain between 68 and 289 words. The solution for question 347 stands out, because students are required to create 20 routing tables additionally.

ID	CU	W		SAC	N	Accuracy		Scores		τ	Idiff	DI
		q	s			M	SD	M	SD			
262	1	42	97	6	46	.47	.34	.41	.38	.70***	.59	.37
290	2	34	68	3	35	.72	.30	.82	.33	.43*	.18	.31
320	3	77	278	6	13	.81	.18	.54	.36	.34	.46	.74
346	4	51	90	7	5	.73	.15	.67	.00	n.a.	.33	n.a.
347	4	38	289 ¹	3	5	.23	.26	.17	.23	.94	.83	.00

Tab. 1: Self-assessment accuracy per question (CU: course unit; W: text length in words; q: question; s: solution; SAC: self-assessment criteria; τ : Kendall's τ ; Idiff: Item difficulty; DI: Discrimination Index; significance levels for p-values:0 (***), 0.001 (**), 0.01 (*), 0.05 (·))

As a third dimension, characteristics related to the self-assessment include the number of evaluation criteria as shown in Tab. 1 and the correspondence between students' self-evaluation and the expert rating. The evaluation of self-assessment accuracy indicated question-related differences. To better understand these differences, we computed the mean and standard deviation as well as the item difficulty and discrimination index per question (Tab. 1). While the self-assessment question in the first course unit was completed by 46 people, the two questions in course unit 4 were completed by only 5

people each (see column “N” in Tab. 1). Thus, the results become less reliable with increasing course unit number.

The mean accuracy for the questions 290, 320, and 346 show a considerable good level. Question 262 in the first course unit had most student participants, including those that did not submit solutions to the later questions. Thus, the deviation from the mean accuracy may be larger as more heterogeneous students worked on this question. The comparatively low accuracy of question 347 is related to the low number of participants and the expected extensive solution. As stated in Tab. 1 a positive correlation (Kendall’s τ) between the self-assessment accuracy and the achieved points could be found.

Concerning the self-assessment accuracy, item difficulty, and discrimination index the questions 262 and 320 showed the best results. The self-assessment in 262 is a special case because the evaluation criteria included a distractor. Question 320 required a calculation with some transformations. Question 290 caused little difficulty, since the procedure required for the solution could be adopted from the course text. Question 347 stands out, considering its low mean accuracy and high item difficulty. This may be explained by the type of question.

4.3 Discussion

Our research has shown how students use self-assessment questions on a voluntary basis in a semester term (RQ1). Students engage in self-assessment questions after a short period of time, but this activity decreases as the semester proceeds and the course content progresses (see Fig. 2). This general pattern applies to all course related activities in all CS courses. Reasons may be specific to distance learning respective voluntary exercises [GGW14] or may be due to individual challenges of distance learning students who enrolled in multiple courses in parallel, underestimating the effort for learning tasks, job related demands, and seasonal effects of Christmas vacation.

Users upload both, machine-edited and handwritten solutions, indicating the need to support both in the learning process. The participants also showed ways to game the system by uploading nonsense solutions, by collecting sample solutions and self-assessment feedback. These emergent behaviors reveal usability hurdles caused by the mandatory solution uploads and the one-way test sequence imposed by Moodle. While uploads were necessary in order to conduct this research, it may have drastically reduced the total number of re-attempts and the number of participants iterating self-assessment questions immediately or with a time lag compared to past results with a plugin that did not support solution upload and display of sample solutions on demand [Haa20].

From a methodological point of view, the present study is subject to some limitations. First, only 180 out of 534 students enrolled in the course and participated in this study. The self-selection bias for the decision to learn online, to participate in a study including the provision of personal data, and then to take advantage of a specific learning offer in the form of self-assessment questions within a course could be quite large. Furthermore,

we were only able to include 5 of 42 self-assessment questions in the study and had to exclude 472 unusable uploads. It is therefore possible that we were able to target particularly motivated and therefore also high-performing students. Beside that a temporary overload of the server caused the loss of a few log events that could not be stored. Because of a programming error students' self-assessment was not captured for re-attempts in 38 cases. However, limitations of this kind are not unusual for field studies. Compared to time-limited and artificially motivated lab studies, the present results show a higher practical relevance and a potential for long-term implementation.

Regarding RQ2 we investigated how well learners did self-assess their solutions. We examined accuracy of self-assessment by comparing student self-assessment with instructor assessment and investigated whether accuracy is related to the quality of the student answer. With regard to self-assessment, the values for accuracy should be as high as possible, but at least greater than .5. The consequence of inaccurate self-assessment is inappropriate feedback, which may harm iterative improvement. Our results regarding accuracy and scores (Table 1) indicate that questions 290, 320 and 346 offered students the chance to identify mistakes and improve them using the feedback.

From a methodological perspective it becomes difficult to ensure the quality of questions and self-assessment criteria that enable learners to self-assess their solutions without the collection and manual review of a student's solution. Alternative approaches to quality assurance, such as assessments by experts in the relevant field, have already been used [Haa20]. Although the comprehensibility of the evaluation criteria for these tasks was confirmed in a previous study [Haa20], the accuracy is not very informative about the completeness and individual fit of these criteria. While the instructor used a predefined binary rating schema for scoring the solutions, a second rater could be used to ensure the reliability of the scores and thus of the accuracy.

Results regarding RQ3 are distinguished between the question, the expected solution, and the self-assessment. With the help of these dimensions and the associated key figures, self-assessment questions can be described and characterized. The used measures and applied methods may be supplemented, e.g. by examining the individual chosen self-assessment criteria or by applying the Item response theory [DeC10]. By considering a greater number of different self-assessment questions it would be possible to further examine correlations between item difficulty and the accuracy of self-assessment. The indication of a positive, but not consistently highly significant, relationship between the two variables requires further investigation. However, in terms of item difficulty, a distinction must be made between the complexity and the comprehensiveness of the required solution. Our results suggest that solutions with a low or moderate extent are easier to self-assess compared to the long solutions. In addition, it can be helpful for self-assessment to have a larger number of assessment criteria including a distractor to choose from. Additionally, the process of dealing with self-assessment questions has not been examined. From the sequence of log events and the duration of individual processing steps, further insights could be gained.

5 Conclusions

Students can only make use of formative assessment, if their self-assessment is accurate enough and if they make use of feedback for improving their answer. The evaluation of self-assessment used on a voluntary basis showed that students generally try to secure feedback from exercises and feedback for themselves. The uploading of blank answers also shows that students try to circumvent the barriers of an exercise in order to still be able to retrieve the feedback information. Assessment criteria and standardized operator requirements could be better assisted by a "help" menu to prevent invalid uploads. With respect to RQ1 the results demonstrate that for quite differently designed questions, students used the degrees of freedom to upload different valid or invalid as well as handwritten or typed solutions. By comparing the self-assessment ability and the actual points scored (RQ2), we were able to identify 108 uploaded solutions that offered students the chance to identify their mistakes and improve them based on the feedback. However, the relationship between the accuracy and solution scores requires further research considering students' abilities and the difficulty of self-assessment depending on the completeness of the solution. As factors influencing the self-assessment (RQ3), we were able to identify item difficulty and, related to this, the comprehensiveness of the expected solution. Our results suggest that solutions with a low or moderate extent are easier to self-assess compared to the long solutions. In addition, fine-grained assessment criteria and distractors can aid self-assessment.

The evaluation of students' solutions has proven a suitable instrument for a practical quality assurance, which should be considered for improvement of newly introduced or random sampled self-assessment questions. Therefore, the solution input (text, formulas, images) including the upload of handwritten solutions should be streamlined for sake of usability. Overall, the self-assessment question type has shown the potential for providing scalable learning support, cross-domain applicability is an open issue. Fine-grained assessment criteria and freedom of solution input are recommended, and high usability of the plugin seems a prerequisite for increasing iterative improvement of solutions. Complexity of expected solutions is still a challenge to be explored together with earlier access to criteria in a self-assessment.

6 References

- [And19] Andrade, H. L.: A critical review of research on student self-assessment. *Front Educ* 4:1–13, 2019.
- [BLT15] Boud, D.; Lawson, R.; Thompson, D.G.: The calibration of student judgement through self-assessment: disruptive effects of assessment patterns. *Higher Education Research & Development*, 34 (1). S. 45-59, 2015.
- [BW09] Black, P., & Wiliam, D.: Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5–13, 2009.

- [Car20] Carroll, D.: Observations of student accuracy in criteria-based self-assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 45:8, 1088-1105, 2020.
- [DeC10] De Champlain, A.F.: A primer on classical test theory and item response theory for assessments in medical education. *Medical Education*, 44: 109-117, 2010.
- [GGW14] Geri, N., Gafni, R., & Winer, A.: The u-curve of e-learning: course website and online video use in blended and distance learning. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 10, 1-16, 2014.
- [Ham50] Hamming, R. W.: Error-detecting and error-correcting codes. In: *Bell System Technical Journal*, XXIX (2), S. 147–160, 1950.
- [HMS21] Haake, J.M., Ma, L., Seidel, N.: Self-Assessment Questions - Operating Systems and Computer Networks, DOI: 10.5281/zenodo.5021350, 2021.
- [Har17] Hartung, S.: Lernförderliches Feedback in der Online-Lehre gestalten. In H. R. Griesehop & E. Bauer (Hrsg.), *Lehren und Lernen online*. Springer, Wiesbaden, 199–217, 2017.
- [Haa20] Haake, J. M.; Seidel, N.; Karolyi, H.; Ma, L.: Self-Assessment mit High-Information Feedback. DELFI 2020–Die 18. Fachtagung Bildungstechnologien der Gesellschaft für Informatik e.V., 2020.
- [HBZ13] Hattie, J., Beywl, W., & Zierer, K.: *Lernen sichtbar machen*. Schneider-Verl. Hohengehren, 2013
- [LEW10] Lew, M. D. N.; Alwis, W.A.M.; Schmidt, H.G.: Accuracy of students' self-assessment and their beliefs about its utility. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 35(2), 135-156, 2010.
- [PR14] Panadero, E.; Romero, M.: To rubric or not to rubric? The effects of self-assessment on self-regulation, performance and self-efficacy. *Assess. Educ.* 21, 133–148, 2014.
- [Sad89] Sadler, D. R.: Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18(2), 119–144, 1989.
- [Ste21] Steinkohl, K., Burchart, M., Haake, J.M., Seidel, N.: SelfAssess Question Type Plugin for Moodle, https://github.com/D2L2/qtype_selfassess, 2021.
- [TG+12] Tejeiro, R. A.; Gomez-Vallecillo, J. L.; Romero, A. F.; Pelegrina, M.; Wallace, A.; Emberley, E.: Summative self-assessment in higher education: implications of its counting towards the final mark. *Electron. J. Res. Educ. Psychol.* 10, 789–812, 2012.
- [Tha17] Thawabieh, A. M.: A comparison between students' self-assessment and teachers' assessment. *J. Curri. Teach.* 6, 14–20, 2017.
- [WZH20] Wisniewski, B., Zierer, K., & Hattie, J.: The Power of Feedback Revisited: A Meta-Analysis of Educational Feedback Research. *Frontiers in Psychology*, 10, 2020.

Development of a Digital Goal Setting Companion for Higher Education

Felix Weber ¹, Johannes Schruppf ², Tobias Thelen ³,

Abstract: Goal setting is known to be an effective way to guide behaviour and plays an essential role in self-regulated learning. Goals can serve as benchmarks for the evaluation of behaviour. Recently, research on goal networks instead of isolated goals has received growing interest. In this paper, we present a goal setting intervention that guides university students a) to develop personal educational goals and b) to derive sub-goals, actions and strategies to make those high-level goals tractable. The results are hierarchical goal systems connecting high-level goals to concrete actions. We illustrate the technical implementation as web-based application. Explorative data analysis of data from a paper-pencil preliminary study (n=8) and a first pilot study with a web-based software prototype (n=17) is presented. We conclude with an outlook on further development steps.


Keywords: Goal Setting, Hierarchical Goal Systems, Digital Assistant, Web Technologies


1 Introduction


Goals can be understood as concrete manifestations of motivation. Goal Setting has been shown to affect outcomes such as performance, activity, academic performance, well-being and vitality. Considering goals as "internal representations of desirable states" [VA96], almost every human behaviour can be viewed as being goal-directed. In this section the significance of goals in the context of learning will be introduced.

Locke and Latham could demonstrate that the right degree of challenge has remarkable effects on performance [LL19]. The more challenging the goal, the higher is the performance. This correlation holds until the threshold of subjective ability is exceeded. Beyond this point performance decreases. In the domain of education these findings are essential because students need to find personal goals with the right degree of challenge.

Ryan and Deci have outline a taxonomy of motivation and self-regulation styles in their self-determination theory (SDT) [RD00]. SDT distinguishes a continuum between

¹ Osnabrück University, Institute of Cognitive Science, felix.weber@uos.de,  <https://orcid.org/0000-0002-7012-3378>

² Osnabrück University, Institute of Cognitive Science, johannes.schrumpf@uos.de,  <https://orcid.org/0000-0002-0068-273X>

³ Osnabrück University, Institute of Cognitive Science, tobias.thelen@uos.de,  <https://orcid.org/0000-0002-3337-6093>

amotivation, different stages of external motivation and intrinsic motivation. The process of goal internalization depends on self-endorsement, self-congruence and personal interest. This indicates that guiding students in the development of personally meaningful goals may lead to an increase of intrinsic motivation, which is not only beneficial for learning but also for well-being, health and personal development.

In cyclic models of self-regulated learning, active learners play an essential role by regulating their behaviour in iterative loops of planning, acting and reflecting learning processes. In these models individual learning goals are an essential building block because they are a foundation for planning and benchmarks for evaluation [Zi89].

Recent studies have shown that elaboration on goals and intensive writing about goals and ideal future can significantly increase academic performance [Mo08] [Sc20]. The study of goal systems and the kinds of relations between goals are an emerging research area [LPZ07] [We19] [KS20]. These findings imply that students can benefit from digital interventions that assist them in the development of personal educational goals and goal systems. The goal of this project is to develop a digital assistant for a) the discovery of intrinsically motivated educational high-level goals and b) the construction of hierarchically organized structures of goals in a web application. In the current stage of development the goal setting and planning phase is already covered, while the dynamics of learning processes and goal pursuit remains to be covered in the future.

2 Methods

The core idea of the project presented in this paper is to help students to organize their educational goals as hierarchical goal systems, which are tree-shaped goal systems. An abstract and distal root goal is split into sub-goals, a procedure that is recursively repeated until actionable goals occur at the deepest level. Although hierarchical goal systems are restrictive in the sense that only subgoal relations are modeled, they have the following functional advantages:

- Personal goals as roots of goal hierarchies allow maintenance over time and the dynamic adaptation of sub-goals, actions and strategies, which can affect performance by goal mechanisms as outlined by Locke and Latham [LL02].
- The connections between personally meaningful long-term goals to concrete tasks in academic everyday-life are highlighted. Having important life goals and understanding higher education as a means to their achievement can increase academic achievement [Sc19].
- Task selection and prioritization can be organized by picking tasks from the bottom layer. If the priorities of root goals are known, the task prioritization problem can be solved easily.

The following two development steps towards a goal setting web application, based on HGS have been taken so far: Firstly, to explore potential difficulties that students have with naming personal educational goals and with constructing hierarchical goal systems, a paper-pencil pre-study was conducted. Secondly, a digital prototype was developed and a tested in a digital pilot study.

2.1 Paper-Pencil Pre-Study

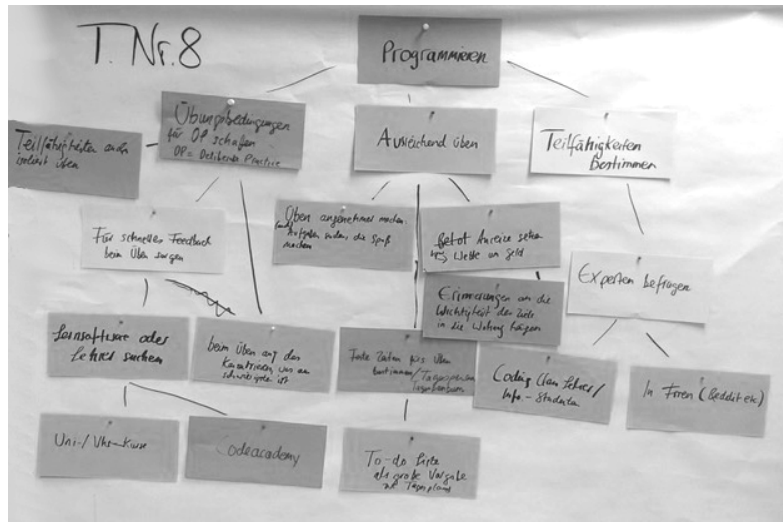


Fig 1: This example shows how a participant extended the root goal of learning how to program into a hierarchical goal system. The crossed link at the left is remarkable because it indicates a "forbidden" cross-link causing a goal to have two superordinate goals.

The analogue pre-study was conducted as an interview to identify difficulties and user requirements for the construction of hierarchical goal systems. Participants ($n=8$) were recruited by emails distributed over a mailing list and incentivized by test subject hours which are mandatory in certain study programs. In a second email participants were instructed to think about their educational goals and fill out an online questionnaire, inspired by the future authoring program by Morisano [Mo08]. As a result of the online questionnaire, participants wrote down a list of personal goals, as potential root nodes. Then appointments for an interview in person were made. In the interview students were instructed how to pick goals from their list of personal goals and extend them to hierarchical goal systems. This was done on a pinboard with paper cards, as the example in figure 1 shows. Participants were encouraged to talk about difficulties during the construction process. The interviewer gave supportive advice as required by participants and recorded observations about difficulties and user behaviour. Participants constructed

hierarchical goal systems, within the given time, 12 in total.

Participants reported difficulties with the "rule" that a goal can have only one parent. They stated that some goals have synergetic effects or in other words serve more than one superordinate goal, so participants wished to form cross-links. How to deal with goals beneficial to more than one higher goal remains an open issue. Crosslinks would make the resulting structure less clear. The alternative solution to have more than one representation of the same subgoal, leads to redundant representations. Under the perspective of prioritization, goals serving more than one superordinate goal are interesting because their payoff in terms of goal progress is higher.

In some cases of personal goals, participants reported that the interviewers' presence was perceived as disturbing. This point constitutes an advantage of a digital assistant which allows participants to be alone during the goal setting process.

2.2 Digital Pilot Study

Based on the analogue pre-study a web-based software prototype was implemented using the Django web framework [Dj13], and the d3.js javascript library [BO11] for the visualizations. Participants were invited by emails with the URL of the web application.

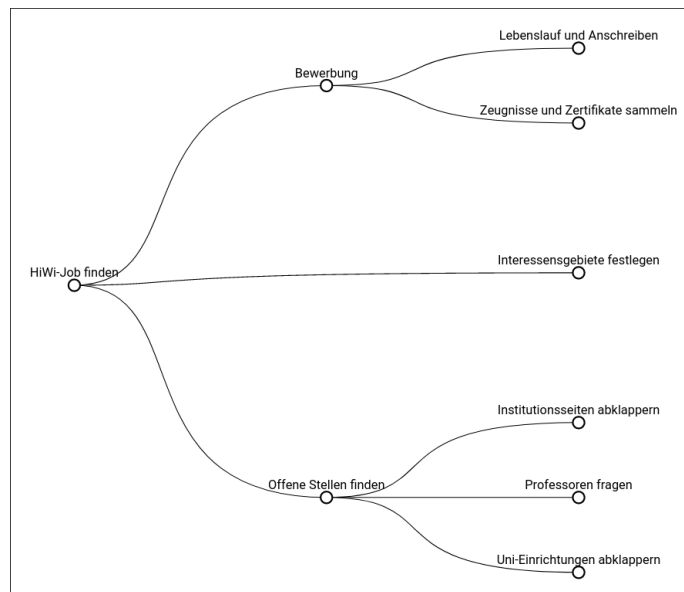


Fig 2: Example tree from the digital pilot that shows an increase of concreteness and actionability top-down.

In the web app, users are guided through a sequence of a consent form, a pre-questionnaire with demographic questions, instructions and an example goal hierarchy, personal goal hierarchy construction and finally a post-questionnaire (NASA Task Load Index plus open question). In total 17 participants generated 25 goal hierarchies with 281 nodes in total. The branching for each node ranged from 1 to 5, the number of nodes per goal system varied from 4 to 20 and the depth of the goal hierarchies ranged from 1 to 6.

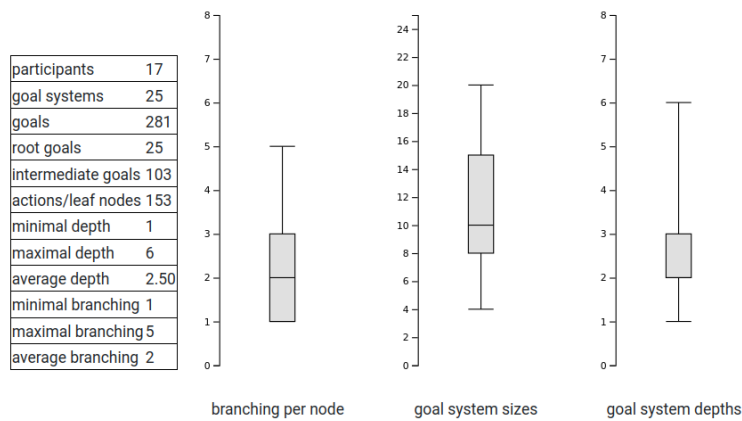


Fig. 3: Structural characteristics of the goal systems from the digital pilot study.

Exploratory analyses of the goal systems showed that goal concreteness seems to correlate with depth in the goal system. In the open questions, participants reported that the task was demanding but the intervention helped to gain clarity and get a better overview. One participant reported difficulties to develop subgoals in domains that are yet unknown. That is an aspect from which we expect beneficial effects because clarification may occur when thinking hard about means for goal achievement.

3 Conclusion and Outlook

In this paper, we have summarized the current state of the development of an innovative web-based goal setting intervention for university students, based on the concept of hierarchical goal systems. The results indicate that the approach is suitable to support students to derive increasingly concrete and actionable goals.



The next development steps will be to use different types of visualizations for hierarchical data, such as treemaps, sunbursts, dendrograms and circlepacking to represent HGS. We will evaluate changes in usability and possible effects on structural properties of the resulting goal systems and characteristics of the resulting goals.

The final version of the software is intended to guide students during planning, learning and evaluation phases by providing dynamic hierarchical goal systems, suitable to monitor goal progress, reflect on goal progress and learning strategies and dynamically adapt goal systems to new situations. Once this stage of development is reached, longitudinal studies will shed light onto effects on educational goal pursuit.

Bibliography

- [BO11] Bostock, Michael; Ogievetsky, Vadim ; Heer, Jeffrey: D3 data-driven documents. In: *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* Bd. 17 (2011), Nr.12
- [Dj13] Django Software Foundation: Django: The Web framework for perfectionists with deadlines. In: *Djangoproject.Com* (2013)
- [KS20] Kung, Franki Y.H.; Scholer, Abigail A.: The pursuit of multiple goals. In: *Social and Personality Psychology Compass* Bd. 14 (2020), Nr.1, S.1–14
- [LL02] Locke, Edwin A.; Latham, Gary P.: Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. In: *American Psychologist* Bd. 57 (2002), Nr.9, S.705–717. ISBN1935-990X (Electronic); 0003-066X
- [LL19] Locke, Edwin A.; Latham, Gary P.: The development of goal setting theory: A half century retrospective. In: *Motivation Science* Bd. 5 (2019)
- [LPZ07] Louro, Maria J.; Pieters, Rik ; Zeelenberg, Marcel: Dynamics of Multiple-Goal Pursuit. In: *Journal of Personality and Social Psychology* (2007)
- [Mo08] Morisano, Dominique: Personal Goal Setting in University Students: Effects on Academic Achievement, Executive Functioning, Personality, and Mood, McGill University, Montreal, 2008
- [RD00] Ryan, Richard M.; Deci, Edward L.: Ryan&Deci Self-determination Theory. In: *American Psychologist* Bd. 55 (2000), Nr.1
- [Sc19] Schippers, Michaéla C.; Morisano, Dominique; Locke, Edwin A. ; Scheepers, Ad W.A. ; Latham, Gary P. ; de Jong, Elisabeth M.: Writing about personal goals and plans regardless of goal type boosts academic performance. In: *Contemporary Educational Psychology* Bd. 60, Elsevier (2020), Nr.November 2019, S.101823
- [VA96] Vancouver, Jeffrey B.; Austin, James T.: Goal constructs in psychology: Structure, process, and content. In: *Psychological Bulletin* Bd. 120 (1996)
- [We19] Weber, F.: Goal trees as structuring element in a digital data-driven study assistant. In: *16th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age, CELDA 2019, 2019* —ISBN 9789898533937
- [Zi89] Zimmerman, Barry J.: Models of Self-Regulated Learning and Academic Achievement. In: , 1989, S.1–2

The Impact of Guidance and Feedback in Game-Based Computational Thinking Environments

Sven Manske ¹, Alexia Feier, Philip Frese, Pia Hölzel, Maurice Iffländer Rodriguez, Joshua Körner, Aron Lichte, Lena Otto de Mentock, Melinda Kocak, Natalia Szymczyk, Dilan Temel, Mathis Haefs, Nina Kersting, Rebekka C. Liewald, Daniel Bodemer ²,


Abstract: In this paper we investigated the impact of feedback and guidance on the development of computational thinking skills. To achieve this, we extended a game-based learning environment that aims to foster computational thinking by teaching programming in self-regulated learning scenarios. The learning environment has been enriched with multiple mechanisms to guide learners and provide feedback that is directed towards the development of computational thinking skills, particularly specific abstractions in programming among algorithmic thinking. To assess the impact of guidance and feedback, we conducted an empirical study with 57 participants. The findings indicate that feedback on the logical artifacts can reduce certain code smells and increase the motivation on the part of the learners.

Keywords: Computational Thinking, Game-Based Learning, Programming, Guidance.

1 Introduction

In her fundamental work, Wing [Wi06] defined Computational Thinking (CT) as an “fundamental skill for everyone, not just for computer scientists.” According to Wing [Wi14], it is the “thought processes involved in formulating a problem and expressing its solution(s) in such a way that a computer ... can effectively carry out”. Due to the increasing popularity of CT as a concept in education throughout the last decade [PSB17, GP13], visual block-based programming emerged as the predominant paradigm in teaching CT skills [Gr17], with Scratch being one of the most prominent representatives of this domain [Re09]. In the tradition of the educational programming language Logo [Pa80], Scratch has many facilities for learners to express themselves through programming and to create logical artifacts that solve real problems without the difficulty to learn a big set of syntactical constructs. Still, it conveys relevant concepts of computer science and programming, such as events, scene graphs, abstractions such as loops, and message passing. Scratch projects consist of a microworld (“stage”) with sprites that can be programmed by the learners. However, prior research has shown that Scratch might even foster bad programming habits [Me11], which can be improved with well-designed feedback and assessment mechanisms [Mo15]. Particularly for Scratch projects, the Dr.

¹ University Duisburg-Essen, Duisburg, sven.manske@uni-due.de,  <https://orcid.org/0000-0002-5098-1682>

² University Duisburg-Essen, Duisburg, daniel.bodemer@uni-due.de,  <https://orcid.org/0000-0003-2515-683X>

Scratch system has been developed to assess CT skills based on the automatic analysis of learners' programming artifacts, namely the scratch projects created [Mo15]. The importance of guiding learners has been emphasized since the early years of Logo which is underpinned by research in promoting constructivist learning [LT97, Ma04, Da01].

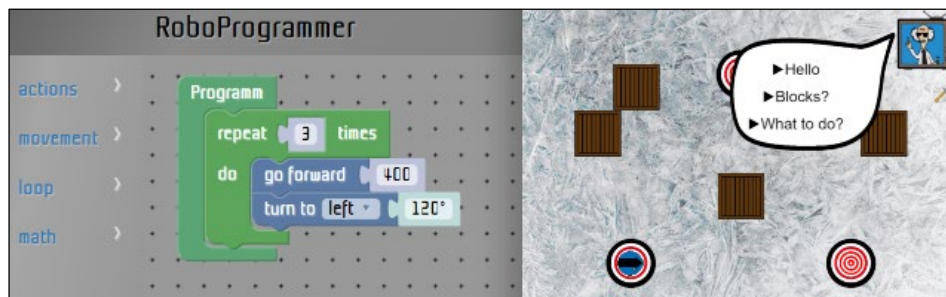


Fig. 1: The game environment of *ctGameStudio* consists of a microworld and a programming tool.

However, the last year of distant teaching in the COVID-19 situation has shown that self-regulated learning environments can overcome some of the burdens in the educational system. The game-based environment *ctGameStudio* aims at introducing CT concepts in a playful and guided way based on visual block-based programming [WMH18, We18]. In contrast to Scratch, the environment is not an open sandboxed, but it guides learners through an already fixed scenario with a pre-structured learning trajectory. Each stage focuses systematically on building a specific abstraction (such as variables, conditions, loops, events, or functions). Figure 1 shows the environment that is split into the code editor with the block-based visual programming language and the microworld with a virtual robot and a virtual companion on the right-hand side. This follows Logo's turtle graphic regarding the "ego-body-syntonic approach" [Pa80, AD86].

For this work, we extended *ctGameStudio* with a feedback component to support reflection on and evaluation of the logical artifacts created by the learners. Following the approach of Dr. Scratch, we developed a set of automated indicators that are used to assess computational thinking skills and to support learners' reflection. The automated assessment is based on the analysis of code artefacts, whereas the guidance is intended to support evaluation processes to foster computational thinking skills. Finally, we present the results of an empirical study with 57 participants.

2 Guidance and Feedback in *ctGameStudio*

The conceptualization of the guidance and feedback in the extension of *ctGameStudio* for this work is based on the (1) introduction of the environment with an interactive tutorial, (2) the feedback tool, and (3) prompts to support learners when they are stuck (i.e., cycles, restarting on "overshooting" the goal).

The *feedback tool* appears as soon as a level has been successfully completed. It consists of three components with performance- and CT-oriented indicators. The first component is the overview component which is presented after successfully completing a level. A CT score as an aggregative measure comprised of the different metrics was developed to give an overall understanding of the performance and to provide comparability between learners for the study. The metrics include among others the number of code smells detected, e.g., dead code or duplicated blocks. In addition, the feedback contains dynamic measures that are evaluated at runtime, such as the time to solve a level, the number of tries, or the number of blocks visited. The latter indicates the runtime behaviour in analogy to the vLOC metric (“visited lines of code”) [Ma2014]. To support the evaluation of the own artefacts, each of the metrics is connected to the logical artefact. Thus, the learner might explore the metrics and get immediate feedback on the specific portion of the code through highlights and (textual) explanations. Fig. 2 shows the connection between metrics (left), highlighted code (middle) and the explanations (right).

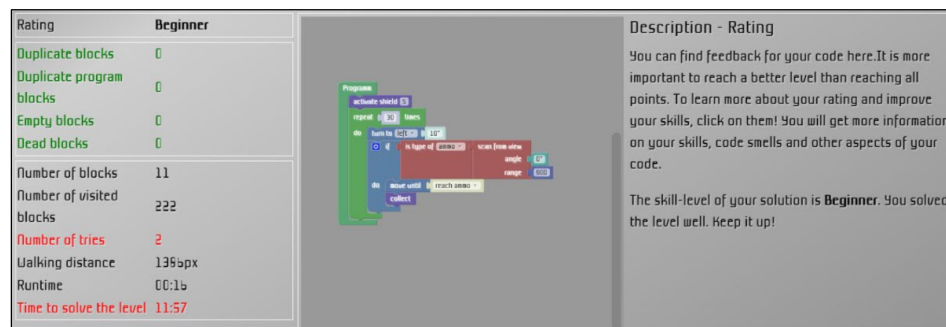


Fig. 2: The feedback tab supports learners’ reflection and introspection on their code artefacts.

3 Evaluation

The aim of this exploratory evaluation is to measure the effect of the feedback and guidance components described above on certain performance parameters. The experimental group (labelled “1”), had access to the feedback component and prompts, while for the control group (labelled “0”), all guidance components were disabled. We hypothesize, that the learners of the guided version of *ctGameStudio* show increased performance parameters compared to those of the control group.

The experiment was conducted in an online setting, where 57 people participated in this experiment (21 men; 36 women; mean age: $M = 22.23$, $SD = 3.98$). Participants were given the task to interact with the learning environment for 45 minutes. Each participant had the possibility to contact the test instructor if they encountered technical problems during the study. However, additional hints on how to solve the tasks were not given. For the control group, all the guidance components were removed. However, participants of

both groups had the opportunity to get additional information about the individual programming blocks and predefined methods in the block lexicon.

To measure the performance of the learners, the following features were extracted from each code artefact: *number of dead blocks*, *number of duplicate blocks*, *number of levels completed*, *time to solve a level*, *runtime*, *number of tries to solve a level* and the *ctscore*.

4 Results

The analysis of the mean differences of the different parameters were determined with a t-test. As seen in table 1, it is noticeable that the measured parameters mostly performed better in the group with adjusted feedback and guidance components. The score *number of duplicate blocks* is significant ($t(28.88) = 2.60, p = .015$) with a mean difference of 0.44 blocks. The mean differences between the groups are particularly small in the categories *ctscore* ($t(55) = -.35, p = .727, MD = -1.10$) and *runtime* ($t(53) = 1.12, p = .268, MD = 1.03$ seconds). The scores of *time to solve* ($t(53) = .19, p = .850, MD = 12.03$ seconds) and *level won count* ($t(38.92) = 1.27, p = .213, MD = 0.78$) were better in the control group but could not reach significance.

Tab.: 1

<i>Outcomes Performance Parameters Analysis</i>				
User Statistics	Exp_version	<i>M</i>	Mean	<i>p</i>
ctscore	0	83.71	-1.10	.729
	1	84.81		
Number of dead blocks	0	0.80	0.55	.141
	1	0.25		
Number of duplicate blocks	0	0.49	0.44	.015
	1	0.05		
Level won count	0	7.03	0.78	.213
	1	6.25		
Runtime	0	9.10	1.10	.265
	1	8.00		
Time to solve	0	173.20	-12.00	.850
	1	185.20		
Tries	0	6.62	0.11	.896
	1	6.51		

Note. Time is given in seconds.

5 Conclusion

In this paper we presented an extension of the game-based learning environment *ctGameStudio*. The new version includes feedback and guidance components that analyse the learner's code and provide appropriate guidance that improves learning, particularly the inspection, reflection, and evaluation of own logical (code) artefacts. We hypothesized that this would result in higher performance regarding computational thinking.

The results regarding the differences in the performance parameters between two groups showed no significant improvement in most performance parameters. However, the significant mean difference in *number of duplicate blocks* shows that the concepts are well explained to the participants and that the acquired knowledge can be transferred. In addition, there is a tendency for the feedback group to take a bit more time and complete slightly fewer levels, which can be explained by the fact that the participants had to deal with the feedback and interact with the component. However, these differences are not significant. Additionally, a significant improvement of the flow could be observed in the feedback group. Flow is repeatedly described in literature as a particularly important factor in the learning process, so that this result is an indication that the changes to the game experience were effective.

Since there is a considerable amount of literature on the benefits of formative and summative feedback in gaming-based learning environments, e.g. [Gr18, LK11], the reason for the small group differences regarding the performance of the learners may be due to the implementation of the feedback system and the design of the study. Even though there were small performance improvements in the feedback group, there were no significant differences in the *ctscore*. The ratios of the parameters for the calculation of the score may need to be revised. Although, *ctGameStudio* is created for first-time game-based learning of CT the participants of the study had a high heterogeneity in terms of programming experience, which may have led to mixed results. Since the game was only played for 45 minutes and it takes extra effort to read the feedback dialogs, the benefits might only be realized with longer observation.

6 Bibliography

- [AD86] Abelson, H.; diSessa, A.: *Turtle Geometry: The Computer as a Medium for Exploring Mathematics*, 1st ed., MIT Press, Cambridge, 1986.
- [Da01] Dalgarno, B.: Interpretations of constructivism and consequences for Computer Assisted Learning. In: *British Educational Research Association*, pp.183-194, 2001.
- [Gr18] Groff, J. S.: The potentials of game-based environments for integrated, immersive learning data. In: *European Journal of Education*, 53(2), pp. 188-20, 2018.
- [GP13] Grover, S.; Pea, R.: Computational Thinking in K–12. In: *Educational Researcher*, 42(1), pp. 38–43, 2013.

- [Gr17] Grover, S.: Assessing Algorithmic and Computational Thinking in K-12: Lessons from a Middle School Classroom. In (Rich, P. J.; Hodges, C. B. eds.): Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking. *Educational Communications and Technology: Issues and Innovations*, Springer, Chalm, pp. 269-288, 2017.
- [LK11] Lee, M. J.; Ko, A. J.: Personifying programming tool feedback improves novice programmers' learning. In: *Proceedings of the seventh international workshop on Computing education research - ICER '11*, pp. 109-116, 2011.
- [LT97] Lee, M. O. C.; Thompson, A.: Guided Instruction in Logo Programming and the Development of Cognitive Monitoring Strategies among College Students. *Journal of Educational Computing Research*, 16(2), pp. 125–144, 1997.
- [Ma04] Mayer, R. E.: Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *The American Psychologist*, 59(1), pp. 14-19, 2004.
- [Ma14] Manske, S., & Hoppe, H. U. (2014). Automated indicators to assess the creativity of solutions to programming exercises. In *2014 IEEE 14th ICAIT* (pp. 497-501).
- [Me11] Meerbaum-Salant, O., Armoni, M., & Ben-Ari, M. (2011, June). Habits of programming in scratch. In *Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education* (pp. 168-172).
- [Mo15] Moreno-León, J., & Robles, G. (2015, November). Dr. Scratch: A web tool to automatically evaluate Scratch projects. In *Proceedings of the workshop in primary and secondary computing education* (pp. 132-133).
- [Pa80] Papert, S.: *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Basic Books, New York, 1980.
- [PSB17] Pugnali, A.; Sullivan, A.; Bers, M. U.: The impact of user interface on young children's computational thinking. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 16, pp. 171-193, 2017.
- [Re09] Resnick, M.; Maloney, J.; Monroy-Hernández, A.; Rusk, N.; Eastmond, E.; Brennan, K.; Millner, A.; Rosenbaum, E.; Silver, J.; Silverman, B.; Kafai, Y.: Scratch: programming for all. In: *Communications of the ACM*, 52(11), pp. 60-67, 2009.
- [We18] Werneburg, S.; Manske, S.; Feldkamp, J.; Hoppe, H. U.: Improving on Guidance in a Gaming Environment to Foster Computational Thinking. In: *Proceedings of the 26th International Conference on Computers in Education*, Philippines, pp. 676-685, 2018.
- [WMH18] Werneburg, S.; Manske, S.; Hoppe, H. U.: ctGameStudio - A Game-Based Learning Environment to Foster Computational Thinking. In: *Proceedings of the 26th International Conference on Computers in Education*, Philippines, pp. 543-552, 2018.
- [Wi06] Wing, J. M.: Computational Thinking. In: *Communications of the ACM*, 49(3), pp. 33-35, 2006.
- [Wi14] Wing, J. M.: Computational Thinking Benefits Society. In: *Social Issues in Computing 40th Anniversary Blog*, New York, 2014.

Die kompetenzorientierte Studienplanung – Entwicklung eines Tools zur Unterstützung von (Lehramts)-Studierenden

Tobias Hirmer¹, Nora Heyne¹ und Andreas Henrich²

Abstract: Durch die Bologna-Reform wurde der Kompetenzorientierung an der Hochschule eine zentralere Rolle eingeräumt. Ein Großteil der Studiengänge wurde modularisiert und daran ausgerichtet, welche Kompetenzen Studierende am Ende ihres Studiums haben sollten. Doch nicht immer sind diese Kompetenzen durch die Struktur eines Studiengangs vollständig determiniert. Gerade in Studiengängen mit umfangreicheren Freiheiten bei der Kurswahl, liegt die zentrale Verantwortung für den Erwerb relevanter Kompetenzen auch bei den Studierenden selbst [Rö12, S. 243]. Dieser Beitrag befasst sich daher mit der Frage, wie man (Lehramts-)Studierende bei der kompetenzorientierten Planung ihres Studiums unterstützen kann. Wir stellen eine Anwendung vor, welche für Studierende erstens die in den Lehrveranstaltungen zu vermittelnden Kompetenzen visualisiert und zweitens die sich aus Wahlentscheidungen ergebenden Konsequenzen für das individuelle Kompetenzprofil nachvollziehbarer macht. Dabei wird kurz der theoretische Rahmen umrissen sowie das Konzept, der aktuelle Stand und die weiteren Entwicklungsschritte vorgestellt.

Keywords: Lehrerbildung, Kompetenzen, Standards, Kompetenzorientierte Studienplanung

1 Einleitung

Im Zuge der Bologna-Reform vor über 20 Jahren wurde der Kompetenzorientierung an der Hochschule ein höherer Stellenwert eingeräumt. Die Modularisierung der Studiengänge ging damit einher, diese neu geschaffenen Module an den zu vermittelnden Kompetenzen auszurichten und zu evaluieren [Ku10]. Mit dieser Entwicklung erfolgte also auch „ein Wandel von einer ‚Content‘- zu einer ‚Outcome‘-Orientierung“ [Pa11, S. 27] und damit einer Orientierung an den zu vermittelnden Kompetenzen [Sc12, S. 10].

Diese Kompetenzorientierung im Studium kann aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden. So kann bei der Konzipierung von Studiengängen und Modulen die Orientierung an den zu erlangenden Kompetenzen umgesetzt und auch durch die Akkreditierung von Studiengängen geprüft werden. Die vermittelten Kompetenzen sind Studierenden zwar – zumindest auf Modulebene – zugänglich, jedoch nicht immer entscheidend für die Wahl einzelner Lehrveranstaltungen [BT03][KHC75][Kr95]. Dabei gehört zu einer vollständigen Orientierung an Kompetenzen nicht nur, die Module darauf aufzubauen, sondern auch den Studierenden eine bewusste Auswahl von Lehrveranstaltungen bzw. Modulen anhand der darin vermittelten Kompetenzen zu

¹ Universität Bamberg, Projekt WegE (Wegweisende Lehrerbildung), Luisenstraße 5, 96047 Bamberg, Deutschland, {tobias.hirmer; nora.heyne}@uni-bamberg.de

² Universität Bamberg, Lehrstuhl für Medieninformatik, An der Weberei 5, 96047 Bamberg, Deutschland, andreas.henrich@uni-bamberg.de

ermöglichen [Sc12, S. 87]. Studierende sollen hierdurch an ihrem Kompetenzprofil arbeiten können, individuelle Schwerpunkte setzen oder sich in Bereichen, in denen sie noch wenige Kompetenzen aufgebaut haben, gezielt weiterbilden können.

Der vorliegende Beitrag setzt sich mit der Frage auseinander, wie man (Lehramts-) Studierende bei der kompetenzorientierten Planung ihres Studiums unterstützen kann. Hierzu werden zunächst kurz die Grundlagen sowie die Rahmenbedingungen erläutert. Anschließend wird eine derzeit im ersten Einsatz und in der Weiterentwicklung befindliche Webanwendung vorgestellt, welche Lehramtsstudierenden eine Visualisierung der in Lehrveranstaltungen zu vermittelnden Kompetenzen, anbietet. Neben dem derzeitigen Stand wird auch auf zukünftige Erweiterungen des Systems und daraus resultierende Anknüpfungspunkte für weitere Forschungsarbeiten eingegangen.

2 Grundlagen und Rahmenbedingungen

Grundsätzlich bedeutet Kompetenzorientierung „den Blick auf die Studierenden, ihre schon vorhandenen Kompetenzen und ihre Kompetenzentwicklungsziele zu richten und Unterstützung auf allen Ebenen genau daraufhin auszurichten“ [WWM17, S. 6]. Vorteil dieser Sicht ist, dass nicht nur das Verstehen und Behalten von Wissen sondern auch sein Transfer im Fokus stehen und somit „die Vermittlung, Einübung und Entwicklung von Fähigkeiten, dieses Wissen bei anspruchsvollen Aufgaben und Problemstellungen zur Anwendung zubringen“ [Sc12, S. 86]. Trotz der vielfältigen Definitionsmöglichkeiten des Kompetenzbegriffs, treffen Schaper et. al. damit gut den zentralen Aspekt einer Kompetenz – die Fähigkeit, erlangtes Wissen auf verschiedene Situationen anwenden zu können. Die Kompetenzorientierung an der Hochschule steht dabei vor der Herausforderung, dass die Entwicklung von Kompetenzen und die Lernwege durch ein Studium sehr unterschiedlich sein können, da Studierende unterschiedliche Voraussetzungen und Rahmenbedingungen in ein Studium einbringen [Sc12, S. 68] und auch das soziale Umfeld [KHC75] eine wichtige Rolle einnimmt. Insbesondere in Studiengängen mit größeren Wahlmöglichkeiten – wie z.B. dem Lehramtsstudium an der Universität Bamberg – kommen weitere Faktoren hinzu: Merkmale des Dozierenden, das Interesse am Kurs, Neuheit und Praxisrelevanz des Themas, die Veranstaltungsform sowie der mit dem Besuch wahrscheinlich verbundene Arbeitsaufwand [Kr95, S. 134f.]. Ein weiteres Problem sehen Babad und Tayeb [BT03, S. 374] darin, dass viele Studierende nicht genau wissen, welche Ziele und Prioritäten sie verfolgen. Eine Lösung können Orientierungshilfen und Unterstützungssysteme für Studierende sein, damit diese das Studium besser und effektiver organisieren können [Sc12, S. 68][WWM17, S. 9f.].

Für den Erfolg von Kompetenzorientierung sind die Transparenz von Lernzielen, deren Zusammenhänge und die Lernwege durch ein Studium essenziell [Sc12, S. 87]. Auch aus lerntheoretischer Sicht ist davon auszugehen, dass die Klarheit über Lernziele einerseits und das Wissen um vorhandene Lehrangebote, andererseits, grundlegende Voraussetzungen für den Erfolg im Studium sind. Noch wichtiger wird die Klarheit über

diese beiden Aspekte v.a. beim selbstgesteuerten Lernen [Zi00] in einem überwiegend selbstorganisierten Studium. In dem Modell zum selbstgesteuerten Lernen nach Zimmerman kommt, neben der bewussten Setzung von Zielen, der Auswahl von geeigneten Materialien und der zielstrebigem Nutzung von Lehrangeboten, der Reflexion, inwieweit die Lernziele erreicht wurden, eine zentrale Bedeutung zu. Die Klarheit über die eigenen Ziele sowie den Leistungsstand im Hinblick auf diese bilden nach diesem Modell zentrale Grundlagen für ein erfolgreiches selbstgesteuertes Lernen, was ebenso für das selbstgesteuerte Studium anzunehmen ist. Unterstützungssysteme könnten Studierende in den oben genannten Prozessen des selbstgesteuerten Studierens unterstützen sowie Anreize und Möglichkeiten schaffen, die individuellen Ziele durch eine darauf ausgerichtete Auswahl von Lehrangeboten zu verfolgen.

3 Prototypische Entwicklung

Die BilApp (Bildungswissenschaftliche Applikation) ist eine Webanwendung, welche im Projekt Wegweisende Lehrerbildung (WegE)³ an der Universität Bamberg entwickelt wird. Das Hauptziel der BilApp ist es, Lehramtsstudierende bei der kompetenzorientierten Studienplanung zu unterstützen. Derzeit ist die Anwendung auf den ersten erziehungswissenschaftlichen Teil (EWS I) des Lehramtsstudiums begrenzt, da dieser von fast allen Lehramtsstudierenden an der Universität Bamberg durchlaufen werden muss und unabhängig von der gewählten Fächerkombination ist. Die Kernfunktion der Anwendung ist die Visualisierung der in den Lehrveranstaltungen zu vermittelnden Kompetenzen – wahlweise – in Bezug auf die „Standards für die Lehrerbildung“ der Kultusministerkonferenz (KMK) [Ku19], das „Strukturmodell für die Lehrerbildung“ der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaften (DGfE) [De04] sowie die erste Lehramtsprüfungsordnung (LPOI) [Ba09]. Die Informationen zu den Lehrveranstaltungen sowie die prozentualen Zuordnungen zu den Kompetenzzielen der jeweiligen Standards werden von den Dozierenden über ein Formular in der BilApp erhoben. In diesem Formular werden von Dozierenden in drei Schritten die relevanten Informationen angegeben. Neben der allgemeinen Veranstaltungsinformation (Schritt 1) und einer Zuordnung zu einem oder mehreren Modulen (Schritt 2) folgt für jeden der hinterlegten Kompetenzstandards die Angabe der prozentuellen Anteile, in welchem Umfang die einzelnen Kompetenzziele der Standards in der Lehrveranstaltung thematisiert werden (Schritt 3).

Abbildung 1 zeigt die Benutzungsoberfläche der Anwendung. Unter ① befindet sich die Auflistung der Lehrveranstaltungen, die in einem Semester angeboten werden. Gruppieren werden sie anhand der Zugehörigkeit zu einer der drei Modulgruppen des EWS I Bereichs – Allgemeine Pädagogik, Schulpädagogik und Psychologie. Zusätzlich können die Veranstaltungen nach verschiedenen Kriterien sortiert und weitere Einstellungen, wie z.B.

³ <https://www.uni-bamberg.de/wege/> (Zuletzt abgerufen: 10.03.2021)

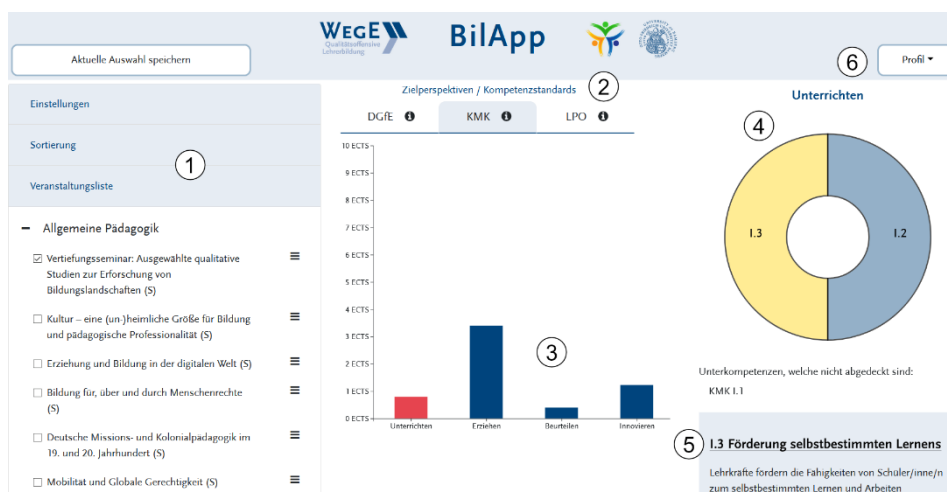


Abbildung 1 Der Aufbau der Hauptkomponente der BilApp, die Auswahl von Lehrveranstaltungen und die Visualisierung der zugehörigen Kompetenzen.

die Auswahl des Semesters, getroffen werden. Die Auswahl eines Kompetenzstandards ist über einen Reiter möglich (2). Darunter erfolgt die Visualisierung der ersten Ebene der Kompetenzziele als Balkendiagramm (3). Im Falle des KMK-Standards werden hier beispielsweise die Kompetenzbereiche Unterrichten, Erziehen, Beurteilen und Innovieren angezeigt. Die erste Ebene stellt also die übergeordneten Kompetenzbereiche der jeweiligen Standards dar. Die Höhe der Balken spiegelt die erreichten ECTS in diesem Kompetenzbereich für die aktuelle Auswahl wider. Welchen Anteil die Themen zu einem bestimmten Kompetenzbereich in einer Lehrveranstaltung einnehmen, lässt sich anhand der prozentualen Zuordnungen ermitteln. Diese werden für die Visualisierung mit den angegebenen ECTS der Veranstaltung verrechnet. Die Visualisierung der zweiten Ebene, welche den ausgewählten Kompetenzbereich (roter Balken) weiter aufgliedert, erfolgt mit Hilfe eines Kreisdiagramms (4). Für den ausgewählten Kompetenzbereich (hier Unterrichten) werden die Anteile der zugeordneten Kompetenzziele dargestellt. Über einen Hover-Effekt erhält der Nutzer nähere Informationen zu den einzelnen Kompetenzen (5). Die Visualisierungen umfassen standardmäßig alle Semester, in den Einstellungen kann jedoch die Visualisierung auf die im ausgewählten Semester belegten Veranstaltungen beschränkt werden. Dadurch können die Studierenden sowohl ihr semesterübergreifendes Kompetenzportfolio, als auch die Verteilung der Kompetenzen im jeweils ausgewählten Semester im Blick behalten.

Zusätzlich gibt es ein Profil mit weiteren Funktionen (6). Dozierende erhalten hier Zugang zu einer Kursübersicht. In dieser können die Dozierenden ihre angelegten Kurse einsehen, neue Kurse anlegen sowie bestehende Kurse editieren, löschen und in das aktuelle Semester kopieren. Neben den genannten Funktionen verfügt die BilApp über eine

Anbindung an die universitäre Nutzerverwaltung, um sowohl Studierenden, als auch Dozierenden möglichst ohne Hürden eine Nutzung der Anwendung im Single Sign-on zu ermöglichen. Auch eine Speicherung der ausgewählten Veranstaltungen zur studienbegleitenden Nutzung der BilApp wird unterstützt.

Eine zentrale Herausforderung in der aktuellen Entwicklungsphase stellt die Integration verschiedener Systeme der IT-Systemlandschaft einer Universität dar. Diese Integration ist nötig, da für die vorgestellte Anwendung Daten aus unterschiedlichen universitären Systemen von Bedeutung sind und durch die Anbindung eine redundante Datenhaltung vermieden werden soll. Die Modellierung der Studiengänge könnte beispielsweise bereits in einer Prüfungsverwaltungssoftware (z.B. FlexNow) vorliegen und für die in der App integrierte Studienplanung genutzt werden. Anzunehmen ist auch, dass Veranstaltungsinformationen bereits in einem entsprechenden System (z.B. UnivIS) verwaltet werden und daher von Dozierenden nicht doppelt angelegt werden müssen. In der Integration der Datenbestände verschiedener universitärer Systeme sehen wir einen essenziellen Mehrwert sowohl für Dozierende als auch für Studierende.

Neben der Anbindung an die universitären Systeme ist ein Profil für Studierende geplant, in welchem diese für die einzelnen Kompetenzziele eigene Zielwerte im Rahmen der Wahlmöglichkeiten angeben können. Dadurch können Studierende selbstbestimmt entscheiden, in welchen Kompetenzbereichen sie Schwerpunkte setzen möchten. Weitere Aspekte, die in naher Zukunft fortentwickelt werden, thematisieren ein mögliches Empfehlungssystem für Kurse sowie die Visualisierungsformen in der Anwendung. Einerseits steht dabei die derzeitige Visualisierung der Kompetenzen als Balken- und Kreisdiagramm auf dem Prüfstand. Andererseits soll visualisiert werden, wie sich die ausgewählten Veranstaltungen auf die im Studium zu belegenden Module auswirken.

Im Rahmen der prototypisch vorgestellten Anwendung zeigen sich verschiedene Perspektiven für weitere Forschungsarbeiten. Einen Ansatzpunkt stellt die Angabe der Kompetenzzuordnungen zu den Lehrveranstaltungen durch die Dozierenden dar. So ist die Zuordnung von Kompetenzzielen für Dozierende keine triviale Aufgabe, welche man aber ggf. mit Hilfe von Verfahren der natürlichen Sprachverarbeitung entsprechend unterstützen könnte. Ein Ziel könnte hier sein, ein teilautomatisches System zu entwickeln, welches mit Hilfe von verschiedenen Unterlagen zu einer Lehrveranstaltung (z.B. Folientexten, genutzte Literatur) den Dozierenden eine Zuordnungsempfehlung dazu gibt, in welchem Umfang einzelne Kompetenzziele eines ausgewählten Standards erfüllt sind.

4 Fazit

Mit dem vorgestellten Prototyp ist ein erster Schritt zu einer Unterstützung von Studierenden bei der kompetenzorientierten Studienplanung erfolgt. Es wurde gezeigt, dass derzeit zwar eine Veranschaulichung der angestrebten Kompetenzen ermöglicht wird, eine Verknüpfung mit der Studienplanung jedoch noch aussteht. Dabei gilt es vielfältige Hürden im Hinblick auf die Erstellung und Aktualisierung der Kompetenzdaten


sowie die Usability des Systems zu überwinden, sodass Studierende bewusst ihr Studium kompetenzorientiert planen können.

5 Literatur

- [Ba09] Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus: Ausgestaltung der inhaltlichen Prüfungsanforderungen für die Erste Staatsprüfung nach Kapitel II der Lehramtsprüfungsordnung I zu den einzelnen Fächern (Kerncurricula), 2009, URL: <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayVwV159082>.
- [BT03] Babad, E.; Tayeb, A.: Experimental analysis of students' course selection. *British Journal of Educational Psychology* 73/, S. 373–393, 2003.
- [De04] Deutsche Gesellschaft für Erziehungswissenschaft: Strukturmodell für die Lehrerbildung im Bachelor-Master-System, 2004.
- [KHC75] Kerin, R.; Harvey, M.; Crandal, F. N.: Student Course Selection in a Non-Requirement Program: An Exploratory Study. *The Journal of Educational Research* 68/5, S. 175–177, 1975.
- [Kr95] Krause, G.: Lehrveranstaltungen im Studium: Herleitung und empirische Prüfung eines Modells zur individuellen Planung des Besuches von Lehrveranstaltungen: Braunschweig, Techn. Univ., Diss., 1995. Waxmann, Münster, 1995.
- [Ku10] Kultusministerkonferenz: Ländergemeinsame Strukturvorgaben für die Akkreditierung von Bachelor- und Masterstudiengängen: (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 10.10.2003 i.d.F. vom 04.02.2010), 2010
- [Ku19] Kultusministerkonferenz: Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i. d. F. vom 16.05.2019), 2019.
- [Pa11] Paetz, N.-V.; Ceylan, F.; Fiehn, J.; Schworm, S.; Harteis, C.: Kompetenz in der Hochschuldidaktik: Ergebnisse einer Delphi-Studie über die Zukunft der Hochschullehre. VS Verlag, Wiesbaden, 2011.
- [Rö12] Rübken, H.: Flexibilität im Studium: eine kritische Analyse. In (Kerres, M.; Hanft, A.; Wilkesmann, U.; Wolff-Bendik, K., Hrsg.): *Studium 2020*. Waxmann, Münster, S. 241–248, 2012.
- [Sc12] Schaper, N.; Reis, O.; Wildt, J.; Horvath, E.; Bender, E.: *Fachgutachten zur Kompetenzorientierung in Studium und Lehre*, 2012.
- [WWM17] Weyer, E.; Wachendorf, N. M.; Mörth, A.: Kompetenzorientierung, wie ist das gemeint? In (Cendon, E.; Donner, N.; Elsholz, U.; Jandrich, A.; Mörth, A.; Wachendorf, N. M.; Weyer, E., Hrsg.): *Die kompetenzorientierte Hochschule. Handreichung der wissenschaftlichen Begleitung des Bund-Länder-Wettbewerbs „Aufstieg durch Bildung“*, S. 6–12, 2017.
- [Zi00] Zimmerman, B. J.: Attaining self-regulation. A social cognitive perspective. In (M. Boekaerts, P. R. P.; Zeidner, M., Hrsg.): *Handbook of self-regulation*. Academic Press, SanDiego, S. 13–39, 2000.

ATLAS – Ambient Teacher-Learner Awareness Solution

Ein ambient Design zur niederschweligen Bereitstellung wissensbezogener Studierenden-Informationen in der digitalen Lehre

Jule M. Krüger ¹, Osman Tasdelen¹, Tabea Küther¹ und Lenka Schnaubert¹


Abstract: Die Corona-Pandemie bedeutete für Universitäten einen akuten Umschwung auf digitale Lehr-Lern-Formate. Dabei bietet medienvermittelte Kommunikation viele Möglichkeiten, stellt aber auch Herausforderungen an Lehrende. Um Lehre studierendenzentriert zu gestalten, müssen Lehrende ihre Erklärungen an Bedürfnisse der Studierenden anpassen. Diese zu erkennen ist durch eingeschränkte Kommunikationskanäle in der digitalen Lehre erschwert. Eine empirische Umfrage zeigt dabei insbesondere auch Bedarf an Informationen über das Verständnis der Studierenden. Awareness-Tools können hier durch Erfassung, Verarbeitung und Bereitstellung wissensbezogener Studierendeninformationen unterstützen, allerdings müssen sie psychologischen und informatischen Anforderungen genügen. Mit ATLAS wurde darum in interdisziplinärer Zusammenarbeit ein web-basiertes Awareness-Tool entwickelt, das durch niederschwellige Bedienung nicht störend in Lernprozesse eingreift und durch ein ambient Design eine intuitive Interpretation auf Lehrendenseite ermöglicht. Erste Evaluationsdaten zeigen, dass die SmartLight-basierte Tool-Erweiterung vorsichtig positiv bewertet wird.

Keywords: Awareness-Tools, Digitale Vorlesung, Studierendenzentrierte Lehre, Tool Evaluation

1 Hintergrund und Vorstudie

Die Covid-19 Pandemie zwang Universitäten dazu, kurzfristig auf emergency remote teaching umzustellen [RC20]. Oftmals wurden bestehende Lehrformate wie Vorlesungen in digitaler Form über Video-Konferenzsysteme durchgeführt. In medienvermittelter Kommunikation stehen Lehrenden jedoch weniger non-verbale Hinweisreize zur Verfügung, um ihre Kommunikation an die Empfänger anzupassen [KSM84]. Eine solche Anpassung (Audience Design; [CM82]) der Inhaltsvermittlung ist aber notwendig, um Lernprozesse auf Seiten der Studierenden bestmöglich zu unterstützen [WNR10]. In diesem Paper wird ein Awareness-Tool vorgestellt, das aufbauend auf [KVS20] durch die Bereitstellung solcher Informationen studierendenzentrierte Lehre unterstützen soll.

Um einen Einblick in die Informationsbedürfnisse von Lehrpersonen in Bezug auf digitale Lehrveranstaltungen zu erhalten, wurde im Rahmen eines Online-Hackathons eine erste

¹ Universität Duisburg-Essen, Medienbasierte Wissenskonstruktion, Lotharstr. 65, 47057 Duisburg,
jule.krueger@uni-due.de, osman.tasdelen@uni-due.de, tabea.kuether@uni-due.de, lenka.schnaubert@uni-due.de,  <https://orcid.org/0000-0002-1141-8803>

Kurzumfrage durchgeführt. 33 Lehrpersonen mit durchschnittlich 11.05 Jahren Lehrerfahrung ($SD = 7.51$) füllten die Umfrage vollständig aus; die Größe ihrer Veranstaltungen variierte sehr stark (5 bis 600 Teilnehmende). Dies spricht für eine heterogene Stichprobe mit breitem Lehrerfahrungsspektrum. In der Umfrage wurden die Lehrpersonen gefragt, welche Informationen über Studierende sie für besonders relevant hielten, um in synchronen Online-Veranstaltungen studierendenzentrierte Lehre durchzuführen, und welche Informationen ihnen hierbei fehlten. In den offenen Antworttexten der Lehrenden wurden verschiedene Themencluster identifiziert. Analog zur Group Awareness-Forschung wurde hierbei zwischen sozio-kognitiven, sozio-motivationalen/-emotionalen und sozio-behavioralen Informationen unterschieden und weiterhin deren Stabilität berücksichtigt [BS20]. Relativ stabile Faktoren, die vor einer Veranstaltung abgefragt werden können, betrafen bspw. kognitive („Vorwissen [...] ob bereits eine Auseinandersetzung mit dem Thema stattgefunden hat“) oder motivationale Voraussetzungen („Motivation, Ziele, Interesse am Stoff“), aber auch organisatorische Informationen („technische Ausstattung [...]). Jedoch wurden auch Variablen identifiziert, deren Ausprägung sich während Veranstaltungen dynamisch verändert. Hier wurden kognitive (z.B. „Verständnis des ‚gerade Gesagten‘“, „können Studierende dem Inhalt folgen?“), motivational-emotionale (z.B. „Die Motivation [...] der Studierenden“, „emotionale Gesamtsituation“) und behaviorale (z.B. „sind die TN überhaupt anwesend?“) Variablen genannt. Weiterhin gaben einige der Befragten an, dass diese Informationen durch den Mangel an non-verbale Hinweisreizen fehlten. Nachfolgend werden zentrale Punkte anhand exemplarischer Aussagen zusammengefasst.

Aussage 1: „[S]chön wäre auch, die Gesichter zu sehen, um Feedback zu bekommen, ob Dinge verstanden werden und wie die Aufmerksamkeit ist; aber das ist eher ein nice-to-have und oft schon aufgrund der Bandbreite nicht gut umsetzbar“ (7 Jahre Lehrerfahrung). Diese Aussage beschreibt hierbei das Problem, dass „Gesichter“ bzw. non-verbales Feedback eine wichtige Informationsquelle für Lehrpersonen sind, die online nur schwierig übermittelt werden können. Diese Aussage kann auf theoretischer Seite durch Kanalreduktionstheorien in der computer-vermittelten Kommunikation unterstützt werden. Dabei wird angenommen, dass in computer-vermittelter Kommunikation oft weniger kontextuelle und non-verbale Hinweisreize übermittelt werden [KSM84].

Aussage 2: „In-time non-verbales Feedback von den Studenten um einsch[ä]tzen zu k[ö]nnen ob meine Ausf[ü]hrungen ankommen, oder ich besser nochmal neu formuliere oder tiefer erkl[ä]re. Fragende Blicke etc schaffen es leider meist nicht durch die Kamera (wenn diese eingeschaltet ist)“ (14 Jahre Lehrerfahrung). Diese Aussage fügt hinzu, dass Lehrende solche Informationen nutzen können, um ihr Lehrverhalten (z.B. Erklärungen) an die Bedürfnisse der Studierenden anzupassen. Diese Anpassung von Erklärungen an die Empfänger, welche auch als „Audience Design“ [CM82] bezeichnet wird, ist wichtig, um Lernen optimal zu unterstützen [WNR10] und Lehre studierendenzentriert zu gestalten.

Aussage 3: „ob sie etwas nicht verstanden haben[,]ob sie noch zuhören[,]ob sie sich (innerlich) aktiv beteiligen -> ist halt nicht immer erkennbar, insb. wenn die Videos

ausgeschaltet sind oder sie sich nicht trauen etwas zu sagen oder schreiben“ (8 Jahre Lehrerfahrung). Diese Aussage unterstreicht den ersten Punkt und erwähnt weiterhin verbale Kommunikationskanäle („sagen oder schreiben“). Im Vergleich zur non-verbaler Kommunikation findet hierbei explizite Kommunikation statt, bei der sich Lernende einerseits „trauen“, andererseits aber auch explizite Fragen formulieren müssen. Non-verbale Hinweisreize können hierbei auch unspezifische Informationen kommunizieren, bspw. wenn Lernende die Stirn runzeln, weil sie Schwierigkeiten haben [PS94]. Weiterhin unterstreicht die Aussage die Relevanz non-verbaler Hinweisreize für die Wahrnehmung von kognitiven und somit nur indirekt wahrnehmbaren Informationen.

Aussage 4: „Wenn Video aus ist, dann fehlt die visuelle Rückmeldung, wie es um Interesse, Begeisterung und Aufnahmefähigkeit bestellt ist. Wenn Video an ist, ist das besser, aber diese Information ist während einer Präsentation nur mit zweitem Bildschirm und dann auch nur bei bewusster Aufmerksamkeitslenkung darauf verfügbar.“ (10 Jahre Lehrerfahrung). Die Aussage betont ebenfalls die reduzierten Kanäle, benennt jedoch auch den zusätzlichen Aufwand bei der Nutzung von Videos. Lehrende müssen neben der Hauptaufgabe (Lehren) noch eine Nebenaufgabe (Videoüberwachung) ausführen. Dabei geht ein Aufgabenwechsel mit kognitiver Belastung einher und kann durch visuelle Suchprozesse auf und zwischen getrennten Bildschirmen noch verstärkt werden [AKP01].

2 Tool-Entwicklung

Basierend auf diesen und weiteren Umfrageergebnissen, die zeigten, dass Informationen über das aktuelle Verständnis von Studierenden als zentral für digitale Lehre empfunden werden, wurde in Anlehnung an (Group) Awareness-Tools ein Teacher-Student Awareness-Tool zur Unterstützung studierendenzentrierter Lehre entwickelt (ATLAS). Group Awareness-Tools werden eingesetzt, um Interaktionsprozesse zwischen kollaborativ Lernenden zu unterstützen [BJS18]. ATLAS sammelt verständnisbezogene Informationen unter geringem studentischem Aufwand, aggregiert diese serverseitig und stellt die Information Lehrenden mittels eines ambient Designs dar. Das Tool gleicht damit kognitiven Group Awareness-Tools, überträgt diese jedoch auf Lehrszenarien. Im Gegensatz zu klassischen Audience Response Systemen, bei denen studentische Angaben i.d.R. explizit in den Lehrprozess integriert werden [CCC16], steht hier das Tool nicht im Zentrum der Lehre, sondern soll Lehrende bei der Situationsinterpretation unterstützen.

Für die Datenerfassung mussten insbesondere psychologische Prozesse auf Seiten der Studierenden bei der Tool-Konzeption berücksichtigt werden, damit der Lernfluss nicht unterbrochen wird. Da Kognitionen nicht direkt beobachtbar sind, müssen Studierende Informationen hierzu aktiv (und willentlich) bereitstellen. Die willentliche Angabe soll einerseits die Tool-Akzeptanz steigern, durch die Aufforderung zur Überwachung eigener Verständnisprozesse können jedoch auch metakognitive Prozesse angeregt werden. Neben potenziell positiven Effekten auf metakognitive Selbstregulation [SB17] kann hierbei eine zusätzliche kognitive Belastung entstehen [Va02]. Um bei der Nutzung keine kognitiven

Ressourcen in Anspruch zu nehmen, die für die eigentlichen Lernprozesse benötigt werden, wurde für das Tool eine einfache, eindimensionale Eingabemethode gewählt. Studierende können hierbei über das Drücken und Festhalten einer Taste kommunizieren, dass sie aktuell der Vorlesung nicht folgen können. Wenn die Probleme gelöst sind, lösen sie den Druck wieder. Um bei der Datenerfassung Zugänglichkeit und Flexibilität zu ermöglichen, kann das Senden der Informationen je nach Vorliebe bzw. Verfügbarkeit neben Tastatur auch über Touchbedienung und Mausklick erfolgen. Auch ist das Tool über eine Webapplikation betriebssystemunabhängig zugänglich.

Für die Datenpräsentation mussten insbesondere psychologische Prozesse der Lehrenden berücksichtigt werden. Besonders relevant war hierbei die einfache und intuitiv interpretierbare Darstellung der Awareness-Informationen, die den Lehrfluss nicht unterbrechen soll. Idealerweise sollen Informationen in Awareness-Tools salient, direkt erkennbar und einfach interpretierbar sein [BD11]. Weiterhin sollen visuelle Suchprozesse über größere Distanzen, die zu höherer Belastung führen [AKP01], vermieden werden. Um die benötigte Aufmerksamkeit gering zu halten, wurde ein ambient Design umgesetzt [Ma13], welches über Helligkeitsregulierung Informationen übermittelt. Dabei soll die assoziative Verknüpfung zwischen „hell“ und „Verständnis“ die intuitive Interpretation der Information unterstützen [Hu15], so dass von einer optimalen Helligkeit ausgehend die Anzeige dunkler wird, wenn mehr Studierende Verständnisprobleme angeben. Dies entspricht auch einem persuasiven Design [Fo09], wenn eine Optimierung der Helligkeit zur Anpassung des Lehrverhaltens anregt. Um Zugänglichkeit zu garantieren, ist das Tool über eine Webapplikation betriebssystemunabhängig nutzbar, so dass je nach Verfügbarkeit ein geteiltes Präsentations-Tool-Display, ein zusätzliches Display oder ein zusätzliches Gerät zur Darstellung der Informationen gewählt werden kann. Auch kann das Tool unabhängig von der genutzten Videokonferenzsoftware genutzt werden.

Für die Echtzeitübermittlung der Awareness-Informationen werden im ATLAS-Tool moderne Web-Technologien genutzt und Daten zwischen Teacher- und Student-Frontend über einen Server (Backend) ausgetauscht. Die Daten werden Clientseitig (Student-Client) durch EventListener erfasst und an den Server gesendet. Dort werden die Daten aller Student-Clients verarbeitet und nachfolgend an die Teacher-Clients gesendet; die Datenpräsentation auf Lehrendenseite wird entsprechend in Echtzeit visuell angepasst. Um die Echtzeitübertragung technisch zu lösen, wird die Verbindung mit HTTP Long Polling initiiert und (wenn möglich) auf Websockets geupgradet. Im Gegensatz zu einer klassischen request response Sequenz, ermöglichen Websockets einen bidirektionalen Datenaustausch. Hierbei wird eine persistente Verbindung zwischen Client und Server aufgebaut, welche dem Server ebenfalls ermöglicht, einen Nachrichtenaustausch einzuleiten. Damit das Tool zwischen verschiedenen Lehrveranstaltungen unterscheiden kann, können Lehrpersonen einen individuellen Raum für ihre Veranstaltung erstellen. Ein Raum ist ein beliebiger Kanal, in welchen ein Socket ein- und austreten kann. Die Räume können dazu verwendet werden, um Nachrichten an eine Teilmenge der Clients zu senden. Nach Erstellung öffnet sich die Lehrendenansicht des Raums, in der auch ein Link zur Studierendenansicht des Raums zur Verfügung gestellt wird, der mit den Studierenden

geteilt werden kann. Die Studierenden können über diesen Link dem Raum beitreten. Sie können nun wahlweise über die Aktion STRG-Tastendruck, linker Mausklick oder Touchscreen-Berührung angeben, wenn sie der Vorlesung nicht folgen können. Zur Datenerfassung wird die Benutzereingabe beim Student-Client mittels EventListener registriert. Sobald eine entsprechende Aktion erkannt wird, sendet der Client eine Nachricht an den Server. Im darauffolgenden Schritt der Datentransformation werden die eingehenden Nachrichten serverseitig aggregiert (prozentualer Anteil der Studierenden, die den Tastendruck aktiviert haben, aller dem Raum beigetretenen Studierenden). Nach der Berechnung antwortet der Server dem Client mit dem Ergebnis und die Webseite in der Lehrendenansicht wird um den Prozentwert in der Nachricht des Servers verdunkelt. Erste Felddaten ($N = 6$) deuten auf einfache Bedienung hin.

3 Fazit und Weiterentwicklung

Die Digitalisierung der Lehre im Rahmen der Covid-19 Pandemie zwang Lehrende dazu, Präsenzveranstaltungen in digitale Instruktionsformate umzuwandeln. Eingeschränkte Wahrnehmungskanäle bei computer-vermittelter Kommunikation beeinträchtigen jedoch den Aufbau von Awareness, was es Lehrenden erschwert, ihre Instruktionsprozesse an die Bedürfnisse der Studierenden anzupassen. ATLAS soll darum Lehrende dabei unterstützen, ihre Lehre Studierendengerecht zu gestalten. Die web-basierten Umsetzung dient dabei zwar der weitreichenden Verbreitung, jedoch bietet sie in der Nutzbarkeit auf Lehrendenseite Nachteile, da ein separates Fenster zur Darstellung benötigt wird. Darum werden derzeit SmartLights integriert, die die Anzeige auf Lehrendenseite erweitern. Eine Python-basierte Anwendung greift dabei auf den API-Endpunkt eines ATLAS-Tool Raums auf dem Server zu und fragt den aktuellen Helligkeitswert ab, der dann an eine Philips Hue übermittelt wird, die den physischen Raum des Lehrenden in Echtzeit erhellt bzw. dimmt (<https://git.uni-due.de/atlas-project>). Erste Evaluationsdaten ($N = 10$) deuten auf eine positive Bewertung durch Studierende hin. Jedoch ist zu beachten, dass eine solche Entwicklung eine breite Nutzbarkeit durch zusätzliche technische Anforderungen erschwert. Informationen zum Tool sowie Links zur web-basierten Toolversion und dem Source Code sind hier verfügbar: <https://atlas-tool.eu> / <https://osf.io/p9z8t/>.

Danksagung. Wir bedanken uns bei Melina Baßfeld und Jana Hupe für die Mitarbeit im ATLAS Projekt, dem studentischen Projekt (Joana Böhm, Jana Hupe, Simon Maas, Maribell Steiner, Jana Weniger, Yannick Wuttke, Elif Yilmaz) für die Unterstützung beim #Semesterhack 2.0, sowie bei Suzana Vezjak und Tobias Weinzierl für die Tool-Evaluation. Teile des Projektes wurden vom DAAD aus Mitteln des BMBF gefördert.

4 Literatur

[AKP01] Araujo, C.; Kowler, E.; Pavel, M.: Eye movements during visual search: The costs of choosing the optimal path. *Vision Research* 41 (25–26), S. 3613–3625, 2001.

- [BD11] Bodemer, D.; Dehler, J.: Group awareness in CSCL environments. *Computers in Human Behavior* 27/03, S. 1043–1045, 2011.
- [BJS18] Bodemer, D.; Janssen, J.; Schnaubert, L.: Group awareness tools for computer-supported collaborative learning. In (Fischer, F. et al., Hrsg.): *International Handbook of the Learning Sciences*, New York. Routledge/Taylor & Francis, S. 351–358, 2018.
- [BS20] Bodemer, D.; Schnaubert, L.: Group Awareness-Tools beim technologieunterstützten Lernen. In (Niegemann H.; Weinberger, A., Hrsg.): *Handbuch Bildungstechnologie: Konzeption und Einsatz digitaler Lernumgebungen*, Berlin, Heidelberg. Springer, S. 321-331, 2020.
- [CCC16] Chien, Y. T.; Chang, Y. H.; Chang, C. Y.: Do we click in the right way? A meta-analytic review of clicker-integrated instruction. *Educational Research Review* 17, S. 1–18, 2016.
- [CM82] Clark, H. H.; Murphy, G. L.: Audience Design in Meaning and Reference. In (Le Ny, J.-F.; Kintsch W., Hrsg.): *Language and Comprehension Vol. 9*, Amsterdam. North-Holland Publishing Company, S. 287–299, 1982.
- [Fo09] Fogg, B.: A behavior model for persuasive design. *Proc. 4th Int. Conf. on Persuasive Technology - Persuasive '09*, Claremont. ACM Press, California, 2009.
- [Hu15] Hurtienne, J. et al.: Designing with image schemas: Resolving the tension between innovation, inclusion and intuitive use. *Interacting with Computers* 27/03, S. 235–255, 2015.
- [KSM84] Kiesler, S.; Siegel, J.; McGuire, T. W.: Social psychological aspects of computer-mediated communication. *American Psychologist* 39/10, S. 1123–1134, 1984.
- [KVS20] Krüger, J. M.; Vogel, F.; Schnaubert, L.: Synchronous online lectures in emergency remote teaching: the role of immersion, social scripts and group awareness. In (So, H. et al., Hrsg.): *Proc. 28th Int. Conf. on Computers in Education. APSCE*, S. 29-37, 2020.
- [Ma13] Mankoff, J. et al.: Heuristic evaluation of ambient displays. *Proc. of the SIGCHI Conf. on Human Factors in Computing Systems*, S. 169–176, 2003.
- [PS94] Pope, L. K.; Smith, C. A.: On the distinct meanings of smiles and frowns. *Cognition and Emotion* 08/01, S. 65–72, 1994.
- [RC20] Reynolds, R.; Chu, S. K. W.: Guest editorial. *Information and Learning Sciences* 121/5-6, S. 233–239, 2020.
- [SB17] Schnaubert, L.; Bodemer, D.: Prompting and visualising monitoring outcomes: Guiding self-regulatory processes with confidence judgments. *Learning and Instruction* 49, S. 251–262, 2017.
- [Va02] Valcke, M.: Cognitive load: Updating the theory?. *Learning and Instruction* 12/01, S. 147–154, 2002.
- [WNR10] Wittwer, J.; Nückles, M.; Renkl, A.: Using a Diagnosis-Based Approach to Individualize Instructional Explanations in Computer-Mediated Communication. *Educational Psychology Review* 22/01, S. 9–23, 2010.

Spielerische Sensibilisierung durch Erfahrbarkeit von Beeinträchtigungen

Das Serious Game „Lolas erstes Semester“

Linda Rustemeier¹, Sarah Voß-Nakkour¹, Lino Weist¹, Saba Mateen¹, Imran Hossain¹

Abstract: Digitale Barrierefreiheit als „Educational Realities“ ist trotz UN-Behindertenrechtskonvention und verpflichtenden Gesetzen noch kein Standard an Hochschulen. Im Zuge der Überarbeitung eines Workshops zum Thema Barrierefreiheit wurde das Ziel verfolgt, diesen spielerischer zu gestalten, Lehrende und Lernende durch ein authentisches Storytelling und einen identitätsstiftenden Bezug sowie mit Beispielen aus der eigenen Hochschule abzuholen. Als Format fiel die Entscheidung auf das Serious Game, mit dem Ziel, die Spielenden für Probleme von beeinträchtigten Studierenden im Hochschulalltag zu sensibilisieren und erste Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Für die Konzeption und Umsetzung wurde der Design-Based Research Ansatz gewählt. Dieser Beitrag präsentiert die eingebundenen Ergebnisse einer Status-quo-Bedarfsanalyse im Kontext der digitalen Barrierefreiheit, das umgesetzte Spielkonzept sowie die abschließende Befragung zur Beantwortung der Forschungsfragen. Die Ergebnisse zeigen, dass ein Serious Game geeignet ist und angenommen wird. Sensibilisiert fühlen sich die Spielenden durch die Story und die Erfahrbarkeit von verschiedenen Sehbeeinträchtigungen, was durch fünf integrierte Minispiele gelingt.

Keywords: Sensibilisierung, Inklusion, Serious Game, Design Based Research, digitale Barrierefreiheit, Storytelling, Spielerische Erfahrbarkeit

1 Einleitung

Obwohl digitale Barrierefreiheit dank der UN-BRK² ein wesentlicher Teil der Inklusion sowie verpflichtend im (hessischen) Hochschulgesetz (HHG §3, Absatz 4) ist, kommt sie aufgrund mangelnder Datenlage und wenig Best Practice im Bildungsalltag bei vielen Hochschulakteur*innen kaum vor.³ Zurzeit bleibt die Inklusion noch eine realitätsferne Bildungsvision. Allerdings findet sie zunehmend auch auf Konferenzen, wie der DELFI, Beachtung [PPZ18], [MVR20], [GV20]. Um das Thema als tatsächliche Verortung

¹ Goethe-Universität, studiumdigitale, Medienproduktion, Varrentrappstr. 40-42, 60486 Frankfurt, {rustemeier | voss | weist | mateen}@studiumdigitale.uni-frankfurt.de, imran.hossain@web.de

² Umsetzung der UN-Behindertenrechtskonvention: https://www.gemeinsam-einfach-machen.de/GEM/DE/AS/Home/as_node.html (Stand: 01.04.2021)

³ Studien liefert das Studentenwerk mit der best2- und Umsetzungsdienste-Studie: <https://www.studentenwerke.de/en/node/1006441> (Stand: 25.06.2021)

technologiegestützter, innovativer Bildungsprozesse in einer Willkommenskultur zu begreifen, muss die Umsetzung dementsprechend die Aufgabe aller werden.

Ein wichtiger Schritt dahin ist, den Status quo und die Bedarfe der Hochschulakteur*innen regelmäßig zu erheben und Strategien zum Erfüllen dieser zu entwickeln und fest zu verankern. Das Sichtbarmachen eröffnet viele Perspektiven, die für alle die Situation des Lehrens, Lernens und Studierens verbessern. Diesem Bedarf trägt die hessenweite Onlineumfrage „Digitale Barrierefreiheit an hessischen Hochschulen“ Rechnung, die von Juni bis Juli 2019 im Rahmen des Innovationsforums Barrierefreiheit im Projekt "Digital gestütztes Lehren und Lernen (digLL)"⁴ durchgeführt wurde [In19]. Neben den insgesamt elf beteiligten Hochschulen von digLL wurden mehrere hessische Netzwerke angeschrieben und zur Teilnahme aufgefordert. Die Umfrage enthält sowohl geschlossene als auch offene Fragen. Insgesamt gibt es einen Rücklauf von 63 Teilnehmenden. In der Umfrage geht es konkret darum, den Ist-Zustand der digitalen Barrierefreiheit, ihren Systemen, Dokumenten, Videos, Tools, aber auch allgemein um den Webauftritt der jeweiligen Hochschule zu erheben. Die Teilnehmenden gaben umfangreiches und konstruktives Feedback. Dadurch können Aussagen zu den Bedarfen und dem Status quo zur digitalen Barrierefreiheit an hessischen Hochschulen getroffen werden.

Die Ergebnisse der Umfrage haben aufgrund der mangelnden Datenlage eine Forschungslücke gefüllt. Sie sind zwar nicht repräsentativ, jedoch konnte Feedback über den Status quo und die einzelnen Bedarfe erzielt werden. Die Umfrage hat aber auch bestätigt, was bereits zu erwarten war: Einige wenige Hochschulen haben gute analoge und digitale Weiterbildungs- und Beratungsangebote, jedoch sind diese teilweise noch nicht in der Breite bekannt oder werden nicht genutzt. Zum aktuellen Zeitpunkt haben nicht alle (Mitarbeitenden und Studierenden) Zugang zu ihren benötigten Lernmaterialien. Doch gerade jetzt in Pandemie-Zeiten zeigt sich besonders deutlich, wie wichtig digitale Lehr- und Lernangebote sind. Der Abbau bzw. die Vermehrung von Barrieren im digitalen Raum kann die Situation für Menschen mit einer Beeinträchtigung erleichtern bzw. auch erschweren. Aus diesem Grund ist es besonders wichtig Lehrende darauf hinzuweisen, welche Probleme z.B. in Videokonferenzen und mit nicht barrierefreien Inhalten auftreten können und wie diesen vorgebeugt werden kann. Insbesondere gut verfügbare, kurze oder spielerische Angebote sind von den Befragten erwünscht [In19]. Diese Rückmeldung hat u.a. dazu geführt, dass in diesem Beitrag beschriebene Serious Game „Lolas erste Semester“⁵ zu entwickeln. An der Goethe-Universität (GU) gibt es seit 2016 Workshops und Bestrebungen das Thema digitale Barrierefreiheit mehr in den Fokus zu nehmen [Gr21]. Vor der Pandemie war der Workshop schon ein Blendend-Learning-Workshop. Aufgrund der aktuellen Situation ist er zu einem reinen Online-Format transformiert worden. Eine Motivation für die Überarbeitung des Workshops war, dass der zweimal jährlich stattfindende Workshop zum Erstellen digitaler barrierefreier Dokumente wenig

⁴ <https://www.digll-hessen.de/projekt/innovationsforen/innovationsforum-barrierefreiheit/> (Stand: 06.04.2021)

⁵ Das Spiel: <https://lolaserstsemester.sd.uni-frankfurt.de> (Stand: 06.04.2021)

besucht war. Es ist anzunehmen, dass dies u.a. auf ein fehlendes Bewusstsein für das Thema seitens der Lehrenden zurückzuführen ist.

Es stellte sich die Frage, wie man die behandelten Inhalte des Workshops, wie barrierefreie Microsoft Office Dokumente (Word, PowerPoint), PDFs und Webseiten, attraktiver und innovativer vermitteln kann. Außerdem wie man ein immersives Bewusstsein schaffendes Format zur Verfügung stellen kann. Der Workshop sollte spielerischer gestaltet werden, Lehrende durch das Storytelling abholen und einen verbindenden, identitätsstiftenden Bezug zur eigenen Hochschule anhand von realen Situationen und Problemen an der Hochschule schaffen [Gr21].

2 Ein Serious Game zur Erfahrbarkeit von Sehbeeinträchtigungen

Ernsthafte (Lern-)Spiele, auch Serious Games genannt, haben immer mehr Einsatzszenarien in der Lehre und Bildung. Serious Games ermöglichen ein Lernen über den Spielprozess, der von den Teilnehmenden oft nicht direkt als Lehr-Lern-Szenario wahrgenommen wird. Seit 2009 gibt es bei dem Deutschen Computerspielpreis die Kategorie "Bestes Serious Game", die die Kategorie wie folgt definieren: "Unter Serious Games versteht man digitale Spiele, die nicht primär oder ausschließlich der Unterhaltung dienen. Auszeichnungswürdig sind Spiele, die ein konkret definiertes charakterisierendes Ziel haben, zum Beispiel einen Lerneffekt, eine Verhaltensänderung, einen Gesundheitseffekt oder spielerische Aufmerksamkeit für gesellschaftlich relevante Themen wie Religion, Sicherheit oder Energie"⁶. Nach Gebel, Gurt und Wagner [GGW05] vermitteln Serious Games eine Vielzahl an Kompetenzen, die Studierende sowie Lehrende vielseitig im Studium und darüber hinaus einsetzen können. Insbesondere können die Sozialkompetenz wie das Erlangen von Empathie oder das Einfühlen in andere Menschen durch eine Sensibilisierung, Verantwortlichkeit und demokratische Werte trainieren. Auch die Darstellung der Story aus der Perspektive von Menschen mit Beeinträchtigung kann für Herausforderungen in deren Alltag sensibilisieren. Serious Games erfreuen sich zunehmender Beliebtheit, insbesondere in der Erwachsenenbildung [Dö16]. Die Vorteile von Serious Games liegen gerade in Online- bzw. Pandemie-Zeiten auf der Hand. Bei Serious Games steht nicht der Unterhaltungsaspekt im Vordergrund, sondern die Lernerfahrung. Gerade jetzt im Online-Betrieb stellt das einen großen Mehrwert dar. Lernspiele und Social Awareness Games gehören zu den gängigsten Serious-Game-Typen [LEE14]. Folgende Beispiele verdeutlichen auszugsweise das diverse Angebot:

- **Depressionen:** "Hellblade: Senua's Sacrifice" bildet eine klassische Heldinnengeschichte in der nordischen Mythologie ab. Die Protagonistin Senua ist eine keltische Kriegerin mit einer Psychose. Die Aufmerksamkeit liegt auf der

⁶ <https://deutscher-computerspielpreis.de/gewinner/?c=653&a=1&y=0> (Stand: 01.04.2021)

realistischen Darstellung von psychischen Erkrankungen. Allerdings verzichtet das Action-Adventure sowohl auf Tutorials als auch auf eine Charaktereinführung.

- **Radikalisierung:** Das Serious Game "HIDDEN CODES" soll Jugendliche darin schulen, Radikalisierung zu erkennen und entgegenzutreten. Entwickelt wurde es von der Bildungsstätte Anne Frank und Playing History.
- **Kriegstraumata:** "This War of Mine" ist ein Antikriegs-Strategiespiel, das den täglichen Überlebenskampf von Zivilisten in Kriegs- und Krisensituationen erfahrbar macht. Der Einfluss dieses Spiels führte dazu, dass ein Videospiel erstmal als Pflichtlektüre ab 18 Jahren für Schulen im polnischen Bildungssystem eingesetzt wird.⁷
- **Umgang mit Krankheiten:** In "That Dragon, Cancer" erleben die Spielenden den Schmerz von Eltern, die ihr zwölf Monate altes Kind mit der Diagnose Krebs im Endstadium betreuen.
- **Sehbeeinträchtigung und Simulationen:** "Blind" ist ein narrativer, psychologischer Thriller für die virtuelle Realität, in dem die Spielenden blind sind und ihre Umgebung mit Hilfe von Echolokation erkunden müssen. Des Weiteren erforschen internationale Gruppen VR/AR-Simulationen, die Menschen mit verschiedenen Sehbeeinträchtigung schulen sollen.⁸

Zu ergänzen wäre diese Liste noch mit Simulationen zu Hörbeeinträchtigung, motorischen und kognitiven Beeinträchtigungen, Legasthenie, ADHS, Autismus und weiteren Kategorien von Beeinträchtigungen nach der best2-Studie des Deutschen Studentenwerks.⁹ Die Grundidee von "Lolas erstes Semester" ist es, den Hochschulangehörigen die Alltagsschwierigkeiten einer sehbeeinträchtigten Person nachempfinden zu lassen, um ihre Situation grundsätzlich und maßgeblich nachvollziehbar zu verbessern. Die Annahme ist, dass es erst durch das intensive, empathische und eigenständige Erleben gelingt, eine vorher unbekannte Situation nachhaltig zum eigenen Thema zu machen, für das man sich um eine Verbesserung engagiert. Daher bietet sich in diesem Fall das Serious Game als Medium der Erfahrbarkeit und der spielerischen Informationsvermittlung an. Durch die spielerische Gestaltung des Themas der digitalen Barrierefreiheit soll eine intrinsische Motivation gefördert werden. Durch die Identifikation mit der Spiel-Protagonistin möchten Spielende vermeintlich aus

⁷ <https://www.faz.net/aktuell/feuilleton/medien/ein-videospiel-als-schullektuere-die-sprache-der-interaktion-16821459.html> (Stand: 28.03.2021)

⁸ <https://ieeexplore.ieee.org/author/37086939902> (Stand: 28.03.2021)

⁹ Für 11 % der Studierenden erschwert sich das Studium infolge körperlicher oder gesundheitlicher Beeinträchtigungen – so das Ergebnis der 21. Sozialerhebung des Deutschen Studentenwerks (DSW). Zu dieser Gruppe gehören insbesondere Studierende mit: Mobilitätsbeeinträchtigungen, Sehbeeinträchtigungen, Hörbeeinträchtigungen, Sprechbeeinträchtigungen, Psychischen Erkrankungen, Chronischen Krankheiten, Legasthenie und andere Teilleistungsstörungen, Autismus und AD(H)S.
<https://www.studentenwerke.de/de/content/studieren-mit-behinderung-%E2%80%93-geh%C3%B6re-ich-dazu> (Stand: 06.04.2021)

eigenem Antrieb erfahren, wie es mit dem Hauptcharakter "Lola" weitergeht, welche Schwierigkeiten sie hat und wie diese (nicht) gelöst werden. Der Einsatz des Spiels wird dem DELFI-Motto "Digitale Lehre zwischen Präsenz und Online-Betrieb", sowohl im Präsenzworkshop, als auch als reines Onlineangebot, gerecht. Das Ziel war es, ein Serious Game zu entwerfen, das die Spieler*innen für Seheinschränkungen (folgen sollen noch z.B. Hörbeeinträchtigungen, Depressionen) sensibilisiert und erste Nutzungserfahrungen zu evaluieren.

3 Methodik und Entwicklungsprozess

Für die Konzeption und Umsetzung wurde ein iterativer und partizipativer Designansatz gewählt, der nach Wernbacher [WP13] eine wichtige Basis für den Erfolg eines Serious Games darstellt. Im Kontext der Entwicklung von Lösungen für den praktischen Einsatz hat sich der Design Based Research Ansatz (DBR) bewährt [Re05], der in den Phasen Gestaltung, Durchführung, Analyse und ReDesign im Rahmen dieses Beitrags einmal durchlaufen wird. "Es hat sich gezeigt, dass gerade dieser Ansatz besonders geeignet ist, um Innovationsleistungen der Lehr-Lernforschung zu erhöhen und gleichzeitig Erkenntnisse zum Lehr-Lernprozess im konkreten Praxisbezug zu gewinnen" [Re05]. Im Rahmen des Workshops "Serious Games und Barrierefreiheit"¹⁰ im Februar 2020 auf einem von mehreren Vernetzungstreffen des Innovationsforums Barrierefreiheit wurden erste Spielideen präsentiert. Diese wurden mit den Teilnehmer*innen (mit und ohne Sehbeeinträchtigung, Blindheit) diskutiert und reale Herausforderungen eruiert. Darüber hinaus wurden weitere Ideen zur Story, den Minispielen, den einzelnen Charakteren und den Spielelementen auf Karten gesammelt und geclustert. Das aus diesem Vorgehen heraus entstandene Konzept wird im nächsten Kapitel erläutert. Weiterhin wurde sich der Methode des Rapid Prototyping bedient. Ziel dabei ist es, rasch einen Prototyp zu entwickeln, um beim Testen mit der Zielgruppe informatives Feedback zu generieren, welches direkt ins Produkt einfließen kann [Fu08].

¹⁰ https://www.digll-hessen.de/wp-content/uploads/2021/03/Serious-Games-Workshop_bf.pdf (Stand: 14.04.2021)

4 Spielkonzept von “Lolas erstes Semester”



Abb. 1: Lolas erster Tag an der Goethe-Universität Frankfurt (Screenshot)

Ziel des Spiels, wie in Abschnitt 2 schon beschrieben, ist die Sensibilisierung der Spielenden für Probleme von beeinträchtigten Studierenden im Uni-Alltag. Das Spiel richtet sich in erster Linie an alle Hochschulangehörigen der GU. Es kann aber ebenso von Lehrenden von anderen (Hoch-)Schulen oder Interessierten gespielt werden, die selbst digitale barrierefreie Inhalte für Studierende produzieren. Um die Welt aus Sicht der Beeinträchtigten kennenzulernen, sollen die Spielenden, in erster Linie Lehrende, Beratende und Führungspersonal, an die Herausforderungen im Alltag der Studierenden mit Beeinträchtigungen herangeführt werden. Dadurch sollen sie in Zukunft gezielter auf inklusive Herausforderungen und Bedürfnisse eingehen können. Im Idealfall sollen die speziellen Anforderungen von beeinträchtigten Personen bei der Gestaltung von Lehrveranstaltungen, Bauplänen, Anschaffungen von Systemen etc. von Beginn an mitgedacht werden. Nach dem Spiel soll ein Bewusstsein für die Probleme geschaffen und Handlungsmöglichkeiten bekannt sein, um digitale Barrieren proaktiv abzubauen.¹¹ In dem Serious Game “Lolas erstes Semester” wird Wissen auf eine spielerische Weise mit Aufgaben und weiteren dazugehörigen Informationen vermittelt. Das Spielkonzept ist so angelegt, dass es sich leicht auf weitere Beeinträchtigungsarten übertragen lässt. Außerdem kann es auf weitere Anwendungsszenarien wie z.B. Orientierungsveranstaltungen oder Tutor*innenschulungen erweitert werden. Neben dem Sensibilisierungsziel bietet “Lolas erstes Semester” ungeplant Einblicke in die präpandemische Studiensituation mit Präsenzunterricht und macht diese erfahrbar. Inmitten der Pandemiezeit ist es für die Studienjahrgänge 2020/21 bizarre Realität, noch nie eine Hochschule von innen gesehen und/oder die Hochschulstadt je besucht zu haben. Womöglich basiert ihre komplette Studienerfahrung auf reinen synchronen oder asynchronen Onlineerlebnissen. Dieser neuartige Hochschulalltag spiegelt sich in

¹¹ Ein Beispiel für Handlungsempfehlungen sind Sensibilisierungsfolien, die zu Beginn einer Lehrveranstaltung gezeigt werden: https://digitaldiversity.studiumdigitale.uni-frankfurt.de/files/2020/11/ChancengleichheitFolien_Orientierungsveranstaltungen.pdf

Forschungsergebnissen wie u.a. in der Erhebung im SoSe 2020 an der GU¹² wieder und werden in die weitere Entwicklung einfließen.

Die Erlebnisse der Protagonistin Lola werden in dem Serious Game durch die Charaktere aufgegriffen, um mit deren Hilfe einen symbolischen Zugang zur Hochschule zu bekommen. Die Umsetzung erfolgte mit dem Ziel, eine niedrigrschwellige Einstiegsmöglichkeit anzubieten, sodass die Spielenden sich schnell zurechtfinden und das Spiel intuitiv bedienen können.

4.1 Story und Charaktere

Die Protagonistin Lola ist eine pendelnde Studentin aus Wiesbaden. Sie ist aufgrund eines Glaukoms (Grüner Star) sehbeeinträchtigt und beginnt gerade ihr VWL-Studium an der Goethe-Universität Frankfurt (siehe Abb. 1). Innerhalb der Rahmenhandlung, die etwa 30 Minuten einnimmt, gibt es einen übersichtlichen Campusplan und fünf integrierte Minispiele. Jedes Minispiel betrachtet eine andere Barriere, welcher Personen mit einer Sehbeeinträchtigung entgegnetreten und verfolgt ein anderes Lernziel. Das Spieldesign erfolgt nach den Prinzipien von Dörner et. al. [Dö16]. Für den Spaßfaktor sorgen die abwechselnden Spielmechaniken und der Versuch mehr Punkte in den jeweiligen Minispielen zu erreichen. Um den Game Flow zu gewährleisten, wurden erreichbare Ziele mit überschaubaren Regeln definiert, die sowohl nur Handlungen abverlangen als auch den Fähigkeiten der Zielgruppe gerecht werden. Mit Performance-Feedbacks anhand der Punktesysteme und den Dialogen wurde der Fokus auf die jeweiligen Themen der Minispiele erhöht. Das Szenario wurde gewählt, da die Zielgruppe des Spiels hauptsächlich Lehrende bzw. Angestellte der Goethe-Universität sind. So kann ein gewisser Wiedererkennungseffekt eintreten und Spielende haben einen leichteren Einstieg in das Spiel. Lola ist im ersten Semester, um einerseits den Spielenden das Gefühl zu geben, wie sich der Beginn des Studiums anfühlt. Mit seinen Herausforderungen, aber auch welche Hilfestellung man sich als Student*in erhofft bzw. erwarten kann. Und andererseits ist es auch ein erzählerischer Vorteil: Lola fängt gerade mit ihrem Studium an und kennt sich an der Hochschule noch nicht aus. Ihr (und damit auch den Spielenden) muss also zunächst erklärt werden, wie das Studium grundsätzlich abläuft. Darunter fallen z.B. Fragen wie, welche Tätigkeiten von ihr erwartet werden und wo sie sich Hilfe holen kann. Ihr Tutor Ludwig, ihre Kommilitonin Priyanka oder auch ihr Vorgesetzter vom Studijob, Herr Akay, sind exemplarische Gatekeeper. Die „realen“ Charaktere erhöhen die Immersion und auch die Identifikation mit dem Charakter, den man spielt. Immersion ist auch der Grund, warum Lola in ihrer ersten Veranstaltung Leo kennenlernt, dieser leidet an einer Rot-Grün-Sehchwäche. Es wäre unrealistisch, wenn Lola gleichzeitig an mehreren Sehbeeinträchtigungen leidet, gleichzeitig haben jedoch 8% der Männer und 0,8% der Frauen eine Rot-Grün- Sehchwäche. Die Auswahl diverser Charaktere deckt so eine größere Bandbreite an Hürden in Lehrveranstaltungen und auf

¹² <https://lehre-virtuell.uni-frankfurt.de/erfahrungen-zur-virtuellen-lehre/ergebnisse-aus-studierenden-und-lehrendenbefragungen-zum-sommersemester-2020/> (Stand: 01.04.2021)

dem Campus ab. Leo hat eine Rot-Grün-Schwäche, die man ihm ohne seine Preisgabe dieser nicht ansehen würde. Auch die Mühe, die gestellten Aufgaben in der vorgegebenen Zeit zu erledigen, sind für Außenstehende nicht direkt erkenntlich. So wurde eine weitere Sehbeeinträchtigung in das Spiel eingebaut und auf den erhöhten Aufwand aufmerksam gemacht, die eine nicht-barrierefreie Farbauswahl mit sich bringt.

- **Vorlesung:** Die Studierenden müssen während einer Börsenhandelssimulation Kauf- und Verkaufsentscheidungen treffen. Hierbei werden Kursentwicklungen durch rote und grüne Pfeile signalisiert. Ab Mitte der Spielzeit ändert sich die Farbkodierung und ist nicht mehr zu differenzieren. Den Spielenden soll so die Rot-Grün-Problematik in Veranstaltungen verdeutlicht werden.
- **Onlineseminar:** Diverse Sätze, wie „kein Headset angeschlossen“, zeigen Probleme, die in Videokonferenzen auftreten können. Durch Klicken auf verschiedene Gegner, in Form von Geistern, werden diese symbolischen Barrieren entfernt. Die Spielenden sollen mit verschiedenen Barrieren in Videokonferenzen konfrontiert werden.
- **Prüfungsamt:** Viele PDFs in der Hochschule sind nicht barrierefrei und dadurch nicht mit assistiven Hilfstechnologien lesbar. Mit etwas Bearbeitung können PDFs barrierefrei gestaltet werden. Im Spiel muss man die Barrieren mit verschiedenen Tools entfernen. Das Spiel soll erste Elemente (Dokumententitel, Alternativtexte, Tags, etc.) kommunizieren, die eine Überarbeitung nötig haben.
- **Validierer:** Viele Automaten (wie Validierer) von Hochschulen sind nicht barrierefrei. Eine sehbeeinträchtigte Person hat keinen Anhaltspunkt wie die Ausweiskarte in den Validierer gehört. Eine Audio-/Sprachausgabe (Brailleschrift) würde helfen. Im Spiel wird die Sicht durch schwarze Ränder und Verpixelungen eingeschränkt. Es soll bewusst schwierig sein, die Karte auf die empfohlene Weise zu validieren, um die Spielenden für eine Alltagshürde einer sehbeeinträchtigten Person zu sensibilisieren.
- **Mensa:** Da Menschen unterschiedlich schnell lesen und unterschiedlich lang brauchen, um gesehene Inhalte zu verarbeiten, können wichtige Informationen über zeitgebundene Slideshows verloren gehen. Diese Hürde wird anhand der Speisepläne in der Mensa dargestellt. Es werden je drei Gerichte gezeigt, eins davon ist ein Gericht gegen das man allergisch ist. Auf einer Tafel laufen in kurzer Reihenfolge die Gerichte mit angegebenen Allergenen ab. Danach müssen die richtigen Gerichte ohne Allergene ausgewählt werden.

4.2 Technische und gestalterische Umsetzung

Für die technische Umsetzung des Spiels wurden Vor- und Nachteile der Game Engines Unity, Unreal und Godot betrachtet. Da die kostenlosen Ausbildungslizenzen von Unity Einschränkungen im Bezug auf Veröffentlichungen enthalten, wurde Unity zur Nutzung

ausgeschlossen. Unreal wurde näher in Bezug auf die Umsetzung der detaillierten Anforderungen wie z.B. einfache und niedrighschwellige Nutzung im Browser untersucht. Ein Argument gegen Unreal war, dass durch den Export in WebGL eine Installation für Spielende notwendig ist. Außerdem wurde die HTML5 Export Funktion aus der Engine genommen und als Plugin bereitgestellt. Unreal bietet die Möglichkeit zum Pixel Streaming, welche pro User*in eine Instanz vom Spiel auf dem Server laufen lässt und diese zur/zum User*in gestreamt wird. Es wurde sich gegen Unreal entschieden, da der serverseitige Aufwand, gekoppelt mit den dadurch entstehen hohen Serverkosten, den Rahmen und Budget für das Spiel gesprengt hätte. Die Entscheidung fiel auf die Open Source-Lösung-Godot Engine, welche in HTML5 exportiert werden kann. HTML5 wird von modernen Webbrowsern unterstützt, sodass damit die Hauptanforderung einer geringen Einstiegshürde erfüllt ist. Godot wurde in V.3.2.2 verwendet. Die Dialoge von Lola mit ihren Kommiliton*innen wurde mit einem Add-on für Godot realisiert.¹³ Erstellt wurden diese in der Konzeptionsphase in MS Excel, anschließend in ein JSON Format konvertiert und in das Spiel importiert. Weiterhin wurden Add-ons zur Darstellung der 2D-Grafiken verwendet. Die Entwicklung der einzelnen Charaktere ist in eigener Produktion entstanden, mit der Zielsetzung eine große Diversität darzustellen. Weitere Grafiken wie Münzen, Monster und Nahrung sind von verschiedenen Webseiten¹⁴ entnommen, die die kostenlose Nutzung erlauben. Für die Bearbeitung selbst gestalteter Elemente wurde auf Anwendungen von Adobe (Photoshop, Illustrator, After Effects und Premiere Pro) zurückgegriffen. Da die Story von Lola an der GU spielt, wurde sich bei der gesamten farblichen Gestaltung an dem entsprechenden Corporate Design orientiert und darüber hinaus an der Canadian Palette¹⁵. Für das Spielerlebnis ist auch der Sound wichtig und wurde bei der Auswahl der Audiodatei berücksichtigt.^{14 16}

5 Evaluation des Gesamtspiels und der einzelnen integrierten Minispiele

Nach Abschluss des ersten Entwicklungszyklus ist das Ziel einer Online-Befragung zum einen das Gesamtspiel und die fünf Minispiele im Kontext der Spielerfahrung zu evaluieren und zum anderen ein Feedback zum Konzept sowie der aktuellen Umsetzung zu erhalten. Die Ergebnisse sollen darüber hinaus eine Antwort auf die Forschungsfragen geben, ob sich das Format eines Serious Games zur Sensibilisierung und Schaffung eines Bewusstseins für das Thema eignet und ob sich die Spieler*innen sensibilisiert fühlen. Es ist bereits als Erfolg zu sehen, wenn sich die Nutzer*innen nach dem Spielen dem Thema "Barrieren im Uni-Alltag für Studierende und andere Universitätsangehörige" bewusst machen und sich zukünftig intensiver damit auseinandersetzen. Als Instrument wurde auf den Game Experience Questionnaire (GEQ) [IDP13] des FUGA Projektes (The Fun of

¹³ Emilio Coppla: <https://github.com/coppolaemilio/dialogic> (Stand: 06.04.2021)

¹⁴ kenney.nl, opengameart.org und icon8.com (Stand: 06.04.2021)

¹⁵ flatuicolors.com (Stand: 06.04.2021)

¹⁶ YouTube-Audio-Library (Stand: 06.04.2021)

Gaming) [Na07] zurückgegriffen, der am Ende des Spiels eingebunden wurde. Ziel des FUGA Projektes ist es, neue Ansätze zu entwickeln und auf bestehende Initiativen aufzubauen, um zu entscheiden, wie das Spielerlebnis umfassend gemessen werden kann. Der Fragebogen ist frei verfügbar und wird in einem breiten Spektrum von Spielgenres und Zielgruppen eingesetzt. Der GEQ zeichnet sich durch Reliabilität, Validität und Sensitivität aus, was für eine gute Messung entscheidend ist. Insgesamt haben an der Studie 36 Personen (13 männlich, 23 weiblich, 0 divers) teilgenommen. Davon bezeichnen sich selbst 25 als Spieler*in und 11 als Nicht-Spieler*in. Es wurden sowohl geschlossene Fragen mit dem GEQ gestellt sowie am Ende des Fragebogens noch eine offene Frage mit der Möglichkeit Wünsche, Ideen und Kritik mitzuteilen. Um Feedback zum Spielerlebnis der Spieler*innen während des Spiels zu erhalten, eignet sich der In-Game-Fragebogen (iGEQ) am besten. Er besteht aus weniger Fragen als das Kernmodul. Der Post-Game Questionnaire (PGQ) ist für die Messung, wie sich die Spielenden direkt nach dem Spiel fühlen. Im ersten Teil des Fragebogens wurden allgemeine Daten wie Geschlecht, Alter und Tätigkeit erhoben und Fragen zur allgemeinen Spielerfahrung von analogen und digitalen Spielen gestellt. Weiter wurde die Einordnung zu verschiedenen Spielgenre wie z.B. Kartenspiele, Simulation, Strategie- oder Actionspiele abgefragt. Anschließend folgen eine Reihe von Skalafragen zum Spielerlebnis und Post-Spielerlebnis. Auf einer 5-stufigen Likert-Skala (trifft gar nicht zu bis trifft außerordentlich zu) wurden insgesamt 50 Aussagen abgefragt, die den sieben Dimensionen Competence, Immersion, Flow, Tension, Challenge, Positive und Negative Effects zugeordnet werden. Bei der offenen Frage wurde u.a. umfangreiches Feedback zur Story, dem Spielerlebnis und der Usability gegeben. Gerade diese Ergebnisse sind für die Weiterentwicklung hilfreich. Die Auswertung erfolgte nach der Vorgehensweise von Mayring [Ma91]. Im ersten Schritt wird der Textkorpus von Füllwörtern extrahiert und nach Clustern eingeordnet. Ähnliche Paraphrasen wurden zusammengefasst und so den einzelnen Clustern zugeordnet. Nach dieser Vorgehensweise sind folgende Cluster entstanden: Allgemeine Aussagen, Vorlesung, Online Seminar, PDF, Validierer, Mensa und Fragebogen. Am häufigsten (n=7) wurden die Aussagen, dass die Problematik gut vermittelt wird und auf die vorhandenen Probleme aufmerksam macht sowie, dass es ein gutes Spiel ist (n=6) genannt. Verknüpft mit dem Ergebnis auf die erhobenen Aussagen¹⁷, die von den insgesamt 33 Items im Mittelwert mit über 3 (>=) als Bestes bewertet wurden, kann abgeleitet werden, dass sich das Format des Serious Games zur Sensibilisierung für das Thema Barrierefreiheit eignet. Diese Eignung wird unterstützt durch die Story sowie die Erfahrbarkeit von verschiedenen Sehbeeinträchtigungen. Auch beim Einsatz in verschiedenen Workshopszenarien und Arbeitskreisen bestätigen die Teilnehmenden den sensibilisierenden Effekt. Negative Effekte wurden kaum genannt wie "Es hat mich in eine schlechte Stimmung gebracht" und "Ich habe mich verärgert gefühlt". Beiden Items wurde eher nicht zugestimmt (MW=1,9). Ansonsten können die vielen inhaltlichen und technischen Rückmeldungen zum Spiel in den zweiten Entwicklungszyklus mit

¹⁷ Aussagen: "Ich war zufrieden, Ich war an der Geschichte des Spiels interessiert, Das Spiel war ästhetisch ansprechend, Ich war gut, Ich hatte Spaß, Ich habe die Spielziele schnell erreicht, Ich habe mich sehr auf das Spiel konzentriert, Das Spiel bot eine reichhaltige Erfahrung"

einfließen, die hauptsächlich die Usability, die Gamification und Textverbesserungen betreffen. Hierbei wurden beispielsweise genannt: lange Ladezeiten vor Beginn des Spiels, überfüllte Tutorials und unverständliche Aufgabenstellungen der Minispiele. In Bezug auf die Gamification werden u.a. Fortschrittsbalken, mehr Wahlmöglichkeiten im Spielverlauf, Levels, Badges und Bestenlisten gewünscht.

6 Fazit und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Einsatz eines Serious Games im Rahmen des Workshops und auch unabhängig davon eine geeignete Methode für die Zielsetzung der Sensibilisierung mit der Verknüpfung von Informationen ist. Bei der Weiterentwicklung wird der Schwerpunkt auf der Verbesserung der Usability und der Gamification liegen. Die durch die Erhebung und Diskussionen im Rahmen des Design Thinking Prozesses gewonnen Erkenntnisse werden in die Überarbeitung der Story, der Minispiele und der Charaktere einfließen.¹⁸ Im nächsten Entwicklungsschritt, der Phase des ReDesign im Design Based Research Ansatz, wird somit aufbauend auf den Ergebnissen der Befragung, der Prototyp technisch sowie inhaltlich überarbeitet, die Lerneffekte gemessen und mit einer Kontrollgruppe verglichen. Darüber hinaus wird das Spiel, um weitere Beeinträchtigungsformen wie z.B. Depressionen, Hörbeeinträchtigungen oder körperlich-chronische sowie psychische-physische Beeinträchtigungen erweitert. Um im weiteren Forschungsprozess tiefgründige und allgemeingültige Aussagen zum Nutzungsverhalten treffen zu können, werden sich an Methoden aus dem Bereich des Learning Analytics bedient. Diese Daten können sowohl den Forschungsprozess unterstützen als auch durch Rückmeldung an die Nutzer*innen das Spielverhalten der Spieler*innen beeinflussen. Zusätzlich wird eine Selbstbeurteilung der Probanden nach einiger Zeit durchgeführt, die Aufschluss über den nachhaltigen Effekt liefern soll. In weiteren Projekten wird an der Übertragbarkeit auf andere Szenarien wie z.B. Orientierungsveranstaltungen oder das einfache Austauschen von Spielelementen, um es auf andere Hochschulen zu übertragen, gearbeitet. In dem ersten Entwicklungszyklus des Serious Games wurde der Schwerpunkt auf das Gesamtspiel, die Akzeptanz und die Erfahrbarkeit von Sehbeeinträchtigungen gelegt. In dem nächsten Entwicklungszyklus rückt die barrierefreie Nutzung des Spiels noch stärker in den Fokus.

7 Literaturverzeichnis

[Dö16] Dörner, R. et. al.: Serious Games – Foundations, Concepts and Practice. Springer International Publishing, Cham, 2016.

¹⁸ Zum Beispiel kann neben dem Minispiel in der Mensa auch nicht erfassbare Campuspläne, Slider, Webseiten gewählt und bei dem Onlineseminar noch die Problematiken mit einer Hörbeeinträchtigung und der Abhilfe mittels (live) Untertitelung oder Gebärdendolmetscher*innen eingebaut werden

- [Fu08] Fullerton, T.: Game Design Workshop. Second Edition: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games (Gama Network Series) Morgan Kaufmann, 2008.
- [GGW05] Gebel C.; Gurt M.; Wagner U.: Kompetenzförderliche Potenziale populärer Computerspiele. In: Arbeitsgemeinschaft betriebliche Weiterbildungsforschung (Hrsg.), E-Lernen: Hybride Lernformen, Online-Communities, Spiele. QEM-Report, Heft 92. Arbeitsgemeinschaft betriebliche Weiterbildungsforschung, Berlin, pp. 241–376, 2005.
- [Gr21] Grimminger, S. et. al.: Digitale barrierefreie Lehr-Lern-Materialien als Beitrag zur Inklusion an der Hochschule. Ein Qualifizierungskonzept zur Erstellung digitaler barrierefreier Inhalte. In: (Hericks, N. Hrsg.): Inklusion, Diversität und Heterogenität – Begriffsverwendung und Praxisbeispiele aus multidisziplinärer Perspektive. Springer VS, Wiesbaden, S. 309-326, 2021.
- [GV20] Giorgashvili, T.; Voß-Nakkour, S.: Nutzerzentrierter Ansatz zur Behebung von digitalen Barrieren. In (Zender, R. et. al. Hrsg.): DELFI 2020 – Die 18. Fachtagung Bildungstechnologien der Gesellschaft für Informatik e.V.. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 169-180, 2020.
- [IDP13] IJsselsteijn, W. A.; de Kort, Y. A. W.; Poels, K.: The Game Experience Questionnaire. Technische Universität Eindhoven, Eindhoven, S. 1–47, 2013.
- [In19] Innovationsforum Barrierefreiheit. (2019): Wie steht es um die digitale Barrierefreiheit an hessischen Hochschulen? Ergebnisse einer Umfrage. http://innobar.studiumdigitale.uni-frankfurt.de/Umfrageergebnisse/Digitale_Barrierefreiheit_an_hessischen_Hochschulen.pdf
- [LEE14] Laamarti, F.; Eid, M.; El Saddik, A.: An overview of serious games. International Journal of Computer Games Technology, S. 1-15, 2014.
- [Ma91] Mayring, P.: Qualitative Inhaltsanalyse. In (Flick, U. et. al. Hrsg.): Handbuch qualitative Forschung. Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen. Beltz - Psychologie Verl. Union, München, S. 209-213, 1991.
- [MVR20] Mateen, S.; Voß-Nakkour, S.; Rustemeier, L.: Studie zur Qualitätsbeurteilung von automatisierten Testwerkzeugen zur Prüfung auf Barrierefreiheit. In (Zender, R. et. al. Hrsg.): DELFI 2020 – Die 18. Fachtagung Bildungstechnologien der Gesellschaft für Informatik e.V.. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 157-168, 2020.
- [Na07] Nacke, L. E.: The Fun of Gaming. Measuring the Human Experience of Game Enjoyment. In Proceedings of Quo Vadis 2007, 2007.
- [PPZ18] Patzer, Y.; Pinkwart, N.; Zimmermann, A.: LAYA – ein inklusives eLearning System. In: (Krömker, D.; Schroeder, U., Hrsg.): DeLFI 2018 - Die 16. E-Learning Fachtagung Informatik. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 301-302, 2018.
- [Re05] Reinmann, G.: Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. In: Unterrichtswissenschaft, 33. Jg., H. 1, S. 52-69, 2005.
- [WP13] Wernbacher, T.; Pfeiffer, A.: Game-based learning: Lernspiele und spielerische Mechanismen im Unterrichtskontext. Donau-Universität Krems, Krems, 2013.

Inklusives und handlungsorientiertes Lernen mithilfe Digitaler Gamebooks

Svenja Noichl ¹, Susanne Korth² und Ulrik Schroeder ¹


Abstract: Digitale Gamebooks bieten das Potenzial handlungsorientierte Aufgaben im Sinne einer vollständigen Handlung abzubilden. Für Auszubildende der Bauindustrie ist diese Form der Aufgaben besonders relevant. Digitale Gamebooks können hierbei zudem die Inklusion von Auszubildenden mit Lernbeeinträchtigungen unterstützen. Neben der Möglichkeit, Hilfetools zu integrieren, können dank des Gamebook-Prinzips unterschiedliche Lernpfade mit gezieltem Feedback für einzelne Bearbeitungsschritte bereitgestellt werden. Ein Autorentool mit vordefinierten Templates zur Abbildung unterschiedlicher Aufgaben kann zudem Ausbilder dabei unterstützen, eigene Gamebooks für ihre Auszubildenden zu erstellen.

Keywords: digitale Gamebooks, berufliche Ausbildung, Inklusion, Lernbarrieren, Autorentool

1 Einleitung

Mehr als 500.000 Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf werden nach Angaben des Sekretariats der Kultusministerkonferenz an deutschen Schulen (Primarstufe, Sekundarstufe 1 und Sekundarstufe 2) unterrichtet. Bei den Förderbedarfen wird dabei zwischen den Bereichen Lernen, Sehen, Hören, Sprache, körperliche und motorische Entwicklung sowie emotionale und soziale Entwicklung unterschieden. [Se2018]

Schülerinnen und Schüler mit einem oder mehreren dieser Förderbedarfe treffen auch in einer späteren beruflichen Ausbildung auf Barrieren, die ihnen die erforderliche selbstständige Bearbeitung von Aufgabenstellungen, mit denen sie sich innerhalb ihrer Ausbildung konfrontiert sehen, im beträchtlichen Maße erschweren. An diesem Punkt knüpft das vom BMBF geförderte Verbundprojekt MeinBerufBau an. In dem Projekt werden am Beispiel einer Ausbildung in der Bauindustrie (berufsfeldbreite Grundbildung im 1. Ausbildungsjahr) Ansätze zur technischen Unterstützung von Auszubildenden mit Lernbeeinträchtigungen entwickelt. Ein wesentliches Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung inklusionsorientierter (digitaler) Lernsettings zur Überwindung von kognitiven Lernbarrieren. Dies wird durch den Abbau inhaltlicher

¹ RWTH Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 9, Ahornstraße 55, Aachen, 52074, {noichl, schroeder}@informatik.rwth-aachen.de,  <https://orcid.org/0000-0002-6374-7764>; <https://orcid.org/0000-0002-5178-8497>

² RWTH Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet Fachdidaktik Bautechnik, Mies-van-der-Rohe-Str. 17, Aachen, 52074, korth@fdb.rwth-aachen.de

bzw. fachspezifischer und gestalterischer sowie technischer Barrieren mithilfe von inklusionsorientierten Aufgaben und Hilfetools in einer Lernapplikation für Auszubildenden am Lernstandort der überbetrieblichen Berufsbildungsstätten bereitgestellt. Die Lernapplikation kann lehrgangsbegleitend verwendet werden und dient primär der Unterstützung des bereits vorhandenen Lehrformats der praktischen Unterweisung. Die realen Handlungsabläufe und -prozesse, die Auszubildende in ihrer Ausbildung erlernen müssen, sind oftmals komplex. Sie bestehen aus mehreren aufeinanderfolgenden und voneinander abhängigen Handlungsschritten. Um solche Prozesse abbilden und Hilfestellungen zur Bewältigung leisten zu können, wird auf das Konzept digitaler Gamebooks zurückgegriffen.

2 Grundlagen und verwandte Arbeiten

Handlungsorientiertes Lernen als planvolles Handeln in möglichst realitätsnahen Lernsituationen beinhaltet, dass Lernen in vollständigen Handlungszyklen abläuft. Nach Riedel bilden die Trias Wahrnehmen – Denken – Tun als Handlungsphasen eine vollständige Handlung ab, die mittels der Rückkoppelung des Tuns auf das Wahrnehmen und Denken einen kreisförmigen Handlungszyklus bilden. Im handlungsorientierten Unterricht beinhalten das selbstständige Planen die Handlungsphasen *Wahrnehmen* und *Denken*, das Durchführen die Phase des *Tuns* und das Kontrollieren die *Rückkoppelung*. [Ri04, S. 193-194]

Gamebooks sind solche Bücher, die nicht in einer festgelegten Reihenfolge, von der ersten bis zur letzten Seite, gelesen werden. Stattdessen sind diese Bücher in zahlreiche Abschnitte unterteilt, an deren Ende die Leserinnen und Leser eine Entscheidung treffen müssen. Diese Entscheidung legt dann fest, welcher Abschnitt als Nächstes gelesen wird. So lassen sich unterschiedliche Geschichten zusammensetzen. Gamebooks gibt es bereits seit den 1970er-Jahren. Eine der bekanntesten Buchserien, die diesem Prinzip folgt, ist die *Choose Your Own Adventure*-Serie [MB18, S.7]. Ein vergleichbares Format lässt sich mithilfe neuer Technologien auch auf zahlreiche weitere Unterhaltungsaspekte übertragen. 2017 veröffentlichte NETFLIX erstmals ein interaktives Angebot. Bei dem Kurzfilm *Der gestiefelte Kater und das magische Buch* können die Zuschauerinnen und Zuschauer durch Auswahlmöglichkeiten den Handlungsstrang selbst beeinflussen [In17]. Neben dem Unterhaltungsbereich kommen Gamebooks auch im Bildungsbereich zum Einsatz. Erste Ansätze, die das Prinzip, welches Gamebooks zugrunde liegt, nutzen, können auf das Programmed Instruction von Skinner [Sk54] zurückgeführt werden. Digitale Gamebooks sind grundsätzlich mit klassischen Gamebooks vergleichbar. Durch die Nutzung digitaler Technologien bieten sich hier jedoch zusätzliche Möglichkeiten. [MB18]

Zur Erstellung von digitalen Gamebooks existieren bereits Software-Lösungen. Zwei Open-Source-Lösungen bieten die Umgebungen Twine und Squiffy. Beide Umgebungen werden ständig weiterentwickelt. Twine [Tw09] ist ein Open-Source-Tool zur Erstellung

von interaktiven, nicht-linearen Geschichten. Das Tool kann sowohl online als auch offline in der Desktopversion genutzt werden. Die Gamebooks basieren auf HTML und sind vor allem zur Darstellung von Text gedacht. Ersteller ohne Programmierkenntnisse können die Gamebooks in einer grafischen Oberfläche anfertigen. Neue Seiten können per Mausklick erstellt werden. Die Bearbeitung der Texte erfolgt über einen einfachen Texteditor. Um zwei Seiten miteinander zu verlinken, muss der Seitenname der verlinkenden Seite nach dem Schema `[[Seitenname]]` in den Text eingebunden werden. Daraufhin wird ein Pfeil angezeigt, der den Zusammenhang der Seiten visualisiert. Inhalte, die über die reine Textdarstellung hinausgehen, können mithilfe von JavaScript zwar theoretisch hinzugefügt werden, jedoch ist dies für Personen ohne Programmierkenntnisse nicht praktikabel. Auch Squiffy [Sq20] ist ein Open-Source-Tool, welches sowohl online als auch in einer Desktopversion verwendet werden kann. Anders als bei Twine werden die Inhalte bei Squiffy nicht grafisch, sondern auf Textbasis erstellt. Neue Seiten sowie Verlinkungen müssen durch entsprechende Textbefehle angegeben werden. Auch hier steht die Darstellung von textuellen Geschichten im Vordergrund. Für weitergehende Funktionalitäten werden auch hier Programmierkenntnisse benötigt.

3 Identifizierte Lernbarrieren

In Befragungen und Tests mit ca. 100 Auszubildenden des ersten Ausbildungsjahres am Ausbildungszentrum Kerpen konnten Lernbarrieren in den Bereichen allgemeiner kognitiver Kompetenzen, räumliches Vorstellungsvermögen, mathematische Kompetenzen sowie Lesekompetenzen identifiziert werden. Im Bereich der Lesekompetenz konnten hierbei insbesondere Defizite im Leseverständnis von fachbezogenen Fragestellungen identifiziert werden. Diese äußern sich beispielsweise im Ersetzen oder Verdrehen von Worten, die Unfähigkeit das Gelesene wiederzugeben bzw. daraus Schlüsse zu ziehen oder Zusammenhänge zu erkennen sowie darin, dass nicht die Informationen aus der Aufgabenstellung, sondern allgemeines Wissen als Hintergrundinformation genutzt wird.

Basierend auf den identifizierten Lernbarrieren wurden übergeordnete Hilfetools, welche zeit- und aufgabenunabhängig genutzt werden können, integriert. Hierbei handelt es sich für den Bereich Sprache um ein Glossar, in welchem Begriffe mit Bedeutungserklärungen und Abbildungen hinterlegt werden können, eine Vorlesefunktion, welche ein Vorlesen aller Textblöcke ermöglicht, sowie die Auswahlmöglichkeit der Nutzung von Leichter Sprache oder der Standardsprache. Weiterhin können die Vorlesegeschwindigkeit und die Geschwindigkeit von Videos individuell angepasst werden. Zur Unterstützung im Bereich Rechnen stehen ein Taschenrechner und ein Einheitenrechner zur Verfügung, die auf die besonderen Bedürfnisse identifizierter Problemlagen adaptiert wurden.

4 Anforderungen an einen Gamebook-Editor

Um die Vorteile des handlungsorientierten Lernens zu nutzen und dem didaktischen Paradigma der Handlungsorientierung in der beruflichen Bildung zu folgen, sollen den Auszubildenden im Projekt berufsnahe und -relevante Handlungsaufgaben zur Verfügung gestellt werden. Um diesen Lehr-Lernprozess digital verfügbar zu machen, wird auf das Prinzip digitaler Gamebooks zurückgegriffen. Beide Prinzipien, handlungsorientiertes Lernen und digitale Gamebooks, basieren im Wesentlichen auf Handlungen, welche durch Entscheidungen beeinflusst werden können [MB18, Ri04]. Insbesondere die wiederkehrenden Zyklen von alternativen Handlungswegen sowie deren Bewertung und Folgen für den weiteren Lernprozess passen gut zum Konzept der Gamebooks. Zur Erstellung und Anzeige der digitalen Gamebooks werden ein Editor und ein Anzeigemodus benötigt. Damit die digitalen Gamebooks im Anzeigemodus barrierefrei dargestellt, Gamebooks von Auszubildenden eigenständig erstellt und Aufgaben nach dem Prinzip des handlungsorientierten Lernens abgebildet sowie die identifizierten Lernbarrieren berücksichtigt werden können, ergeben sich für den Editor folgende Anforderungen:

- Zur Erstellung eines Gamebooks werden keine Programmierkenntnisse benötigt.
- Die Ersteller müssen bei der Erstellung barrierefreier Inhalte unterstützt werden, insbesondere muss unter Berücksichtigung der Lernbarrieren die Erstellung von Inhalten in Standardsprache Deutsch und Leichter Sprache Deutsch unterstützt werden.
- Neben Texten können auch multimediale Inhalte eingebunden werden.
- Neben Inhalten können auch Aufgaben, z. B. Multiple Choice oder Berechnungen eingebunden werden.

Da die in Kapitel 2 vorgestellten Tools diese Anforderungen nicht erfüllen, wurde ein neues Autorentool entwickelt. Insbesondere erfordern die vorgestellten Tools für Funktionalitäten, welche über eine reine Textdarstellung hinaus gehen Programmierkenntnisse, beispielsweise zur Bereitstellung und Auswertung von Aufgaben innerhalb eines Gamebooks. Diese Kenntnisse können beim adressierten Ausbildungspersonal weder vorausgesetzt noch gefordert werden.

5 Gamebook-Editor

Im Editor werden die Handlungen mittels Graphen dargestellt. Die Knoten stellen dabei die einzelnen Inhaltsseiten des digitalen Gamebooks dar, während die Kanten die Pfade zwischen den Inhaltsseiten anzeigen. Der Graph wird dabei nach einem WYSIWYG-Prinzip erstellt. Die Knoten sind jeweils Template-Knoten, welche unterschiedliche Vorlagen zur Darstellung von Inhalten und Aufgaben bereitstellen (siehe Abb. 1).

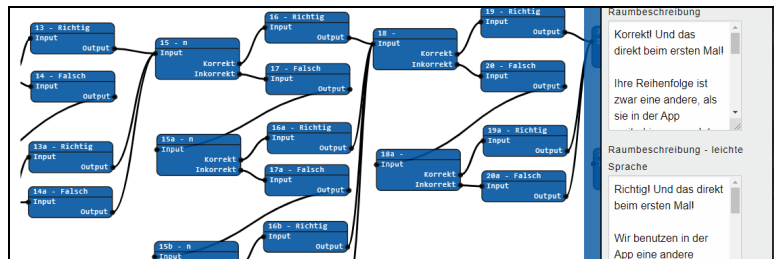


Abb. 1 - Ausschnitt eines Gamebooks im Gamebook-Editor

Jedes Template besteht hierbei aus zwei Teilen, einer Raumbeschreibung und dem templatespezifischen Teil. In der Raumbeschreibung können Informationen oder Aufgabenstellungen bereitgestellt werden. Hier können Medieninhalte wie Text, Bilder, Videos und Audiodateien beliebig kombiniert werden. Bilder, Videos und Audiodateien werden für diesen Zweck global im Gamebook angelegt und können unter Angabe der selbst vergebenen Kennung in beliebig vielen Template-Knoten eingesetzt werden. Für den templatespezifischen Teil stehen sieben unterschiedliche Templates zur Verfügung.

- **Entscheidungstemplate:** Das klassische Gamebook-Template, welches das Hinzufügen beliebig vieler Entscheidungsmöglichkeiten ermöglicht. Für jede Entscheidungsmöglichkeit kann ein individueller Pfad verfolgt werden, sodass gezieltes Feedback zu jeder einzelnen Entscheidung gegeben werden kann. Neben der klassischen Button-Darstellung kann auch die Darstellung in Form eines Sliders gewählt werden.
- **Multiple Choice:** Dieses Template ermöglicht die Erstellung von Single-Choice- und Multiple-Choice-Aufgaben mit beliebig vielen Antworten. Es gibt einen Pfad für die *richtige* und einen für die *falsche* Antwort.
- **Ausklappbare Texte:** Mit diesem Template können viele Informationen übersichtlich bereitgestellt werden. Es wird für jeden Textblock eine Überschrift angezeigt und der weiterführende Text kann nach Belieben ausgeklappt werden.
- **Lückentext:** Dieses Template ermöglicht die Erstellung von Lückentext-Aufgaben. Hierbei können beliebig viele Lücken angegeben werden. Zudem kann jeweils vor und nach einer Lücke ein Text angegeben werden. Die Lücken sind über die Tastatureingabe zu füllen. Daher eignet sich dieses Template insbesondere für kurze Eingaben oder Zahlen. Es gibt einen Pfad für *richtig* und einen für *falsch*.
- **Drag-and-Drop:** Dieses Template kann als Alternative zum Lückentext-Template genutzt werden, wenn die einzusetzenden Lücken vorgegeben sind. Hier können beliebig viele Elemente erstellt werden, welche per Drag-and-Drop in vorgegebene Felder eingesetzt werden können. Es können dabei beliebig viele Lücken und festgelegte Texte eingegeben werden. Zudem können alternative Lösungen angelegt werden. Es gibt Pfade für die *richtige* Lösung, die alternative Lösung sowie eine *falsche* Lösung.

- Formeln: Mit dem Formel-Template können Formeln für Berechnungsaufgaben bereitgestellt werden, in welche die passenden Werte eingesetzt werden können.
- Inhaltsseite: Dieses Template hat keinen templatespezifischen Teil und dient lediglich zur Darstellung von Informationen.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Handlungsorientiertes Lernen und digitale Gamebooks zielen beide darauf ab, dass die Nutzenden eine Handlung selbstständig durchlaufen. Um Lehrpersonen die Erstellung eigener Gamebooks für ihre Auszubildenden zu ermöglichen, wird ein Gamebook-Editor benötigt. In dem hier vorgestellten Editor stehen den Lehrpersonen hierfür unterschiedliche Template-Knoten zur Verfügung. Beim Einfügen von multimedialen Inhalten werden die Lehrpersonen zur Angabe aller Zusatzinformationen und Materialien zur Gewährleistung von Barrierefreiheit angeleitet. Zur Speicherung der Gamebooks wird JSON verwendet, wodurch eine einfache, plattformunabhängige Speicherung und Nutzung der Gamebook-Dateien ermöglicht wird. Eine Evaluation des Gamebook-Editors steht noch aus. In bisherigen Testungen wurden insbesondere die integrierten Hilfertools und deren Nützlichkeit für die Auszubildenden evaluiert. Der Code zum Projekt³ ist unter MIT-Lizenz veröffentlicht.

Literaturverzeichnis

- [In17] Interaktive Geschichten auf Netflix: Der Zuschauer bestimmt, wie es weitergeht, <https://media.netflix.com/de/company-blog/interactive-storytelling-on-netflix-choose-what-happens-next>, Stand: 25.03.2020.
- [MB18] Möslin-Tröppner, B.; Bernhard, W.: Digitale Gamebooks in der Bildung, Springer Fachmedien Wiesbaden, 2018.
- [Ri04] Riedl, A.: Didaktik der beruflichen Bildung, Franz Steiner Verlag, 2004.
- [Se2018] Sekretariat der Kultusministerkonferenz: Sonderpädagogische Förderung in Schulen 2007 bis 2016. Statistische Veröffentlichung der Kultusministerkonferenz, Dokumentation Nr. 12, Berlin, 2018.
- [Sk54] Skinner, B. F.: The science of learning and the art of teaching, Cambridge, Mass, USA, 99, 1954.
- [Sq20] Squiffy – A simple way to write interactive fiction, <http://textadventures.co.uk/squiffy>, Stand: 25.03.2020.
- [Tw09] Twine / An open-source tool for telling interactive, nonlinear stories, <http://twinery.org/>, Stand: 25.03.2020.

³ <https://gitlab.com/learntech-rwth/meinberufbau-project>

Serious Games zur Berufsorientierung in digitale Arbeitswelten

Britta Hesse¹, Anne Jellinghaus² und Esther Ruiz Ben³

Abstract: Digitalisierungsprozesse beeinflussen die Transformation von IT-Arbeitsfeldern und Arbeitsanforderungen. Neue interdisziplinäre Arbeitsfelder entstehen, in denen Kooperation, enge Dialoge und Verständnis zwischen differenzierten Fachdisziplinen zunehmend nachgefragt werden. In der Vermittlung von Berufsorientierung wird dieses jedoch nicht immer ausreichend beachtet, was den anhaltenden Fachkräftemangel in den entstehenden digitalen Arbeitsfeldern nicht löst. Neue didaktische Konzepte können Schüler:innen nachhaltig die Realitäten der neuen digitalen Arbeitsfelder näherbringen und zur Teilhabe an Digitalisierungsprozessen bzw. der Informatik motivieren. Dieser Beitrag zeigt, wie Serious Games bei der Vermittlung von Berufsorientierung in digitale Arbeitsbereiche unterstützend wirken können. In einem Studierendenprojekt wurden Spiele über digitale Berufe zur Vermittlung von Berufsorientierung entwickelt. Die Ergebnisse zeigen, dass durch Kontextualisierung und Fokussierung auf realistische Arbeitskontexte und Interdisziplinarität mittels Serious Games ein offeneres und diverseres Bild der Fachkultur der Informatik vermittelt werden kann, welches gleichzeitig motivierend auf diverse soziale Gruppen wirkt.

Keywords: Diversität, Informatik, Berufsorientierung, Digitalisierung, Serious Games

1 Einleitung

Digitalisierungsprozesse verändern heutzutage zahlreiche Berufe und Arbeitsfelder. Das führt dazu, dass viele Arbeitsbereiche, die in der Vergangenheit getrennt voneinander operiert haben, eine digitale Kooperation [Bop19] miteinander eingehen. Besonders die Arbeitsbereiche der Informatik sind häufig durch Digitalisierung mehr inter- und transdisziplinär geprägt.

Informatik als Fachkultur ist geprägt durch ihren männlich stereotypisierenden Charakter, was zur Folge hat, dass meistens Personen, die sich vom männlichen Vorbild angesprochen fühlen, dieses Wissensfeld als Berufsoption wählen [Ch17]. Eine Fachkultur wird hier gemäß der Auffassung in [SH19] als durch die von den Vertreter:innen eines Faches als selbstverständlich angenommenen Denkweisen, Einstellungen, Praktiken, kulturelle Präferenzen, Lebensstil und Einstellung bezüglich sozialer Fragen verstanden. Im Vergleich zur Informatik als vorrangiges Arbeitsfeld für

¹ Technische Universität Berlin, Quality and Usability Lab, Ernst-Reuter-Platz 7, 10587 Berlin, Deutschland, britta.hesse@tu-berlin.de

² Technische Universität Berlin, ZIFG, FH 5-6, Frauenhoferstraße 33-36, 10587 Berlin, Deutschland, anne.jellinghaus@tu-berlin.de

³ Technische Universität Berlin, Büro des Präsidialamtes, Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin, Deutschland, e.ruizben@tu-berlin.de

Digitalisierung, ist der Begriff der Digitalisierung von einem interdisziplinären und offenen Charakter geprägt. Hier ergibt sich Potential, das dazu genutzt werden kann, stereotypisierenden Einflüssen der informatischen Fachkultur durch mehr Diversität unter den beteiligten Akteuren und Fachdisziplinen entgegenzuwirken [DHR21].

Die Vermittlung dieses Potentials in der Berufsorientierung von digitalen Arbeitsfeldern ist noch nicht ausgeschöpft. Dieser Beitrag möchte ein Beispiel für die Umsetzung von Serious Games (SG) in der Berufsorientierung vorstellen, indem verschiedene Disziplinen von der Problemdefinition bis zur Problemlösung zusammenarbeiten. Inter- und transdisziplinäre digitale Arbeitskontexte werden dabei in SG sichtbar und erlebbar und sollen Schüler:innen Verhandlungskompetenz vermitteln. Der folgende Abschnitt widmet sich dem Diversitätsbegriff in der Informatik und diskutiert wie sich die Fachkultur innerhalb der Informatik durch Digitalisierungsprozesse verändern kann. Anschließend wird das Konzept für den Einsatz von SG als konkretes Werkzeug zur Berufsorientierung erläutert und exemplarisch die Umsetzung im Rahmen einer Lehrveranstaltung an der Technischen Universität Berlin beschrieben. Abschließend wird die praktische Umsetzung des vorgeschlagenen Konzepts diskutiert.

2 Diversität in der Informatik

Diversität ist in diesem Zusammenhang vor allem die fachliche Diversität in der Informatik als Fachdisziplin selbst. Gab es in der Vergangenheit Möglichkeiten, die Informatik isoliert zu betrachten, hält sie heute Einzug in alle Fachbereiche. Jede Fachrichtung hat dabei ihren eigenen Blick auf die Herausforderung einer digitalen Welt und sollte bereits an der Problemdefinition und nicht erst an der Problemlösung beteiligt sein. Dazu ist es wichtig, dass Definition und Lösung interdisziplinär verhandelt werden. Diese aktive Beteiligung wird leider auch nicht von den angrenzenden Fächern eingefordert, von der Informatik wird aber erwartet, geeignete Lösungen zu finden. Wenn die Informatik in der Zukunft komplexe Zusammenhänge zwischen Ethik, Moral und Berechenbarkeit interdisziplinär meistert, dann kann sie damit Chancenungleichheiten entgegenwirken (s. z. B. GI ethische Leitlinien [Be19]).

Diversität in der Informatik besitzt noch einen weiteren Aspekt: Die Öffnung der Informatik für unterschiedliche Personengruppen gemäß [Je21] führt zu mehr Diversität innerhalb der Akteur:innen. Statistiken zeigen, dass Informatiker:innen nicht divers (genug) aufgestellt sind. Den größten Teil dieser Personengruppe machen weiße (cis-) Männer im mittleren Lebensalter aus [Sods20]. Dadurch geht wertvolles Potential für die Gestaltung von Digitalisierung verloren. Dieser Beitrag soll dazu anregen, die Fachkultur der Informatik zu öffnen und dadurch die Teilhabe an Informatik diverser zu gestalten.

Die Integration beider Aspekte von Diversität in der Informatik kann zukunftsweisend sein. Dazu empfiehlt dieser Beitrag, dass ethische Kontextualisierung und interdisziplinäre Verhandlungskompetenz ein Teil der Informatikausbildung werden.

3 Spiele zur Berufsorientierung für die didaktische Anwendung

Computerspiele sind in erster Linie aus der Unterhaltungsbranche bekannt. Didaktische Spiele zur Wissensvermittlung, sogenannte Serious Games (SG), kommen bereits in den unterschiedlichsten Anwendungskontexten zum Einsatz. SG beschreiben die Kategorie von Spielen, die darauf abzielen, Lerninhalte zu vermitteln. Damit stellt sich die Herausforderung, neben dem Spielerlebnis auch Lerninhalte, Feedback und Motivation geeignet in das Spieldesign zu integrieren [BŽS16]. Technische Realisierungen gehen dabei von der Anwendung im Webbrowser bis hin zu Konsolenspielen, die ein besonders immersives Spielerlebnis realisieren. Zahlreiche Studien haben positive Effekte der Nutzung von Spielen zu pädagogischen Zwecken gezeigt [Fi20].

3.1 Konzept zum Einsatz von Serious Games

Im Sommersemester 2020 wurde ein interdisziplinäres Studierendenprojekt angeboten, um die Vorteile von SG für die Berufsorientierung zu explorieren. Inhaltliche Basis der Veranstaltung war das in [Be19] skizzierte Konzept des “Critical Computational Thinking (CCT)” und dessen Adaption auf die Vermittlung von Berufsorientierung in digitalen Arbeitsfeldern. Dieses Konzept kombiniert wissenschaftliche Ansätze und Prinzipien, die im Computational Thinking (CT) [Wi06] betont werden mit der Gestaltung, Anwendung und Nutzung von ethischen Elementen im Zusammenhang mit Digitalisierung. Wichtige Aspekte des CCT sind die ethische Kontextualisierung und Auseinandersetzung bei der Gestaltung von digitalen Produkten und Dienstleistungen [Be19: 606]. Die Autor:innen möchten diesen Ansatz erweitern auf die Forderung einer interdisziplinären Reflexion der Problemdefinition und die dringend notwendige Beteiligung aller Fachbereiche. Kontextualisierung von Informatikwissen kann zur Reflexion der konkreten Wirkung des eigenen Handelns beitragen. SG können als Experimentierfeld der Kontextualisierung von Informatikwissen in digitalen Berufsbereichen fungieren. Die Autor:innen schlagen als konzeptuelle Basis für die Gestaltung von SG zur Vermittlung von Berufsorientierung in digitale Arbeitsfelder vor:

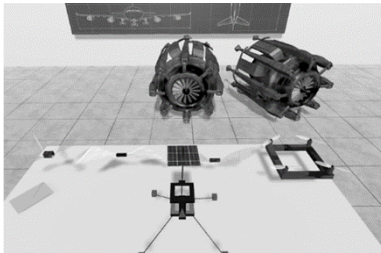
1. Die Interdisziplinarität bei der Darstellung des digitalen Arbeitsbereichs bewusst zu betonen, um Stereotypen von isoliert agierenden Berufen und dem damit entstehenden fachlichen Ungleichgewicht des Einflusses auf digitale Produkte und Lösungen entgegenzuwirken.
2. Bei der Visualisierung eines digitalen Berufsfeldes bewusst auf die Verwendung von individualisierten Konnotationen (z. B. Biografien) zu verzichten. Stattdessen auf die Arbeitstätigkeiten im Berufsfeld zu fokussieren, um die Reproduktion von stereotypisierenden Darstellungen zu vermeiden.
3. Auf die Überrepräsentation von Maschinen und Code zur Darstellung des IT - Fachbereichs zu verzichten, um fachliche Simplifizierungen von digitalen Berufen zu vermeiden.

Basierend auf den oben beschriebenen Maßnahmen wurde das Studierendenprojekt organisiert. Ziel des Projekts war, ein Spiel zur Berufsorientierung in einem digitalen Beruf zu entwickeln. Spiele, die nach den Prinzipien des CCT gestaltet sind und ethisch kontextualisieren, helfen Lösungen für ethische Herausforderungen zu identifizieren, da das interdisziplinäre Zusammenspiel unterschiedlicher Fachbereiche über SG erlebbar gemacht wird. Eine Diversifizierung der informatischen Fachkultur wird spielerisch erlebbar. Darüber hinaus ermöglichen SG, Dilemmas des beruflichen Alltags kooperativ aus unterschiedlichen Perspektiven zu begegnen und zu diskutieren und in manchen Fällen auch zu lernen, dass vielleicht keine definitive oder beste Lösung existiert.

3.2 Umsetzung - Praxisbeispiel

In einem Studienprojekt haben neun Studierende der Medieninformatik ein SG zur Vermittlung von Berufsorientierung in einem digitalen Arbeitsfeld entwickelt und das Ergebnis anschließend evaluiert. Die Spielgestaltung sowie die inhaltliche Konzeption zur Darstellung des Berufs orientierten sich an dem in Abschnitt 3.1 erläuterten Konzept bzw. den vorgeschlagenen Maßnahmen. Die Auswahl des digitalen Berufsfeldes war den Studierenden überlassen. Anhand von Beispielen wurde mit den Studierenden die Bedeutung von Stereotypisierung für den entsprechenden Arbeitsbereich exploriert. Über eine Zusammenstellung aus aktuellen Stellenanzeigen für digitale Berufe wurde die große Bedeutung von Inter- und Transdisziplinarität für digitale Berufsfelder veranschaulicht, um das Potential zu demonstrieren, darüber Stereotypen in der Fachkultur der Informatik mit Hilfe von SG entgegenwirken zu können.

Berufsfelder	Verwandte Konstruktionsschritte
Apiologie (Bienenkunde)	Bestäubungsgerät
Maschinentechnik	Luftrahmen
Luft- und Raumfahrttechnik	Fluggestell
Mechatronik	Antrieb
UAV-Drohrentechnik	Sensoren
Informatik	Software



The image shows a 3D CAD model of a robot bee. On the left, the assembled robot is shown. On the right, the individual components are laid out, including the main body, wings, legs, and various sensors and actuators.

Abb. 1: An der Konstruktion der Roboterbiene beteiligte Berufsfelder (links), Laborumgebung des Spiels mit einzelnen Bauteilen der Roboterbiene (rechts)

Im Folgenden sollen Umsetzung und Wirkung des Konzepts aus Abschnitt 3.1 anhand des entwickelten SG exemplarisch veranschaulicht werden. Hier wird das Berufsfeld der Robotik, im speziellen die Entwicklung von Roboterbienen thematisiert. Das Spieldesign orientiert sich an [Ba14] und realisiert eine Hintergrundgeschichte, die motivierend wirken und für die Spieler:innen das Berufsfeld der Robotik erlebbar machen soll. Die Lerninhalte wurden über Minispiele in den Spielablauf integriert.

Das Ziel des Spiels ist, eine Roboterbiene zur Bestäubung von Nutzpflanzen zu entwickeln. Als Hintergrundgeschichte liegt ein dystopisches Szenario vor, in dem die

Bienen in der Zukunft ausgestorben sind und die Menschen die Bestäubung von Nutzpflanzen übernehmen müssen. Dabei wird die Notwendigkeit zur ethischen Verhandlung von Problemdefinitionen zwischen den beteiligten Fachdisziplinen als grundlegende Fähigkeit in digitalen Arbeitsfeldern betont. Das Spiel soll zeigen, wie die unterschiedlichen Berufsfelder diese Verhandlungskompetenz einsetzen, um gemeinsam eine technische Lösung zu entwickeln. Damit soll das SG die fachliche Diversität in digitalen Berufen zeigen und motivierend wirken. Das SG fokussiert bewusst darauf, den interdisziplinären digitalen Anwendungskontext zu betonen und setzt den Fokus nicht auf die Darstellung von Code und Maschinen, um das Berufsfeld der Robotik zu beschreiben. Gemäß des in Abschnitt 3.1 beschriebenen Konzepts werden zur Beschreibung des Berufsfelds die Arbeitstätigkeiten in den Vordergrund gestellt. Die Spieler:innen bauen dazu aus den einzelnen Bauteilen eine Roboterbiene zusammen und lernen in einer virtuellen Laborumgebung (siehe Abb. 1, rechts) die Funktion der einzelnen Bauteile und ihr Zusammenspiel kennen. Nur wenn die Teile korrekt miteinander kombiniert werden, gelingt der sich anschließende Testflug der Roboterbiene.

Das SG integriert Texte zu den beteiligten Berufsfeldern, die gezielt Lerninhalte zur inter- und transdisziplinären Kooperation bei der Konstruktion der Roboterbiene vermitteln. Hierbei soll deutlich werden, dass Robotik in diesem Anwendungskontext nur ethisch reflektiert geschehen kann. Nicht nur Informatiker:innen sondern auch Apiolog:innen müssen dabei zusammen an einer nachhaltigen Lösung arbeiten. Die Apiologie lieferte hierbei die Grundlagen für die Konstruktion des Bestäubungsgerätes der Flugdrohne (Abb. 1, links). Nach einem erfolgreichen Testflug der Roboterbiene schließt sich ein Berufsfelder-Quiz zur Überprüfung der neuen inter- und transdisziplinären Lerninhalte an. Dazu werden Fragen zu den jeweiligen Aufgaben- und Kompetenzbereichen der kooperierenden Berufsfelder gestellt. Zur Beantwortung steuern die Spielenden ihre Roboterbienen über ein Blumenfeld zur Blume mit der korrekten Antwort.

4 Diskussion

Die Praxiserfahrung während der Spielentwicklung hat gezeigt, dass den Studierenden die Bedeutung von interdisziplinärer Verhandlungskompetenz als eine notwendige Grundlage zur Gestaltung von Digitalisierungsprozessen bewusst geworden ist. Die Studierenden haben gelernt, dass inter- und transdisziplinäre Kooperation von Fachdisziplinen zur Definition und Lösung von digitalen Herausforderungen der Manifestierung von Stereotypen in den Produkten technologischer Entwicklung entgegenwirken und damit eine einseitige Perspektive isoliert agierender Fachdisziplinen vermieden werden kann. Weiterhin haben die Studierenden durch die Diskussionen und Projektpräsentationen gelernt, SG kontextbezogen zu entwickeln.

Offen bleibt die Frage, inwieweit diese Erfahrung auch zur Motivation von Personen aus unterrepräsentierten Gruppen in der Informatik beitragen kann. Hierbei sollte analysiert werden, inwieweit dieses zur tatsächlichen Berufsauswahl führt. Ob dieses Erlebnis

zusammen mit einer stereotypenfreien Vermittlung von Berufsorientierung in digitalen Berufen zur Motivations- und Teilhabewachstum in MINT-Studiengängen führen kann, bleibt Gegenstand zukünftiger Forschungen.

5 Literaturverzeichnis

- [Bop19] Berufsorientierungsprogramm; Matthes, Britta (2019), Substituierbarkeit von Berufen. url: <https://www.berufsorientierungsprogramm.de/de/20-jahre-bop-10-jahre-rueckblick-und-10-jahre-ausblick-jahrestagung-des-2261.html#Dr-Britta-Matthes>, Stand: 12.01.2021
- [Ch17] Cheryan, S.; Ziegler, S. A.; Montoya, A. K.; Jiang, L.: Why are some STEM fields more gender balanced than others? *Psychological bulletin* 143/1, S. 1, 2017.
- [SH19] Scharlau, I.; Huber, L.: Welche Rolle spielen Fachkulturen heute? Bericht von einer Erkundungsstudie. *Die Hochschullehre. Interdisziplinäre Zeitschrift für Studium und Lehre* 5/, S. 315–354, 2019.
- [DHR21] Dorn, L.; Hesse, B.; Ruiz Ben, E.: Einleitung. In (Liedtke, B.; Mauß, B.; Rother, M., Hrsg.): *Update for all – Lehrpraxis für eine faire Digitalisierung*. Universitätsverlag der TU Berlin, Berlin, S. 44–57, Jan. 2021.
- [Be19] Ben, E. R.: Critical Computational Thinking: Konzeptentwurf zur Vermittlung von Informatikwissen für die Digitalisierungsgestaltung. In (David, K.; Geihs, K.; Lange, M.; Stumme, G., Hrsg.): *INFORMATIK 2019: 50 Jahre Gesellschaft für Informatik – Informatik für Gesellschaft*. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 605–616, 2019.
- [Je21] Jellinghaus, A.: Faire Vermittlung von Digitalisierungswissen, 2021, url: <https://www.fixing-it.net>, Stand: 08. 04. 2021
- [Sods20] Stack overflow developer SURVEY 2020, url: <https://insights.stackoverflow.com/survey/2020#share-geography>, Stand: 25. 03. 2021
- [BŽS16] Braad, E.; Žavcer, G.; Sandoval, A.: Processes and models for serious game design and development. In: *Entertainment computing and serious games*. Springer, S. 92–118, 2016.
- [Fi20] Fischer, S., & Barabasch, A. (2020). Gamification. A Novel Didactical Approach for 21st Century Learning. In E. Wuttke, J. Seifried, & H. Niegemann (Eds.), *Vocational Education and Training in the Age of Digitization. Challenges and Opportunities* (pp. 89-108).
- [Wi06] Wing, J. M.: Computational thinking. *Communications of the ACM* 49/3, S. 33– 35, 2006.
- [Ba14] Barbosa, A. F.; Pereira, P. N.; Dias, J. A.; Silva, F. G.: A new methodology of design and development of serious games. *International Journal of Computer Games Technology* 2014/, 2014.

Konzeption und Entwicklung eines interaktiven E-Mail-Interface für Anti-Phishing Lernspiele

Duygu Bayrak¹, René Röpke² und Ulrik Schroeder²

Abstract: Phishing-Angriffe sind eine ernsthafte Bedrohung, die die Internetnutzerinnen und -nutzer zur Preisgabe vertraulicher Informationen verleiten. Der Erfolg dieser Angriffe ist zum Teil auf mangelnde Aufklärung über Phishing zurückzuführen. Anti-Phishing-Lernspiele stellen eine spannende Möglichkeit dar, auf aktive und unterhaltsame Weise über Phishing-Angriffe zu lernen um sich in echten Szenarien davor zu schützen. Eine Analyse existierender Spiele zeigt jedoch erhebliche inhaltliche und methodische Schwächen in der Vermittlung und Überprüfung von Kenntnissen und Fähigkeiten. Dieser Beitrag widmet sich somit der interaktiven Vermittlung und erweiterten Wissensüberprüfung in Anti-Phishing Lernspielen zu E-Mail-Phishing und präsentiert ein interaktives E-Mail-Interface zur modularen Einbindung in Anti-Phishing Lernspiele. Dabei werden definierende Elemente von E-Mail-Clients sowie Sicherheitsindikatoren von E-Mails berücksichtigt, um eine authentische Simulation von E-Mail-Phishing zu realisieren.

Keywords: Lernspiel; Phishing; E-Mail; Interface; Spielbasiertes Lernen

1 Motivation und verwandte Arbeiten

Phishing stellt für Nutzerinnen und Nutzer des Internets eine aktive Bedrohung dar. Allein in 2020 gab es mehr als doppelt so viele Phishing-Angriffe wie in den Jahren zuvor [An21]. Da technische Lösungsansätze allein das Problem nicht lösen, ist die Aufklärung von Nutzerinnen und Nutzern eine aktiv verfolgte, komplementäre Maßnahme. Eine Art der Vermittlung basiert auf Anti-Phishing Lernspielen. Eine Analyse existierender Spiele und verwandter Literatur zeigt inhaltliche und methodische Schwächen in der Vermittlung und Überprüfung von Kenntnissen und Fähigkeiten [Ro20].

Während zahlreiche Spiele zu Themen wie Phishing-URLs existieren [Ro20], gibt es nur wenige Spiele zu E-Mail-Phishing und anderen Phishing-Techniken. Zwei existierende Spiele sind What.Hack [We19] und Bird's Life [WJZ17]. Zur Vermittlung und Erprobung der Erkennungsstrategien für E-Mail-Phishing sind Spielinhalte unterschiedlich aufbereitet. So präsentiert Bird's Life lediglich Screenshots von E-Mails und fordert die Spielerinnen und Spieler zu entscheiden, ob es sich um eine Phishing-E-Mail handelt oder nicht. In What.Hack wird ein E-Mail-Client simuliert, um den Umgang mit Phishing-E-Mail authentisch und realitätsnah abzubilden.

¹ RWTH Aachen, Templergraben 55, 52062 Aachen, duygu.bayrak@rwth-aachen.de

² RWTH Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 9, Ahornstraße 55, 52074 Aachen, {roepke, schroeder}@informatik.rwth-aachen.de

Probleme beider Spiele [We19, WJZ17] sind die fehlende Interaktivität und limitierte Umsetzung der Wissensüberprüfung. Während zwar ein E-Mail-Client simuliert oder ein Screenshot einer echten E-Mail angezeigt wird, müssen Spielerinnen und Spieler jedoch lediglich eine Ja/Nein-Entscheidung treffen, um im Spiel voranzuschreiten. Die Interaktionsmöglichkeiten mit gegebenen E-Mails sind eingeschränkt und es ist nicht erforderlich verdächtige Merkmale einer Phishing-E-Mail zu identifizieren. Die Ratewahrscheinlichkeit ist entsprechend hoch und es kann zu keinem Zeitpunkt im Spiel sichergestellt werden, ob die die vermittelten Merkmale von Phishing-E-Mails erkannt und zur Entscheidung zu Rate gezogen werden. Insbesondere im Kontext digitaler Lernspiele stellen diese fehlenden Aspekte in existierenden Arbeiten eine ungenutzte Chance dar. Digitale Lernspiele bieten eine geeignete Lernumgebung, um interaktive Vermittlung- und Erprobungselemente in den Lernprozess zu integrieren und erweiterte Wissensüberprüfung zur besseren Erfassung der Lernleistung zu nutzen.

Dieser Beitrag widmet sich somit der interaktiven Vermittlung und erweiterten Wissensüberprüfung in Anti-Phishing Lernspielen zu E-Mail-Phishing und präsentiert ein interaktives E-Mail-Interface zur modularen Einbindung in Anti-Phishing Lernspiele.

2 Konzeption

Das Konzept des interaktiven E-Mail-Interface basiert auf den Gestaltungselementen und Funktionalitäten gängiger E-Mail-Clients. Hierfür wurden die weltweit beliebtesten und weitverbreitetsten E-Mail-Clients (Desktop- oder Webanwendungen) betrachtet und definierende Elemente identifiziert. Dazu zählen unter anderem Gmail, Microsoft Outlook, Apple Mail, Yahoo! Mail und Thunderbird von Mozilla. Die Simulation eines E-Mails-Clients in Anti-Phishing-Lernspielen soll eine möglichst authentische und realistische Lernumgebung schaffen und eine Übertragung erlernter Kenntnisse und Fähigkeiten unterstützen. Der Aufbau des Interfaces kann in vier Bereiche unterteilt werden: Menü, Ordnerübersicht, Nachrichtenliste und Vorschau (siehe Abb. 1). Im Folgenden wird auf die Interaktionsmöglichkeiten, die Wissensüberprüfung und den Einsatz von Feedback im E-Mail-Interface eingegangen.

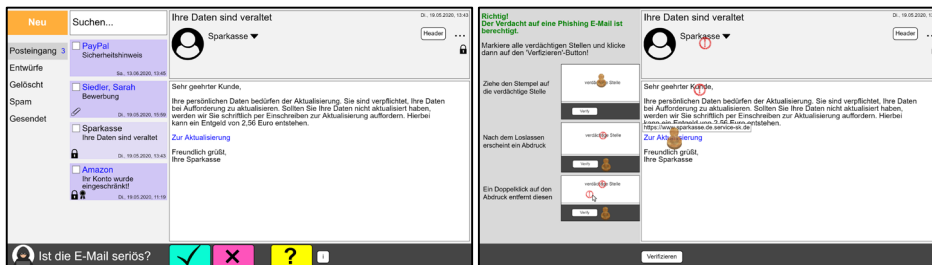


Abbildung 1. Postfachansicht (links) und Markierungsansicht mit platzierten Markierungen (rechts).

2.1 Interaktionsmöglichkeiten

Neben der Gestaltung sind die Interaktionsmöglichkeiten im E-Mail-Interface ebenfalls an gängigen E-Mail-Clients orientiert. Zur späteren Einbindung in Anti-Phishing-Lernspiele ist insbesondere die Interaktion mit den präsentierten E-Mails relevant. Im Fokus stehen hierfür zwei Interaktionsmöglichkeiten:

- **Interaktionsmöglichkeit mit Links und URLs:** Analog zu echten E-Mail-Clients soll es möglich sein, in E-Mails eingebundene Links und URLs mittels Mouse-Over anzuzeigen. Durch die mögliche Verschleierung der echten URL hinter einem Link mittels HTML oder Rich-Text-Formatierung, können bösertige URLs in Phishing-E-Mails versteckt werden. Damit Nutzerinnen und Nutzer lernen können, Links zu überprüfen und Phishing-URLs zu erkennen, muss die Interaktion analog zu echten E-Mail-Clients realisiert werden.
- **Interaktionsmöglichkeit mit E-Mail-Header-Informationen:** Eine weitere Funktionalität in echten E-Mail-Clients ersetzt die Absender-E-Mailadresse durch den Vor- und Nachnamen, um Nutzerinnen und Nutzer in einem lesbaren, leicht verständlichen Format anzuzeigen, von wem die E-Mail stammt. In Phishing-E-Mails wird diese Funktion jedoch ausgenutzt, um eine bösertige Absender-E-Mailadresse zu verschleiern und stattdessen einen vertrauenswürdigen Namen anzuzeigen. Um die Verschleierung von Absender-E-Mailadresse und weiteren Headerinformationen zu erkennen, muss es Nutzerinnen und Nutzern möglich sein, die notwendigen Informationen einer E-Mail einzusehen und zu überprüfen.

2.2 Wissensüberprüfung

Andere Anti-Phishing-Lernspiele, wie What.Hack [We19], bieten zwar eine Interaktion mit den angezeigten E-Mails an, jedoch mangelt es an Interaktionsmöglichkeiten bei der nachfolgenden Wissensüberprüfung. Oft werden nur Single-Choice-Fragen verwendet, um den Spieler entscheiden zu lassen, ob es sich bei der angezeigten E-Mail um Phishing handeln könnte oder nicht. Da diese Single-Choice-Frage nur nach dem „Was“ fragt, also nach der Klassifizierung der E-Mail, ist es sinnvoll, diese mit einer weiteren Frage nach dem „Warum“ zu kombinieren. Es sind somit zwei Interaktionsmöglichkeiten zur Wissensüberprüfung angedacht: Single-Choice Fragen zur Entscheidung, ob eine E-Mail legitim oder für Phishing verdächtig ist und eine Markierungsfunktionalität verdächtiger E-Mailelemente und -inhalte (siehe Abb. 1).

Für die Markierungsfunktionalität soll analog zum „Abstempeln“, also etwas kennzeichnen, eine Drag-&-Drop-Interaktion verwendet werden, bei welcher ein Stempel auf die verdächtigen Elemente der E-Mail gezogen und abgelegt wird. Der Stempelabdruck markiert hierbei die Aspekte zur Beantwortung der „Warum“-Frage. Die als verdächtig markierten Stellen geben die Gründe für die Klassifikationsentscheidung an.

2.3 Feedback

Nach Abschluss der Klassifikation einer E-Mail und Markierung verdächtiger Stellen soll elaboriertes Feedback gegeben werden. Hierbei soll zum einen Feedback zur Klassifikationsentscheidung gegeben werden, zum anderen soll Feedback zu den markierten Stellen präsentiert werden. Hierbei sind insbesondere zwei Fälle interessant:

- **Fall 1:** Bei einer **falschen Klassifikation als legitim** (false negative) werden alle verdächtigen Stellen in der E-Mail farblich hervorgehoben, sodass direkt erkennbar ist, welche Stellen den Verdacht auf Phishing begründen. Die Begründung, warum eine Stelle auf Phishing hindeutet, erscheint erst bei einem Mouseover über die farblich hervorgehobene Stelle und nur wenn alle Begründungen durch ein Mouseover angezeigt wurden, erscheint ein Button, um die nächste E-Mail analysieren zu können. Dadurch wird sichergestellt, dass alle Begründungen betrachtet werden, auch wenn nicht garantiert werden kann, dass diese gelesen werden.
- **Fall 2:** Bei einer **korrekten Klassifikation als Phishing** (true positive) und nachfolgender Markierung werden die Textstellen in unterschiedlichen Farben hervorgehoben, je nachdem ob es sich um eine korrekte oder fehlende Markierung handelt. Außerdem werden die Abdrücke, die von dem Stempel erzeugt wurden, durch ein Häkchen- bzw. ein Kreuz-Symbol ersetzt. Dadurch ist in der Auswertung erkennbar, welche Stellen zuvor markiert wurden, auch wenn diese nicht als verdächtig einzustufen sind. Zusätzlich zu der farblichen Hervorhebung wird Rückmeldung über die Anzahl der korrekt markierten Stellen im Verhältnis zu der Anzahl verdächtiger Stellen in der E-Mail angezeigt (z. B. 3 von 5 Stellen). Für alle korrekt markierten Stellen werden die jeweiligen Begründungen in einer Listenansicht gesammelt. Analog zu Fall 1, werden nicht erkannte Stellen hervorgehoben und durch ein Mouseover die Begründung angezeigt, bevor mit der Klassifikation weiterer E-Mails weitergemacht werden kann.

Die verbleibenden Fälle umfassen die Klassifikation legitimer E-Mails als legitim (true negative) oder verdächtig (false positive). In beiden Fällen wird entsprechendes Feedback ohne weiteren Interaktionsbedarf gegeben und es kann mit der Analyse der nächsten E-Mail weitergemacht werden.

3 Implementierung

Das Interface wurde mithilfe des Multi-Touch-Learning-Game-Frameworks (MTLG), welches von der RWTH Aachen entwickelt wurde, implementiert. Es ermöglicht die Erstellung von webbasierten Lernspielen, basierend auf HTML5 Canvas-Element und nativem JavaScript. Außerdem bietet es eine Ablaufsteuerung für Levelstrukturen und Analyse des Nutzerverhaltens mittels Learning Analytics.

Das Interface wurde am Revealing Module Pattern³ orientiert modular entwickelt, um flexibel in spätere Lernspiele integriert zu werden. Dabei wird es an das global sichtbare Singleton *MTLG* angebunden, worüber nachher im Spiel auf die Modulfunktionen zugegriffen werden kann. Diese Funktionen ermöglichen unter anderem die Initialisierung des Interface und das Laden von E-Mails in einer aufbereiteten JSON Struktur.

3.1 Verwendung echter E-Mails

Neben der Gestaltung des E-Mail-Interface sollen auch die zu anzuzeigenden E-Mails realitätsnah und authentisch sein. Dazu wird der Import von echten E-Mails im eml-Format⁴ unterstützt, welche in einem Pre-Processing-Schritt in JSON-Objekte überführt werden. Die Informationen aus dem JSON-Objekt werden für die Anzeige unterschiedlicher Teile der E-Mail verwendet. So werden das Absendedatum, der Betreff sowie die Absender- und Empfängeradressen in der Kopfzeile der E-Mail angezeigt. Die Headerinformationen werden dagegen erst auf Wunsch der Nutzerinnen und Nutzer angezeigt. Für die Nachrichtenanzeige wird die Text- oder HTML-Version der E-Mail verwendet. Zuletzt werden Anhänge mit ihrem Namen und einem Dateityp-Icon dargestellt.

3.2 Sicherheitsindikatoren

Anhand der Informationen des JSON-Objekts kann die E-Mail im Interface dargestellt werden, doch um die E-Mail klassifizieren und gegebenenfalls die verdächtigen Stellen markieren zu können, sind zusätzliche Schlüsselinformationen notwendig. Dazu zählen die Klassifizierung der E-Mail (z. B. legitim oder Phishing), das Vorhandensein einer S/MIME Verschlüsselung bzw. Signatur und Hinweise zur Anzeige im Spiel. Falls es sich um eine legitime E-Mail handelt, wird zusätzlich noch die Begründung dafür benötigt, welche dann bei dem Feedback angezeigt wird. Falls es sich um eine Phishing E-Mail handelt, werden Informationen über die verdächtigen Stellen benötigt, die im Interface markiert werden sollen. Für alle zu markierenden Stellen muss ein Grund als Textbaustein ergänzt werden, um diese später im Interface anzeigen zu können. Diese Informationen werden in einem weiteren, aktuell manuellen Pre-Processing-Schritt dem JSON-Objekt hinzugefügt. Die Automatisierung stellt eine zukünftige Herausforderung dar.

4 Fazit und Ausblick

Im Rahmen dieses Beitrags wurde ein interaktives E-Mail-Interface präsentiert, welches auf Basis einer umfangreichen Analyse existierender Lernspiele zu E-Mail-Phishing entwickelt wurde. Dabei standen die interaktive Vermittlung und erweiterte Wissensüberprüfung im Fokus, um identifizierte Schwächen verwandter Arbeiten [Ro20] zu

³ <https://addyosmani.com/resources/essentialjsdesignpatterns/book/>, zuletzt besucht am 17.06.2021

⁴ Spezifiziert in RFC-5322, <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc5322>, zuletzt besucht am 17.06.2021

vermeiden. Zur Analyse und Klassifikation möglicher Phishing-E-Mails wurden verschiedene Interaktionsmöglichkeiten, wie z.B. das Mouseover-Event über URLs, die Analyse des E-Mailheaders und die Überprüfung der Absenderinformationen implementiert. Die erweiterte Wissensüberprüfung umfasste neben der bereits etablierten Single-Choice-Fragestellung zur Klassifizierung der E-Mail auch eine Markierungsfunktionalität, um verdächtige Stellen der E-Mail zu markieren. Anders als in vorangegangenen Arbeiten kann dadurch explizit erfasst werden, ob Nutzerinnen und Nutzer die richtigen Merkmale bei der Erkennung von Phishing-E-Mails identifizieren. Zusätzlich wurde elaboriertes Feedback in den unterschiedlichen Klassifikationsfällen implementiert. Die Implementation erfolgte auf Basis des MTLG-Frameworks und unter Verwendung echter E-Mails, welche in einem zweistufigen Pre-Processing in eine erweiterte JSON-Struktur überführt und um Schlüsselinformationen erweitert wurden.


Das entwickelte interaktive E-Mail-Interface wurde im Rahmen einer ersten Nutzerstudie mit einer Gruppe von Nutzerinnen und Nutzern (n=5) in den Aspekten der Usability und Funktionalität evaluiert. Rückmeldungen und Feedback aus der Studie konnten so unmittelbar in den Entwicklungsprozess integriert und zur Verbesserung des Interfaces verwendet werden. So wurde beispielsweise die Bedeutung der Klassifizierungsbuttons missverstanden, welche die Nichtausführung der eigentlichen Aufgabe bedingt hat. Im jetzigen Interface ist die Aufgabe nun als Frage formuliert, sodass eine Antwort die Benutzung der Buttons voraussetzt. Eine vollumfängliche Studie zum Einsatz des interaktiven E-Mail-Interface im Rahmen eines digitalen Lernspiels soll im nächsten Schritt erfolgen. Auch die Bewertung der Realitätsnähe und Authentizität steht noch aus.

Zusammenfassend wurde in diesem Beitrag ein interaktives E-Mail-Interface für digitalen Anti-Phishing Lernspiele präsentiert. Durch die Integration echter E-Mails und Simulation gängiger Funktionen beliebter E-Mail-Clients birgt das Interface ein großes Potential für Personalisierung. Die Integration in ein sich aktuell in Entwicklung befindendes personalisierbares Lernspiel und die umfassende Evaluation bilden die nächsten Schritte.

Literaturverzeichnis

- [An21] Anti-Phishing Working Group: Phishing Activity Trends Report 4th Quarter 2020. https://docs.apwg.org/reports/apwg_trends_report_q4_2020.pdf, 01.04.2021
- [Ro20] Roepke, R. et al.: A Pond Full of Phishing Games - Analysis of Learning Games for Anti-Phishing Education. In Model-Driven Simulation and Training Environments for Cybersecurity. Springer, Cham, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62433-0_3.
- [We19] Wen, Z. A. et al.: What.Hack: Engaging Anti-Phishing Training Through a Role-Playing Phishing Simulation Game. In Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems. CHI '19. ACM, New York, USA, 2019. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300338>.
- [WJZ17] Weanquoi, P.; Johnson, J.; Zhang, J.: Using a Game to Teach About Phishing. In Proceedings of the 18th Annual Conference on Information Technology Education, 75. SIGITE '17. ACM, New York, USA, 2017. <https://doi.org/10.1145/3125659.3125669>.

Get your back straight! Learn Pilates with the Pilates Correction Game

Anna Meik¹, Jan Schneider² and Daniel Schiffner ²

Abstract: Currently, a vast number of the population faces several barriers like the lack of motivation and guidance that impede them from practicing physical activities. Thus, we developed the Pilates Correction Game (PCG), a gamified application designed to support learners with the practice of Pilates. The PCG is composed of two applications: a smartphone application that tracks the learner's back posture and a PC game that steers a rocket and calculates a score based on the smartphone's information. In this paper, we present a user experience evaluation on the PCG. Our results show that PCG was positively perceived by participants and in most cases helped them to improve their posture while doing the Pilates exercise. Furthermore, it is also motivating them to continue with the training.

Keywords: Sensor-based Learning support, MMLA, Physical activity at home.

1 Introduction

“Mens sana in corpore sano” is a widely used phrase to express the theory that physical exercise is an important or essential part of mental and psychological well-being. Regular physical activity can make people feel, function and sleep better and helps with the prevention of several chronic diseases [Pi18]. In terms of education and academic achievement, studies have shown that higher grades over long periods of time are highly related to the Healthy People Guidelines 2010 for vigorous physical activity [SSL08].

Regardless of all the benefits of physical activity, in 2013 less than half of the primary school children in south-west Germany met the current recommendations of 60 minutes of moderate to vigorous daily physical activity [Ke13]. For university students in Germany, some of the most commonly identified barriers for engagement in physical activities are the lack of time, the lack of motivation, the lack of guidance and feedback, and no access to suitable environments to practice [HLD20]. In this context physical activities are referred to as coordinated procedures of body movements that need to be learned. Instruction, practice, and feedback are needed to improve these skills [MK06]. Nevertheless, having a human coach is not always feasible or even possible.

¹ Goethe University, Faculty of Computer Science and Mathematics, Robert-Mayer-Str. 10, Frankfurt am Main, 60054, anameik@posteo.de.

² DIPF | Leibniz Institute for Research and Information in Education, Rostocker Straße 6,

Frankfurt am Main, 60323, schneider.jan@dipf.de, schiffner@dipf.de  <https://orcid.org/0000-0002-0794-0359>

The integration of sensors with computational systems has created smart devices able to automatically record and analyze events happening in the environment where these devices are situated. These smart devices can in turn be used to support learners with the development of their psychomotor skills [Sc15]. Artificial tutors have been studied in different domains such as public speaking [SRD19], dancing [RSD19], Cardiopulmonary resuscitation [Di20], etc. One commonality of these applications is the use of specialized sensors like depth cameras that are not highly available for the general public.

To address the aforementioned barriers, we developed the Pilates Correction Game (PCG), a gamified application that uses highly available hardware (smartphone and PC) and is intended to be used at home. PCG has been designed to support learners to practice and develop their psychomotor skills for a basic Pilates exercise. In this paper, we present a user experience evaluation on the PCG guided by the following RQs:

RQ1 Can we use highly available devices such as smartphones to develop an application that supports learners with the development of basic Pilates skills?

RQ2 Can we use gamification to motivate learners at home into engaging in physical activity such as Pilates?

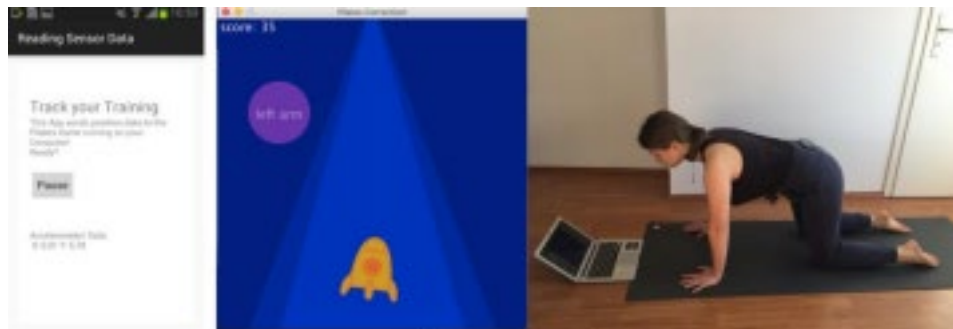


Fig. 1: Left: PCM smartphone application. Center: PCM application running on a Laptop. Right: PCM Setup

2 Pilates Correction Game

Pilates is a physical training method designed to exercise all parts of the body. The PCG³ is designed to support awareness for lower back stability while performing the Pilates exercise “Kneeling Arm and Leg Reach”. It is a classic beginner's exercise that promotes core strength and stability. It can be modified to suit more advanced learners. PCG is composed of a mobile application running on an Android smartphone and a computer

³ The code of the PCG can be found at: <https://github.com/4yjo/PilatesCorrection>

game running on a second device, e.g. a laptop. The smartphone app (see Fig. 1 Left) retrieves data from the smartphone's accelerometer. To get information on the lower back posture, the smartphone is mounted on the learner's lower back with tape. The smartphone app provides haptic feedback when the learner has a hollow or round back. The data is also sent to the computer game running on the laptop using a TCP/IP network connection. The computer game reads the data sent by the smartphone and uses it for the control of a virtual rocket (see Fig. 1 Center). The rocket, therefore, tilts based on the position of the back and also changes its color. The straighter the position of the back the less the rocket tilts and the score increases. If the tilt is too much the rocket crashes and this is a game over. This is especially mandatory to avoid actual injuries that could occur when doing an exercise wrong. The game, therefore, includes a basic gamification approach based on the high score.

3 Method

For our evaluation, we tested the setup with six participants (5 females, 1 male) that have a basic knowledge of Pilates. We considered this amount reasonable since the recommended number of participants for the user test is five [NL93]. The age of the participants ranged from 26 to 30. They are all acquaintances and were recruited on personal request. All of them stated to already know the "Kneeling Arm and Leg Reach", however, they all were novices in Pilates.

Each testing session was individual. After entering the testing room, the examiner explained to the participants the purpose of the study, the exercise to be conducted, and basic details about the PCG. The participant was asked to perform the "Kneeling Arm and Leg Reach" exercise. After performing the exercise correctly once, the participant was asked to install the smartphone on their back.

Once the smartphone was in place, the exercise procedure started. The participant clicked the start button and played the game for 40 seconds. The laptop running the game was about 40 cm in front of the participant (see Fig. 1 Right). The participants had a chance to rest for 20 seconds and then restart the exercise procedure. Each participant repeated the exercise three times. Afterward, each participant filled in an evaluation survey.

During the evaluation, the PCG smartphone application was running on a Samsung Galaxy S3 Mini operating on Android Jelly Bean version 4.1.2. The PCG was running on a MacBook Air running Mac OS 10.15.7 with a 13-inch display.

To measure the participants' performance among the three sessions their game score was recorded. To evaluate the PCG, participants filled in an adapted version of the user experience questionnaire proposed by the grand challenge of Multimodal Learning Analytics 2015 [Wo15]. We used this adapted questionnaire because we considered it suitable to get information about the user experience of participants, strengths, and weaknesses of the PCG.

4 Results

The six participants played three games each, accumulating to a total amount of 18 games played for user experience testing. Results of the scores are displayed in Tab. 1. The average score of participants among all sessions was 30.5 out of a maximum score of 40. As seen in Tab. 1. with the exception of two cases, the majority of participants' scores increased from one session to the next.

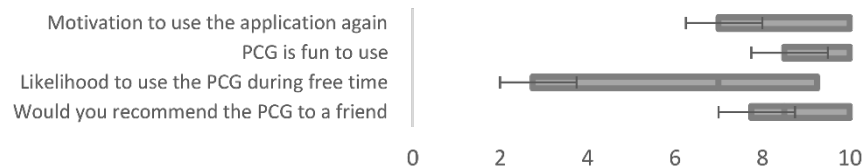
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Session 1	39	35	2	38	20	Game Over
Session 2	39	27	21	38	29	37
Session 3	Game Over	23	30	40	30	40

Tab. 1: Game scores achieved by the participants in the three game sessions.

Usability



Motivation



Learning

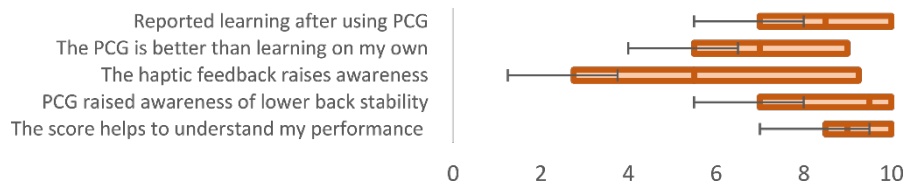


Fig. 2: Reported scores using the adapted UEQ [Wo15].

Results from the closed-ended questions of the user experience questionnaire are displayed in Fig. 2. Participants reported a uniform positive opinion for the majority of the items

with the exception of the usefulness of the haptic feedback, invasiveness of sensors, and likelihood of using PCG in their free time.

When examining the open-ended questions, all participants reported having learned to pay attention to their lower back. The most-reported positive aspects of the PCG relate to the feedback that allows learners to train correctly (6 mentions) and how fun and motivating it is. The most-reported negative aspects of the PCG concern the difficulty to mount the phone in the lower back and not feeling the haptic feedback. Both aspects were reported 3 times. Suggestions to improve the PCG included the addition of levels, multiplayer, selection of vehicles, and feedback reports.

5 Discussion

The user experience evaluation of the PCG allowed us to identify important information on how such a tool is perceived by learners and how to improve it. Concerning our RQ1, results from our study based on the sessions' scores show that learners become better at keeping their lower back in the right posture while doing the "Kneeling Arm and Leg Reach" exercise. The scores corroborate with the participants' reports claiming to have learned to pay attention to their lower back. Hence, showing that the PCG can support learners with the development of basic Pilates skills.

Results from our evaluation show that participants reported being motivated to use the PCG to train Pilates. They generally evaluated the PCG as a fun-to-use application that they would like to recommend to friends. Most of them would use it in their free time. We conclude that our gamified application can motivate learners at home into engaging in physical activity, i.e. Pilates, and hence providing a satisfactory answer to our RQ2.

The main limitations of our study have to do with the number of participants and the short time of using the PCG. A larger and more diverse sample of participants that use the PCG for a longer period of time would provide us with more generalizable results. Moreover, it is important to acknowledge a possible bias of participants mostly based on the selection process. However, we consider that our results present a comprehensive first impression of the PCG. Moreover, our study provided us users' perspectives for future work. In terms of usability, we should explore mechanisms to easily mount the smartphone on the lower back, such as a modified armband used for running. We also want to explore solutions to make the haptic feedback reliable. In terms of long-term usage motivation, our study shows that we should add more levels of difficulty and exercises. Multiplayer options and different choices of vehicles could provide additional gamification aspects.

Overall this study showed how applications such as the PCG that run on commercial devices, can help to motivate people to learn and engage in physical activities and support a healthy mind in a healthy body. As one of the participants commented: "The app is really motivating and makes moving more efficient and safer in a playful way."

References

- [Di19] Di Mitri, D., Schneider, J., Trebing, K., Sopka, S., Specht, M., Drachsler, H.: Real-Time Multimodal Feedback with the CPR Tutor. In AIED20, pp. 141-152, 2020.
- [HLD20] Hilger-Kolb, J., Loerbroks, A., Diehl, K.: ‘When I have time pressure, sport is the first thing that is cancelled’: A mixed-methods study on barriers to physical activity among university students in Germany. *Journal of Sports Sciences*, pp. 2479-2488, 2020.
- [KE13] Kettner, S., Kobel, S., Fischbach, N., Drenowatz, C., Dreyhaupt, J., Wirt, T., Koch, B., Steinacker, J. M.: Objectively determined physical activity levels of primary school children in south-west Germany. *BMC Public Health*, pp. 1-10, 2013.
- [MK06] Marzano, Robert J.: John S. Kendall, eds. *The new taxonomy of educational objectives*. Corwin Press, 2006.
- [NL93] Nielsen, J., Landauer, T. K.: A mathematical model of the finding of usability problems. In CHI’93, pp. 206-213, 1993.
- [Pi18] Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., ...: Olson, R. D.: The physical activity guidelines for Americans. *Jama*, pp. 2020-2028, 2018.
- [RDS19] Romano, G., Schneider, J., & Drachsler, H.: Dancing Salsa with Machines—Filling the Gap of Dancing Learning Solutions. *Sensors*, 2019.
- [Sc15] Schneider, J., Börner, D., Van Rosmalen, P., Specht, M.: Augmenting the senses: a review on sensor-based learning support. *Sensors*, pp. 4097-4133, 2015.
- [SRD19] Schneider, J., Romano, G., Drachsler, H.: Beyond reality—Extending a presentation trainer with an immersive VR module. *Sensors*, 2019.
- [SSL08] Stevens, T. A., To, Y., Stevenson, S. J., Lochbaum, M. R.: The importance of physical activity and physical education in the prediction of academic achievement. *Journal of Sport Behavior*, 2008.
- [Wo15] Worsley, M., Chiluiza, K., Grafsgaard, J.F., Ochoa, X.: Multimodal Learning and Analytics Grand Challenge. In ICMI’15, 2015

Infrastrukturen für Learning Analytics in medien- und projektübergreifenden Lernszenarien

Birte Heinemann¹, Matthias Ehlenz¹, Jens Doveren¹ und Ulrik Schroeder¹

Abstract: Lernen kann an vielen Orten stattfinden. Remote Teaching und digitale Lehre können durch äußere Umstände forciert oder gezielt eingesetzt werden, um das Lernen zu verbessern. Die Bestimmung der passenden Lehrmethoden und Technologien in Abstimmung mit den pädagogischen Zielen ist eine Herausforderung. Der Forschungsbereich Learning Analytics stellt Methoden und Werkzeuge bereit, dieses Passungsproblem zu überwinden und unterstützt Lehrende bei der Wahl adäquater Mittel. Dieser Praxisbeitrag stellt die Erfahrungen bei der Entwicklung von möglichst wiederverwertbaren Learning Analytics-Infrastrukturen für verschiedene Lernorte und Lernmethoden vor.

Keywords: MMLA, Learning Analytics.

1 Motivation

Bei der Digitalisierung von Lehre und Lernen können Daten entstehen (oder gezielt erhoben werden), die genutzt werden, um die Prozesse menschlichen Lernens besser zu verstehen und Lehrangebote durch neue Methoden und eine gezielte Optimierung stetig zu verbessern. Häufig ist in diesem Kontext ein Vergleich des klassischen Lernszenarios mit einer digital gestützten Variante oder verschiedener Methoden untereinander wünschenswert. Ein Kernthema der Forschung ist adäquates Feedback für Lerner zu generieren, besonders wenn die Digitalisierung zu einer Reduktion des Kontaktes mit den Lehrkräften führt, die vorher ein personalisiertes Feedback geben konnten. Der Wunsch nach Evaluierung und Optimierung hat zur Professionalisierung der Forschung und der Entstehung des Forschungsbereichs rund um Learning Analytics geführt. Die Auswirkungen sind auch auf technischer Ebene sichtbar: Datenformate, Frameworks und Standardisierungen wurden und werden entwickelt und Prozesse für ein nachhaltiges Forschungsdatenmanagement, welches zum Beispiel den FAIR Prinzipien folgt werden vorangetrieben. Ein weiteres aktuelles Thema ist die Vernetzung und Synchronisierung verschiedener Technologien, aber auch die Erweiterung um weitere Sensorik und die Erfassung verschiedenster Datenströme. Ziel dieses Beitrags ist die Weitergabe gesammelter Erfahrungen aus verschiedenen Projekten und Ansätzen zur Entwicklung nachhaltiger Infrastrukturen im Bereich Learning Analytics.

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

2 Synergieeffekte projektübergreifender Infrastrukturen

Ein wichtiger Punkt von Forschungsprojekten der Bildungstechnologien ist die Evaluation der Entwicklungen und hierbei die systematische Erhebung von Forschungsdaten über Lernaktivitäten. Die Heterogenität und die Vielfältigkeit des Lernens führen zu einer zeitintensiven Suche zur Identifikation passender Werkzeuge und Modelle. Dieser Prozess kann durch die Entwicklung systematischer, nachhaltige und bedarfsgerechter Infrastrukturen für Learning Analytics unterstützt werden. Gleichzeitig lassen sich hierdurch langfristig projektübergreifende Untersuchungen zu und die Veröffentlichung von Forschungsdaten aktiv unterstützen.

2.1 Bildungstechnologien als vielfältige Projektlandschaft

Die verschiedenen Projekte unserer Institution dienen als Beispiel für die Vielfältigkeit des Forschungsbereiches Bildungstechnologien und geben einen Eindruck der Herausforderung, die projektübergreifende Infrastrukturen darstellen. Im Projekt Open Digital Lab for You² geht es um die Vernetzung von (Lehr-)Laboren in den Ingenieurwissenschaften. Hierbei sollen im internationalen Austausch Laborkonzepte sowie teure Hardware zugänglich gemacht und zwischen verschiedenen Hochschulen gemeinschaftlich genutzt werden können. Dabei geht es sowohl um digitalisierte Lösungen, z.B. in Virtual Reality, hybride Lösungen (durch Remote-Zugriffe auf Laborgerätschaften) als auch die Erfassung von Lernprozessen im realen Laboralltag. Hierbei soll das Laborbasierte Lernen als Prozess in diesen drei Ausprägungen messbar gemacht und auf Vor- und Nachteile der jeweiligen Modalitäten untersucht werden.

In anderen Projekten geht es um die Beforschung von Kollaborationsprozessen beim Lehren und Lernen im Klassenzimmer der Zukunft. Im Mittelpunkt steht hierbei (technisch) interaktive Multi-Touch Tische, das als moderierende Komponente Gruppenarbeitsprozesse fördern und somit das gemeinschaftliche Lernen von Angesicht zu Angesicht ins Zentrum des Lernprozesses rücken soll. Da das technische System hier (im Idealfall) nur den Mediator stellt, findet der eigentliche Lernprozess in der Mensch-Mensch-Kommunikation statt. Zur holistischen Abbildung dieses Lernprozesses reichen also die Interaktionsdaten an der Mensch-Computer-Schnittstelle nicht mehr aus und machen die Integration multi-modaler Datenerfassung erforderlich.

In den Bereich Multi-Modal Learning Analytics fallen darüber hinaus auch weitere, mehr oder weniger neue Medien, so liefern VR-Brillen Datenströme über Lagesensoren, ggf. integrierte Eyetracker und innovative Controller. Smartphones und Tablets gewinnen zunehmend an Bedeutung als Lernmedium. Mobile Learning bietet ebenfalls die Chance Einblicke in (physische) Lernumgebungen und Situationen zu erhalten.

² <https://digilab4u.com/>

Aber auch jenseits von neuer Technik, virtuellen Welten und vernetzten Laboren finden Entwicklungen statt, die gerade während der aktuellen Situation an Stellenwert gewonnen haben. Grundsätzlich gehören traditionelle Lern-Management-Systeme wie Moodle ebenso zum „Kerngeschäft“ im Bereich Bildungstechnologien wie MOOCs und videobasiertes Lernen. Während diese inzwischen in der Hochschullandschaft fest im Alltag etabliert sind, haben sie in Zeiten der COVID-19-Pandemie auch, teilweise sehr kurzfristig, ihren Weg in die Schule gefunden. Neben der Frage, ob bekannte Erkenntnisse aus dem universitären Kontext in dieses doch grundlegend andere System übertragen werden können, stellen sich hier besonders komplexe Fragestellungen, wie zum Beispiel mit Learning Analytics Lehrkräfte in ihrer Aufgabe aktiv unterstützt werden können aber gleichzeitig die Integrität des besonders geschützten Raums Schule auch im Distanzunterricht hinsichtlich des Datenschutzes gewährt werden kann.

2.2 Entwicklung einer gemeinsamen Basis

Die beispielhaft aufgeführten Projekte zeigen einen Ausschnitt, der nur einen Teil der Bildungstechnologien abbildet. Es lässt sich erahnen, welche Herausforderungen die Ambition eine gemeinsame, nachhaltige Basis für Learning Analytics zu schaffen mit sich bringt. Die Betrachtung muss hierbei auf mehreren Dimensionen erfolgen: Neben der technischen Infrastruktur zur Datenerfassung sind dabei insbesondere die Aspekte der Einhaltung von Standards, Spezifikationen, Datenschutzrichtlinien und Best-Practices zu beachten. Ebenso wichtig sind die sinnstiftende Aufbereitung von Daten, die Verbindung verschiedener Datenströme, aber auch die letztendliche Überführung roher Daten in praxisrelevante Erkenntnisse.

Zur technischen Entwicklung wurden bereits in den vergangenen Jahren entsprechende Vorarbeiten geleistet und veröffentlicht, z.B. [Ki15]. In [LES20] die Einrichtung eines zentralen Data Warehouse unter Einbeziehung nachhaltiger Kriterien für die langfristige, sichere Nutzung dokumentiert. In dem Paper wird auch die Wahl für die Datenspezifikation xAPI dokumentiert, welche eine Möglichkeit darstellt die vielfältigen Lernaktivitäten abbilden zu können. Für einen erfolgreichen Einsatz dieser Spezifikation reicht die Einrichtung eines Learning Record Stores allein jedoch nicht aus. Die Offenheit verlangt eindeutige Definitionen, zudem stellen im Sinne von Open Science und FAIR Data Metadaten ein Schlüsselement in der Reproduzierbarkeit und Anschlussverwertung erhobener Forschungsdaten dar. Der in [Eh20] vorgeschlagene Ansatz zur Arbeit mit dieser Spezifikation befindet sich technisch in einem praxistauglichen Zustand und wird aktuell durch die Autoren und neun weitere deutsche Hochschulinstitutionen inhaltlich-semantisch ausgebaut.

Aber nicht nur beim Sammeln der Daten braucht es eine gemeinsame Sprache, auch bei der Auswertung und dem Lesen der Visualisierungen muss der Duktus der Nutzer der LA in den Gestaltungsprozess einbezogen werden. Ansätze dazu sind auf verschiedenen Ebenen anzusetzen. So ist ein wichtiges Kriterium bei der Visualisierung von Daten ob die Informationen an die intendierte Zielgruppe transportiert werden. Hier ist nicht nur sicherzustellen, dass die Auswertung korrekt ist, sondern insbesondere auch, dass die

Fokusgruppe in der Lage ist, die erforderliche Information eigenständig zu extrahieren. Wichtige Ansatzpunkte hierzu liefern Publikationen zu Grundlagen für Visualisierungen wie [Fe08], die erläutern wie Visualisierungen gestaltet sein sollten und was hilft die Kernaussage zu transportieren, die den Lehrenden hilft den eigenen Lehrprozess zu reflektieren und zu verbessern.

Insbesondere “Literacy”³ stellt einen Kernaspekt als Thema dar. Studien werden durchgeführt und Tools entwickelt, um zu ergründen, ob Visualisierungen verstanden werden, z.B. „an assessment tool to measure [data visualization literacy] differences in these abilities across groups with varied levels of experience in science, technology, engineering, and mathematics.” [MHS15, S.84].

Neue Herausforderungen stellen sich in diesem Bereich insbesondere durch die zunehmende Heterogenität und Komplexität der Daten durch die Integration von Multimodalen Learning Analytics, die über die klassische Clickstream-Interpretation hinausgehen, aber auch durch die wachsende Menge der Daten, die insbesondere durch die gegenwärtige Situation der Distanzlehre einen Schub erhalten hat. Heterogenität, Komplexität und Umfang erfordern neue Ideen, um die neuen Erkenntnisse nutzergerecht vermitteln zu können. Ein Ansatz dazu ist zum Beispiel ein mehrschichtigen Storytelling-Ansatz [Ma20].

2.3 Datenerhebung in gemischten Experimentalsettings

Daten zu erfassen ist alles andere als trivial. Kommen erschwerende, weil z.B. sehr heterogene Bedingungen hinzu, ist es oft so komplex, dass es schon ein eigenes Unterprojekt im Forschungsprozess darstellt. Bei der Aggregation von Daten aus Klassenräumen (virtuell und real), Laboren und hybriden Szenarien ergeben sich technische und datenschutzrechtliche Herausforderungen, die bereits untersucht werden.

[Ka21] und [Ch20] beispielsweise beschreiben die Herausforderungen der Aufbereitung nicht-digitaler Lernsituationen oder komplexer digitaler Lernsituationen zur (teilautomatisierten) technischen Auswertung. Hier ist derzeit noch viel Expertenwissen gefragt, da diese Daten häufig noch zeitaufwändig manuell gelabelt werden müssen.

In [Ro20] wird ein Lösungsansatz diskutiert. Dort wurde ein Tool entwickelt, um die Forschenden zu unterstützen, mit dem der Prozess erleichtert wurde. Dieses Tool ist allerdings sehr spezifisch für den gegebenen Anwendungsfall und somit nicht so leicht auf andere Kontexte übertragbar. Insbesondere werden im Annotationsprozess der Videographien unmittelbar high-level-Konstrukte, wie die Strategie der Lernenden, z.B. Phasen der Problemlösungen kodiert. Beschreibung und Interpretation erfolgen im gleichen Schritt. Dieses Vorgehen lässt sich nur schwer in einem generalisierten Format wie der erwähnten xAPI-Spezifikation abbilden. Es ist zielführend hinsichtlich der

³ In allen gegenwärtigen Ausprägungen, z.B. Data Literacy, Information Literacy, Visualization Literacy, Media Literacy und auch Statistical Literacy

gestellten Forschungsfragen, lässt aber eine Nachnutzung der Daten im Sinne von Open Science/Open Data nur bedingt zu.

[Ch20] wiederum sammeln Audiodaten und zugehörige Logs und testen Machine Learning-Verfahren auf diesen. Diese Daten werden genutzt, um Modelle zu trainieren, die diese bezogen auf Kollaboration im Klassenzimmer auszuwerten. Ein ungelöstes Problem ist hier allerdings noch der Mangel an Experten („Human Coders“), die hinreichend große Datenmengen annotieren. Es ist also noch weitere Forschung ist nötig, die insbesondere den Austausch gelabelter Datensätze einbezieht oder vorantreibt.

Ein weiterer, sehr aktueller Ansatz ist die Nutzung von Machine Learning zur Unterstützung von Experten im Labellingprozess. „Model training and label data collection go hand-in-hand in AL, with the model iteratively choosing the most informative next data point to get labeled by a human“. [Ka21, S.158]

3 Lessons learned und Ausblick

Um nachhaltige Infrastrukturen für Learning Analytics aufzubauen sind aufbauend auf unseren praktischen Erfahrungen verschiedene Aspekte von Bedeutung:

- Die Grundlage legen gemeinsame definierte Spezifikationen oder Standards als essenzielle Grundvoraussetzung, im Falle von xAPI bedeutet dies, dass es ein gemeinsames Vokabular für die Beschreibung in Form der Metadaten benötigt wird, siehe [Eh20]
- Die Prinzipien von FAIR und Open Data sind einzuhalten, um eine nachhaltige Nutzung den Austausch, sowie Transparenz sicherzustellen
- Neben dem Austausch von Daten, kann der Forschungsprozess durch den Austausch von Tools und gelabelten Daten vorangebracht werden
- Bei der Entwicklung von Learning Analytics sollten die verschiedenen Stakeholder nicht aus dem Fokus verloren werden, zum einen in der Entwicklung geeigneter Visualisierung, als auch im gesamten Entwicklungsprozess, im Sinne von Human-Centered Learning Analytics, siehe [DL18] oder die Special Section im Journal of Learning Analytics [BFM19]

Die Entwicklung von Schnittstellen, Infrastrukturen und Architekturen, die den gesamten Learning Analytics Prozess unterstützen, stellt eine große Herausforderung dar, bringt aber langfristig und nachhaltig geplant große Vorteile, sowohl für den Forschungsalltag als auch in der Unterstützung aller Stakeholder. Deshalb sollte auch künftig bei der Entwicklung projektspezifischer Werkzeuge stets die Frage einer möglichen Öffnung zu weiteren Kontexten gestellt werden.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Unterstützung beim Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Verbundprojekts: Open Digital Lab 4 you (Förderkennzeichen: 16DHB2114).

Bibliography

- [BFM19] Buckingham Shum, S., Ferguson, R., Martinez-Maldonado, R.: Human-Centred Learning Analytics. *Journal of Learning Analytics*, 6(2), pp. 1–9, 2019.
- [Ch20] Chejara, P., Prieto, L. P., Ruiz-Calleja, A., Rodríguez-Triana, M. J., Shankar, S. K., Kasepalu, R.: Quantifying Collaboration Quality in Face-to-Face Classroom Settings Using MMLA. In A. Nolte, et al. (Hrsg.), *Collaboration Technologies and Social Computing*. Springer International Publishing, pp. 159–166, 2020.
- [DL18] Dollinger, M., Lodge, J. M.: Co-creation strategies for learning analytics. *Proceedings of the 8th International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, pp. 97–101, 2018.
- [Eh20] Ehlenz, M., Heinemann, B., Leonhardt, T., Röpke, R., Lukarov, V., Schroeder, U.: Eine forschungspraktische Perspektive auf xAPI-Registries. *DELFI 2020 – Die 18. Fachtagung Bildungstechnologien der Gesellschaft für Informatik e.V.*, 2020.
- [Fe08] Fekete, J.-D., van Wijk, J. J., Stasko, J. T., North, C.: The Value of Information Visualization. In A. Kerren, J. T. Stasko, J.-D. Fekete, C. North (Hrsg.), *Information Visualization (Bd. 4950)*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 1–18, 2008.
- [Ka21] Karumbaiah, S., Lan, A., Nagpal, S., Baker, R. S., Botelho, A., Heffernan, N.: Using Past Data to Warm Start Active Machine Learning: Does Context Matter? *LAK21: 11th International Learning Analytics and Knowledge Conference*, pp. 151–160, 2021.
- [Ki15] Kitto, K., Cross, S., Waters, Z., Lupton, M.: Learning analytics beyond the LMS: The connected learning analytics toolkit. *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, pp. 11–15, 2015.
- [LES20] Lukarov, V., Ehlenz, M., Schroeder, U.: Building a data warehouse for multimodal learning analytics research projects. *Companion Proceedings of the Tenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, pp. 25–28, 2020.
- [Ma20] Martinez-Maldonado, R., Echeverria, V., Fernandez Nieto, G., Buckingham Shum, S.: From Data to Insights: A Layered Storytelling Approach for Multimodal Learning Analytics. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–15, 2020.
- [MHS15] Maltese, A. V., Harsh, J. A., Svetina, D.: Data Visualization Literacy: Investigating Data Interpretation Along the Novice—Expert Continuum. *Journal of College Science Teaching*, 45(1), pp. 84–90, 2015.
- [Ro20] Rowe, E., Asbell-Clarke, J., Bardar, E., Almeda, M. V., Baker, R., Scruggs, R., Gasca, S.: *Advancing Research in Game-Based Learning Assessment: Tools and Methods for Measuring Implicit Learning*, 2020.

Entwicklung und Einführung eines Studierenden-Dashboards an der TU Graz

Co-Design mit Studierenden, Visualisierung und Rückmeldungen

Philipp Leitner ¹, Martin Ebner ², Hanna Geisswinkler³ und Sandra Schön ⁴

Abstract: In den zentralen Informationssystemen der Technischen Universität Graz (TU Graz), dem auf Moodle basierenden TeachCenter und dem Campusmanagementsystem TUGRAZonline, werden verschiedene Services und Unterstützungen für Lehrende und Studierende angeboten. Zu den neuesten Entwicklungen gehört ein Studienfortschritts-Dashboard für Studierende. Dieses Dashboard soll einen hilfreichen Überblick über die Aktivitäten der Studierenden geben, z. B. über ihre akademischen Leistungen in ECTS im Vergleich zum Durchschnitt ihrer Kommilitonen, über den eigenen Studienfortschritt und die offizielle Studienempfehlung sowie über den Fortschritt in den verschiedenen Pflicht- und Wahlfächern. Der erste Prototyp wurde im Mai 2020 bei den Studierenden der Fakultät für Informatik und Biomedizinische Technik eingeführt, seit Dezember 2020 steht das Dashboard allen - rund 8.700 Bachelor-Studierenden der TU Graz - zur Verfügung. Der Beitrag skizziert die Prozesse und Ergebnisse von der ersten Erwähnung in einem Ideenworkshop für Studierende, über die Entwicklung und stufenweisen Implementierung, sowie die Rückmeldungen der Studierenden.

Keywords: Lernunterstützung, Feedback, Dashboard, Studienfortschritt, Learning Analytics

1 Einleitung

Im März 2019 äußerten Studierende der Technischen Universität Graz (TU Graz) in einem Ideenworkshop zur Verbesserung der Lehre den Wunsch, einen besseren und einfacheren Überblick über ihren Studienfortschritt zu erhalten. Diesen Wunsch teilen sie mit anderen Studierenden: Bei einer Befragung von deutschen Studierenden (N=194) von [RN15] gaben nahezu alle befragten Studierenden an, dass sie gerne alle studienrelevanten Informationen an einem zentralen Ort sehen würden. Tatsächlich hatte keine der von [RN15] untersuchten Anwendungen diese Funktion, sie beschränkten sich meist auf Daten


¹ Technische Universität Graz, Lehr- und Lerntechnologien, Münzgrabenstraße 36, 8010 Graz,

philipp.leitner@tugraz.at,  <https://orcid.org/0000-0001-8883-6758>

² Technische Universität Graz, Lehr- und Lerntechnologien, Münzgrabenstraße 36, 8010 Graz,

martin.ebner@tugraz.at,  <https://orcid.org/0000-0001-5789-5296>

³ Technische Universität Graz, Lehr- und Studienentwicklung, Rechbauerstraße 12/1, 8010 Graz,
hanna.geisswinkler@tugraz.at

⁴ Technische Universität Graz, Lehr- und Lerntechnologien, Münzgrabenstraße 36, 8010 Graz,
sandra.schoen@tugraz.at,  <https://orcid.org/0000-0003-0267-5215>

aus dem Lernmanagementsystem (S. 403). In diesem Artikel zeichnen wir die Entwicklung des Studierenden-Dashboards der TU Graz nach und nutzen dafür Ausführungen, die ausführlich in englischer Sprache veröffentlicht werden [L21].

2 Ausgangslage und Zielsetzung

An der TU Graz heißt das auf Moodle basierende Lernmanagementsystem TeachCenter und bildet zusammen mit dem Campusmanagementsystem, genannt TUGRAZonline, die Infrastruktur für die digitale Lehre. Die Gestaltung der Informationen zum Studienverlauf von TUGRAZonline basierte größtenteils auf textuellen Informationen, die auf mehreren Seiten verteilt waren. Das Studienfortschritts-Dashboard für Studierende soll nun einen hilfreichen Überblick über die Aktivitäten der Studierenden geben, z. B. über die Studienleistung in ECTS im Vergleich zum Durchschnitt der anderen Studierenden, den eigenen Studienfortschritt und die offizielle Studienempfehlung sowie den Fortschritt in den verschiedenen Pflicht- und Wahlfächern. Durch die Visualisierung der Lerndaten sollen die Studierenden ihren eigenen Lernprozess im Auge behalten, was letztlich zu einer Verbesserung ihres Lernerfolgs führen soll [TU20].

3 Entwicklung und Herausforderungen

Unsere Entwicklung wurde in einem Zeitrahmen von zwei Jahren geplant und umgesetzt. Im Folgenden beschreiben wir den Prozess von der ersten Ideenentwicklung bis zum aktuellen Stand. Wie in Abb. 2 zu sehen ist, war die Einbeziehung der Stakeholder, insbesondere der Studierenden, ein zentrales Merkmal des Entwicklungsprozesses. Design und technische Entwicklung wurden im Team „Lehr- und Lerntechnologien“ (LLT) zusammen mit Kollegen der IT-Services der TU Graz entwickelt. Informationen für Studierende wurden vom Team „Lehr- und Studienentwicklung“ entwickelt. Es begann damit, dass das LLT-Team in Abstimmung mit dem Vizerektorat für Lehre im März 2019 Workshops mit Studierenden und Fakultätsvertreter/innen aus insgesamt fünf Fachdisziplinen zu Ideenentwicklung zur Verbesserung der Studienunterstützung und -situation der Lehrenden organisierte. Hier wurde der Wunsch einer Übersicht erstmals thematisiert. Von März bis Oktober 2019 wurden eine erste Analyse der Datenstrukturen und -herkunft durchgeführt und erste Visualisierungen ausprobiert. Im Sommer 2019 wurde ein Co-Design-Workshop mit Studierenden sowie im Herbst weitere interne Treffen in kleinen Gruppen von Studierenden durchgeführt. Im Frühjahr 2020 wurden mehrere Treffen mit Stakeholdern organisiert, u. a. mit Studierendenvertreter/innen, Lehrenden, Vizerektorat für Lehre, Betriebsrat, Rechtsabteilung. Parallel dazu wurden Informationsmaterialien für Studierende angefertigt [TU20, TU21]. 18 Monate nach den ersten vagen Ideen implementierten wir im Mai 2020 das neue Dashboard für den Studienverlauf für alle Bachelor-Studierenden der Fakultät für Informatik und Biomedizinische Technik. Wir sammelten Nutzer/innen-Feedback und nahmen kleine

Überarbeitungen vor. Nach einer sechsmonatigen Testphase führten wir im Dezember 2020 die hochschulweite Implementierung für alle Bachelor-Studierenden durch, inklusive verschiedener Informationsmaterialien, Aufbau der Beratungsstruktur, Nutzerfeedback und Adaptionen. Die Entwicklung des Dashboards verzögerte sich im Laufe der Zeit aufgrund der COVID19-bedingten Schließung der Universität im März 2020 um einige Wochen, da alle Ressourcen kurzfristig benötigt wurden, um die notwendige technische Unterstützung für die Notfalllehre zu gewährleisten. Insgesamt verlief die Implementierung rückblickend zwar durch die notwendige Einbindung aller Stakeholder zwar aufwändig, jedoch schnell und reibungslos.

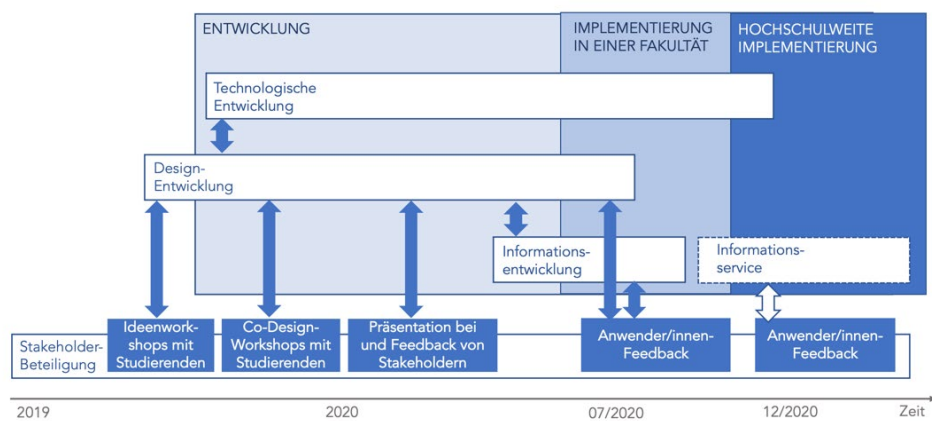


Abb. 2. Entwicklung des Studierenden-Dashboards bis zur universitätsweiten Implementierung im Zeitverlauf

Es gibt einige Herausforderungen, auf die wir uns einstellen konnten [LEE19], beispielsweise ethische Aspekte und die Notwendigkeit der Einbindung von Stakeholdern und Entwicklung von Informationsmaterialien. Insbesondere um grundsätzliche Debatten wie auch unerwünschte Szenarien zu vermeiden, wurde entschieden nur Daten einzusetzen, die bereits in anderen Systemen für Studierende zur Verfügung stehen. Ebenfalls wurde festgelegt, dass nur die Studierenden selbst ihr individuelles Dashboard einsehen und benutzen können. Mit dieser Entscheidung konnten wir verhindern, dass keine erneute Prüfung für die Nutzung der Daten anfallen, und somit möglichen Diskussionen vorgehen. Gleichzeitig mussten wir sicherstellen, dass nur Studierende selbst die Informationen über ihre Noten und ihren Studienstand erhalten können; dies taten wir auch in dem Bewusstsein, dass Studierende es nicht gerne sehen, wenn ihre Daten z. B. für Zwecke der Studienberatung verwendet werden [We20]. Hinsichtlich des Designs und der Visualisierungen konnten wir auf entsprechende Vorarbeiten und Entwicklungen zurückgreifen. So haben beispielsweise Charleer et al. „LISSA“ entwickelt [Ch18]. Zudem gab es kleinere Herausforderungen in Hinblick auf die verfügbaren Daten und deren Qualität oder jenen bei der Visualisierung an sich. Schwierig erwies sich die Frage nach dem Studium an sich. So ergibt sich aus den Daten der TU

Graz nicht auf welchen Studiengang sich die Darstellungen beziehen sollen, wenn mehrere Studiengänge belegt wurden. Auch gibt es bisher keinen Datenaustausch mit anderen Universitäten, mit denen gemeinsame Studiengänge angeboten werden.

4 Dashboard-Design und Visualisierungsdetails

Das Dashboard wird allen Studierenden der TU Graz angezeigt, die sich in einem laufenden Bachelorstudium befinden. Es ist auch für einige und individuell ausgewählte auslaufende Bachelor-Studiengänge nutzbar und unterstützt Studieren, indem sie ihren Erfolg im Studium sehen, ihren Studienfortschritt planen können, herausfordernde Lehrveranstaltungen identifizieren können und auch ihre Leistungen vergleichen können.

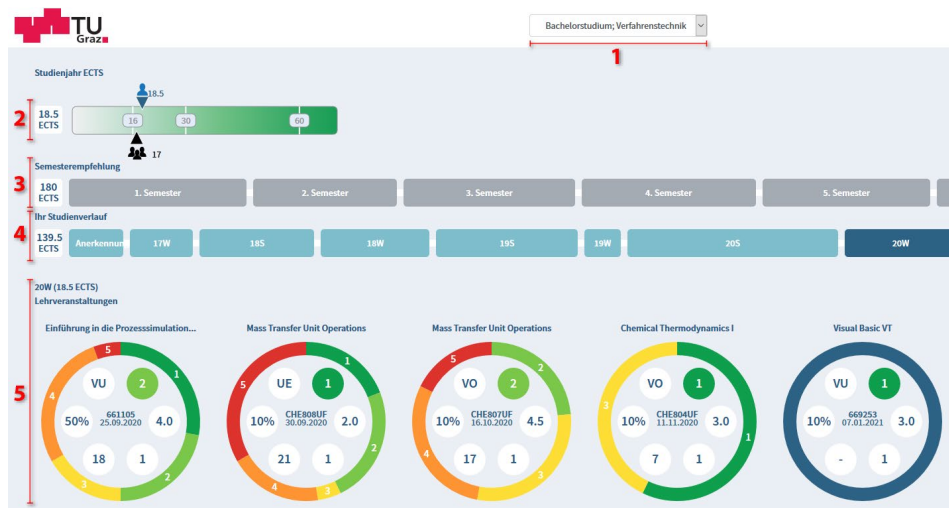


Abb. 3. Das Dashboard für TU Graz Studierende (Ausschnitt), unterschiedliche Bestandteile wurden mit Ziffern markiert. Quelle: TU Graz.

Das Dashboard gliedert sich in die folgenden Funktionsbereiche (siehe Abb. 6): Studienwahl (1), Studienjahr ECTS (2), Semesterempfehlung (3), Studienverlauf (4), Lehrveranstaltungen (5). Nicht abgebildet sind der Überblick über die Historie von Lehrveranstaltungen, und Links auf die Legende, Hilfe, Logout und die Möglichkeit Feedback hinterlassen. Durch Anklicken verschiedener Komponenten können weitere Detailauswertungen angezeigt werden. Die Auswahl des Studiengangs (1) ist nur für Studierende möglich, die in mehreren Bachelor-Studiengängen eingeschrieben sind. Der Bereich „Studienjahr ECTS“ (2) zeigt beispielsweise die Leistungen im aktuellen Studienjahr in Form von ECTS an. Die angezeigte Gesamtzahl der ECTS rangiert in der Skala des Studienfortschritts. Die Studierenden sehen, wo sie im Kontext eines Semesters

oder des gesamten Studienjahres stehen, auch im Vergleich zu den Leistungen der Mitstudierenden. Unter „Semesterempfehlung“ (3) werden die empfohlenen Kurse pro Semester angezeigt. Der Abschnitt ist wie folgt aufgebaut: ECTS-Gesamtzahl des Studiums, alle Studiensemester, Wahlfächer und Wahlpflichtfächer ihres Studiums. Der Studienverlauf (4) zeigt die absolvierten Lehrveranstaltungen pro Semester. Die erste Kachel zeigt an, wie viele ECTS im Verlauf des Bachelorstudiums absolviert wurden, im Beispiel sind es 139,5 ECTS. Um die absolvierten Lehrveranstaltungen pro Semester anzuzeigen, müssen Studierende auf das entsprechende Semester klicken. Lehrveranstaltungen sind entweder mit einem farbigen, einem blauen oder einem grauen Kreis markiert. Farbige Kreise zeigen die Verteilung der Noten von 1 („sehr gut“) bis 5 („ungenügend“; siehe Abb. 2 unten links). Blaue Kreise beziehen sich auf abgeschlossene Kurse mit einer Gruppengröße von weniger als 5 Personen (siehe Abb. 2 unten rechts). Nicht beendete Kurse sind mit einem grauen Kreis gekennzeichnet. Innerhalb des Kreises findet man Angaben zu den Noten (farbiger kleiner Kreis), die Anzahl der EC, die Anzahl der Antritte, die Anzahl der Teilnehmenden, eine Angabe, ob die/der Studierende unter den ersten 10, 20 oder 50 Prozent ist und eine Angabe zum Lehrveranstaltungstyp. Ein Klick auf eine Lehrveranstaltung öffnet dessen Historie und zeigt die Verteilung der Noten der letzten fünf Prüfungsergebnisse an. Diese Funktion soll helfen, Herausforderungen bei der Semesterplanung besser einzuschätzen. Ein ausführlicher Leitfaden hilft den Studierenden, alle Funktionen zu nutzen und die dargestellten Informationen zu verstehen [TU20].

5 Implementierung und Rückmeldungen der Nutzer/innen

Im Sommersemester 2020 wurde das Dashboard für alle Studierenden der Bachelorstudiengänge der Fakultät für Informatik und Biomedizinische Technik zugänglich gemacht. Diese Einführung wurde von weiteren Informationen zum Dashboard begleitet und sowohl über E-Mails, als auch Lehrende kommuniziert. Bis zum 9. Juni 2020 hatten 743 Studierende Zugriff auf das Dashboard. 27 Studierende haben die Möglichkeit genutzt, Feedback zum Dashboard zu geben. Das Feedback wurde als Freitext abgefragt. Eine Auswertung ergab, dass mehr als die Hälfte, nämlich 54 Prozent, sich deutlich positiv äußerten und kleinere Fehler meldeten oder Verbesserungsvorschläge machten, 38 Prozent andere äußerten sich weder positiv noch negativ zum Dashboard und machten nur Verbesserungsvorschläge. Nach diesem insgesamt sehr erfolgreichen Start wurde das Dashboard im Dezember 2020 universitätsweit für alle Bachelor-Studierenden verfügbar gemacht, das sind etwa 8.700 Studierende. Anfang April 2021 hatten bereits fast 5.000 Studierende auf das Dashboard zugegriffen, d. h. bereits mehr als die Hälfte. Auch hier zeigen die bisherigen Rückmeldungen eine Zufriedenheit mit dem Dashboard. In den ersten drei Monaten kamen ungefähr 90 Rückmeldungen über das Formular, typischerweise werden dabei ganz konkrete Rückmeldungen, auch Verbesserungsvorschläge gegeben. Manche stellen auch nur Fragen. Angesichts der positiven Resonanz auf das Dashboard an der TU Graz haben wir vorerst keine größeren Weiterentwicklungen geplant.

Danksagung

Der Beitrag und die beschriebenen Entwicklungen entstand zu Teilen im Rahmen des Projekts „Learning Analytics: Auswirkungen von Datenanalysen auf den Lernerfolg“ (01/2020-12/2021) mit der Technischen Universität Graz und der Universität Graz als Partner und dem Land Steiermark als Fördergeber (12. Zukunftsfonds Steiermark).

6 Literaturverzeichnis

- [Ch18] Charleer, S.; Moere, A. V.; Klerkx, J.; Verbert, K.; De Laet, T. (2018). Learning Analytics Dashboards to Support Adviser-Student Dialogue. In: IEEE Transactions on Learning Technologies, v11 n3 p389-399 Jul-Sep 2018
- [Fe16] Ferguson, R., Hoel, T., Scheffel, M., & Drachsler, H. (2016). Guest editorial: Ethics and privacy in learning analytics. *Journal of learning analytics*, 3(1), 5–15. <http://dx.doi.org/10.18608/jla.2016.31.2>
- [LEE19] Leitner P., Ebner M., Ebner M. (2019). Learning Analytics Challenges to Overcome in Higher Education Institutions. In: Ifenthaler D., Mah DK., Yau JK. (eds.) Utilizing Learning Analytics to Support Study Success. Springer, Cham
- [Le21] Leitner, P., Ebner, M., Geisswinkler, H. & Schön, S. (2021, in Druck). Visualisation of learning for students: A dashboard for study progress. Development, design details, implementation, and user feedback. In: D. Ifenthaler & M. Sahin (Hrsg.), *Visualisation and LA*, Cham: Springer.
- [RN15] Reimers, G., & Neovesky, A. (2015). Student focused dashboards—An analysis of current student dashboards and what students really want. In *Proceedings of the 7th international conference on computer supported education (CSEDU)* (pp. 399–404).
- [TU20] TU Graz (2020). Leitfaden: Grundlagen des Studierenden-Dashboards. Internes Dokument URL: https://tu4u.tugraz.at/fileadmin/Studierende_und_Bedienstete/Anleitungen/Studierende_n-Dashboard_Funktionen_Leitfaden.pdf (2021-01-15).
- [TU21] TU Graz (2021). Learning Analytics (Internal Webpage). URL: <https://tu4u.tugraz.at/studierende/mein-laufendes-studium/learning-analytics/> (2021-01-15)
- [We20] West, D., Luzeckyj, A., Searle, B., Toohey, D., Vanderlelie, J., & Bell, K. R. (2020a). Perspectives from the stakeholder: Students’ views regarding learning analytics and data collection. *Australasian Journal of Educational Technology*, 36(6), 72-88. <https://doi.org/10.14742/ajet.5957>

The relation of convergent thinking and trace data in an online course

Sylvio Rüdian ¹, Jennifer Haase ², Niels Pinkwart ³

Abstract: Many prediction tasks can be done based on users' trace data. In this paper, we explored convergent thinking as a personality-related attribute and its relation to features gathered in interactive and non-interactive tasks of an online course. This is an under-utilized attribute that could be used for adapting online courses according to the creativity level to enhance the motivation of learners. Therefore, we used the logfile data of a 60 minutes Moodle course with N=128 learners, combined with the Remote Associates Test (RAT). We explored the trace data and found a weak correlation between interactive tasks and the RAT score, which was the highest considering the overall dataset. We trained a Random Forest Regressor to predict convergent thinking based on the trace data and analyzed the feature importance. The result has shown that the interactive tasks have the highest importance in prediction, but the accuracy is very low. We discuss the potential for personalizing online courses and address further steps to improve the applicability.

Keywords: Convergent thinking, creativity, online course, MOOC, prediction.

1 Introduction

Learners differ in their knowledge level, in their preferences on how to learn, and in their personality. Especially in the field of creativity training, a huge dispersion of effects found for individual methods, showing that there is no one-size-fits-all learning environment for all participants. However, in times of rapid technological, cultural, and societal changes, creativity becomes even more important and successful teaching settings are of utmost interest. Personalization of online learning formats can be one way to address such diverse needs of the individual learner [BES98]. Online course suppliers use some kind of learning management system (LMS) that can collect trace data of learners. Using data-driven approaches, individual learner behavior can be used to base predictions upon [AH11], like learner success [Vi16], the dropout rate [K114], or personality-related attributes [KSG13], [Rü19]. Before online courses can properly be personalized, the dimension of interest needs to be captured, to make it manageable. Traditionally, creative competencies are best captured by using either performance measures, reports of past performances, or self-reports about individual beliefs of their creative abilities [SLM04]. All of them have in

¹ Humboldt Universität zu Berlin, Institut für Informatik, Unter den Linden 6, 10099 Berlin, Weizenbaum Institute for the Networked Society, ruediasy@informatik.hu-berlin.de, <https://orcid.org/0000-0003-3943-4802>

² Universität Potsdam, Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam, Weizenbaum Institute for the Networked Society, Jennifer.Haase@wi.uni-potsdam.de, <https://orcid.org/0000-0001-8450-7252>

³ Humboldt Universität zu Berlin, Institut für Informatik, Unter den Linden 6, 10099 Berlin, Weizenbaum Institute for the Networked Society, pinkwart@hu-berlin.de, <https://orcid.org/0000-0001-7076-9737>

common that they are time-consuming for the participant to fill out, and – especially in the case of actual performance measures – very time-consuming to evaluate [Si08]. To minimize the time required to assess the learner’s creative abilities, and to maximize the positive learning experience in an online course by avoiding longer assessments, a more indirect way of collecting the information is required. Online courses provide the unique feature that data can be collected on how individuals interact with the learning material. Thus, the individual style, the time taken for each task, the effort put into the material are automatically assessed. It would thus be wise, to also use it for the purpose to adapt courses to better fit individual needs.

2 Related Work

Logfile data has already been used in online courses to predict personality-based attributes [Rü19]. The authors used a neural network for prediction, that shows high accuracy. In general, there is the problem that classical “black box” technology is used where the results show that the models perform well in cross-validation. However, to see an effect does not mean that we have an explanation for the cause [SGS93]. Thus, we can only see that these methodologies are working, but we do not get a deeper understanding of the underlying relations. Rüdian et al. [Rü20] have shown that a prediction of scores performs equal using a neural network or a decision tree, whereby the latter is explainable based on rules, which is important for learners and tutors to understand the reasons for a concrete prediction. In the case of creativity, we know that it can be enhanced and trained very effectively, using diverse training and enhancement methods [SLM04]. Although most methods reveal a positive impact on individuals’ creative abilities, the positive effect varies hugely between study participants. For once, creatively gifted participants usually benefit less from training [SLM04], possibly as they already pushed their cognitive creative abilities to a limit. Most commonly, two different types of creative thinking are distinguished: associative/divergent thinking (DT), vs. convergent thinking (CT). DT leads to a great number of possible solutions to an open-ended problem, whereas CT leads to one fitting solution to a closed problem [Cr06]. This distinction can also be found in the testing of creative abilities. Whereas DT measures a person’s ability to associate widely and come up with as many and diverse ideas as possible, CT measures focus on intricate tasks, which demand the participant to find one uncommon solution to a closed problem. People tend to prefer and perform differently on these measures, just like people tend to improve their performances differently [SLM04]. To our best knowledge, no research examines relations of convergent thinking and trace/performance data of users in an online course. With this paper, we want to bridge that gap and test whether it is possible to assess one form of creative behavior – convergent thinking – using the click data collected in an online course. Based on the knowledge that an analysis of trace can predict aspects of personality [KSG13], we postulate the following research questions. RQ1: Does the score of interactive creative tasks correlate higher with convergent thinking than non-interactive tasks? RQ2: Do interactive tasks have a higher importance in predicting convergent thinking than non-interactive tasks?

3 Methodology & Results

A new creativity-related online course based on Moodle was developed to have full control and access to the trace data collected within the LMS. The online course consists of multiple modules, including content pages, and interactive tasks using H5P, namely multiple-choice questions about the prior presented content, and two gamified, interactive tasks: a “memory” game with pairs of terms and their definition, as well as a sequence game, where inventions have to be brought into the correct time-based sequence of their origin. We take these interactive tasks as an approximation of creative tasks. Convergent thinking was assessed using the most common measurement, the Remote Association Test (RAT) [La14]. The task is to provide a single term that fits as an associational bridge to unite three words. There is only one word that is the correct answer to a given problem. As an example, *soda* would be the correct response to the triad *fountain / baking / pop*. The score for this test is the sum of items correctly answered out of 20 total items. Each item was presented for 20 seconds. In two separate validation studies, the Spearman-Brown reliability for the Remote Association Test was .92 and .91, respectively, certifying a very high measuring precision [Me62].

The course was presented as a study on the online participant recruitment platform *Prolific*. As a precondition, participants had to be at least 18 years old, a minimum approval rate on Prolific of 95%, and fluent in the German language, as our online course is in German. Those who did not engaged with the interactive tasks were rejected. Participants gained 8€/h to complete the full course. Participation in the course lasted 61 minutes on average (SD = 20.3). They came from all over the globe, with the majority of 40% from Poland, and 11% from Germany. The mean age was 23 years (SD = 5), ranging from 18 to 50. 99% of the participants were students. 128 participants fully participated in the online course. We used the logfile table of the Moodle database (namely “logstore_standard_log”) to get the trace data of all users, including the performance data that could be found in the H5P table “hvp_xapi_results”. We extracted 59 features, consisting of 48 trace features and 11 items of interactive tasks. The trace features are 24 pages, where the time was measured that the learners spent on them plus the information whether they went back to the page multiple times (e.g. to search for correct answers), in sum 48. Each participant took part in the RAT test.

To address the research questions, we first examined Pearson Correlation Coefficient (PCC) between all data (trace and performance) and RAT scores and ordered them by absolute value. Then we compared the scores of interactive with non- interactive tasks to examine whether we detect a difference based on both types, that could be plausible according to [Ha20]. To address RQ2, we trained a Random Forest Regressor (RFR) [LW02] for predicting RAT scores. To avoid unbalancing problems, we balanced the data and defined three buckets (low-medium-high RAT score) in which we put our samples. As we focus on the personalization of online courses, it is sufficient to have rough classes that can be used to define target groups [Rü19]. Then we trained the Regressor using Sklearn in Python. Therefore, we used two methods: a) using all trace and performance data of our participants that we have, and b) only the two features that we identified in

RQ2. To evaluate the prediction accuracy, we used the 10 fold cross-validation (CV) to test for predictions that have not been used for training the model. Considering a), we used 59 features and emphasized the performance data of interactive tasks. For b) we used the features of the two gamified tasks only and compared the accuracy with a).

The time to solve the “memory” game (PCC=0.28) and the score of the ordering task in the sequence game (PCC=0.18) have the highest PCC related to the RAT scores. The absolute PCCs of the remaining features are much lower (for the non-gamified tasks as well as for the remaining trace data). The two correlations found are weak, but they are the highest in our dataset and limited to the two gamified tasks that we labeled to be tasks that require convergent thinking in the overall course. This result shows that there is a possible relation between gathered features in interactive gamified tasks and the convergent thinking score, determined by using the RAT.

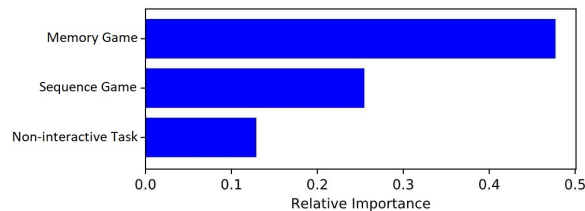


Fig. 1: Feature importance to predict convergent thinking in an online course.

Fig. 1 shows the importance of our features using the RFR, where the two interactive tasks have the highest importance that we also identified in RQ1, which answers RQ2. With the limitation to our dataset, we trained the RFR and optimized all parameters. The model achieved an accuracy of 42.4 in a 10-fold CV using all 59 features for training. Further, we used the two identified features of RQ1 and RQ2 only, namely the time that the learners needed to solve the memory game and the score that they achieved in finding the right sequence in the interactive task. Using these two features only, we achieved an accuracy of 41.2, which is comparable with the previous one. The interactive tasks of the online course have the highest importance on predicting RAT. Thus, we can conclude that this is a promising result as we only had two interactive tasks where the prediction is better than a random choice in this early stage of our research, but not ready to be useful in a practical setting. Having more interactive tasks to improve the result is the target of further studies.

4 Discussion

Using trace data from interactive tasks in an online course, we were able to predict convergent thinking in terms of low, medium, and high with higher accuracy than guessing. We found weak correlations between the interactive tasks and the cognitive thinking score. These absolute correlations are the highest ones from the set of all tasks in the course. Individual differences in intelligence might be an alternative way to explain these results. However widespread the acceptance of the RAT as a measurement for

creativity, it shows a great closeness to the intelligence concept, with correlations between 0.34 and 0.42 with typical measures of intelligence [LHT14]. In contrast, related to our study, observing classical multiple-choice questions only (labeled as non-interactive tasks), we could not find significant correlations and besides, they have low importance in predicting RAT scores. Further, we can see that the difference in predicting the RAT score using the overall trace and performance data or only the two features of high importance result in an equal accuracy. This is an important finding regarding the principle of the data economy. Art. 5, 1c) of the GDPR [GD21] focuses on data minimization, which is an important topic if we want to use the method with data processed in the EU. Focusing on the gamified tasks only (which equals 3.3% of the features) still leads to a trade-off regarding the achievable accuracy. As we used two interactive tasks which are a proxy for creative tasks only, we assume that having more explicitly creative in an online course can be beneficial to increase the accuracy. This is part of ongoing research.

As creativity is a complex phenomenon, it contains several conceptual aspects. Thus, the interpretation of our results is strongly bound to the concept of CT, as one aspect of creativity, but - not to be misunderstood - as the whole creativity concept. Plus, we will perform further analysis to approximate the complexity of the concept of creativity that captures DT, as well as further measures of self-evaluation and intrinsic motivation. Prior research has shown, that creative performance is hugely influenced by the individual's motivation to engage with creative problems and tasks [AP16]. This motivation is highly influenced by situational conditions, as well as the individual conviction of own creative competencies. Such self-evaluations can be best improved through individual, adequate, and in tendency positive feedback. This could all be done by a personalized and smart online system. When the prediction of creative abilities will accurately be possible in online courses, they could be used to increase the efficiency of learning outcomes. Finding the right fit between task difficulty and the subjective feeling of potential mastery of the task leads to the greatest engagement within the task. With ideal conditions, a state of flow could be achieved, in which the learner is completely immersed and in full enjoyment with the task [CAN90]. Such a stage, especially as positive emotions are in place, is ideal for learning and the feeling of competence and control. We can use the predicted CT score to generate interactive tasks adjusted according to the learner needs. Creators and instructors of courses should not just focus on gamification as a way to engage learners and to ease the learning process, but also from the economical data-assessment perspective on how to gain the most enriched learner profile that can be used efficiently for personalization.

Acknowledgments: This work was supported by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF), grant number 16DII127 (Weizenbaum-Institute). The responsibility for the content of this publication remains with the authors.

Bibliography

- [AH11] M. Abdous and W. He: Using text mining to uncover students' technology-related problems in live video streaming. In *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 42(1), pp. 40–49, 2011.

- [AP16] T. M. Amabile; M. G. Pratt: The dynamic componential model of creativity and innovation in organizations. In *Res. Organ. Behav.*, vol. 36, pp. 157–183, 2016.
- [BES98] P. Brusilovsky; J. Eklund; E. Schwarz: Web-based education for all: a tool for development adaptive courseware. In *WWW Conference*, vol. 7, pp. 291-300, 1998.
- [CAN90] M. Csikszentmihalyi; S. Abuhamdeh; J. Nakamura: Flow. In *Handbook of Competence and Motivation*, New York, Harper & Row, 1990.
- [Cr06] A. Cropley: In Praise of Convergent Thinking. In *Creat. Res. J.*, vol. 18(3), pp. 391–404, 2006.
- [GD21] Art. 5 GDPR: Principles relating to processing of personal data. In *General Data Protection Regulation*, <https://gdpr-info.eu/art-5-gdpr/> (accessed Mar. 05, 2021).
- [Ha20] J. Haase: How games spoil creativity: a creative mindset priming study. In *ISPIM Conference Proceedings*, Manchester, 2020.
- [K114] M. Kloft et al.: Predicting MOOC dropout over weeks using machine learning methods. In *EMNLP*, 2014, pp. 60–65.
- [KSG13] M. Kosinski; D. Stillwell; T. Graepel: Private traits and attributes are predictable from digital records of human behavior. In *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 110, pp. 5802–5805, 2013.
- [La14] N. Landmann et al.: Entwicklung von 130 deutschsprachigen Compound Remote Associate (CRA)-Worträtseln zur Untersuchung kreativer Prozesse im deutschen Sprachraum. In *Psychologische Rundschau*, vol. 65(4), pp. 200–211, 2014
- [LHT14] C. S. Lee; A. C. Huggins; D. J. Theriault: A measure of creativity or intelligence? Examining internal and external structure validity evidence of the Remote Associates Test. In *Psychol. Aesthet. Creat. Arts*, vol. 8(4), pp. 446–460, 2014.
- [LW02] A. Liaw; M. Wiener: Classification and regression by random Forest. In *R News*, vol. 2(3), pp. 18–22, 2002.
- [Me62] S. Mednick: The associative basis of the creative process. In *Psychol. Rev.*, vol 69(39), p. 220, 1962.
- [Rü19] S. Rüdian et al.: Predicting Culture and Personality in Online Courses. In *SLLL@ AIED*, pp. 8–15, 2019.
- [Rü20] S. Rüdian et al.: Automatic Feedback for Open Writing Tasks: Is this text appropriate for this lecture? In *DELFI 2020*, pp. 265-276, GI, 2020.
- [SGS93] P. Spirtes; C. Glymour; R. Scheines: Causation, Prediction, and Search. In *Lect. Notes Stat.*, vol. 81, 1993.
- [Si08] P. J. Silvia et al.: Assessing creativity with divergent thinking tasks: exploring the reliability and validity. In *Psychol. Aesthet. Creat. Arts*, vol. 2(2), pp. 68–85, 2008.
- [SLM04] G. Scott; L. E. Leritz; M. D. Mumford: The effectiveness of creativity training: A quantitative review. In *Creat. Res. Journal*, vol. 16(4), pp. 361–388, 2004.
- [Vi16] C.-J. Villagrà-Arnedo et al.: Predicting academic performance from behavioural and learning data. In *Internat. Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, vol. 11(3) 2016.

Supporting Learning Analytics in Educational Games in consideration of Qualifications-Based Learning

Ramona Srbecky¹, Marcus Frangenberg², Benjamin Wallenborn¹, Matthias Then¹, Iván-José Pérez-Colado³, Cristina Alonso-Fernandez⁴, Baltasar Fernandez-Manjon⁵, Matthias Hemmje¹

Abstract: Computer and video games have established themselves in society and are increasingly finding their way into learning with so-called Educational Games (EduGame). EduGames often provides a fundamental analysis of learners' learning results, but there is currently no existing approach to map the learning results automatically to digital standardized machine-readable Qualifications. In addition, different learning providers tend to use different approaches to describe Qualifications, often in the form of free text. Therefore, it is currently impossible to compare the reached Competencies and Qualifications (CQ) across different learning providers or only manually with high effort. In this paper, a prototypical implementation for automated mapping of learners' learning results in EduGames to standardized CQ will be introduced. The paper presents the conceptual work, the subsequent prototypical implementation with the chosen Analytics Environment, Game Engine, Learning Management System, and the evaluation results.

Keywords: Qualifications-Based Learning, Learning Analytics, Game-Based Learning, Unity Engine, Educational Games, RAGE Analytics, Moodle, Qualification Based Learning Model, Learning Management System

1 Introduction and Motivation

An experiment [Be15] conducted at the Hult International Business School proves that game-based knowledge transfer has potential. In this experiment, teaching content through a video game was similarly successful as teaching directly by the teacher [Be15]. EduGames often provide only restricted analysis of learners' learning results. There is currently no existing approach to automatically map the learning results to digital standardized machine-readable Competencies and Qualifications (CQs). In the context of this research, the term CQ will be used for Qualifications. CQs consist of competencies, skills, and Proficiency Levels. If an assessment is performed and the CQ of the learners gets attested, it is a Qualification. Otherwise, learners acquire only a Competency. To prove CQ in assessments, Learning Analytics should be used. Therefore, it is currently impossible to compare the reached CQ across different learning providers or manually with high effort. To address this problem, the use of standardized CQ lends itself. The problem that there is no comparability between CQ was taken up by [Wa18] and [Th20]

¹FernUniversität in Hagen, [vorname.nachname]@fernuni-hagen.de

²FernUniversität in Hagen, [vorname.nachname]@studium.fernuni-hagen.de

³Universidad Complutense de Madrid, ivanjper@ucm.es

⁴Universidad Complutense de Madrid, crisal03@ucm.es

⁵Universidad Complutense de Madrid, balta@fdi.ucm.es

with the Qualifications-Based Learning Model (QBLM). The QBLM allows the modeling of learning scenarios using digital (machine-readable) CQs [Th20]. Based on this model, [Th20] designed the QBL4Moodle plugin for the Learning Management System (LMS) Moodle [Mo19] to work with QBLM-based CQ in Moodle. [Th20] also addresses the connection of EduGames with Qualification-based courses in Moodle, but they do not yet enable CQ-Profiles (CQPs) for individual users [Th20]. CQPs are describing each student's personal Learning Goals (target Profile) and the Current State of attested CQs (actual Profile). As a future topic, [Th20] addresses game behavior analysis and the mapping to standardized machine-readable CQ and their assignment to learners CQPs. In this context, game behavior is the player's individual interaction in the game. This includes the way the player acts or conducts himself in the game [Sff16]. This interaction causes various data that can be measured, stored, and analyzed. Since preliminary work has already been done with Moodle to support QBLM, this LMS is chosen as the technological basis for the present work. [Ne18] has realized the first prototypical implementations for analyzing and evaluating the game behavior data in EduGames. This paper's motivation is to track and analyze game behavior and subsequently enable mapping them to QBLM-based CQ.

Several Problem Statements (PS) can be derived from the motivation mentioned above. PS1 is that the individual evaluation of EduGame events is not possible. Various Analytics Engines have been established for the analysis and evaluation of game events. "An event is represented by any action or decision that is made by the player or the game itself." [Me09] However, [Ne18] encountered the problem in that an evaluation per player was not possible with Unity Analytics [Ui21], the chosen Analytics Engine in [Ne18]. However, a separation by user profiles on the EduGame or Analytics Engine side and the LMS is a prerequisite for synchronizing results and the learner's personal CQP. PS2 is that EduGame results cannot be transferred to the CQP of an LMS. PS3 is that there is currently no mapping between game behavior and achieved CQ. This means a lack of criteria determines the achievement of CQ and Proficiency Level of CQ. The PSs mentioned above result in the following two Research Questions (RQ). RQ1: Can player individual evaluations of EduGame events be achieved via Analytics Engines be achieved? RQ2: Can a model be designed to map learning game events and CQ in a CQ model? This paper focuses on RQ2. Based on the research methodology of [Ncp90], the following Research Objectives (ROs) were derived from RQ2. This RQ considers that RQ1 is implemented. RO1 is assigned to the Observation Phase (OP). In this phase, a suitable competency model is identified that can be mapped in an LMS to be determined. For this purpose, the QBLM, in particular, will be investigated. Also, possible interfaces between Analytics Engine and LMS are considered. RO2 is assigned to the Theory Building Phase (TBP). A concept is designed that shows how the EduGame results are transferred into the CQP. But also, a concept for mapping the game events with CQs will be designed. The System Development phase (SDP) moves the concept into a prototype and is assigned to RO3. The result of the SDP is evaluated in the Evaluation Phase (EMP) in the context of a Cognitive Walkthrough (CW) [Wi13]. The EMP is assigned to RO4. Here, all RQs are considered to be evaluated because RQ2 is built on RQ1. This paper is structured

according to the ROs. This means that in the State of the Art and Technology section, the OP is described. In the Conceptual Design section, the TBP is described, and the SDP phase is presented in this paper in the Proof of Concept implementation section. In the Evaluation section, the EMP is presented. The paper concludes with a summary and an indication of future developments.

2 State of the Art and Technology

Some research projects and software systems related to the research goals have already been mentioned in the previous section. In the following, the most important are described in more detail. To transfer QBLM-based CQs to Moodle [Mo19], the FernUni Hagen (FUH) [Fe21] developed the plugin QBL4Moodle [Th20]. This plugin is the interface between Moodle and Knowledge Management Ecosystem Portal (KM-EP) [Vu20]. QBL4Moodle is used to work with QBLM in Moodle itself and map CQs created with it to the Competency approach of Moodle itself. The plugin also serves to import QBLM-based CQs, profiles, and frameworks from other systems. Currently, this is realized for the KM-EP [Th20]. The Learning Management System (LMS) used at the FUH is Moodle. This LMS already offers digital learning content at the FUH. Therefore, the already existing LMS will be used in this work.

Besides software components that facilitate tracking students' behavior during gameplay, Realizing an Applied Gaming Ecosystem Analytics Environment (RAGE Analytics) [E-17], [Fr16] offers tools for analyzing the traces and displaying the evaluation results in diagrams or graphics. RAGE Analytics will be used to generate and collect the corresponding game data analyzed regarding CQ. The Player Competence Adaption Pack (P-CAP) was developed within the RAGE project. The P-CAP includes a collection of assets that empower developers to define CQs, in-game situations for qualification assessment, and learning path in-game creation. The Competency model of P-CAP is derived from the Competence-based Knowledge Space Theory [Al99]. A Competency State is given for every player who complies with the CQP in QBLM. P-CAP's Competency Assessment Asset provides the functionality to track and analyze the learner's gameplay in the respective task situations. When the player has completed the task, the corresponding CQ is stored in his own Competency State. There is no RAGE components usage in the P-CAP, but future development is considered [Th20].

3 Conceptual Design

To address RQ2, different software components and systems are required to be combined. Moodle [Mo19] is used as the LMS, RAGE Analytics [E-17], [Fr16] as the Analytics Engine and Unity Engine [Ax16] as the Game Engine. Q2 requires a mapping to take place between the EduGame outcomes and CQ. CQs, according to the QBLM and CQP, were Moodle via QBL4Moodle of the RAGE Analytics environment is to implement an

extension that performs the mapping and stores the CQs achieved. An interface to Moodle needs to be created to access the Moodle CQ Frameworks. The acquired CQs should also be transferred from the extension to the respective Moodle CQPs. The Mapping extension is located within RAGE Analytics, as the transferred game data in the environment is already stored in a database and can be accessed per player. Only information about the CQ progress has to be transferred to Moodle. The Game Event Framework (GEF) to be implemented within RAGE Analytics is classified in the QBLM Service Distribution Model (QSM) of [Th20]. The QSM describes the communication between Moodle, augmented by extensions for CQ-based learning, and the RAGE Ecosystem. All components of the model that already exist or are yet to be implemented are considered. The State of development of the overall system consisting of Moodle and RAGE Ecosystem does not allow to implementation of the GEF in its envisioned form within the scope of this work. The lack of access to the CFs of Moodle by RAGE Analytics prevents a mapping of game events with QBLM-based CQs. The yet-to-be-implemented EduGameConnector receives game data, without which no CQP is possible. Besides, QBL4Moodle does not yet enable CQPs for individual users. Therefore, the design was adapted to map game results from RAGE Analytics to CQs that are defined independently from Moodle. In the context of RQ2, the player's interactions or results are to be accessed via the provided Representational State Transfer (REST) API [Fi00]. The mapping and subsequent analysis will not take place within the RAGE Analytics environment as initially intended. The game events are transferred to the Analytics Engine via an in-game tracker. The mapping between the game results and the CQs will be made outside of RAGE Analytics. Therefore, the mapping is done in a simplified way. When answering the multiple-choice questions, not several game decisions lead to success. The game event can only be completed with the correctly selected answer. This means that no PLs can be mapped either. Each of the multiple-choice questions will be mapped to one of the CQs before the game starts. This will be done via a Comma-separated values (CSV) file [Mi19]. The game is then started. The player's results are retrieved in real-time by a script to be created via RAGE Analytics' REST API [E-17]. Immediately after the retrieval, the received JavaScript Object Notation (JSON) [JS21] object is evaluated respecting the defined mapping. The success key expresses whether a question was answered correctly or incorrectly. The CQs achieved by answering the multiple-choice questions are written to another CSV file.

4 Proof of Concept Implementation

This section will describe the Proof of Concept implementation of the automated retrieval of the data using a Hypertext Preprocessor (PHP) [Ph21] script. The goal is to output the data in a CSV file, as this can be easily read in and further processed by Moodle. It should also be possible to map game events (here: multiple-choice questions) and CQs. A simple mapping of CQs to multiple-choice questions will take place in another CSV file. The CSV file with the contained mapping is provided to the PHP script before execution. To

bundle results and achieved CQs for further processing, the mapping of CQs to questions should be included in the CSV file that stores the game results. The desired CSV file *file.csv* for outputting the game results with assigned CQs can be generated using PHP script. The script requires the file *mapping.csv* for the assignment of CQs to multiple-choice questions. The results file *file.csv* is generated in real-time while the game is running. Below is a description of how the CSV file *file.csv* is updated only when there is new game activity. The *isChanged*-function reads the JSON object's timestamp and writes it to the *timestamp.txt* file. Then the function compares this timestamp with that of the most recent JSON object, sets the variable "*changed = true*", and returns the string "*Changed*" if it is not equal. The function *start()* runs through a while-loop with a delay of 5 seconds and updates the file *file.csv* if the timestamp changes.

5 Initial Evaluation

In the form of a CW, an initial evaluation of the Proof of Concept implementation has been accomplished by domain experts in the field of education in Computer Science. The evaluation's main goal was to estimate the productive capacity of the implementation and orientate the future development. For RQ2, a CSV file with the achieved CQs is output after a game run in the last step. It must be possible to define the mapping between game events and CQs beforehand. The mapping between the multiple-choice questions and the CQs done via the CSV file is transferred to the results file. The game's CQs can be read from the results file with the game results obtained via the REST API. For RQ1, the system components of RAGE and the related services have been configured and evaluated. No errors or misbehavior were detected. Based on the evaluation, improvements and renewals were identified for RQ2. These will be implemented and taken into account in future work.


6 Conclusion and Future Work

In this paper, a mechanism for automated mapping for CQs gained in an EduGame has been introduced. In the concept section, the system's architecture and the mapping of CQs between the EduGame and the LMS had been presented. Afterward, the initial Proof of Concept implementation and the evaluation had been described. Regarding RQ2, it was determined in the TBP that, based on current research, too many limitations exist to map game events in Moodle CQPs. Therefore, the conceptual system design was adapted. A mapping that is independent of CQ Frameworks mapping between game events and CQs could be implemented. Building directly on this work's findings, a follow-up effort could address the connection of the REST API of RAGE Analytics to Moodle using the EduGameConnector component, which is yet to be developed, and CQPs. The more robust integration of EduGames or EduGame platforms in Moodle offers the opportunity to strengthen the LMS in its position as a central digital learning location and increase acceptance among learners and teachers. Moodle and the KM-EP's extensions, which are currently only conceptual, would have to be realized in future developments.

7 References

- [Al99] Albert, D.; Lukas, J.: Knowledge Spaces, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, 1999
- [Ax16] Axon, S., Unity at 10: For better- or worse- game development has never been easier, <https://bit.ly/35EGJwo>, 04.01.2021
- [Be15] Beck, J. C., The videogame that teaches business strategy better than professors, <https://bit.ly/3zFz6DO>, 03.01.2021
- [E-u17] E-ucm/rage-analytics, <https://bit.ly/2TLMCVO>, 11.11.2020
- [Fe21] FernUniversität in Hagen: Startseite, <https://www.fernuni-hagen.de>, 07.04.2021
- [Fi00] Fielding, R.T.: Architectural Styles and the Design of Network-based Software, University of California, Irvine, 2000
- [Fr16] Freire, M.; Serrano-Laguna, À.; Manero, B.; Martínez-Ortiz, I.; Moreno-Ger, P.; Fernández-Manjón, B.: Game Learning Analytics: Learning Analytics for Serious Games, Learning, Design, and Technology, S. 1-29., 2016
- [JS21] JSON – Einführung in JSON, <https://www.json.org/json-de.html>, 2021
- [Ne18] Neuber, T., Bachelorarbeit - Konzeption und Realisierung einer interaktiven Spiele-Laufzeitumgebung in ein mandantenfähiges Weiterbildungsportal auf Basis einer Game-Engine und eines Learning Development Systems, Hochschule RheinMain, 2018
- [Me09] Medler, B.: Generations of game analytics, achievements and high scores, *Eludamos. Journal for Computer Game Culture*, 3 (2), p.177-194, 2009
- [Mi19] Microsoft – Outlook CSV, <https://bit.ly/3qa8WEO>, 14.4.2021
- [Mo19] Moodle - Was ist Moodle, https://docs.moodle.org/310/de/Was_ist_Moodle, 07.01.2021
- [Ncp90] Nunamaker, J. F.; Chen, M.; Purdin, T. D.: System development in Information System Research, 1990
- [Ph21] PHP – Was ist PHP?, <https://www.php.net/manual/de/intro-what-is.php>, 2021
- [Sff16] Soares de Lima, E.; Feijó, B.; Furtado, A.: Player Behavior Modeling for Interactive Storytelling in Games, SBC-Proceedings of SBGames, 2016
- [Th20] Then, M.: Supporting Qualifications-Based Learning (QBL) in a Higher Education Institution's IT-Infrastructure, *deposit_hagen*, Hagen, Deutschland, 2020
- [Ui21] Unity Analytics, <https://docs.unity3d.com/Manual/UnityAnalytics.html>, 7.4.2021
- [Vu20] Vu, B.: A Taxonomy Management System Supporting Crowd-based Taxonomy Generation, Evolution, and Management, *deposit_hagen*, Hagen, Deutschland, 2020
- [Wa18] Wallenborn, B.: Entwicklung einer innovativen Autorenumgebung für die universitäre Fernlehre, *deposit_hagen*, Hagen, Deutschland, 2018
- [Wi13] Wilson, C.: User Interface Inspection Methods: A User-Centered Design Method, Elsevier Science, Niederlande, 2013

Minimal-invasive Messung lernrelevanter Parameter für den Einsatz im Game-based Learning

Dietmar Zoerner, Paul Beschorner, Lars Michel, Ulrike Lucke  ¹

Abstract: Für die zielgerichtete Entwicklung und Nutzung von Lernanwendungen ist es nötig nachzuvollziehen, welche Ursache-Wirkungs-Beziehungen zum Entstehen von Lernergebnissen beitragen. Bei Lernspielen ist dies besonders schwierig, weil klassische Erhebungsinstrumente (wie z.B. Fragebögen) das Spielerleben und damit den Lerneffekt beeinträchtigen können. Der Beitrag stellt anhand von Fallstudien zwei Ansätze zur Messung von Aufmerksamkeit und Flow als lerneffekt-vermittelnde Parameter direkt in der Lernanwendung vor, analysiert die damit erfassbaren Daten und diskutiert die Möglichkeiten und Grenzen derartiger Erhebungsmethoden.

Keywords: Game-based Learning, Evaluation, Flow, Aufmerksamkeit.

1 Evaluationsdesigns im Game-based Learning

Game-based Learning [Pr01] nutzt spielerisch entwickelte Kompetenzen zur Erreichung formeller Bildungsziele. Die Analyse von Ursache-Wirkungs-Beziehungen und erreichbaren Effekten ist in den oft komplexen Arrangements (mit z.B. hohen Freiheitsgraden oder adaptiven Settings) schwierig, da eine Isolation einzelner Parameter nur unter Laborbedingungen möglich ist, was aber die Validität bzw. Übertragbarkeit der Erkenntnisse unter Realbedingungen offen lässt [Pe19]. Dieser Beitrag untersucht, wie lernrelevante Parameter während eines Lernspiels erhoben werden können, ohne das Spielerlebnis und damit den Lerneffekt zu beeinträchtigen. Dabei wird auf Aufmerksamkeit [HL79] und Flow [Cs14] als Vermittler von Lernerfolg fokussiert.

Zur Erfassung von Lernerfolgen und deren Zustandekommen werden i.d.R. Fragebögen, Beobachtungen oder Messungen eingesetzt. Es existieren z.B. Fragebögen zu User Experience und Usability [THS18] sowie für spielspezifische Aspekte [JGP18]. Fragebögen stoßen jedoch an Grenzen, da sie nur subjektive Momentaufnahmen aus Sicht der Befragten liefern. Zudem ermöglichen Fragebögen nach der Nutzung der Anwendung nur einen Überblick über die komplette Spieldauer. Kurze Umfragen im Verlauf des Spiels können dem entgegenwirken und ermöglichen eine Auswertung der Parameter über den Verlauf des Spiels. Sie unterbrechen jedoch den Spielfluss, können die Konzentration und den Flow der Probanden stören und die Messung verfälschen. Auch Beobachtungen zielen nicht auf die intern wirkenden Mechanismen ab.

¹ Universität Potsdam, Institut für Informatik und Computational Science, An der Bahn 2, 14476 Potsdam, firstname.lastname@uni-potsdam.de, <https://orcid.org/0000-0003-4049-8088>

Es bleiben Messungen [ME18] als Ausgleich zwischen ökologischer Validität und experimenteller Kontrolle. Eine Möglichkeit sind physiologische Parameter, wie z.B. Puls oder Hautleitfähigkeit [NDG10]. Diese Messmethoden unterbrechen den Spielfluss nicht und liefern kontinuierlich Daten. Allerdings können die Sensoren bzw. Labor-Settings die Probanden stören bzw. ablenken. Alternativ können die Daten direkt in der Anwendungs-Software z.B. über Tastatureingaben, Mausbewegungen, Reaktionszeiten [Os16] oder Leistungen in der Anwendung erfasst werden. In diesem Beitrag wird die indirekte Messung von Aufmerksamkeit und Flow verfolgt.

2 Messung von Aufmerksamkeitsparametern

Das hier vorgestellte Mess-Szenario ist auf die Untersuchung der Aufmerksamkeit von Lernenden [HL79] während des Spielens, insbesondere während des Wechsels zwischen verschiedenen Endgeräten gerichtet, am Beispiel des Trainings sozioemotionaler Kompetenzen insbesondere durch autistische Nutzende [ZML17]. Für das Lernsystem Lodur wurde das verbreitete Spiel Minecraft um Narrationen und das synchronisierte Bespielen einer speziellen mobilen App erweitert [St20], siehe Abb. 1.



Abb.

1: Lodur verbindet eine Minecraft-Anwendung mit einer mobilen App (links).
Ein Geschicklichkeitsspiel ist in Minecraft als Element der Messumgebung eingebettet (rechts).

Der Wechsel zwischen Desktop-Anwendung und mobiler App könnte das immersive Spielerlebnis beeinträchtigen und zu negativen Auswirkungen für die Aufmerksamkeit und den Trainingseffekt führen, was zu untersuchen ist. Die Messung von Indikatoren des Aufmerksamkeitsniveaus ist sensibel für Einflüsse durch das Messverfahren selbst. Daher wurde ein spielbasiertes Messverfahren entwickelt, das diese Indikatoren erhebt, ohne die Probanden in ihrer Aufmerksamkeit zu stören. Das Mess-Szenario basiert auf einem Geschicklichkeitsspiel, bei dem mehrere Parameter durch das Aufmerksamkeitsniveau der Spielenden beeinflusst werden. In mehreren Durchläufen sollen Tiere von einem Laufband geschossen werden; siehe Abb. 1 (rechts). Zielgeschwindigkeit, Zielgenauigkeit und Fehlerhäufigkeit dienen als Indikatoren für das Aufmerksamkeitsniveau. Zwischen einigen Übungen werden kurze Aufgaben mit der mobilen App absolviert. Pandemiebedingt nahmen nur elf Probanden teil. Die Messwerte eines Spieldurchlaufes sind aufgrund der hohen individuellen Varianz nicht sinnvoll mit einem absoluten Wert vergleichbar und werden daher pro Proband verglichen. Die Leistung der Probanden mit und ohne Nutzung der App zeigt Abb. 2 links; dabei wird der Leistungswert errechnet als

$(10000 \cdot \text{bonus})/t$ mit $\text{bonus}=1$ bei Fehlschüssen und $\text{bonus}=1.25$ sonst sowie $t =$ Spielzeit des Levels in ms. Die Messwerte zeigen eine Streuung zwischen den Individuen, aber keine wesentliche Abweichung in Abhängigkeit von der vorherigen App-Nutzung.

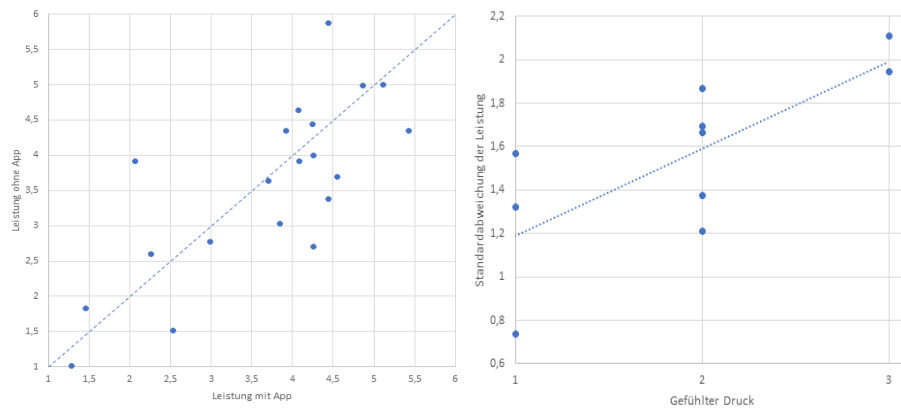


Abb. 2: Auswertung der Störung durch die Nutzung der mobilen App auf die Leistung

Für eine aussagekräftige Messung ist die Schwierigkeit der Aufgaben relevant. Die Leistungsfähigkeit der einzelnen Probanden hängt von individuellen Fähigkeiten und Trainingsständen ab. Jedoch ist die Stärke der Leistungsschwankungen der Spielenden ein Indikator für deren Aufmerksamkeit. Um die Qualität des Verfahrens einordnen zu können, wurde zusätzlich nach dem Ende der Messung durch Fragebögen das subjektive Erleben der Anwendung erhoben. Es zeigt sich eine Korrelation zwischen Streuung der Leistungswerte und subjektivem Leistungsdruck, wie in Abb. 2 rechts gezeigt. Dies könnte damit zu erklären sein, dass ein hoher Leistungsdruck das Flow-Erleben stört [Cs14] und die Leistungsfähigkeit beeinträchtigt. Der Pearson-Korrelationskoeffizient 0,74 ist für die geringe Anzahl der Proband*innen gut und belegt die grundlegende Funktionsfähigkeit des minimal- invasiven Messverfahrens.

3 Messung von Flow-Parametern

Das hier vorgestellte Evaluationsdesign ist auf die Untersuchung von Flow [Cs14] gerichtet. GraffitiVR (siehe Abb. 3) ist eine Laborstudie zu Virtual Reality für das Lernen in Anlehnung an die VR-Lackierwerkstatt [Ze20]. Auf einer industriellen Map wurden Plakatwände und Farbeimer (links) sowie eine Sprühpistole (rechts) platziert. Die Sprühfarbe kann über die Eimer ausgewählt werden, um die Plakatwand zu besprühen. Der Kern der Anwendung bestand in einer unmittelbaren Messung des Flow-Erlebens [Cs14]. Für VR-Lernanwendungen werden zwei Aspekte des Flows gemessen: tiefe Konzentration (Aufmerksamkeit auf die Aufgabe, nicht andere Informationen) und verändertes Zeitgefühl (Fokus auf die Gegenwart).



Abb. 3: In GraffitiVR wird ein virtueller Hinterhof zum Besprühen einer Wand genutzt (links). Dort wird mit einer Sprühpistole in verschiedenen Farben eine Plakatwand besprüht (rechts).

Die Messung der Konzentration erfolgt durch Blickrichtung über die normale Durchführung der Anwendung, also dem Fokus auf das Sprayen der Plakatwand. Währenddessen sollen visuell-akustische Ablenkungen die Aufmerksamkeit stören. Für Flow spricht, wenn Ablenkungen nicht wahrgenommen werden. Abb. 4 zeigt eine beispielhafte Messreihe der Konzentration; Ablenkungen sind als Farbbalken hinterlegt.

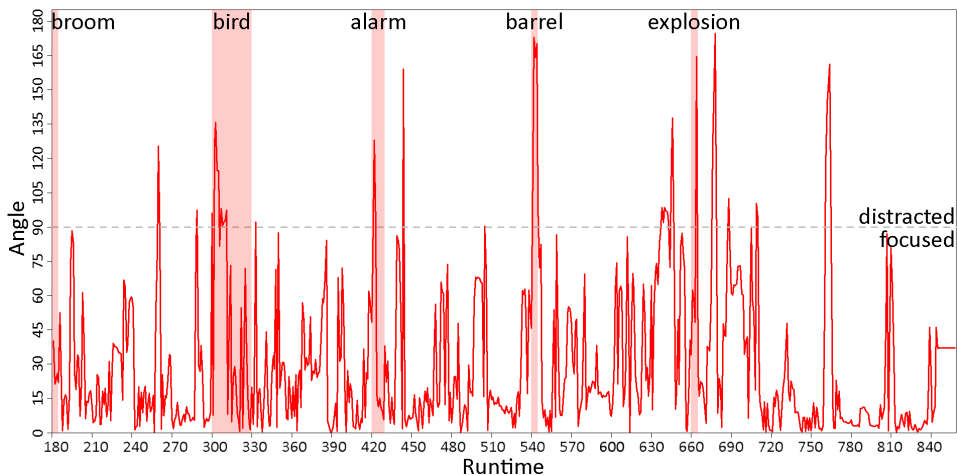


Abb. 4: Veränderung der Blickrichtung von Teilnehmer C (Winkel) über die Zeit. Die Plakatwand befindet sich vor dem Teilnehmer. Der Blick nach hinten ($>90^\circ$) wird als Ablenkung gewertet.

Das Zeitgefühl wurde durch die Aufgabe gemessen, einen Farbeimer regelmäßig zu schütteln. Weitere Datenerhebungen erfolgten durch zwei Fragebögen zum Vergleich mit den Messungen in VR: dem Swedish Flow Proneness Questionnaire [UMA12] zur Flow-Neigung im Alltag sowie der Flow-Kurzskala [RVE03] zum Flow-Erleben. Zwischen diesen Fragebögen erfolgte die Durchführung der Anwendung für mindestens zwölf Minuten (damit alle fünf Ablenkungen auftreten können). Pandemie-bedingt nahmen nur drei Forschende an der Laborstudie teil. Es sind keine Muster in den Daten erkennbar, wohl aber individuelle Unterschiede. So hat etwa Proband A nur eine Ablenkung wahrgenommen, aber trotzdem den Farbeimer regelmäßig geschüttelt. Proband C hat alle Ablenkungen bemerkt, jedoch das Schütteln des Eimers (nach dem ersten Mal) vollkommen vergessen. Dennoch zeigten beide Probanden relativ hohe Werte bei der Auswertung ihres Flow-Empfindens. Proband B zeigte mit wenigen wahrgenommenen

Ablenkungen und einem deutlichen Abstand zwischen den Eimerschütteln ein starkes Flow-Erleben. Deutliche Widersprüche zwischen Fragebögen und Messwerten konnten also nicht identifiziert werden, aber auch keine Korrelationen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Beide Studien zeigen die Machbarkeit minimal-invasiver Messungen von Aufmerksamkeit und Flow. Für ausgewählte Aspekte in etablierten Fragebögen konnten Entsprechungen in der Software bzw. im Nutzerverhalten gefunden werden, und die erhobenen Daten zeigen keine Widersprüche zwischen den objektiv gemessenen und den subjektiv erfragten Aspekten. Dennoch sind bislang keine absoluten Flow- oder Aufmerksamkeitswerte ableitbar, sondern nur relative intrasubjektive Aussagen. Es bleibt offen, ob sich hinreichend viele und aussagekräftige Indikatoren finden lassen, die eine intersubjektiv vergleichbare Messung von Aufmerksamkeit bzw. Flow erlauben. Für Flow erscheint dies angesichts des präzisen Modells und der konsistenten Fragebögen derzeit leichter möglich als für Aufmerksamkeit, die als komplexes Konstrukt mit verschiedenen Dimensionen und Erhebungsverfahren nicht einheitlich beschrieben ist.

Interessant ist die Verschiedenartigkeit der Messwerte. Es wurden kontinuierliche Skalen (z.B. Trefferquote beim Schießen) und binäre Aussagen (z.B. Störung wahrgenommen) verwendet. Der Abgleich mit Likert-Skalen stellt gleichermaßen eine Herausforderung und eine Chance für differenzierte Erhebungsmethoden dar. In beiden Studien war die Schwierigkeit u.U. zu niedrig, was durch Ansätze von Adaptivität vermeidbar wäre. Die entworfenen Messelemente sind kein originärer Teil einer Lernanwendung, sondern wurden künstlich hinzugefügt. Für die Verifikation der Verfahren ist das sinnvoll. Die Experimentierumgebung erlaubt eine Kontrolle der untersuchten Anwendungen trotz variierender Kontexte. Für den Einsatz in Lernanwendungen sind jedoch generische Konzepte erforderlich, die sensibel für Aufmerksamkeit bzw. Flow und zugleich thematisch flexibel einpassbar sind.

Konzeption und Validierung derartiger Messverfahren werden in Informatik und angrenzenden Disziplinen weiter verfolgt. Die Weiterentwicklung von Modellen und Fragebögen in der Kognitionspsychologie wird die Entwicklung minimal-invasiver Messverfahren in Lernanwendungen befördern. Insbesondere die systematische Ableitung messbarer Parameter aus theoretischen Konstrukten erfordert interdisziplinäre Anstrengungen. Dabei müssen die hier nur ausschnittsweise berücksichtigten Parameter von Flow und Aufmerksamkeit um weitere Aspekte ergänzt werden. Zudem sollten auch andere lernrelevante Parameter und deren Zusammenhänge beforscht werden. Besonders herausfordernd und relevant sind kollaborative Szenarien, die bislang in den lernpsychologischen Grundlagen noch kaum modelliert sind.



Danksagung

Teile der hier beschriebenen Arbeiten wurden vom BMBF in den Verbundprojekten Emotisk (2015-2018, 16SV7241) und HandLeVR (2019-2021, 01PV18002A) sowie von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Uni Potsdam im Programm zur Chancengleichheit von Nachwuchswissenschaftler:innen (2021) gefördert.

Referenzen

- [Cs14] Csikszentmihalyi, M.: Applications of Flow in Human Development and Education, Springer, 2014.
- [HL79] Hale, G.A.; Lewis, M.: Attention and Cognitive Development. Springer, 1979.
- [JGP18] Johnson, D.; Gardner, M.J.; Perry, R.: Validation of two game experience scales. International Journal of Human-Computer Studies, 118, 2018, 38-46.
- [ME18] Molnar, A.; Estrada, J.G.: A Comparative Study of In-Game and Out-Game Assessment for Storyline-Based Games. In: Proc. ICALT 2018.
- [NDG10] Nacke, L.E.; Drachen, A.; Göbel, S.: Methods for Evaluating Gameplay Experience in a Serious Gaming Context, Int. J. Comput. Sci. Sport, 9/2, 2010.
- [Os16] Osman, Z. M.; Dupire, J.; Mader, S.; Cubaud, P.; Natkin, S.: Monitoring player attention: A non-invasive measurement method applied to serious games. Entertainment Computing, Volume 14, S. 33-43, 2016.
- [Pe19] Peeters, D.: Virtual reality: A game-changing method for the language sciences. Psychonomic Bulletin & Review 26, 2019, S. 894-900.
- [Pr01] Prensky, M.: Digital Game-Based Learning. McGraw-Hill, 2001.
- [RVE03] Rheinberg, F., Vollmeyer, R., Engeser, S.: Die Erfassung des Flow-Erlebens. In: Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept, Hogrefe, 2003, S. 261-279.
- [St20] Strickroth, S.; Zoerner, D.; Moebert, T.; Morgiel, A.; Lucke, U.: Game-based promotion of motivation and attention for socio-emotional training in autism. i-com, 19/1, 2020, S. 17-30.
- [THS18] Thomaschewski, J., Hinderks, A. & Schrepp, M.: Welcher UX-Fragebogen passt zu meinem Produkt?. In: Proc. MuC 2018 - Usability Professionals, S.437-446.
- [UMA12] Ullén, F., de Manzano, Ö., Almeida, R. et al.: Proneness for Psychological Flow in Everyday Life: Associations with Personality and Intelligence, Personality and Individual Differences, 52(2): 167–72, 2012.
- [Ze20] Zender, R.; Sander, P., Weise, M.; Mulders, M., Lucke, U.; Kerres, M.: Action-oriented Learning in a VR Painting Simulator. Proc. 4th Int. Symposium on Emerging Technologies for Education, LNCS 11984, S. 46-51, Springer, 2020.
- [ZML17] Zoerner, D., Moebert T., Lucke U.: IT-gestütztes Training sozio-emotionaler Kognition für Menschen mit Autismus, Informatik Spektrum 40/02, S. 546-555, Springer, 2017.

InfoBiTS: Auswirkungen auf die Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik

Svenja Noichl ¹ und Ulrik Schroeder ²

Abstract: Digitale Kompetenzen (= Medienkompetenzen + Informatikkompetenzen) gewinnen auch für Seniorinnen und Senioren zunehmend an Bedeutung. Eine aktive Teilhabe an der Gesellschaft erfordert vermehrt die Auseinandersetzung mit digitalen Technologien. InfoBiTS bietet vier Module in einer Android-App, in denen durch die Arbeit mit einem Tablet Medienkompetenzen unterstützt und durch die Inhalte Informatikkompetenzen gefördert werden sollen. Zur Schaffung eines positiven Lernerlebnisses für die Seniorinnen und Senioren wird der Einsatz der App in einem Kurssetting empfohlen. In einer Evaluation in einem Online-Kurssetting konnte gezeigt werden, dass die Teilnahme am Kurs und die Bearbeitung aller vier InfoBiTS-Module bei den Teilnehmenden zu einer höheren Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik geführt hat.

Keywords: Seniorinnen und Senioren, Kontrollüberzeugung Technik, Digitale Kompetenzen, Informatikkompetenzen

1 Einleitung

Der Zugang zu digitalen Technologien sowie deren kompetente Nutzung ist heutzutage in zahlreichen alltäglichen Bereichen eine grundlegende Voraussetzung zur Teilhabe an der Gesellschaft. Demnach hat die Digitalisierung des Alltags auch Auswirkungen auf die Lebenswelt von Seniorinnen und Senioren. Gemäß dem achten Altersbericht zum Thema *Ältere Menschen und Digitalisierung* [Bu20a] sind hier insbesondere die Bereiche *Wohnen* (sicher und selbstbestimmt leben), *Mobilität* (Selbstständigkeit erhalten), *Soziale Integration* (Miteinander – aber anders), *Gesundheit* (neue Wege der Versorgung), *Pflege* (Unterstützen, nicht ersetzen) sowie *Sozialraum* (verbinden und vernetzen) für Seniorinnen und Senioren von Bedeutung. [Bu20a, Bu20b] Aus diesem Bericht wird deutlich welche Relevanz digitale Kompetenzen für die aktive, selbstständige und selbstbestimmte Teilhabe an der Gesellschaft sowie für den Alltag von Seniorinnen und Senioren besitzen. Unter digitaler Kompetenz wird in diesem Beitrag, angelehnt an [Br16, Br19] die Kombination aus Medienkompetenz und Informatikkompetenz verstanden.

¹ RWTH Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 9, Ahornstr. 55, Aachen, 52074,
noichl@informatik.rwth-aachen.de,  <http://orcid.org/0000-0002-6374-7764>

² RWTH Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 9, Ahornstr. 55, Aachen, 52074,
schroeder@informatik.rwth-aachen.de,  <http://orcid.org/0000-0002-5178-8497>

2 Geragogik

Im Laufe des Lebens verändern sich die Anforderungen an das Lernen [BS18]. Um Seniorinnen und Senioren ein möglichst passendes und Lernerfolg förderndes Lernangebot bereitstellen zu können, ist daher die Berücksichtigung der Geragogik unerlässlich. Die Geragogik befasst sich mit der Konzeption und Gestaltung von Lernprozessen für Seniorinnen und Senioren sowie deren Erforschung [Am15, Bu10]. Die Geragogik setzt auf selbstbestimmtes Lernen. Die Seniorinnen und Senioren sind hierdurch motivierter und können bessere und effektivere Lernergebnisse erzielen. [Am15, BS18, Bu07] Da insbesondere das Lernen im Bereich digitaler Technologien nicht immer intrinsisch motiviert ist, sondern durch die erforderliche Notwendigkeit, um aktiv an der Gesellschaft teilhaben zu können, erzwungen wird. Das Lernen im Bereich digitaler Technologien ist daher für Seniorinnen und Senioren oft mühsam, da ihnen die Lernmotivation fehlt. Daher ist es umso wichtiger bei der Gestaltung der Lernangebote nicht nur selbstbestimmtes Lernen zu ermöglichen, sondern auch auf einen großen Alltagsbezug zu achten. Ein Bezug zum eigenen Alltag und Anknüpfungspunkte an eigene Erfahrungen können den Seniorinnen und Senioren dabei helfen einen Sinn darin zu erkennen, sich mit den Themen auseinanderzusetzen. [Bu02, Sc09]

Insbesondere, wenn es um das Lernen mit digitalen Technologien geht, ist es wichtig, die drei folgenden Aspekte zu berücksichtigen, da diese einen erfolgreichereren Lernprozess begünstigen können. Der erste Aspekt ist das Lernen mit Gleichgesinnten, sprich mit Personen mit möglichst ähnlichen Vorerfahrungen, welche das Interesse verbindet, sich mit digitalen Technologien auseinanderzusetzen. Der zweite Aspekt ist das Lernen in einem geschützten Raum. Das kann zum einen ein vertrauter Raum im gewohnten Umfeld der Seniorinnen und Senioren sein, oder auch ein Ort, an dem beispielsweise Orte, an denen die, für die Seniorinnen und Senioren neuen, digitalen Technologien, ohne Sorge etwas falsch oder kaputt zu machen, ausprobiert werden können. Der dritte Aspekt ist die schnelle Hilfe bei Fragen und Problemen, welche von den Seniorinnen und Senioren nicht selbstständig gelöst werden können. In solchen Fällen sollten Lehrende oder Experten verfügbar sein, um bei der Problemlösung zu unterstützen. [Am15, Er14]

3 Evaluationssetting

Die Evaluation von InfoBiTS erfolgte pandemiebedingt im Rahmen eines Online-Kurssettings. InfoBiTS ist eine native Android-Applikation [NS20a]. Sie beinhaltet vier thematische Module zur Vermittlung digitaler Kompetenzen an Seniorinnen und Senioren. Durch die Arbeit am Tablet können die Seniorinnen und Senioren ihre Mediennutzungskompetenzen trainieren, während sie innerhalb der Module Informatikkompetenzen erwerben können. Die vier Module basieren auf dem zuvor entwickelten Informatikcurriculum für Seniorinnen und Senioren. Für weitere Informationen siehe [No19, NS19a, NS19b, NS20b]. Für die Arbeit mit der InfoBiTS-

App wird eine Einbettung in einen Kurs empfohlen. Ein solcher Kurs kann entweder in einem Workshop-Setting mit Vor-Ort Kursterminen oder in einem Online-Setting mit online Kursterminen umgesetzt werden [NS20c].

Um die drei zuvor beschriebenen Aspekte der Geragogik zur Schaffung eines guten Lernumfeldes für die Seniorinnen und Senioren gewährleisten zu können, war die Teilnahme am Kurs an technische Voraussetzungen geknüpft. Um das Lernen in einem geschützten Raum weitestgehend ermöglichen zu können, wurde den Teilnehmenden für die Dauer des Kurses ein Kurstablet mit vorinstallierter InfoBiTS-App bereitgestellt. Um das Lernen mit Gleichgesinnten zu ermöglichen, wurde die Videokonferenzplattform Zoom³ verwendet. Während der Zoom-Sitzung bestand die Möglichkeit mit den anderen Teilnehmenden sowie mit der Kursleitung in Kontakt zu treten. Zur Teilnahme an der Zoom-Sitzung benötigten die Teilnehmenden ein eigenes digitales Endgerät mit einer bestehenden Internetverbindung. Für die schnelle Hilfe bei Fragen oder Problemen, welche die Seniorinnen und Senioren nicht alleine lösen können, war zum einen die direkte Kommunikation zwischen Teilnehmenden und Kursleitung über Zoom möglich. Um gezielte Hinweise und Hilfestellungen durch die Kursleitung zu ermöglichen, wurde das bereitgestellte Kurstablet mit der App QuickSupport⁴ ausgestattet. Mithilfe dieser App kann mittels TeamViewer⁵ eine Verbindung zum Kurstablet aufgebaut werden. Auf diese Weise war es möglich, gezielte Hilfestellungen bei Fragen und Problemen während der Nutzung von InfoBiTS zu geben.

Zwischen April 2020 und Dezember 2020 nahmen insgesamt 19 Personen an den angebotenen Kursen teil. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer waren zwischen 50 und 84 Jahren alt. Das Alter wurde in Kategorien, welche jeweils fünf Jahre umfassen erhoben (50-54 Jahre: 2; 55-59 Jahre: 4; 60-64 Jahre: 2; 64-69 Jahr: 5; 70-74 Jahre: 2; 74-79 Jahr: 1; 80-84 Jahre: 3).

4 Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik

Die Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik wird mithilfe des von Beier [Be04] entwickelten Fragebogens in der Kurzfassung (KUT-K) verwendet. Der KUT-K umfasst 8 Items auf einer 5-stufigen Likert-Skala und dient dazu zu messen, in welchem Maß eine Person denkt, die Technik in ihrer Umwelt kontrollieren zu können, bzw. in wie weit sie von der Technik kontrolliert wird. Der Fragebogen ist valide und verfügt über eine sehr hohe Reliabilität. [Be04, Ga10]

Zur Auswertung der Veränderung der Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik durch die Bearbeitung der Module wurden zunächst die Items richtig gepolt und eine Skala gebildet. In den vorliegenden Daten entspricht der Wert 5 der Aussage *stimme voll*

³ <https://zoom.us/de-de/meetings.html>

⁴ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.teamviewer.quicksupport.market&hl=de&gl=US>

⁵ <https://www.teamviewer.com/de/>

zu und der Wert 1 der Aussage *stimme gar nicht zu*. Entsprechend dieser Codierung wurden die Items 2, 5, 7 und 8 umgepolt. Für die Skala Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik wurden die Werte der 8 Items addiert. Durch die vorherige Umpolung entspricht hier ein hoher Wert einer hohen Kontrollüberzeugung. Die Skala kann Werte im Bereich von mindestens 8 bis maximal 40 erreichen. Im Weiteren wurde die Reliabilität der Skala mithilfe von Cronbach's Alpha getestet. Insgesamt wurde der Fragebogen achtmal, jeweils als Pre-/Posttest in jedem Modul, verwendet. Die Skala weist in allen Fällen mindestens eine gute interne Konsistenz auf. Die Werte liegen auf zwei Dezimalstellen gerundet zwischen 0,84 und 0,95. Damit ist die Skala in dieser Stichprobe reliabel und kann für die vorliegende Stichprobe weiter ausgewertet werden. Mithilfe des Shapiro-Wilk-Tests wurden die Daten auf Normalverteilung untersucht. Die Daten sind normalverteilt, wenn der p-Wert des Shapiro-Wilk-Tests > 0.05 ist. Dies ist in allen acht Datensätzen gegeben, siehe Tab. 1.

	pre_ M1	post M1	pre_ M2	post M2	pre_ M3	post M3	pre_ M4	post M4
<i>Shapiro-Wilk</i>	.979	.972	.975	.957	.925	.909	.930	.910
<i>P-Wert Shapiro-Wilk</i>	.930	.825	.869	.508	.177	.097	.193	.085

Tab. 1: Ergebnisse des Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung

Für die Veränderung der Skala Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik ergab der t-Test für die Erhebungen vor Modul 1 und nach Modul 4 eine signifikante Veränderung mit großem Effekt, $t(17) = -4.718$, $p < .001$, $d = -1.112$. Um bessere Auskunft über die Verschiebungen erhalten zu können, werden die Quartilsverschiebungen nach dem letzten Modul im Vergleich zu vor dem ersten Modul betrachtet. Für die Quartilsverschiebung wird eine Klassifizierung anhand der Quartilsgrenzen von pre_M1 vorgenommen (s. Tab. 2 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Quartilsgrenzen von pre_M1 liegen bei $Q1 < 15,5$, $Q2 < 19$, $Q3 < 25,5$ sowie $Q4 \geq 25,5$. Nach dem letzten Modul waren 9 Personen (50 %) im vierten Quartil, 5 Personen (27,8 %) im dritten Quartil und 3 Personen (16,7 %) im zweiten Quartil im Vergleich verbesserten sich 8 Personen (44,4 %) über eine Quartilsgrenze und zwei Personen (11,1 %) über zwei Quartilsgrenzen hinaus. Ein Datensatz konnte für die Auswertung nicht verwendet werden.

		pre_M1 (Klassiert)				Summe
		Q1	Q2	Q3	Q4	
post_M4 (Klassiert)	Q1					0
	Q2	3	1			4
	Q3	2	1	2		5
	Q4			4	5	9
	Summe	5	2	6	5	18

Tab. 2: Quartilsverschiebung Pre-Modul1/Post-Modul4 mit Klassifizierung nach pre_M1

5 Ergebnisse und Ausblick

Weitere Auswertungen der einzelnen Module zeigten, dass bereits die Teilnahme an einem InfoBiTS-Modul bei der betrachteten Stichprobe einen positiven Effekt auf die Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik hat. Insbesondere konnte durch die Teilnahme an allen vier Modulen die Kontrollüberzeugung aller fünf Teilnehmenden, die vor dem ersten Modul im ersten Quartil lagen, und somit die 25 % der Teilnehmenden mit der geringsten Kontrollüberzeugung zu Beginn darstellten, um mindestens eine Quartilsgrenze verbessert werden. Insgesamt konnte die Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik bei zehn Teilnehmenden um mindestens eine Quartilsgrenze in die intendierte Richtung verbessert werden.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Evaluation pandemiebedingt im Online-Setting und durch die damit verbundenen Teilnahmevoraussetzungen in kleinem Rahmen stattgefunden hat. Zudem gilt zu beachten, dass die Teilnehmenden bereits über eigene Erfahrungen im Umgang mit Technik verfügten. In Zukunft wären daher insbesondere weitere Studien im Workshop-Setting und mit weniger erfahrenen Seniorinnen und Senioren von Interesse. Außerdem wurden im Kurs weitere Daten bezüglich der digitalen Kompetenzen in Form von Selbsteinschätzungen erhoben. Auch hier waren positive Entwicklungen zu beobachten und weitere Evaluationen in anderem Setting sowie einer größeren Zahl an teilnehmenden Seniorinnen und Senioren wären von Interesse. Auf diese Weise könnte beispielsweise erhoben werden, ob das Kurssetting einen Einfluss auf die Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik oder die digitalen Kompetenzen der Seniorinnen und Senioren hat. Letztlich wäre auch die Weiterentwicklung des Online-Settings zum Abbau der Teilnahmhürden von Bedeutung, um mehr interessierten Seniorinnen und Senioren den Zugang zu ermöglichen.

Literaturverzeichnis

- [Am15] Amann-Hechenberger, B. et al.: Tablet & Smartphone: Seniorinnen und Senioren in der mobilen digitalen Welt. Forschungsbericht zum Projekt „mobi. senior. A., 2015.
- [Be04] Beier, G.: Kontrollüberzeugungen im Umgang mit Technik: ein Persönlichkeitsmerkmal mit Relevanz für die Gestaltung technischer Systeme, 2004.
- [Br16] Brinda, T. et al.: Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt. Gesellschaft für Informatik, 2016.
- [Br19] Brinda, T. et al.: Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt. Informatik für alle, 2019.
- [BS18] Bubolz-Lutz, E.; Stiel, J.: Technikbegleitung-Aufbau von Initiativen zur Stärkung der Teilhabe Älterer im Quartier (No. 5). Handbuchreihe "Ältere als (Ko-) Produzenten von Quartiersnetzwerken-Impulse aus dem Projekt QuartiersNETZ", 2018.
- [Bu02] Bubolz-Lutz, E.: Selbstgesteuertes Lernen in der Bildungsarbeit mit Älteren. In forum

- EB, Vol. 2, S. 16-22, 2002.
- [Bu07] Bubolz-Lutz, E.: Geragogik–wissenschaftliche Disziplin und Praxis der Altersbildung. Informationsdienst Altersfragen, Bd. 5, Nr. 34, S. 11-14, 2007.
- [Bu10] Bubolz-Lutz, E. et al.: Bildung und Lernen im Prozess des Alterns–das Lehrbuch. Kohlhammer Verlag, Stuttgart, 2010.
- [Bu20a] Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend: Achter Altersbericht – Ältere Menschen und Digitalisierung, Drucksache 19/21650, <https://www.bmfsfj.de/bmfsfj/ministerium/berichte-der-bundesregierung/achter-altersbericht>, 2020.
- [Bu20b] Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend: Ältere Menschen und Digitalisierung – Erkenntnisse und Empfehlungen der Achten Altersberichtscommission, <https://www.bmfsfj.de/bmfsfj/ministerium/berichte-der-bundesregierung/achter-altersbericht>, 2020.
- [Er14] Erharter, D. et al.: Smartphones, Tablets, App für Seniorinnen und Senioren. Assistenztechnik für betreutes Wohnen. AAL Testregion Westösterreich. Tagungsband zum uDay XII., S. 221-235, 2014.
- [Ga10] Gaul, S. et al.: Technikakzeptanz als integraler Bestandteil der Entwicklung medizintechnischer Produkte, 2010.
- [No19] Noichl, S.: Informatik-Kompetenzen für Technikferne Erwachsene zur Teilhabe in der Digitalen Welt. In: MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 36, S. 117-132, 2019.
- [NS19a] Noichl, S.; Schroeder, U.: Informatik Grundbildung im Alter – Ein eLearning Konzept. In: Pinkwart, N. & Konert, J. (Hrsg.), DELFI 2019. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 309-310, 2019.
- [NS19b] Noichl, S.; Schroeder, U.: Zu alt für Informatik?: Seniorinnen und Senioren erobern die digitale Welt. In: David, K., Geihs, K., Lange, M. & Stumme, G. (Hrsg.), INFORMATIK 2019: 50 Jahre Gesellschaft für Informatik – Informatik für Gesellschaft. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 685-698, 2019.
- [NS20a] Noichl, S.; Schroeder, U.: InfoBiTS-Informatische Bildung für Technikferne Seniorinnen und Senioren. In: Zender, R., Ifenthaler, D., Leonhardt, T. & Schumacher, C. (Hrsg.), DELFI 2020 – Die 18. Fachtagung Bildungstechnologien der Gesellschaft für Informatik e.V., Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 385-386, 2020.
- [NS20c] Noichl, S.; Schroeder, U.: How to Foster Digital Inclusion of Seniors in Times of Social Distancing. In: Hansen, C., Nürnberger, A. & Preim, B. (Hrsg.), Mensch und Computer 2020 - Workshopband. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, DOI: 10.18420/muc2020-ws120-240, 2020.
- [NS20b] Noichl, S.; Schroeder, U.: InfoBiTS: A Mobile Application to Foster Digital Competencies of Senior Citizens. In: European Conference on Technology Enhanced Learning, Springer, Cham, S. 369-373, 2020.
- [Sc09] Schorb, B.: Erfahrung und neugierig–Medienkompetenz und höheres Lebensalter. In: Medien und höheres Lebensalter, VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 319-337, 2009.

Container-based Dynamic Infrastructure for Education On-Demand

Sven Strickroth ¹, Dirk Bußler ² and Ulrike Lucke ³

Abstract: Teaching requires different tools for collaboration and communication. University data centres often only provide one-size-fits-all solutions which are manageable and maintainable for them. However, these solutions are not flexible enough for teachers in many use-cases. Therefore, there is a need for a dynamic infrastructure that can provide e-learning tools with a high level of flexibility to university members on demand in a short time and that are still manageable as well as maintainable for data centres. In this paper a container-based architecture with a self-service portal named Cook.UP is presented and evaluated in a user study. The paper also discusses possible security aspects and outlines possible usage for research.

Keywords: software-as-a-service, platform-as-a-service, docker, blended learning

1 Introduction & Motivation

Different platforms for collaboration and communication are necessary for teaching. Teachers need or at least want to use a variety of (often web-based) tools for teaching and learning in blended scenarios to support (collaborative) content-creation, self-regulated learning, reflection, coordination, or communication. The (non-exhaustive) spectrum ranges from simple blogs, over wikis, polls, learning diaries, e-portfolios to chats. Not all demands can be fulfilled by the existing central one-size-fits-all Learning Management System (LMS). Also, the locally provided services compete with external products that may have better usability and more features.

Based on the GDPR and data protection concerns, teachers and learners want or are encouraged to use the university's infrastructure and therefore request certain services from the local data centres. Due to the nature of teaching and its preparation, applications are often selected just-in-time causing peaks in data centres and delays [Zel17] especially at the beginning of semesters. Moreover, setting up a service might sound like a one-time task; however, each service needs proper maintenance as most users are not competent enough. Therefore, data centres consider carefully what services (also in terms of plugins

¹ Ludwig-Maximilians-Universität München, Institute of Computer Science, Oettingenstraße 67, 80538 München, Germany, sven.strickroth@lmu.de; <https://orcid.org/0000-0002-9647-300X>

² University of Potsdam, Center for Information Technology and Media Management, Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam, Germany, dirk.bussler@uni-potsdam.de, <https://orcid.org/0000-0001-8714-0257>

³ University of Potsdam, Institute of Computer Science, An der Bahn 2, 14476 Potsdam, Germany, ulrike.lucke@uni-potsdam.de, <https://orcid.org/0000-0003-4049-8088>

for LMS) they officially provide, because these need to be maintained for a longer period. This demand for innovation collides with the legitimate interest of data centres in the stable operation of its services [KLL17].

Hence, there is a need for dynamic infrastructure providing a wide range of software that on the one hand provides a high level of flexibility in education on demand. On the other hand, from the perspective of the data centre, there is also a strong need for automatism and scalability. In order to fill this gap, we propose a container-based architecture for the automated demand-oriented provisioning of web-based services for university members.

The remainder of this paper is organized as follows: The paper begins with a presentation of the state of the art. It then describes the requirements for such an approach and details of the architecture. Then, security aspects are discussed and a user evaluation is presented. The paper concludes with a discussion, a summary, and an outlook.

2 State-of-the-Art

An easy approach for simple web applications would be to encourage the users to use a shared webspace provided by the data centres (not all provide web space any more for various reasons, e.g., University Potsdam). However, not all requested applications are simple (e.g., PHP-based) but require at least a database (relational or special ones such as MongoDB) or are Node.js-based (e.g., RocketChat) and, thus, require the installation of further software on a server. In addition, this approach does not scale for a growing number of applications or individual applications that suddenly become more heavily used.

As outlined in the introduction, LMS are often extendable using plugins and there exist a wide range of different plugins.⁴ However, deciding whether to install a plugin is not an easy task, because as soon as it is installed, it needs to be maintained and users also want support for it. Moreover, all installed plugins run in the context of the LMS and, therefore, a “misbehaving” plugin can cause severe damage to the whole LMS. Instead of using a plugin, there are standards such as IMS Learning Tools Interoperability (LTI, cf. [Bo11, OT17]) that allow to integrate external services without the need to install additional plugins, however, these also need to be hosted somewhere and only “few” applications support such learning specific standards.

There are general approaches such as wiki farms [Ar09] which are provided by university data centres; however, such one-size-fits-all solutions don’t provide much flexibility to the users or are mostly optimized for automation on the provider side: Teachers are often not granted admin permissions on the system and the customization and installation of

⁴ e.g., Moodle: <https://moodle.org/plugins/> lists more than 1,800 publicly available plugins, last accessed 2021-03-17

plugins is not possible or needs to be requested individually (as discussed above). Moreover, various types of software are requested which cannot be easily farmed.

Other approaches would be to deploy multiple services on a single server (possible threat to all installed services in case of a security incident), setting up new separate virtual machines (VM), or using container-based technologies (such as Docker). Data centres often provide VM housing for university members. However, one major problem here is that not everyone can administrate a server professionally. Therefore, centrally managed solutions are required. [Doe11] proposed setting up VMs (in the cloud) with a specific LMS automatically on request of teachers that can then be used exclusively. Still, all separate VMs usually contain many unrelated daemons (e.g., `sshd`, `ntpd`, ...) and need to be kept up to date in terms of security updates – either manually or using some automatism on each server (e.g., Puppet or Ansible; often there are only automatism for the operating system, require manual development and do not scale for heterogeneous environments). Container-based technologies are already used for short-lived tasks such as automatic assessment of student programming solutions (e.g., [SHS15]), micro-services in data centres (e.g., [LCH14]), and can to a certain degree automatically managed in terms of deployment, scalability (e.g., using Mantl, Rancher, Kubernetes, ...) and upgrading by design (disposable containers with centrally managed images). Also, containers are lightweight compared to whole VMs as they (should only) contain required binaries/libraries for a service and, therefore, require less storage and memory. Moreover, there exists a quasi-standard for describing container images (so-called Dockerfiles) and repositories. However, the process of the initial setup for a service requires manual intervention.

In summary, all these approaches cause significant overhead for operating/maintaining, are not flexible enough, require a high number of virtual machines, or cannot be updated easily. The following approach tries to address these issues.

3 Requirements for a Flexible Self-Service Platform

As a first step to close the gap for getting flexible platforms for teaching, a qualitative interview study comprising 14 faculty members of four different universities in Germany was conducted [Ze17]. Participants were potential users (university teachers, academic staff) and system administrators. In the semi-structured interviews, participants were asked for the current application process, duration from the request to the first login, and problems with the current process as well as the usage of the provided services. The results show that, e.g., setting up a blog software is indeed still a manual process as outlined above, responsible persons in the data centre are not always clear, that an overview of existing/available IT services is missing, that services are not always deployed or modified in a timely manner for being usable for the concrete teaching scenario, and that there is a need for automatism to cope with the demand for new services.

Based on the interviews, functional and non-functional requirements from different perspectives were deduced. The key requirements for requesting a service are:

- for *users*: minimize time-consuming reconciliations, get full access rights to interact with the service, easy start and maintenance of services, online requests with the ease of an e-commerce order, convenience and user experience comparable to commercial services.
- for *deployers*: identify the duration of operations and service responsibility at all times, introduce new services from official program sources, introduce new service versions from official program sources for constant updates.
- for *providers*: subordinate user services to the university domain scheme, utilization of the existing infrastructure to run additional services, re-using existing official service descriptions as a basis for new and for updating existing services.

More detailed requirements and their prioritization can be found in [Ze17]. These requirements were taken as an empirical foundation when designing the architecture of our proposed approach.

4 Implementing own Tool Sets as Recipes in Cook.UP

As Fig. 1 illustrates, Cook.UP consists of 5 components: the Cook.UP frontend (based on Angular), the Cook.UP backend (based on Node.js, Express.js and a database), container management software and HTTPS “router” (Rancher and Træfik), Catalog Repository, and a file storage on a network file system (NFS) server. The Cook.UP front-end can be used by university members with their central account via Shibboleth Single Sign-on.

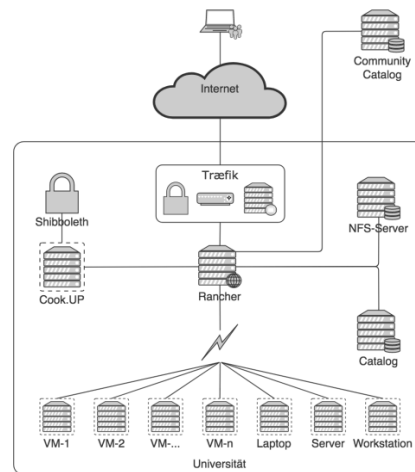


Fig 1: Architectural diagram of Cook.UP

In the main view, predefined so-called recipes for deployable services are provided, as depicted in Fig. 2. After selecting a service, the user is asked for a subdomain to be used, an optional starting date, the expiration date (at the moment a maximum of 3 months before and after the current semester, for security reasons; cf. section 5) as well as service specific data such as an initial password for the service. The view also lists all active services, allows to pause, update, or delete services. Furthermore, the user front-end provides web-based command-line shell access to the container for advanced users.

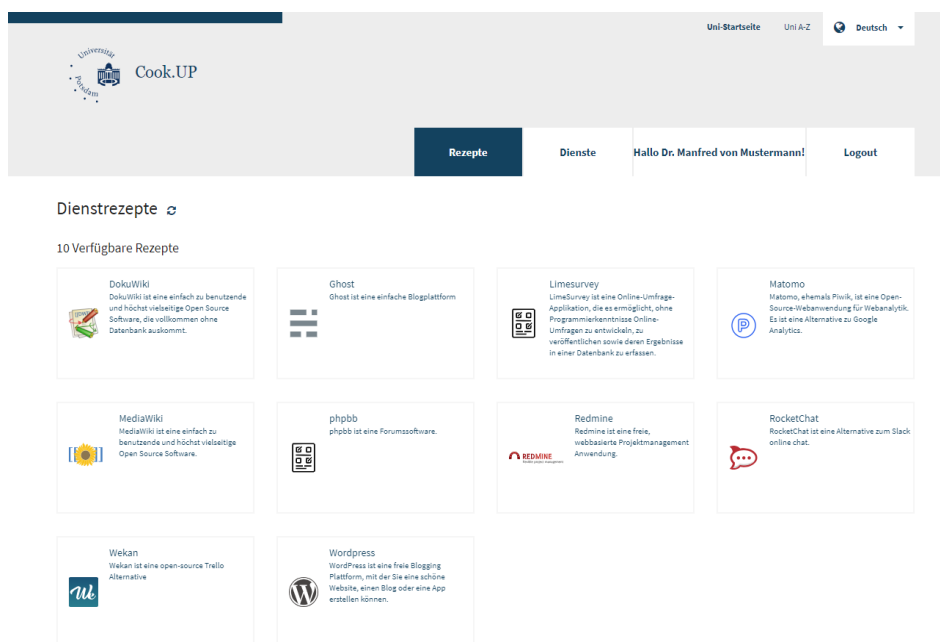


Fig. 2: Cook.UP front-end showing examples of possible recipes for web-based services to be deployed

All interactions with the front-end are forwarded to the Cook.UP backend via a RESTful API. The backend is responsible for the containers' life cycle, their association to the university members, unique service names and corresponding container volumes (stored on NFS), permission management, and communication with the container manager Rancher. When a new service is requested, it is stored in the database and in a queue for asynchronous bulk actions. The containers are automatically deployed and managed by Rancher. As soon as the service is created and available an email is sent to the requesting user. The Cook.UP backend is also responsible for periodic checks for expired services that are automatically stopped and deprovisioned as well as performing the update process of services.

Based on a comparison of existing container management platforms [Ze17], Rancher was selected because it is open source, is under active development, professional support is available, allows to combine on-premises resources (bare-metal and VMs) with external cloud providers, supports small and growing set-ups, and supports different container management backends (such as Cattle, Kubernetes, and Docker Swarm) in a single platform with a central API. Træfik is used as an HTTP router/load balancer because this software is also open source and has built-in support for Rancher. Moreover, the front and backend are designed to run in containers on the very same infrastructure.

The available services need to be defined in a YAML format and are stored in Git-based a central catalogue repository together with docker-compose or rancher-compose files. These files describe how the containers are automatically created and what different helper-services need to be composed for a service (e.g., the blogging software WordPress consists of the WordPress web-application, a web server, and a database). Therefore, these descriptions can be seen as recipes that can be automatically executed for setting up a service including its configuration, runtime-environment, data storage etc. The proposed template format [Ze17] is based on the one used by Rancher whereas specific variables (e.g., service/subdomain name or initial password) are automatically filled in by Cook.UP before handing to Rancher. In addition to the internal repository, a community driven catalogue can be used, too. Due to security considerations (cf. later section) a private actively maintained repository should be preferred – still, the community driven catalogue can be used as a basis. Currently there are recipes for WordPress, Ghost (blog service), DokuWiki, MediaWiki, LimeSurvey, phpbb, RedMine, RocketChat, and Wekan (Trello alternative; cf. Fig. 2).

5 Security Considerations

For privacy reasons, productive services need valid server certificates and proper isolation against each other. The first version of the Cook.UP prototype used a single domain with a separate path for each service based on the service name. This, however, has security implications as all services share the same origin in the browser and, thus, could access all cookies for reading and writing. The final solution uses separate subdomains for each service, e.g. <https://<servicename>.farm.university.tld>. Still, a registration on the Public Suffix List⁵ for *.farm.university.tld needs to be considered for proper separation of the origin. Træfik supports the automated application and deployment of Let's Encrypt certificates for sub domains, however, these certificates are discouraged by the German Research Network (DFN) and did not work reliably in the first place with Træfik. Since the DFN certificate authority doesn't provide an API for automatically issuing certificates, a good final solution without using wildcard certificates (which should be avoided and were not available until 2020) is still an issue.

⁵ <https://publicsuffix.org/>

A major security aspect is to keep the software up to date. Regarding the included application software, some tools such as WordPress come with a built-in automated updater. However, there were cases in which these did not work accordingly or were manually disabled. Docker containers often also include a “full” lightweight Linux system with specific applications/libraries (e.g., the web server) that need to be kept up to date. In general, the longer a container is alive, the more important are such updates (likely). As an easy mitigation against possible security vulnerabilities the services have a defined maximum lifetime of one semester (plus pre and post phase). This is not an optimal solution yet. To mitigate automated attacks from the Internet, Cook.UP could be extended to restrict access to services to the internal University network that is also accessible using VPN by default. Here, other expiration rules could apply compared to public services. As containers were invented to be disposable, one could think that just rebuilding the containers and keeping the data volumes might be an easy solution. There are two issues to be considered: On the one hand, this does not work automatically if manual changes outside the persistent volume were made using the shell access. A solution could be to disable the shell access or using separate Dockerfiles or (idempotent) shell scripts provided by users which are applied on top. Here, separate expiration rules could be applied whether shell access is activated or not. However, developing such scripts is not easy for ordinary users, but only more advanced users are likely to need these freedoms. On the other hand, the images need to be regularly rebuilt (locally) with the Docker build cache mechanism disabled (can be done fully automatic). The reason is on the one hand that the caching mechanism prevents rebuilding an image when the base image did not change. As the base images are usually trimmed for size they change rarely, and therefore, the cached layer is used for additional package installations even when there are security updates available. On the other hand, there are Docker containers provided by people who only rebuild an image when there is an update of the main service of the container. This means that the latest security updates of the base image are not included in the provided image until there is a new release of the main contained service.

A lot of web applications need to send mails to function properly (e.g., to send notifications or password reset mails). For this a separate mail-server on a separate IP should be used to prevent blacklisting the main university mail server in case of SPAM-flagged mails. Also, quotas could be configured, or mail delivery restricted to the local university mail domain.

As Docker containers are isolated against the host and each other and Rancher provides secure communication between the containers, these aspects as well as best practices such as dropping capabilities and using a non-root user are not discussed here.⁶

⁶ e.g., <https://sysdig.com/blog/dockerfile-best-practices/>, last accessed on 2021-03-17

6 Evaluation

The prototype was evaluated using a qualitative semi-structured interview study accompanying the Technology Acceptance Model [Da89]. During the study, the participants had the task to request a service, access it, and delete it again afterwards. Eight teachers and system administrators from two German universities in Germany took part in the evaluation – except for one person all persons took already part in the first interview study. All participants were able to fulfil the task.

The interviews were recorded and partly transcribed – the key results from the interviews are: From the user’s side, there were statements such as “I would like to use it immediately” – also the usage of Cook.UP was seen as easy enough. It was also stressed by the teachers that usage of the services should also be possible across different universities. The necessity for updates was seen by all participants, however, the consequences for fully automatic updates varied. On both sides, a possibility of automatic updating is expected, however, with the current design the possibility for updates was evaluated positively. In general, the system administrators were satisfied but aspects regarding the usage of the university account, the concrete adaption of service versions from official program sources, and for estimated manual efforts in deployment were seen critically. However, the degree of additional efforts was rated differently under the system administrators: On the one hand, the easier availability of services is seen as a reason for higher demand for support; on the other hand, the availability of fully automatically configured services is expected to lead to a decrease in requests for setting these up. Only two features were partly rated as insufficient or missing: the stability of the deployment process of the prototype and the technology choice. Still, the proposed approach as seen as a good starting point for further developments.

The Technology Acceptance Model combines the perceived usefulness (“the degree to which a person believes that using a particular system would enhance his or her job performance” [Da89]) and perceived ease-of-use (“the degree to which a person believes that using a particular system would be free from effort” [Da89]) as key indicators of willingness to use a new technology. The model is particularly helpful for systems that are not yet in use. The core component of the model is a standardized questionnaire for which a 7-point Likert-scale was used in the study (1 very unlikely to 7 very likely). From the users’ side Cook.UP was rated positively by 80 to 100 % of the participants [Ze17]: the perceived usefulness (PU) was rated as $\bar{O}=5.9$ and the perceived ease-of-use (PEOU) was rated as $\bar{O}=5.8$. The providers’ side shows fewer positive results, the PU rating is $\bar{O}=5.0$ and the PEOU rating is $\bar{O}=5.7$. The results should be interpreted with caution due to the small number of participants. Particularly, from the provider’s side one person stands out with significant worse ratings compared to the others.

In summary, the prototype is rated overall positive and acceptable from the providers’ and the users’ perspective. Future work includes improvements to stability and the extension

of available services. Also, usage examples shall be provided to teachers to simplify tests and configurations.

7 Discussion

Existing LMS already provide a broad range of features such as a Wiki and allow to build complex learning designs. However, from the interviews as well as our own experience, we have learnt that teachers still request specific services or also use external (commercial or freemium) tools (often with privacy doubts) because the integrated features do not seem to fit their needs or expectations regarding functionality or usability. Hence, teachers seem to see a higher benefit of using an “external” service compared to the possible better learning design integration in a LMS (as the proposed approach is web-based it can also be linked but the data transfer is be limited if the service does not have a specific interface such as LTI). The proposed approach does not reduce and might lead to further fragmentation of services. However, this must be seen in the context that teachers frequently use (different) external services anyway.

Closely linked are the statements of participants of the requirements interview study that often there is no overview of services officially provided by the central data centre. On the one hand this might be the reason why data centres requests for specific new services without knowing the reason for what it should be used and why the specific service is necessary. Figuring this out causes even more effort for a comprehensive consulting for which the system administrators in the data centre don’t have the time or might not be qualified or the right contact person. On the other hand, this might be another reason why known external services are preferred. Approaches that also consider concrete teaching scenarios for recommending specific tools such as Tool.UP [KLS15] should be considered and also be integrated with Cook.UP so that teachers find suitable tools more easily, further service fragmentation can be mitigated, and can directly set them up.

In this paper only the teacher and system administrator perspectives were evaluated. On the one hand, having such a dynamic infrastructure at hand could also be very beneficial for students for building or integration of helpful services into their own personal learning environment (PLE). An integration into existing PLE systems such as Campus.UP [HKL14] should be considered. On the other hand, dealing with a larger number of separate services with a limited lifetime might not be optimal for students. In the current form (depending on the service), students would need to handle credentials for each service, data might be fragmented, and students might not be able to access course material in later semesters. These are valid issues that need to be addressed, however, those are also true for external services. Regarding the first issue, using an out-of-the-box integration of Single Sign-on into the services should be considered (e.g., by adapting the recipes). As the services are web-based, the contents can also be saved quite easily to mitigate the second issue.

For productive use, it was problematic that Rancher did not provide high availability of the container management software out of the box (at least with the used version). If the VM with the Rancher instance failed, then Cook.UP was no longer functional regarding the management of services. A possible solution is to use a different management software or a different Rancher backend which requires additional effort for development, deploying and testing. This solution could, then, also enable synergy effects and form a basis for other services that will be operated by the data centre in the future based on that container technology on the same infrastructure (cf. [Bu21]).

8 Summary & Outlook

In this paper a dynamic infrastructure approach based on container technology for supporting education was proposed and evaluated. Key points of the proposed approach include to support non-IT users in easy and automated deployment of web-based platforms, which are also operable by the data centre with manageable effort. Without this approach users had to request manually configured services or, if not possible, users often requested whole VMs for deploying their services without having the necessary competencies to properly configure and manage a server.

The prototype Cook.UP was positively evaluated with potential users and data centre staff. The proposed approach is not yet in productive use but provides a solid technical foundation. Open points are: solving the high availability issue (even if it was rated low priority by the users), integration into the central backup, measuring the performance and scalability, improving the update mechanism (in order to optimally remove the automatic expiration policy; resilience tests for recovering from failed updates), working on solutions to allow more advanced users to provide/use/exchange their own recipes, support for student containers, and sustained maintenance of the prototype. In general, introducing such an infrastructure can also be seen as an enabler for data centres to explore and use new technologies for their own services, too [Bu21].

Based on the general architecture of Cook.UP, it would be feasible to consider its use also for the research context. Creating and establishing a container-based research environment could greatly improve cooperation of researchers as well as transparency and reproducibility of research results [Co15, St19]. The even more salient conflict between reproducibility by keeping the original versions of systems, software, and libraries, while security strongly requires keeping systems up to date is not yet solved. Current initiatives in research data management⁷ take up this approach for building an environment that fit better to researchers' needs.

⁷ <https://nfdixcs.org/>

Acknowledgements

The authors would like to thank Manuel Zedel for the requirements analysis, design, implementation, and evaluation of Cook.UP in his Master thesis. Also, the authors are deeply grateful to all participants of the study for sharing their valuable perspectives.

Bibliography

- [Ar09] Arazy, O., Gellatly, I., Jang, S., & Patterson, R. (2009). Wiki deployment in corporate settings. *IEEE Technology and Society Magazine*, 28(2), 57–64.
- [Bu21] Bußler, D., Lucke, U., Strickroth, S. & Weihmann, L. (2021). Managing the Transition of Educational Technology from a Research Project to Productive Use. SE-SE 2021. Proceedings of the Software Engineering 2021 Satellite Events. CEUR-WS, Vol. 2841.
- [Co15] Collberg, C., Proebsting, T. A. & Warren, A. M. (2015). Repeatability and Benefaction in Computer Systems Research: A Study and a Modest Proposal, TR 14-04, University of Arizona.
- [Da89] Davis, F.D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13/3, 319–340.
- [Bo11] Booth, S., Peacock, S. & Vickers, S.P. (2011). Plug and play learning application integration using IMS Learning Tools Interoperability. In G. Williams, P. Statham, N. Brown, B. Cleland (Eds.) *Changing Demands, Changing Directions*. Proceedings ascilite Hobart 2011 (pp.143–147).
- [Doe11] Doelitzscher, F., Sulistio, A., Reich, C., Kuijs, H., & Wolf, D. (2011). Private cloud for collaboration and e-Learning services: from IaaS to SaaS. *Computing*, 91(1), 23–42.
- [HKL14] Hafer, J., Kiy, A. & Lucke, U. (2014). Moodle & Co. Auf dem Weg zur Personal Learning Environment. *e-learning & education (elead)*, 10, p. 27.
- [KLL17] Kiy, A, List, C. & Lucke, U. (2017). A Virtual Environment and Infrastructure to ensure future readiness of Data Centers. *Eur. J. of Higher Education IT (EJHEIT)*, 2017-1.
- [KLS15] Kiy, A., Lucke, U. & Sass, K., (2015). Gewusst was: Mit einer E-Learning-Toolbox die persönliche virtuelle Umgebung gestalten. In: Pongratz, H. & Keil, R. (Hrsg.), *DeLFI 2015 – Die 13. E-Learning Fachtagung Informatik*. Bonn: Köllen, p. 43–55.
- [LCH14] Limoncelli, T. A., Chalup, S. R. & Hogan, C. J. (2014). *The Practice of Cloud System Administration: DevOps and SRE Practices for Web Services*, Volume 2, Addison-Wesley Professional.
- [OT17] Ochoa X., Ternier S. (2017) Technical Learning Infrastructure, Interoperability and Standards. In: Duval E., Sharples M., Sutherland R. (eds) *Technology Enhanced Learning*. Springer, Cham.
- [SHS15] Schlarb, M., Hundt, C., & Schmidt, B. (2015). Sauce: A web-based automated assessment tool for teaching parallel programming. In Hunold, S., Costan, A., Gimenez, D., Iosup, A., Ricci, L., Gomez Requena, M. E., Scarano, V., Varbanescu, A. L., Scott,

- S. L., Lankes, S., Weidendorfer, J., and Alexander, M., editors, Euro-Par 2015: Parallel Processing Workshops, pp. 54–65, Cham. Springer International Publishing.
- [St19] Stagge, J. H., Rosenberg, D. E., Abdallah, A. M., Akbar, H., Attallah, N. A. & James, R. (2019). Assessing data availability and research reproducibility in hydrology and water resources. *Scientific Data*, 6, 190030
- [Ze17] Zedel, M. (2017). Konzeption und Implementierung einer Selfservice Container Farm. Master thesis, University of Potsdam.

FutureSkills

Die Plattform für alle staatlichen Hochschulen in Schleswig-Holstein

Anja Lorenz ¹, Farina Steinert²


Abstract: Bei der Ausbildung sog. Zukunftskompetenzen ist neben dem benötigten Fachwissen auch ein stets aktuelles Lehrangebot nötig. Diese Aufgabe können Hochschulen alleine nur schwer bewältigen. In Schleswig-Holstein wird daher die „FutureSkills-Plattform“ entwickelt, über die ein hochschulübergreifendes Angebot bereitgestellt werden soll. Hierfür wird auf die Lehr-Lern-Infrastrukturen der Hochschulen aufgesetzt und alle Angebote werden in einem Hub zusammengeführt. Studierende sollen einen komfortablen Zugang über Single Sign On haben, und durch KI-gestützte Vorschläge, Assistenten und Funktionalitäten weitere Hilfestellungen erhalten.

Keywords: Hochschulübergreifende Vernetzung, Plattformentwicklung, KI, Schleswig-Holstein

1 Einleitung

Als Ergebnis des Bologna-Prozesses zielt ein Hochschulstudium explizit auch auf Beschäftigungsfähigkeit (Employability) ab [SK14], weshalb der Erwerb von Methoden- und Sozialkompetenzen curricular verpflichtend in Bachelor-Studiengängen vorgesehen ist (vgl. §49 (4) HSG Schleswig-Holstein). Die steigende Komplexität, Geschwindigkeit und Vernetzung der Arbeitswelt stellen Hochschulen dabei vor organisatorische, strukturelle und kulturelle Herausforderungen, die die Vorbereitung der Studierenden auf eine langfristige Erwerbsbiographie erschweren. Auch die zu schlagende Brücke zwischen wissenschaftlichen Befähigungen sowie Fertigkeiten und Fähigkeiten für den beruflichen Werdegang außerhalb der Wissenschaftswelt führt zu einem veränderten Selbstverständnis von Lehre und Hochschulentwicklung.

Dieser Praxisbeitrag stellt das Projekt „FutureSkills-Plattform – Entwicklung einer interoperablen Lehr-/Lernplattform“ vor, welches einen Baustein zur Lösung dieser strukturellen Veränderungen darstellt. Abschnitt 2 beschreibt die Grundlagen zur Entwicklung von sog. Zukunftskompetenzen als Anforderungen an Hochschulen. In Abschnitt 3 wird das Projekt näher beschrieben, auf den organisatorischen Rahmen, die Plattformbasis und das Lernangebot eingegangen wird. Abschnitt 4 fasst den aktuellen Stand sowie weitere Schritte und Herausforderungen zusammen.

¹ Technische Hochschule Lübeck, Institut für Interaktive Systeme, Maria-Goeppert-Straße 9, 23562 Lübeck, anja.lorenz@th-luebeck.de,  <https://orcid.org/0000-0003-3675-830X>

² Dataport AöR, EdTech Solutions, Altenholzer Straße 10-14, 24161 Altenholz, farina.steinert@dataport.de

2 Kompetenzentwicklung für lebenslanges Lernen an Hochschulen

Um eine Ausrichtung auf lebenslanges Lernen zu erreichen, haben in Deutschland viele Hochschulen zentrale Einrichtungen für Schlüsselqualifikationen etabliert. Diese stellen Angebote zum übergreifenden, nicht-fachlichen Kompetenzerwerb für alle Studierenden bereit. Die fachspezifischen Methodenkompetenzen obliegen den Fachbereichen bzw. Fakultäten, mit mehr oder weniger ausgeprägten hochschulweiten Synergien. Diese bieten sich jedoch mehr und mehr an, insb. können leicht zugängliche und gut skalierende digitale Möglichkeiten einem breiteren und damit attraktiveren und passgenaueren Angebot führen. Dieser Ansatz soll im Projekt „FutureSkills-Plattform“ prototypisch zu ausgewählten Zukunftskompetenzen umgesetzt und ausgelotet werden.

Zur Definition nötiger Schlüsselkompetenzen wurden in den letzten Jahren verschiedene Kategorisierungen vorgeschlagen, um die Neuausrichtung der Curricula zu stützen. So kommt Ehlers zu 17 Kompetenzprofilen für die „neue Hochschullehre“ [Eh20, S. 62]. Es baut auf dem geclusterten Kompetenzmodell des Stifterverbands [Ki18] mit drei Säulen auf. Dieses Framework diene als Grundlage für die Bereitstellung der Lernangebote im Projekt „FutureSkills-Plattform“ und unterscheidet drei Kategorien: *technische Fähigkeiten*, *digitale Grundfähigkeiten* und *klassische (nicht-technische) Fähigkeiten*. Analog zum Anspruch an die Flexibilität und Passgenauigkeit eines neu strukturierten Kompetenzerwerbs an Hochschulen ist kein semantischer Zusammenhang im Modell vorgesehen. Es geht vielmehr darum, den Strauß der Möglichkeiten für die individuellen Biographien aufzuspannen und möglichst breit verfügbar zu machen.

Kritisch sei dieser Stelle angemerkt, dass die Lehrendenperspektive den Modellen nicht aufgegriffen wird. Mit dem Fokus auf Lernende wird (bewusst und zurecht) deren Ansprüche an erste Stelle gesetzt. Gleichwohl funktioniert eine strukturelle Veränderung dieser Art nur Hand in Hand mit den Lehrpersonen. Die Umsetzung muss praktisch und organisatorisch in den Lehrbetrieb der Hochschulen passen. Dieser Aspekt wird im Projekt „FutureSkills-Plattform“ mit entsprechenden Anreizen für diese Zielgruppe aufgegriffen.

3 Die FutureSkills-Plattform für Hochschulen in Schleswig-Holstein

Das Projekt „FutureSkills-Plattform“ (<https://futureskills-sh.de/de/>) wird von 2019 bis 2022 durch die Staatskanzlei und unter Koordination des Bildungsministeriums in Schleswig-Holstein gefördert. Es soll zum einen eine Grundausbildung in Themengebieten der Künstlichen Intelligenz (KI) hochschulübergreifend für die ca. 60.000 Studierenden im Land ermöglichen. Zum anderen sollen hochschulübergreifende und zukunftsfähige technische Strukturen entstehen, die auf bestehenden Lehr-Lern-Infrastrukturen an den Hochschulen im Land aufsetzen und durch Schnittstellen miteinander verbinden. So entsteht Grundlage für hochschulübergreifende Anrechnungsszenarien digitaler Lernangebote. Darüber hinaus sollen auch digitale und analoge Angebote externer Institutionen über eine Hub-Lösung eingebettet werden, wenn

dem Kompetenzerwerb innerhalb der Hochschulausbildung dienen und potentiell auf ein Hochschulstudium angerechnet werden können.

Die Plattform selbst soll über intelligente Features zur Personalisierung verfügen, z. B. einen Support-Bot oder Empfehlungssysteme. Auch ein besserer Content-Austausch der Lehrenden soll zukünftig über die landesweite Plattform vereinfacht werden. Bisher ist dieser von der individuellen Vernetzung einzelner Lehrpersonen abhängig. Im Fokus des Projekts stehen daher frei lizenzierte Inhalte (OER), zu denen entsprechende Beratungen angeboten werden sollen. Weitere Bedarfe der hochschulübergreifenden technischen Zusammenarbeit sollen im Projektverlauf identifiziert werden.

Die Plattformentwicklung wird dabei von der Technischen Hochschule Lübeck (TH Lübeck) übernommen, die u. a. mit der Virtuellen Fachhochschule (<https://www.vfh.de/>), der MOOC-Plattform mooin (später oncampus.de) [Lo15], sowie dem MOOChub [Eb16] über langjährige Erfahrungen mit dem Aufbau und Betrieb institutionsübergreifenden Infrastrukturen vorweisen kann. Mit der wissenschaftlichen Begleitung sowie der Vernetzung der Hochschulen in der Landeshauptstadt wurde die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) beauftragt. Ein parallel gestartetes Landesprojekt der Hochschulrechenzentren für den Ausbau gemeinsamer technischer Infrastruktur wurde in enge Abstimmung mit dem Projekt „FutureSkills“ gebracht.

3.1 Plattformbasis

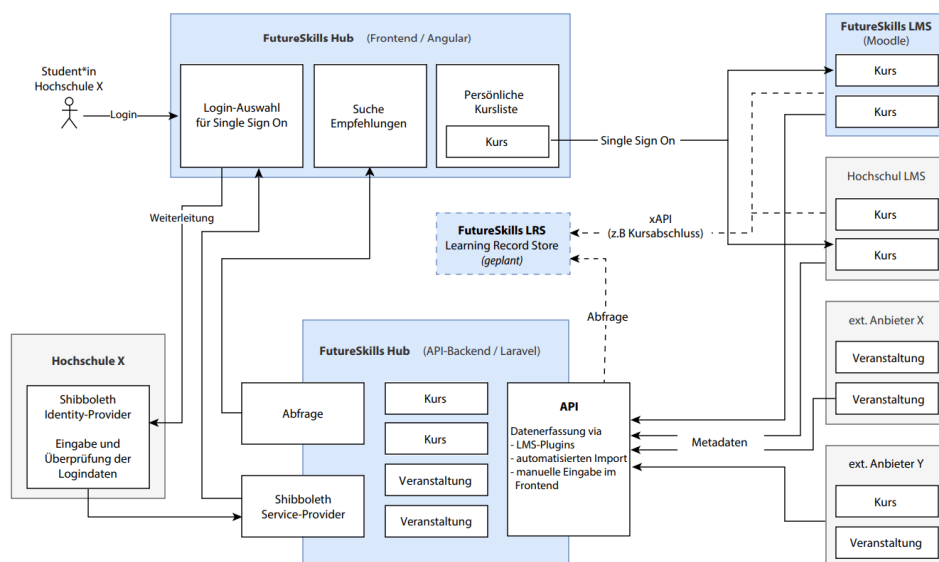


Abb. 1: Architekturskizze des FutureSkills-Projekts, Stand Frühjahr 2021

Im FutureSkills-Projekt werden mehrere Systeme miteinander verknüpft (siehe Abb. 1):

- Auf dem *Hub* werden alle Lernangebote der angeschlossenen Hochschulen sowie autorisierten externen Einrichtungen zusammengeführt. Für das *Backend* kommt das PHP-Framework Laravel, für das Frontend Angular zum Einsatz. Der übergreifende *Learning Record Store* bietet eine Grundlage für Learning Analytics und erhebt die hierfür relevanten Daten via xAPI (bspw. Kursfortschritt, -abschluss, ggf. auch Bewertungen und Zertifikate). Aktuell ist hierfür die Open-Source-Lösung Learning Locker vorgesehen.
- Die verschiedenen *Lernmanagementsysteme (LMS)* der beteiligten Hochschulen bleiben in deren Verantwortung. Für die Studierenden ist ein komfortabler Zugang zu allen Lernangeboten über Single Sign On (SSO) via Shibboleth geplant. Daneben können weitere Plattformen externer Einrichtungen angebunden werden.
- Zum Projekt gehört außerdem das *FutureSkills-Moodle*, das als LMS für zentrale hochschulübergreifende Kurse sowie zur Erprobung genutzt werden kann.

Neben der Zusammenführung von Lernangeboten aller angeschlossenen Institutionen auf dem Hub mit verständlichen Übersichten, Such- und Filtermöglichkeiten, werden weitere Funktionalitäten entwickelt, die der Übersicht und dem Nutzungskomfort dienen:

- Das *Studierenden-Dashboard* gibt einen Überblick über den Status ihrer Kurse. Neben der Anzeige aktueller Kurse und Lernfortschritte schlägt ein Empfehlungssystem weitere Kurse vor, die auf den bisher gewählten Lernangeboten sowie weiteren Kriterien (Studienfach, Vorschlag von Lehrenden) beruhen können. Ein interaktives Kompetenzraster visualisiert die Lernfortschritte im Hinblick auf den erweiterten Erwerb der „Zukunftskompetenzen“.
- *KI-basierte Unterstützungssysteme* sollen den Studierenden zumindest bei Standardfragen weiterhelfen können. Hierzu wurde bereits ein erster Prototyp für einen virtuellen Assistenten (FAQ-Bot) auf Basis des IBM Watson Assistant entwickelt. Dazu sind weitere KI-Demonstratoren, wie intelligente Such- und Filtermöglichkeiten oder automatische Textvervollständigung, in der Diskussion.
- Zur Förderung von Gamification-Ansätzen wird ein *Badge-Generator* entwickelt, über den die „digitalen Abzeichen“ im Design der FutureSkills-Plattform erstellt und von den Lehrenden in den Kursen genutzt werden können.
- Über eine Schnittstelle zur Bildungs-Blockchain DigiCerts³ können die erworbenen Zertifikate durch die Lehrenden in diese Blockchain geschrieben werden.
- Für den *Austausch von Lehr-/Lernmaterial* auf der Plattform stehen aktuell noch Technologieentscheidungen aus. Da die CAU über ein Content-Repository (<https://oer.uni-kiel.de/>, basierend auf EduSharing) verfügt, wird aktuell deren Einbindung und Ausweitung auf weitere Hochschulen diskutiert.

³ In der gleichnamigen Allianz werden derzeit Fragestellungen rund um *digitale Zertifikate* bearbeitet, deren Lösungen direkt in die FutureSkills-Plattform einfließen. Siehe <https://www.digicerts.de/>

3.2 Lernangebote auf der FutureSkills-Plattform

Bereits in der ersten Projektphase wurden Online-Kurse der TH Lübeck in das FutureSkills-Moodle importiert und somit über den Hub verfügbar gemacht. Hierbei handelt es sich um Content, der im Rahmen anderer Drittmittelprojekte erstellt wurde und der zum Teil für Studierende bisher nicht oder nur kostenpflichtig zugänglich war. Um einen möglichst schnellen Zugang noch vor der (bürokratisch aufwendigen) Umsetzung der SSO-Anbindungen zu schaffen, wurden die E-Mail-Adressen der schleswig-holsteinischen Hochschulen zur Selbstregistrierung im FutureSkills-Moodle freigegeben. Zudem wurden kostenlose externe Kurse in das Lernangebot aufgenommen, die nach einem Plattformabsprung belegt werden können. Neben Kursen aus dem MOOChub (<https://moochub.org/>) wurden auch solche aus dem Microsoft-Learn-Programm als Demonstratoren integriert. Zum Import der Metadaten in die Kursübersicht werden teilweise JSON-Dateien genutzt.

Im Wintersemester 2020/21 wurde mit einem ersten Piloten an der CAU gestartet. Das Kurspaket „FutureSkills KI“, das mehrere Kurse zu einem anrechnungsfähigen Angebot bündelte, wurde von einer Testgruppe mit 20 Studierenden der CAU durchlaufen und von einer Dozentin mit regelmäßigen Videokonferenzen und Sprechstunden begleitet.

Um die Nachhaltigkeit auf der FutureSkills-Plattform bestmöglich sicherzustellen, wird die Nutzung und Entwicklung frei lizenzierter Materialien (OER) gefördert und in einer aktuell laufenden Content-Förderlinie an den Hochschulen auch eingefordert.

4 Fazit und Ausblick

Die Entwicklung der FutureSkills-Plattform stellt die Hochschulen in Schleswig-Holstein in Bezug auf Technik, aber auch hinsichtlich der Organisation bzw. Zusammenarbeit, vor Herausforderungen. Der Projektrahmen stellt die technische Verbindung der Systeme und den Einsatz von bestehendem Lehr-/Lern-Content an erste Stelle. Ziel ist es, durch die technische Verbindung wichtige Grundlagen für eine nachhaltige strukturelle Zusammenarbeit zu schaffen. Eine aktuelle Ausschreibung zur Content-Produktion sorgt im Folgenden für eine Reihe plattformbezogener hochschulübergreifender und anrechnungsfähiger Module unter einer freien Lizenz, die von den einzelnen Hochschulen erstellt werden. Hier gilt es, die heterogenen Anforderungen und Praktiken der Lehrenden mit den Plattformstandards in Einklang zu bringen oder diesbezüglich weiter anzupassen.

Die geplanten Anrechnungsszenarien für Lehr-/Lern-Content und Veranstaltungen werden zunächst auf Basis weniger Prototypen umgesetzt, wobei Skalierungsfaktoren noch ausgelotet werden müssen. Gut skalierbare Selbstlernkurse setzen Kompetenzen zum selbstorganisierten Lernen voraus, die von der Plattform bestmöglich unterstützt werden sollen. Perspektivisch sollen Blended-Learning-Formate aufsetzen können, was weitere Anforderungen an Begleitungskonzepte stellt. Hierzu gilt es, weitere Demonstratoren zu entwickeln und über Beratung, Vernetzung und Kommunikation zu unterstützen.

Die technische Anbindung weiterer Lernumgebungen der Hochschulen sind derzeit in der Abstimmung mit den Rechenzentren. Zur Vereinfachung datenschutzrechtlicher Fragestellung fußt das SSO-Verfahren zunächst auf einem sparsamen Datenset bestehend aus Authentifizierung und wenigen Daten zum Studium. Die bis dahin nur vereinzelt Zugriffe durch Studierende über eine Selbstregistrierung führen derzeit zu einer fehlenden Datengrundlage, welche die Modellbildung für die Entwicklung KI-gestützter Funktionalitäten erschwert. Aktuell wird deshalb der Support-Bot auf Grundlage von Erfahrungen aus dem Plattform-Team modelliert und trainiert.

Im FutureSkills-Projekt werden nachhaltige und anpassbare Open-Source-Lösungen entwickelt, die über GitHub (<https://github.com/ild-thl>) bereitgestellt werden.

Mit den aktuellen Entwicklungen im Projekt „FutureSkills-Plattform“ werden Weichen für die weitere engere Zusammenarbeit der Hochschulen in Schleswig-Holstein gestellt. Die kooperative Lehr-/Lernumgebung setzt auf bestehende Infrastrukturen auf, ermöglicht dadurch Synergien, und behält dennoch einen dezentralen Ansatz. Das Projekt wirft dabei bewusst neue Fragen auf, z. B. bezüglich der hochschulübergreifenden Anrechnung oder dem Umgang von externen digitalen Angeboten im curricularen Zusammenhang.

5 Literaturverzeichnis

- [Eb16] Ebner, Martin; Lorenz, Anja; Lackner, Elke; Kopp, Michael; Kumar, Swapna; Schön, Sandra; Wittke, Andreas: How OER Enhances MOOCs – A Perspective from German-Speaking Europe. In Jemni, Mohamed; Kinshuk; Khribi, Mohamed Kouthair (Hrsg.): Open Education: from OERs to MOOCs, S. 205–220, Springer, Berlin/Heidelberg, 2016.
- [Eh20] Ehlers, Ulf-Daniel: Future Skills. Lernen der Zukunft – Hochschule der Zukunft, Springer VS, Karlsruhe, 2020. DOI: 10.1007/978-3-658-29297-3
- [Ki18] Kirhherr, Julian; Klier, Julia; Lehmann-Brauns, Cornels; Winde, Mathias: Future Skills: Welche Kompetenzen in Deutschland fehlen. Diskussionspapier 1, Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V., Essen, 2018.
- [Lo16] Lorenz, Anja; Wittke, Andreas; Muschal, Thomas; Steinert, Farina: From MOODLE to MOOIN: Development of a MOOC platform. In: Proceedings Papers of the European MOOCs Stakeholder Summit 2015 (EMOOCs2015), S. 102–106, Mons, 2015.
- [SK14] Schubarth, Wilfried; Speck, Karsten: Employability und Praxisbezüge im wissenschaftlichen Studium. Fachgutachten, Hochschulrektorenkonferenz, Projekt nexus, 2014.

Developing a Web-based Training Platform for IT Security Education

Mandy Knöchel¹, Sebastian Karius¹ and Sandro Wefel¹

Abstract: With the increasing importance of IT security in society and economy, the need to train computer science students in IT security is becoming more and more important. In the process of developing a new IT security undergraduate course, it was found that the current training concepts used in existing master courses were not suitable as it was too much effort for the undergraduate students to set up their own practical exercise environments. To remedy this problem, we have built a web-based exercise platform for IT security training using Docker containers. This enables the students to easily use prebuilt exercise environments specifically designed for the new course. The platform was evaluated during the winter semester 2020/21 through a small survey among the students. The feedback indicated that the platform is convenient to use and helped the students during the course and in exam preparation.

Keywords: IT Security, E-Learning, Education, Virtual Laboratory, Docker

1 Introduction

The field of IT security is becoming increasingly important in our society and the economy. In order to reflect the importance of this field, the Institute for Computer Science at the Martin Luther University Halle-Wittenberg is offering a new undergraduate course "Fundamentals and Practice of IT Security", which is intended to give students a first insight into the subject. The course is designed as an elective course for the 5th semester of the undergraduate computer science program and related programs such as Bioinformatics. Up to this point, training in the field of IT security was only available in the master's degree program.

The introduction of this new course comes with new requirements. Besides teaching the theoretical basics, a large part of the training in IT security consists of practical exercises. Here, students are put in the position of an attacker and carry out attacks on specially designed example applications. The students are thus given an insight into the approach of real attackers so that they can then learn how to defend against these attacks. The exercises in the undergraduate course cover attacks ranging from SQL injection over cross-site scripting to network-based attacks like man-in-the-middle. So far, practical exercises in the master's degree courses have been carried out using virtual machines. These are pre-made training machines which are available on various platforms on the internet [Vu21, Pe21] and can be run by the students on their computers. This comes

¹ Martin Luther University Halle-Wittenberg, Institute for Computer Science, 06099 Halle (Saale),
{mandy.knoechel, sebastian.karius, sandro.wefel}@informatik.uni-halle.de

with some disadvantages. Since these exercise machines must be set up by the students independently, knowledge in computer networks, virtual machines and programs such as VirtualBox is necessary. Due to the degree course scheme, networking fundamentals are not taught prior to the IT security course making it necessary that only basic networking knowledge is required. Many students further lack prior knowledge of virtualization technology. To make matters worse, the pre-made training machines are generally not designed to track completion. Often, even the corresponding solution is given directly. Also, many of these machines are not designed for beginners and require knowledge of special attack tools, exceeding the level of this course. Hence, there was a need for a way to create custom practice exercises and provide students easy and efficient access to them, even with multiple students working at the same time such as during a seminar.

To provide easier access for undergraduate students, we developed a new web-based training platform for practical security training. The platform provides each student with their own virtual training containers, requiring only a web browser to complete most of the tasks. This makes the platform not only suitable for local classes but also for remote learning approaches. This paper aims to provide an insight into the design and operation of this new training platform, as well as describing experiences in practical use during the undergraduate course. Furthermore, a survey was conducted at the end of the course in the winter semester 2020/21 in order to assess the experiences of the students.

2 Related Work

Practical training in IT security is handled very differently at various universities around the world. The use of virtual machines is very common in this context [WTM11, SFV19], although the design of the tasks can differ considerably. Besides the approach chosen by us, where the students take over the role of the attacker, there are also concepts where the students have to secure given programs against possible attacks [MC14] or examine entire applications as penetration testers [Ro20]. However, these approaches are difficult for students with little to no prior knowledge.

Besides the use of virtual machines, another approach teaching IT security is to prepare students for participation in hacking competitions or Capture-The-Flag (CTF) contests [CCC15, VSC20]. These CTF contests are competitions where participants compete in teams in which they must either face other teams in an attack/defence scenario or attack given applications to capture hidden flags (Jeopardy-style CTF). However, the high level of difficulty of these competitions and the high knowledge barrier can cause students to quickly become demotivated and possibly give up [CC14]. Therefore, this approach may only be considered for advanced courses.

In addition to courses at universities, there are also a number of online learning websites that aim to teach IT security skills [Pe21, Ha21]. However, a fee is often charged for full access to all functions and exercises. Furthermore, a certain level of basic knowledge is usually required here as well, which makes those platforms not suitable for our case.

3 System Architecture

To get an impression of the use and appearance of the platform, we have set up a demo course² with some exercises. The landing page provides an overview of all available exercises for the course. When clicking on an exercise a detailed view is presented with a description on how to perform the task. Starting the exercise causes a virtual container to be launched in the background and the URL to the container web page is shown. To track the progress of each user, we employ the use of a secret key which is revealed upon completing the task. If the user enters the correct key, the exercise is marked as solved.

Our system consists of three components: a web server, a database and a Docker host. User information, i.e. which containers are available for and which container is finished by each user is stored in the database. Information about the container itself, i.e. the content and state of the container is stored by the Docker host and is accessible via an HTTP API provided by the Docker host. Via this API the web server is also able to send commands to the Docker host. We decided to use Docker because it has two main advantages over other solutions. One is the extensive API, as the state of the containers can be easily retrieved and manipulated via HTTP requests. Therefore, it is not necessary to additionally store the state of the containers separately. A second advantage is the better performance of containers, as Docker uses a task-based virtualization, also called containerization, which is more lightweight compared to other virtualizations like KVM used for example in VirtualBox. The difference is, that containerization does not require a hypervisor which means the container does not contain an operating system, hence the difference between container (task-based) and virtual machine (operating system based). This results in faster container creation, faster deletion, and most importantly, the ability to launch a large number of containers simultaneously which is essential for live courses. Besides Docker, LXC also uses containerization similar to Docker. However, in a previous test using LXC via Proxmox³, it performed significantly worse than Docker and it does not provide an HTTP API as described above.

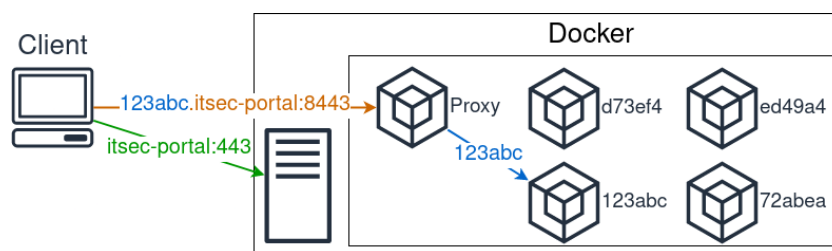


Fig. 1: Path of requests to the web server (green) and inside the Docker host (orange) with the subdomain (blue) to identify the target container.

Most of the exercise containers provide a web server with a vulnerable website. Fig. 1

² ITSec-Portal, german demo course: <https://itsec-portal.informatik.uni-halle.de> (user: demo, pass: ge3rz59gw)

³ Proxmox is an open-source server virtualization management platform, <https://www.proxmox.com>

shows the path of a request to the website of the exercise platform (green) and to the individual exercise containers (orange). We set up a proxy container that redirects the traffic to the container created for the exercise which is indicated by a special subdomain. We use subdomains instead of sub-paths because most publicly available vulnerable applications we want to provide for the students are not designed to work on a sub-path. Subdomains, on the other hand, work just fine. To get a unique subdomain we calculate a hash based on the user information which doubles as the name for the container. Since Docker is able to resolve container names to container IP addresses the proxy only needs to extract the subdomain resp. the container name and use it as the URL for the proxy target. Non-web-based exercises such as man-in-the-middle attacks require more than one container and a separated network to allow the containers to communicate with other containers of the same exercise but not with containers of other exercises. Additionally, the students must be able to reach this network from the outside. Fortunately, Docker provides the option to create virtual networks between containers. To allow the students to reach the virtual network we created a VPN container. At creation time the VPN port of the container will be bound to a free port on the host. This way the student can use a VPN tool to connect to the VPN container and be tunnelled inside the virtual network. Alternatively, we provide a container that has the required attack tools already installed accessible via web-CLI.

4 Evaluation

The exercise platform was utilized for the first time with the introduction of the undergraduate course in winter 2018/19 and has since been used annually in the winter semester course. The lecture in winter 2020/21 was special as the course had to be taught fully online for the first time due to the Corona pandemic. The exercise platform played a decisive role in the success of the online course, as the students were able to perform the exercises independently at home without having access to the computer pool otherwise used for the practical seminars.

The undergraduate course consists of a theoretical part in form of a lecture and a practical seminar, both conducted weekly. The seminars demonstrate the attacks in practice and teach the students attack techniques and tools. The platform has proven to be very beneficial in this regard, as the students can experiment with the demonstrated techniques in real-time during the seminar using dedicated practice machines, without having to spend time setting up the exercises. The seminar has been conducted with up to 30 students at a time, with no noticeable impact on the performance of the exercise platform. The time to work on the exercises for the respective subject area was in general one week. Points were awarded for successful completion of the tasks, of which 60 % were required to achieve the course credits. The tasks were worked on independently by the students at home using the exercise platform, whereby questions regarding the content of the exercises or the platform itself could be addressed to the instructor at any time by e-mail or in the forum of the e-learning platform provided by the university.

Question	0	1	2	3	4
I quickly understood how the platform works.	82 %	18 %	0 %	0 %	0 %
The platform made it easier to participate in the seminars.	59 %	23 %	6 %	0 %	0 %
The exercises were useful for understanding the topics.	94 %	0 %	6 %	0 %	0 %
The platform helped me to prepare for the final exam.	59 %	18 %	12 %	0 %	0 %
The exercise platform should also be used in other courses.	65 %	12 %	6 %	0 %	0 %

Tab. 1: Numerical feedback about the exercise platforms (N=17). Rows do not always add up to 100 %, because not every question was answered by every student.
(0 = Agree, 1 = Somewhat Agree, 2 = Neutral, 3 = Somewhat Disagree, 4 = Disagree)

To better assess the students' experience with the exercise platform, a survey was conducted at the end of the latest course. Of the 29 students who participated until the end of the course, 17 students completed the survey. The respondents were asked to answer questions about their personal impressions of the course and the exercise platform, assess their own prior knowledge and report technical problems. The participants of the survey consisted of 11 computer science students and 6 bioinformatics students, most of whom were in their 3rd to 7th academic semester, with the median being the 5th semester. As expected, many students estimated their prior knowledge in the field of IT security as rather low with 60 % of the students declaring none or little⁴. Overall, the students' feedback on the training platform was very positive. 88 % reported no technical problems at all, only one student describing issues with an older browser version. Table 1 shows the results of the numerical feedback questions regarding the training platform on a 5-point Likert-scale. The majority of students indicated that the training platform was easy to use and very helpful for the practical exercises. This is also reflected in the open-ended feedback responses, where the students were asked to describe both positive and negative impressions. 12 students gave open-ended feedback with examples of positive feedback being "*The practical exercises were fun and gave me a better understanding of the material*" and "*I liked the game environment for trying out the security vulnerabilities*". Criticism was expressed by some students regarding the graphical interface of the exercise platform, where the overview of the latest tasks was perceived as somewhat unclear. The difficulty regarding some exercises was described as too high by a few students, leading to them being unable to solve the tasks successfully. In our opinion, this is due to the varying levels of prior knowledge of the students, although a reduction in the level of difficulty may lead to other students feeling underchallenged.

⁴ Survey results for the question "How much prior knowledge did you have in the subject of IT security before the course?" (N=17): 29.4 % none, 29.4 % little, 35.3 % medium, 5.9 % much, 0 % very much

5 Conclusion and Future Work

In this paper, we introduced our new web-based exercise platform for IT security training, which was used during a new undergraduate course for IT security. The platform uses Docker containers to provide each student with their own training environment, eliminating the need for students to set up exercises themselves and requiring only a web browser for most tasks. The use of Docker has proven to be very beneficial, as container virtualization requires fewer resources, allowing many students to work with the platform simultaneously. The Platform was evaluated in a survey with the students in the winter semester 2020/21, where it was shown that the platform supports the students during the practical exercises and they furthermore enjoy solving them. Future plans include using the platform for other IT security courses, especially in the master's program and exploring concepts of gamification such as high scores or achievements to better motivate the students.

Bibliography

- [CC14] Chung, K.; Cohen, J.: Learning Obstacles in the Capture The Flag Model. In: 2014 USENIX Summit on Gaming, Games, and Gamification in Security Education, 2014.
- [CCC15] Carlisle, M.; Chiamonte, M.; Caswell, D: Using CTFs for an Undergraduate Cyber Education. In: 2015 USENIX Summit on Gaming, Games, and Gamification in Security Education, 2015.
- [Ha21] Hack The Box: Hacking Training For The Best, <https://www.hackthebox.eu/>, accessed: 28/06/2021.
- [MC14] Martini, B.; Choo, K.-K. R.: Building the Next Generation of Cyber Security Professionals. In: 22nd European Conference on Information Systems (ECIS 2014), pp. 1-13, 2014.
- [Pe21] PentesterLab: Learn Web Penetration Testing: The Right Way, <https://pentesterlab.com/>, accessed: 28/06/2021.
- [Ro20] Robles-Gómez, A. et al.: Emulating and Evaluating Virtual Remote Laboratories for Cybersecurity. *Sensors*, 11/20:3011, 2020.
- [SFV19] Sigholm, J.; Falco, G.; Viswanathan, A.: Enhancing Cybersecurity Education through High-Fidelity Live Exercises (HiFLiX). In: Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 7553-7562, 2019.
- [VSC20] Vykopal, J.; Švábenský, V.; Chang, E.-C.: Benefits and Pitfalls of Using Capture The Flag Games in University Courses. In: Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education, SIGCSE '20, pp. 752-758, 2020.
- [Vu21] VulnHub ~ Vulnerable by Design, <https://www.vulnhub.com/>, accessed: 28/06/2021.
- [WTM11] Willems, C.; Tringides, O.; Meinel, C.: Practical IT Security Education with Tele-Lab. *UPGRADE: The European Journal for the Informatics Prof.*, 12(5), pp. 145-152, 2011.

The Design Cycle for Education (DC4E)

A practical model for the design of blended and online education

Maren Scheffel¹, Marcel Schmitz², Judith van Hooijdonk³, Evelien van Limbeek⁴,
Chris Kockelkoren⁵, Didi Joppe⁶, Hendrik Drachslers⁷


Abstract: The need for more and better online and blended education has lately become even more apparent. Many educational institutions had to pivot to emergency remote teaching. While online learning in itself is nothing new, the scope, suddenness and speed of this shift certainly was. However, courses and modules created for face-to-face settings, cannot simply be turned into blended or fully online ones easily. Learning design models can provide guidelines and guidance. Often, however, they are not constructed in a comprehensive way and are mainly conceptual. We thus created a procedural design model enriched with templates, tools, information and design examples to specifically support and facilitate the (re)design of blended and online learning and teaching and to thus provide quality education: the Design Cycle for Education (DC4E).

Keywords: design model; learning design; blended learning; online learning.

1 Introduction

In 2018, the European Commission (EC) in their Communication on the Digital Education Action Plan [EU18] supported the claim that digital technology enriches learning and offers important opportunities for information and resource access. It also pointed out, however, that although digital transformation offers many opportunities, there is still a risk of societies being ill-prepared for the future. Two of the priorities mentioned in the Education Action Plan therefore are (1) making better use of digital technology for teaching and learning, and (2) developing relevant digital competences and skills for the digital transformation. The need to address these issues has become even more prominent and important during the Covid-19 pandemic: educational institutions of every level worldwide had to close and move all of their teaching and learning online. While online and distance learning in itself is nothing new, the scope, suddenness and speed of this shift

¹ Ruhr-Universität Bochum, Deutschland, maren.scheffel@rub.de,  <https://orcid.org/0000-0003-4395-4819>


² Zuyd Hogeschool, Niederlande, marcel.schmitz@zuyd.nl,  <https://orcid.org/0000-0002-1816-6178>

³ Zuyd Hogeschool, Niederlande, judith.vanhooijdonk@zuyd.nl

⁴ Zuyd Hogeschool, Niederlande, evelien.vanlimbeek@zuyd.nl

⁵ Zuyd Hogeschool, Niederlande, chris.kockelkoren@zuyd.nl

⁶ Open Universiteit, Niederlande, didi.joppe@ou.nl

⁷ Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation DIPF, Deutschland; Goethe-Universität Frankfurt, Deutschland; Open Universiteit, Niederlande, drachslers@dipf.de,  <https://orcid.org/0000-0002-1816-6178>

certainly was. However, courses and modules created for face-to-face (f2f) settings, cannot simply be turned into blended or fully online ones easily.

There is no direct translation from one to the other as a large number of educators experienced recently. Instead, substantive technological as well as didactic knowledge is needed in addition to educational and content knowledge for a given course or module [MK06]. As Hodges et al. [Ho20] point out, teachers in the Covid-19 online shift might feel like “instructional MacGyvers, having to improvise quick solutions in less-than-ideal circumstances” which makes it even more important to distinguish “between the normal, everyday type of effective online instruction and that which we are doing in a hurry with bare minimum resources and scant time: emergency remote teaching”. As research has indicated that prolonged distancing will likely be needed for several years [Ki20] and with governments preparing 1.5-meter distance societies, the demand for thoroughly-developed online and blended education will rise. Educational institutions on all levels should thus use this opportunity and not forget about everything related to emergency remote teaching, online, distance and blended learning [Ho20].

Having a model and tools for educators that support the design of blended learning that is effective, innovative and of high quality has been a longstanding ambition of the learning design (LD) field [Ca09]. Given the current situation, where learners and teachers all over the world will have to rely on blended and online modes for learning and teaching, such models are needed more than ever before. While there were a number of LD models available that support blended or technology-enhanced learning (TEL), they were often not constructed or reported in a comprehensive way and mainly conceptual instead of procedural, which made it challenging for educators to use them in their daily practice [BV18]. Therefore, as “making digital technology benefit students and staff requires an approach that combines teacher training, curricula and educational materials that are fit for digitally-supported teaching models” [EU18], we opted for the creation of our own procedural design model to specifically support and facilitate the (re)design of blended learning for educators and course designers in the field. An important aspect of this design model was to find a balance between autonomy in the development of course content on the one hand, and standardisation of the courses within one institution on the other hand. While a high degree of autonomy is crucial for the individual educator to design education in the way that is most suitable for their educational context, at the same time, this freedom generates an enormous challenge for the comparability of modules. Therefore, some mean of standardisation for a whole program or even a whole university is important.

By creating the Design Cycle for Education (DC4E) [Sc19], we aimed to retaining the strong characteristics of the autonomous design of education, while at the same time exercising a normative function, i.e. a form of standardisation, on the development process. Finally, the development of such a broadly supported design model also provides the framework for a common language which fosters sharing of and communication about (re)designed education. We hope to contribute to the longstanding ambition of the LD field to help educators create, describe and share teaching ideas [Da16] as well as to the

opportunity of rethinking curriculum and teaching-learning-assessment procedures [Un20] by providing educators around the world with a design model, application support tools and example use cases.

2 Background and Related Work

Garrison and Kanuka [GK04] define blended learning as the thoughtful integration of classroom face-to-face learning experiences with online learning experiences. While they take up a substantial part in the educational process, they are not to be seen as separate from one another but ideally reinforce each other. Enhancing learning and teaching with technology aims at making learning effective, efficient and flexible in order to increase learning outcomes and also the satisfaction of involved learners and teachers.

However, the (re)design of educational products to offer more accessible and flexible education using blended learning, requires not only content knowledge, but also pedagogical and technological knowledge [MK06]. Simply delivering the ‘old’ content through a new (online) medium does not ensure effective learning. Designing online or blended learning requires reconsidering the whole design [GK04]. In the educational field, though, we often encounter a gap between theory and practice. Korthagen et al. [Ko01] showed that educators that have theoretical knowledge about such processes encounter difficulties in translating their insights into effective LDs. Excellent educators are not necessarily the more experienced ones, but those who are able to put their knowledge of pedagogy and content into educational practice [Ha12, Wu14]. For blended learning, we also see the lack of technological-pedagogical and technological skills as a source of problems for educators, i.e. they lack the competence of creating harmony between online and f2f activities [ME16]. In addition, being forced to pivot online in a short period of time without proper guidance and support can lead to feeling overloaded and confused [Un20] and could incorrectly “seal the perception of online learning as a weak option” [Ho20]. A model that helps educators to create blended LDs is therefore needed.

The most common models for LD and instructional design are the Principles of Instructional Design by Gagne and Briggs [GB79], the ARCS Model [Ke83, Ke10], the ADDIE Model [VS86, Pe03, Mo03], the 4C-ID Model [VMK07], the Curricular Spider Web Model [Va03] and the Systems Approach Model [DCC15]. Such models can be categorised in different ways [GB02, Şi13, G7] in addition to most existing models being conceptual in nature rather than procedural as Bower and Vlachopoulos [BV18] pointed out. They also stressed that the level of design a model was intended for was often not specified, that context was not considered in many of these models, and that examples of the application of the model were lacking. Due to this, an assessment of which model to adopt was difficult for educators looking for practical design support. This motivated us to develop a procedural model, enriched with templates, tools, information and design examples for educators to create blended LDs adapted to their given circumstances, e.g. when they want to combine LD, learning technology and learning analytics (LA).

Using technology when creating learning activities is not just deciding what tools to use but about using technology to alter the overall user experience. We believe it is about designing a full learning experience and should therefore be an integral part of the design process. The same applies to the integration of LA. The combination of these factors underpinned the decision to choose a design-based approach. Others also seem convinced that this could bridge the gap between theory and practice, for example McKenney & Mor [MM15] and Kali et al. [KMS15]. Our approach is based on the idea that educators should design all learning activities as is advocated by Laurillard [La12] and Kirschner [Ki15].

We thus developed the DC4E that can incorporate different theoretical insights depending on context and target population. In addition, it facilitates educators in making the right decisions in the correct order. It enriches the recognisable steps of process models with practical elements that educators can use, e.g. descriptions of best practices, tools, checklists, templates and summaries. Furthermore, our model evokes careful deliberation and reflection during each step of the design process which is necessary since the (re)design of courses for blended or online settings is often taken lightly in practice.

3 The DC4E

Different stakeholders were involved in developing the DC4E. Researchers involved were also working as educators or educational support staff and thus had experience with course design in practice. Initial drafts were based on existing literature and discussed with researchers of the group TEL group at Zuyd Hogeschool (Zuyd). The model aimed to facilitate educators who had to redesign specific courses for the part-time higher education department. In striving towards flexible courses, a support service consisting of experts on assessment, blended learning was installed to coach educators in the design process. They contributed significantly to the creation of the DC4E by frequent reflection on the different components. The model was then iteratively edited and adapted based on the feedback gathered from researchers, the support experts and assistant professors from Zuyd.

The DC4E was developed to support the transition through (re)design of f2f education to blended learning. Figure 1 shows the visualisation of the DC4E, which was inspired by the work from Mor & Mogilevsky [MM13]. At the centre of the model is the concept of reflection. This is to stress the importance of critically looking at and reflecting on the result of each of the model's steps. The designing educator is reminded of the cyclical, iterative structure and to properly document the choices made at each step. Together with the model, ready-made tools and templates are provided for each of the steps on a companion website⁸ thus supporting the designing educators in using technical solutions and gaining evidence-based insights. A detailed description of each step is available on the model's support page.

⁸ <https://onderwijsontwikkeling.zuyd.nl/overzicht-ontwerpcyclus/>

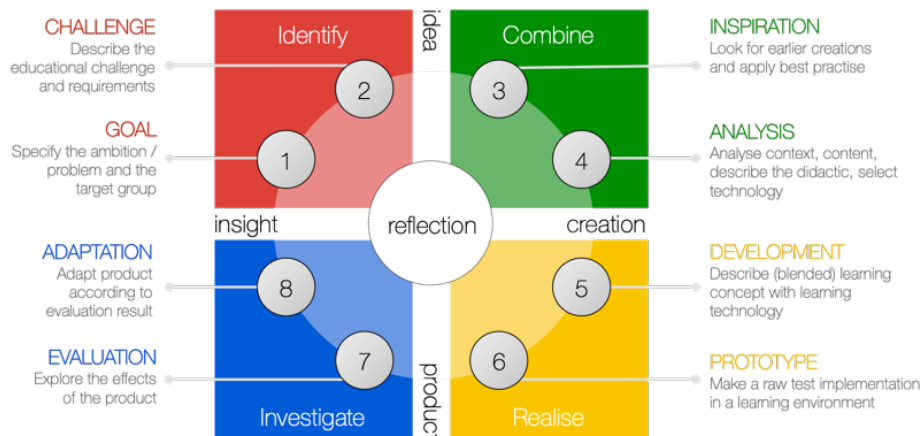


Figure 1: Visualisation of the eight steps of the DC4E

Identify – from insight to idea. Educational design problems are usually complex and require creativity to be solved [S113]. Their solution is found the quickest when conceived by heterogeneous teams of experts. At the beginning of the cycle it is important to define the goal(s) (Step 1) of the blended LD and to identify challenges (Step 2).

Combine – from idea to creation. If the design challenge is set out in a rough form, the next phase is to further explore what the current situation is, which learning activities were selected, what the possible social interactions are that are planned, and, in particular, which contextual factors were taken into account. This is done by finding inspiration (Step 3) from others and to then analyse (Step 4) which of the gathered ideas can be used.

Realise – from creation to product. In this phase, the components of didactic action are filled in and elaborated into a specific design development (Step 5). The prototype (Step 6) is then implemented in the LMS and presented to stakeholders for further development into the final educational product, i.e. the course or module.

Investigate – from product to insight. The first implementation of the module takes place in this phase of the model; the course/module will run for the first time and will then be evaluated (Step 7). Adjustments and adaptations (Step 8) can be made based on the evaluation, i.e. the model's cycle is repeated on the basis of the evaluation data, albeit at a faster pace. In this phase we can still speak of a prototype as it is assumed that various iterations are needed for optimisation.

4 Application of the Model

4.1 Design Metaphors

At many educational institutions learning management systems (LMSs) have –until recently– often been used as a document management system. In those cases, there is hardly any added value in using the LMS from a didactic perspective. The DC4E is aimed at enriching the didactic side of blended learning by offering a structure that makes the design of blended learning activities communicable and mutually comparable and thus inspires educators with examples of blended LDs. It is thus important to create a culture within an institution where the potential of blended learning is known. A first step in this direction is to enhance and advance the design skills of educators for blended learning by using a design-based approach in professionalisation.

To inspire and help educators in making the epistemological design, all learning activities and their inter-dependencies, we suggest the use of three design metaphors for the DC4E: acquisition, participation and knowledge creation (see Fig. 2). Design examples of the acquisition and the participation metaphors are based on the work by Sfard [Sf98]. According to Collis and Moonen [CM08, p.97] “key aspects of an acquisition approach to learning include knowledge, fact, concept, and attainment, the having of knowledge. [...] The participation metaphor [...] places the nature of learning in belonging, participating, communicating, becoming a member of a community [...] in doing”. Paavola et al. [PLH04] added a third metaphor, i.e. knowledge creation, that is appropriate for solving complex problems. Complex or wicked problems demand a group to participate in a creative process to assess the problem and formulate a solution (e.g. [S113]).

In practice, a blended learning program is not only based on one kind of metaphor but rather a mix of them. The students need to integrate and coordinate knowledge, attitude and skills from the studies. The education offered must thus respond to the context by combining the above-mentioned metaphors so that the student not only acquires knowledge, but also learns to apply it and to use it to analyse, evaluate or create something new. Many, if not all, of the modules are thus built up as a mix of the above metaphors. The aim of learning is to acquire knowledge (acquisition metaphor), to participate in a community or group (participation metaphor), and to develop new knowledge and assimilate existing knowledge (co-creation metaphor) or a combination of these three elements. For example, a module developed according to the co-creation metaphor is preceded by modules developed according to the participation metaphor, possibly preceded by one or more acquisition modules.

A major challenge in designing blended education for a professional program is to connect various learning activities in different contexts, with the necessary flexibility within them, i.e. ensuring that there is a connection between learning activities that take place online, activities at school, and activities from the practice at work. We therefore added a wave motion exchange model to the DC4E (see Fig. 3).

During the Covid-19 pandemic educators had to rapidly redesign their education combining the ‘(im)possibilities’ of the different contexts in a meaningful way. It seems to have created at least some awareness among educators about possibilities of the online and blended learning contexts when designing their learning activities. By critically looking at such designs and optimising them using an evidence-informed design model, educational practices could benefit from the pandemic leading to more effective, efficient and satisfactory education.

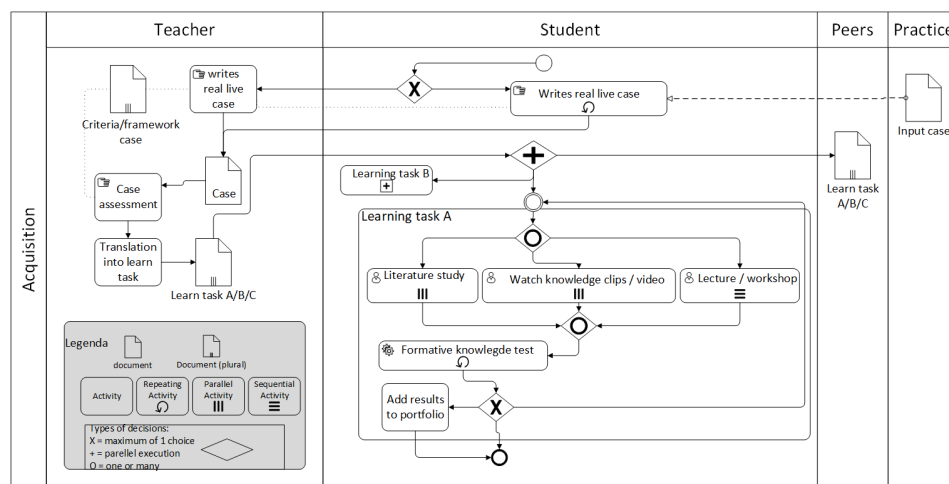


Figure 2: Example of the acquisition design metaphor inspired by Sfard [Sf98] that is one of the templates to be found in the supporting documents of the DC4E



Figure 3: A wave motion exchange model between the various contexts for vocational education

4.2 Use Cases

The following use cases describe how the DC4E can be used in practice. While some of these depict the originally intended use, i.e. the design of a whole study program or course, others provide information on how the model can also be used to design individual learning activities or even dashboards.

Designing a Study Program. The DC4E was used at Zuyd's department of Healthcare Studies by the support staff and educators to redesign courses for a part-time higher education programme on Nursery. Educators and support staff co-created courses in hands-on design sessions. The focus was on the fourth and the fifth step of the model, since the aim was redesigning existing courses and decisions on 'goal' and 'challenge' had already been made when the traditional course was designed. Limited pedagogical and technological skills often hinder educators in using the model independently. Therefore, the support staff introduced them to the model by using the tools and the templates from the model provided on the companion website. They created awareness by asking questions linked to every step of the model. This helps educators to reflect on design choices and to discover new possibilities. Moreover, they discussed blended learning and implications for the role of the educator. Often the support staff shows concrete design options, similar to the metaphors, and asks educators to think aloud so they can identify misconceptions. Showing the educators visually how to blend online and face-to-face activities helps them to understand that and how the different activities have to be connected: "Now, I understand that just putting a video in the LMS doesn't work. I have to link it to an assignment or the face-to-face session." Since the model is accessible online and links to a variety of tools, checklists and templates provided, it is possible for the support staff to use the model flexibly, i.e. 'on demand' and 'just-in-time'. In the last year 48 teachers that had to redesign the Zuyd part-time Master in Nursery enrolled in a Moodle course designed for this purpose.

At Zuyd's department of Social Work, a team of educators was tasked to redesign their part-time study program. In January 2020 the institution's TEL advisory staff was tasked with training seven Social Work educators in blended educational design. Using the DC4E and the supplemental material, the TEL advisory staff created a bootcamp workshop. The first four steps of the design model were tackled in the workshop in January, followed by an extra session about learning goal definition in February as expertise in that area as well as in the use of the learning management system was identified as lacking. Due to this and the TEL advisory staff's involvement in pivoting all running program's at Zuyd online due to the Covid-19 pandemic, the progress on this specific redesign had to be put on hold. This emphasises the need to develop and train relevant digital skills and competences for digital transformation as advocated by the European Commission [EU18].

Designing a Learning Activity. In addition to the DC4E being used for the design of whole programs or courses, it also posed as the basis for a serious game with which educators can design specific learning activities. The Fellowship of the Learning Activity and Analytics (FOLA²) [SS20] captures and systematises the LD of learning activities along the DC4E's eight steps and makes the players aware of the multidisciplinary approach of LD and the connection of LA to LD. The game was used at the Engineering department of Zuyd with the goal to redesign learning activities about computational fluid dynamics. The challenge was that they had to be done fully online whereas before the wind tunnel at the university had been used. Inspiration was thought from existing teachings about wind tunnels as well as information about online lessons that involve technical tutorials.

Analysing the given context and content, pedagogy and learning activity type were chosen as 'case study'. During the development the design team collaboratively selected several interactions between learners, teachers, material and the environment, added specific intentions and content to each interaction and decided where to add what type of learning-enhancing technology (e.g. tools for wind tunnel simulation and communication). Several aspects were then selected to be paid special attention to during the run of the prototype, i.e. use of resources, social interaction and LA data from the wind tunnel simulation software. Evaluation and adaptation will take place after the run.

Designing a Dashboard. Even though the DC4E has primarily been created for TEL-supported blended LD, it can be applied to design LA dashboards. Following the model's steps, educators at Hogeschool Windesheim, Netherlands, were involved in co-creating a teacher-facing dashboard to support them in their teaching processes [tD21]. They looked at the dashboard's goal, any challenges, the context, content and didactic purpose, visualisations that need to be developed, the test implementation's fit into the learning environment, intended effect, and possible adaptations for the next round. Similarly, FOLA4² method was used to design a learning dashboard at Zuyd for the ICT department in four sessions: The first consisted of four teachers, the second of six teachers, the third of four first-year students, and the last of five first-year students. The teachers chose a list of metacognitive competences for relevant items for a project management course and the learning activity type case study. The teachers used steps 5 and 6 to design a learning activity, including LA elements. The teachers identified several aspects of what they would like to know about their students' behaviour in the given scenario. The student sessions used the same course, the same learning activity type, and the chosen metacognitive competences. With those in play, the students also used steps 5 and 6 to design their learning activity and they also noted down which indicators and metrics could provide learning data for a learning dashboard. Based on this, the research team designed a student and a teacher (class) dashboard that illustrates per learning activity, the measurements and scores for the metacognitive competences. It gives the individual student an overview of scores during multiple courses per metacognitive competence and shows teachers a class overview of scores per student on every metacognitive competence.

5 Conclusion

Within this article we presented a practical learning design process model for educators that need to (re)design traditional face-to-face courses to blended learning scenarios. In contrast to other more abstract models, the DC4E provides step-by-step instructions for practitioners and points to useful templates, tools, and examples for the design process. The DC4E therefore bridges a gap from educational theory to practise while also balancing the autonomy of educational designers, and at the same time introducing standardisation of courses within an institution. The experiences so far show that the DC4E enables communication of course design from different disciplines very well. This is a major achievement as the design of the courses often is not operationalised, and a fixed

terminology to discuss design choices can thus be established. The DC4E therefore contributes towards an institutional culture of (blended) course design. This leads to higher awareness of good and less good design decisions as well as a common knowledge on good blended learning design. By being more aware and by reflecting design decision, course designers can come into an inquisitive attitude to investigate pros and cons of their own course designs.

We also learned, that redesigning face-to-face to blended learning is not something educators can do on their own, as the didactic and technical opportunities are too rich. Therefore, expert guidance in establishing a university cooperate design for blended learning is required to turn traditional course content into attractive blended learning courses. It is important to use technology that works for people and improving education and skills for this is key when it comes to digital transformation [EU20]. The emergency transition to online learning revealed that educators could have been more well-prepared and supported if institutions had invested more in blended learning-skills. But institutions can benefit from the good practices in online learning and teaching that emerged during the Covid-19 pandemic. Furthermore, the crisis constitutes a major opportunity for reconsidering what is good learning [Un20] and these practices could lead to more effective, efficient and satisfactory learning when we will return to 'normal' society. Finally, a model alone is not enough to drive this change: for the final realisation of successful blended learning, templates and examples as well as a community of practitioners within an educational institution are needed to sustainably implement new learning offers and provide quality education.

References

- [BV18] Bower, M.; Vlachopoulos, P.: A critical analysis of technology-enhanced learning design frameworks. *British Journal of Educational Technology*, 49(6):981–997, 2018.
- [Ca09] Cameron, L.: How learning design can illuminate teaching practice. In: *The Future of Learning Design Conference*. 2009.
- [CM08] Collis, B.; Moonen, J.: Web 2.0 tools and processes in higher education: quality perspectives. *Educational Media International*, 45(2):93–106, 2008.
- [Da16] Dalziel, J.; Conole, G.; Wills, S.; Walker, S.; Bennett, S.; Dobozy, E.; Cameron, L.: The Larnaca Declaration on Learning Design. *Journal of Interactive Media in Education*, 1(7):1–24, 2016.
- [DCC15] Dick, W.; Carey, L.; Carey, J.: *The systematic design of instruction*, Eighth Edition. Pearson, 2015.
- [EU18] EU: European Commission: *Communic. from the Commission to the Eur. Parliament, the Council, the Eur. Economic and Social Committee and the Committee of Regions on the Digital Education Action Plan*, 2018. COM(2018) 22 final.

- [EU20] EU: European Commission: Commun. from the Commission to the Eur. Parliament, the Council, the Eur. Economic and Social Committee and the Committee of Regions: Shaping Europe's digital future, 2020. COM(2020) 67 final.
- [G7] Göksu, I.; Özcan, K.; Çakir, R.; Göktas, Y.: Content analysis of research trends in instructional design models: 1999-2014. *J. of Learning Design*, 10(2):85–109, 2017.
- [GB79] Gagne, R.; Briggs, L.: *Principles of instructional design*. Holt, Rinehart & Winston, 1979.
- [GB02] Gustafson, K.; Branch, R.: *Survey of Instructional Development Models*. Fourth Edition. ERIC Clearinghouse on Information and Technology, Syracuse, NY, US, 2002.
- [GK04] Garrison, D.; Kanuka, H.: Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *Internet and Higher Education*, 7(2):95–105, 2004.
- [Ha12] Hattie, J.: *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. Routledge/Taylor & Francis, NY, NY, US, 2012.
- [Ho20] Hodges, C.; Moore, S.; Lockee, B.; Trust, T.; Bond, A.: The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. *EDUCAUSEreview*, 2020.
- [Ke83] Keller, J.M.: Motivational design of instruction. In (Reigeluth, C.M., ed.): *Instructional design theories and models: An overview of their current status*. Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1983.
- [Ke10] Keller, J.M.: *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach*. Springer, New York, 2010.
- [Ki15] Kirschner, P.A.: Do we need teachers as designers of technology enhanced learning? *Instructional Science*, 43(2):309–322, 2015.
- [Ki20] Kissler, S.M.; Tedijanto, C.; Goldstein, E.; Grad, Y.H.; Lipsitch, M.: Projecting the transmission dynamics of SARS-CoV-2 through the postpandemic period. *Science*, 2020.
- [KMS15] Kali, Y.; McKenney, S.; Sagy, O.: Teachers as designers of technology enhanced learning. *Instructional Science*, 43(2):173–179, 2015.
- [Ko01] Korthagen, F.; Kessels, J.; Koster, B.; Lagerwerf, B.; Wubbels, T.: *Linking practice and theory: The pedagogy of realistic teacher education*. Lawrence Elbaum Associates, 2001.
- [La12] Laurillard, D.: *Teaching as a Design Science: Building Pedagogical Patterns for Learning and Technology*. Routledge, New York, NY, US, 2012.
- [ME16] Ma'arop, A.H.; Embi, M.A.: Blended Learning in Higher Learning Institutions: A Review of the Literature. *International Education Studies*, 9(3), 2016.
- [MK06] Mishra, P.; Koehler, M. J.: Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6):1017–1054, 2006.
- [MM13] Mor, Y.; Mogilevsky, O.: The learning design studio: collaborative design inquiry as teachers' professional development. *Research in Learning Technology*, 21, 2013.

- [MM15] McKenney, S.E.; Mor, Y.: Supporting teachers in data-informed educational design. *British Journal of Educational Technology*, 46(2):265–279, 2015.
- [Mo03] Molenda, M.: In Search of the Elusive ADDIE Model. *Performance Improvement*, 42(5):34–37, 2003.
- [Pe03] Peterson, C.: Bringing ADDIE to life: instructional design at its best. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 12(3):227–241, 2003.
- [PLH04] Paavola, S.; Lipponen, L.; Hakkarainen, K.: Models of Innovative Knowledge Communities and Three Metaphors of Learning. *Review of Educational Research*, 74(4):557–576, 2004.
- [Sc19] Scheffel, M.; van Limbeek, E.; Joppe, D.; van Hooijdonk, J.; Kockelkoren, C.; Schmitz, M.; Ebus, P.; Sloep, P.; Drachslers, H.: The means to a blend: A practical model for the redesign of face-to-face education to blended learning. In: *EC-TEL'19. LNCS 11722*. Springer, pp. 701–704, 2019.
- [Sf98] Sfard, A.: On Two Metaphors for Learning and the Dangers of Choosing Just One. *Educational Researcher*, 27(2):4–13, 1998.
- [Şi13] Şimşek, A.: Instructional design and models. In (Çagiltay, K., ed.): *The principles of instructional technology: Theory, research, trends*. Pegem Academy, Ankara, Turkey, 2013.
- [SI13] Sloep, P.: Networked professional learning. In (Littlejohn, A.; Margaryan, A., eds): *Technology-enhanced Professional Learning: Processes, Practices and Tools*, pp. 97–108. Routledge, London, 2013.
- [SS20] Schmitz, M.; Scheffel, M.: The Fellowship of the Learning Activity: playing, cooperating, creating awareness and designing learning activities. In: *LAK20 Companion Proceedings*. SoLAR, p. 192, 2020.
- [tD21] ten Den, L.: Making Use of Students' Usage and Perception Information to Improve Online Learning Activities: A Dashboard Design Founded on Teachers' Needs. Master Thesis, Open Universiteit, 2021.
- [Un20] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: *COVID-19 crisis and curriculum: sustaining quality outcomes in the context of remote learning*, 2020. Issue note no 4.2.
- [Va03] Van den Akker, J.: Curriculum Perspectives: An Introduction. In (van den Akker, J.; Kuiper, W.; Hameyer, U., eds): *Curriculum Landscapes and Trends*, pp. 1–10. Springer Netherlands, Dordrecht, 2003.
- [VMK07] Van Merriënboer, J.; Kirschner, P.: *Ten steps to complex learning: A systematic approach to four-component instructional design*. Routledge, New York, 2007.
- [VS86] Van Strien, P.: *Praktijk als wetenschap. Methodologie van het sociaal wetenschappelijk handelen*. Van Gorcum, Assen, 1986.
- [Wu14] Wubbels, T.: *Verbeter het onderwijs: Begin niet alleen bij de docent*. afscheidsrede, Utrecht University, 2014.

Innovationsschub für die Digitalisierung in der Ausbildungspraxis: Lockdown-Erfahrungen von Lehrenden und Auszubildenden

Desireé Jörke¹, Carmen Neuburg²

Abstract: Dieser Praxisbeitrag nimmt im Rahmen des Anwendungsfeldes der beruflichen Bildung die mit der Pandemie einhergehenden Erfahrungen von Berufsschullehrenden und des Ausbildungspersonals mit dem Einsatz von Bildungstechnologien in den Blick. Die empirischen Daten wurden im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundprojekts 'Diffusion digitaler Technologien in der beruflichen Bildung durch Lernortkooperation' (DiBBLok) erhoben. Anhand von 14 qualitativen, leitfadengestützten Interviews werden die pandemicinduzierte Implementation und der Einsatz von Bildungstechnologien nachgezeichnet sowie Herausforderungen und Potenziale anhand fünf identifizierter Themenfelder aufgezeigt. Abschließend wird diskutiert, wie der Einsatz von Bildungstechnologien künftig nach der Pandemie aussehen kann.

Keywords: Bildungstechnologien, Distanzlernen, Innovationsschub, duale Berufsausbildung, Experten- und Expertinneninterviews

1 Einleitung

Die berufliche Bildung wurde im Zuge der pandemiebedingten Schul- und Betriebsschließungen vor die Herausforderung gestellt, sich zügig an diese neuen Bedingungen anzupassen. Sowohl die Ausgangslage als auch die Problemstellungen in der beruflichen Ausbildung unterscheiden sich deutlich von anderen Schulformen oder der Hochschule, weshalb eine gesonderte Betrachtung notwendig ist: In der beruflichen Bildung sind die Ansprüche einer digitalisierten Arbeitswelt in den Rahmenlehrplänen und Ausbildungsordnungen verankert. Um diese transversalen und digitalen Kompetenzen künftigen Fachkräften vermittelt werden können, ist an berufsbildenden Schulen meist ein Mindestmaß an digitaler Ausstattung vorhanden. Dies liegt daran, dass Digitalisierung sowohl didaktisches Mittel als auch Lerngegenstand ist, weshalb ein durchschnittlich höheres Budget für Digitalisierung seitens des Schulträgers zur Verfügung steht [GK19]. In einigen Bereichen sind die Herausforderungen allerdings ähnlich wie in anderen Bildungseinrichtungen, beispielsweise was die unzureichende digitale Ausstattung der einzelnen Lehrkräfte sowie deren digitale Kompetenzen betrifft

¹ Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie IMW, Neumarkt 9-19, 04109 Leipzig, Deutschland, desiree.joerke@imw.fraunhofer.de

² Technische Universität Dresden Fak. Erziehungswissenschaften, Institut für Berufspädagogik und berufliche Didaktiken, Strehlener Str. 22/24, 01219 Dresden, Deutschland, carmen.neuburg@tu-dresden.de

[FMW19]. Der digitale Durchdringungsprozess verläuft zudem heterogen und es gibt deutliche Unterschiede in der technischen Infrastruktur der beruflichen Schulen [EE20]. Ähnlich dem Digitalisierungsgrad der beruflichen Schulen zeigen sich auch hinsichtlich der Unternehmen enorme Unterschiede.

Die Pandemie hat nun zu einem deutlichen Innovationsschub geführt, indem vermehrt digitale Optionen in der Lehre genutzt wurden [Be20]. Die Krise erweist sich auf Seiten der beruflichen Schulen als auch auf Seiten der Betriebe, als Beschleuniger des Strukturwandels zu digitalen Lehr-Lern-Formaten [KSW20]. Hinsichtlich des Einsatzes digitaler Technologien zeigt Klös [Kl20] auf, dass sich nur knapp ein Drittel der Betriebe aktiv mit Digitalisierung der Ausbildung beschäftigt haben, indem beispielsweise digitale Lehr- und Lernmethoden eingeführt wurden. Vor allem kleine Betriebe verfolgen diese Thematik nicht strategisch [FMW19]. Klös prognostiziert, dass die Tiefe der Digitalisierung je nach Branche auch künftig höchst verschieden bleiben wird, insbesondere durch neue, digitale Geschäftsmodelle oder KI-Methoden [Kl20].

Der vorliegende Beitrag nimmt die pandemiebedingten Erfahrungen mit dem Einsatz von Bildungstechnologien von Berufsschullehrenden sowie des Ausbildungspersonals in den Blick. Nachgezeichnet wird sowohl die Implementation als auch der derzeitige Einsatz im Rahmen der beruflichen Bildung. Am Material werden Herausforderungen und Potenziale aufgezeigt und auf zukünftige Perspektiven für den Einsatz von Bildungstechnologien in der beruflichen Bildung sowie im Rahmen der Kooperation der Lernorte eingegangen.

2 Methodisches Vorgehen

Im Rahmen des Projekts DiBBLoK wurden Narrative aus der Praxis in Bezug auf die Covid-19-Pandemie erhoben. Das vom BMBF geförderte Verbundprojekt untersucht Gelingensbedingungen von Digitalisierungsprozessen an den beiden Lernorten Ausbildungsbetrieb und Berufsschulen. Seit Juni 2020 wurden an beruflichen Schulen und in ausbildenden Unternehmen, die ein Online-Berichtsheft einsetzen, umfangreiche Fallstudien durchgeführt. Innerhalb dieser wurden neben weiteren Erhebungen qualitative Leitfadeninterviews mit neun Berufsschullehrenden und fünf in die Ausbildung involvierte, betrieblichen Akteurinnen und Akteure durchgeführt. Diese Ergebnisse stehen nun im Zentrum des Praxisbeitrages. Durch die Covid-19-Pandemie und das veränderte Infektionsgeschehen rückte inhaltlich die Umstellung des Unterrichtes auf Distanzlehre in den Fokus. Die Interviewten beschrieben Digitalisierungsprozesse vor dem Hintergrund der neuen Anforderungen und die damit einhergehenden Hürden, um dann aufzuzeigen wie den Herausforderungen begegnet wurde. Darüber hinaus wurden die Auswirkungen auf die Digitalisierung und mögliche langfristige Folgen reflektiert.

Da es in Bezug auf die Effekte, der durch die Pandemie bedingten Entwicklung hin zu einer digitalen Fernlehre, im Sommer 2020 bisher kaum Erfahrungen gab, wurde ein exploratives Vorgehen gewählt. Die Analyse qualitativer Daten ermöglicht es, aus der Praxis heraus relevante Themenfelder induktiv zu identifizieren. Diese Themenfelder

bilden die Grundlage, um gezielt tiefergreifende Untersuchungen durchzuführen, ohne einen Anspruch auf Repräsentativität zu erheben. Dazu wurden die Interviews mittels einer software-gestützten Inhaltsanalyse nach der Grounded Theory [BS08] in MAXQDA ausgewertet. Zunächst wurden dabei alle Interview-Transkripte je Sequenz auf relevante Textpassagen hinsichtlich der Digitalisierungsprozesse untersucht und mittels in-vivo coding markiert. Dann wurden Passagen, die thematisch gleiche Elemente beschreiben, denselben Clustern innerhalb des Kategoriensystems zugeordnet, um ein deskriptives System zu erstellen [Ma02]. Mit Hilfe dieser anwendungsbezogenen Aussagesysteme (Theorien) können nun Wirkzusammenhänge in der Praxis aufgedeckt werden.

3 Befunde der Ausbildungspraxis

Im Folgenden werden zentrale Ergebnisse aus den qualitativen Interviews vorgestellt. Dabei wird exemplarisch auf vier identifizierte Cluster eingegangen, die in allen Interviews sichtbar wurden. Die darüber hinaus vorhandene Varianz der Ausprägungen innerhalb der Cluster wird nachfolgend expliziert.

Pandemie als Katalysator für Digitalisierung

Die Erfahrungen in der Bildungspraxis zeigen, dass die Notwendigkeit, digitale Medien zur Überbrückung der Distanz einzusetzen, in beiden Lernorten einen deutlichen Innovationsschub verursacht hat. So wurden geplante Technologieeinführungen in Unternehmen vorgezogen, selbst wenn dies bedeutet, auf Mitarbeitenden-Schulungen und Pilotierungen zu verzichten: „Wir haben im Dezember 2019 eCademy eingeführt und wollten es ab August 2020 nutzen und erst die Ausbilder fit machen. Und Corona hat's beschleunigt, ohne eine umfassende Schulung“ (Ausbilderin AB). Genauso wurden Entscheidungsprozesse beschleunigt: „Kaizala als Messenger durchzusetzen hat über ein halbes Jahr gedauert weil's in der obersten Etage um Geld ging. Dann kam Corona und innerhalb von drei Tagen kam das Okay“ (AL). Insbesondere den gestiegenen finanziellen Rückhalt konnten auch die Berufsschulen bestätigen: „Durch den Digitalpakt oder das Sofort-Ausstattungsprogramm ist finanziell plötzlich sehr großer Handlungsspielraum da.“ (Medienbeauftragter MB).

Wachsende Technologieakzeptanz und Kompetenzzuwachs

Vor allem die Motivation, weiterhin Zugang zu den Auszubildenden zu haben und die soziale Eingebundenheit zu erhalten, führte zu einem aktiven Einsatz digitaler Medien, selbst wenn die Skepsis anfangs groß war. So stieg zuerst die Nutzungsintensität bereits vorhandener Bildungstechnologien: „Wenn ich mir die Nutzung von Moodle angucke, dann gab es vor Corona zehn, die das intensiv genutzt haben. Jetzt arbeitet bestimmt die Hälfte des Kollegiums damit.“ (MB). Viele Schulen sind dann (falls nicht schon vorhanden) auf Microsoft Teams, Moodle oder länderspezifische Plattformen wie LernSax oder Mebis umgestiegen. Die Interviewten beschreiben, dass ein Großteil der

Lehrenden sehr gut mit den digitalen Anforderungen umgehen konnte. Das Know-how war oft schon im Kollegium vorhanden, weshalb selbstständig Schulungen realisiert wurden und ein starker Austausch stattfand. Dabei wird die Freiwilligkeit als wichtiger Faktor unterstrichen. *“Es gab schulinterne Fortbildungs- und Schulungsangebote von den Kollegen, die das administrativ betreuen. Aber das ist keine Pflicht”* (Berufsschullehrender BL). Den Erfahrungen nach war die Nachfrage dennoch sehr hoch und nur wenige haben sich verweigert. *“Die Kompetenz der Kollegen wächst. Ich als Medienbeauftragter bin teilweise richtig erstaunt, was für Sachen schon gelaufen sind, ohne, dass man das anschieben musste”* (MB).

Aber auch die Auszubildenden zeigten sich aktiv: *“Ich habe 46 Schüler und es sind meist 43 Abgaben. Die anderen drei haben auch vorher nichts gemacht. Ich hatte noch nie so viele Hausaufgabenrückgaben wie im digitalen, das muss ich ehrlich sagen”* (BL). Der Trend zur Digitalisierung wurde also verstärkt. *“Da hat durch die Corona Krise ein großer Sinneswandel stattgefunden.”* (Schulleiter SL).

Didaktische Neuausrichtung

In der ersten Lockdown-Phase war zunächst die größte Herausforderung, den Zugang zu den Auszubildenden sicherzustellen: *Man musste entsetzt feststellen, dass die Azubis zum Teil ihre E-Mail-Adresse nicht kennen. Dann ist es schwer, die Schüler zu aktivieren. Das ist natürlich ein Vorteil von Lernplattformen. Man stellt es einfach ein und die Schüler greifen drauf zu“* (BL). Es zeigte sich, dass Unterricht erst erfolgreich umgesetzt werden konnte, wenn die Kommunikationskanäle geklärt und neue Routinen, wie wöchentliche Abgaben, etabliert waren.

Darüber hinaus wurde von Veränderungen in der Stoffvermittlung berichtet. So war es schwieriger, praktische Szenarien aus der Ferne mit den Auszubildenden zu simulieren. Denn bei den Lernenden zu Hause fehlten dazu z.B. Materialien oder die schulischen Lernkabinette. *“Ich habe festgestellt, dass Handlungsorientierung nicht funktioniert. Ich bin jetzt auf rein fachsystematische Sachen zurückgekommen. Das funktioniert für mich und die Schüler besser”* (BL). Im Zuge der Pandemie kam es also verstärkt zu einem sogenannten “Emergency Remote Teaching” [BS20], worunter ein abrupter und didaktisch unvorbereiteter Wechsel von Präsenz auf digitale Lernformate verstanden wird. Eine solche Umstellung als reiner Medienwechsel, z. B. von Buch zu PDF ist in der beruflichen Bildung in Bezug auf die Handlungsorientierung problematisch, da digitale Medien zwar grundsätzlich das Potenzial besitzen komplexe Handlungsabläufe abzubilden, dies aber mit einer aufwändigen Konstruktion verbunden ist.

Die Interviewten berichteten außerdem, dass ein starker Wechsel zu individualisierten Lernmethoden stattfand. *“Viele Arbeitsaufträge mussten von einer Gruppenarbeit zu einer Individualarbeit umgebaut werden”* (BL). Ergänzend wurde daran gearbeitet weitere digitale Möglichkeiten zu schaffen, um die Auszubildenden in ihren Selbstlernphasen zu unterstützen. *„Ich möchte Schulungen in Form von Videosequenzen auf dem Handy*

anbieten, damit sie selbst nachschauen können“ (AL). Auf diese Weise wurde die Verfügbarkeit erhöht und eine stärkere zeitliche Flexibilisierung ermöglicht.

Sichtbar werdende Heterogenität

Die duale Ausbildung befindet sich stetig in einem technischen und organisatorischen Veränderungsprozess. Die anpassbaren und bundesweiten Grundlagen bilden die technikneutralen und gestaltungsoffenen Ausbildungsordnungen [K120]. Diese ermöglichen, dass jeder Ausbildungsbetrieb sie flexibel zur Anwendung bringen kann. Gerade die Verfügbarkeit von Hardware war auf betrieblicher Seite sehr unterschiedlich: *“Von elektronischen Lehrbüchern bis hin zur Lernplattform ist alles da. Und für die gewerblich-technischen Ausbildung stehen drei bis vier Roboter zur Verfügung“* (AL).

Auch auf personeller Ebene zeigte sich eine große Heterogenität. Die Erfahrungen im Umgang mit digitalen Technologien sind unterschiedlich und beeinflussten den Aufwand, mit dem Lehrende im Zuge der Pandemie konfrontiert waren: *“Für mich war es kaum Aufwand, ich hatte die Unterlagen schon in Moodle. Wer allerdings seit 20 Jahren mit einem Folienordner rumrennt, hatte in der Corona-Zeit ein Problem“* (BL). Auch die Kompetenzen sind unterschiedlich ausgeprägt: *“Man sagt die Azubis kommen schon mit dem Handy auf die Welt; sie sind jedoch nicht so weit, wie wir denken.“* (AL). Laut der Lehrenden war in Bezug auf die Kompetenzen die Anmeldung bei den Lernplattformen eine der größten Herausforderung. *“Die Schüler brauchen eine E-Mail-Adresse, die sie benutzen. Emailadressen sind für Lehrlinge aber nicht modern, sondern Teufelswerk aus dem letzten Jahrhundert“* (MB). Dies beeinflusste dann wieder die Akzeptanz. *“Die Azubis kennen ihre Passwörter nicht und können sie sich nicht merken. Deshalb wird es eher von Seiten der Schüler als von den Lehrern boykottiert und abgelehnt“* (MB). Auf der anderen Seite kam der stärkere Einbezug von digitalen Technologien sehr gut an: *“Es ist toll, wenn man neuen Formate nutzt und dafür eine positive Rückmeldung von Schülern kriegt“* (SL). Weitere Hürden konnten in der Wahrnehmung des Ausbildungspersonals auch aus der heterogenen technischen Ausstattung der Auszubildenden entstehen: *“Es gibt welche, die sind perfekt ausgerüstet und welche, da ist das Handy die einzige Internetquelle. Die haben Zuhause keinen Zugang zu digitalen Medien. Solche Voraussetzungen müssten massiv verbessert werden, damit jeder, unabhängig vom finanziellen Stand, die Möglichkeit hat teilzunehmen“* (BL). Im Zuge der Distanzlehre in der Krise wurden sowohl die Heterogenität auf institutioneller wie auf individueller Ebene sichtbar.

4 Ausblick – Dauerhafte Folgen für die berufliche Bildung

Die berufliche Bildung stellt sich den Herausforderungen, welche sich infolge der Digitalisierung von Lehr- und Lernprozessen ergeben. Der Beitrag konnte entlang der Praxiserfahrungen wichtige konzeptuelle Aspekte des Umgangs mit digitaler Lehre

aufdecken. Die identifizierten Cluster zeigen aus, welche Handlungsfelder – befeuert durch die Pandemie – die größten Veränderungen erfahren haben.

Wie können die ‘Learnings’ der Krise so genutzt werden, dass die Vorteile von Online- und Präsenzlehre sichtbar werden? Zahlreiche Lehrende äußerten dazu, dass sie sich langfristig organisatorische Aspekte der digitalen Lehre (Hochladen und Ablegen von Aufgaben) wünschen und die Erreichbarkeit der sowie den Zugang zu den Auszubildenden als Grundvoraussetzung digitalen Unterrichts in den Fokus zu rücken. Dafür sollen verstärkt Online-Plattformen genutzt werden. Der sichtbar gewordenen heterogenen Ausgangslage auf Seiten der Auszubildenden soll zukünftig durch das zur Verfügung stellen von Hard- und Software sowie der Vermittlung von Basisqualifikationen begegnet werden. Ein neuer Wunsch aus den Pandemieerfahrungen, ist das Beibehalten von temporären Klassenteilungen, bei denen mit Hilfe von Digitalisierung die Klassengröße gemindert wird. Die Befunde aus den Interviews können als Lösungsansätze zur Qualitätssteigerung von Unterricht in der dualen Berufsausbildung begriffen werden.

5 Literaturverzeichnis

- [Be20] Beuck, K. A.: Verwaltung vs. Virus: Schule in der Pandemie. In (Hellert U. Hrsg.): IAP Schriftreihe Bd. 6 Zukunftsweisende flexible Arbeitsgestaltung, iap Institut für Arbeit & Personal, Essen, S. 95-114, 2020.
- [BS20] Bozkurt, A.; Sharma, R.: Emergency remote teaching in a time of global crisis due to Corona Virus pandemic. *Asian Journal of Distance Education* 15/1, S. i-vi, 2020.
- [EE20] Euler, D.; Eckart S.: Nach der Pandemie: für eine gestaltungsorientierte Berufsbildung in der digitalen Arbeitswelt. Eine Denkschrift. www.chance-ausbildung.de/digitalisierung/denkschrift, Stand: 23.02.2020.
- [FMW19] Flake, R.; Meinhard, D. B.; Werner, D.: Digitalisierung in der dualen Berufsausbildung – Umsetzungsstand, Modernisierungs- und Unterstützungsbedarf in Betrieben. *IW-Trends-Vierteljahrsschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung*, 46/2, S. 3–21, 2019.
- [GK19] George, R.; Klinger, A.: Mehrbedarfe für eine adäquate digitale Ausstattung der berufsbildenden Schulen im Lichte des Digitalpakts. *Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft*, Frankfurt am Main, 2019.
- [GS08] Glaser, B.; Strauss, A.: *Grounded Theory: Strategien qualitativer Forschung*. 2. korr. Auflage, Huber (Orig. 1967), Bern, 2008.
- [KL20] Klös, H.-P.: Digitalisierungspotenziale für Deutschland. *IW-Policy Paper*, 14/2020, Institut der deutschen Wirtschaft (IW), Köln, 2020.
- [KSW20] Klös, H.-P.; Seyda, S.; Werner, D.: Berufliche Qualifizierung und Digitalisierung: Eine empirische Bestandsaufnahme. *IW-Report*, 40/2020, Köln, 2020.
- [Ma02] Mayring, P.: *Einführung in die qualitative Sozialforschung*. Beltz Verlag, Weinheim/Basel, 2002.

Herausforderungen bei der Integration von Teamarbeit in die Lehre am Beispiel einer Lehrveranstaltung aus der Informatik

Anja Hawlitschek¹, Galina Rudolf², Sebastian Zug³

Abstract: Die Integration von Teamarbeit in Lehrveranstaltungen der Informatik ist aus vielerlei Hinsicht wünschenswert. Teamarbeit spielt im beruflichen Alltag eine wichtige Rolle, kann zur Steigerung der Qualität von Lernprozessen beitragen und die sozialen Interaktionen zwischen Studierenden fördern. Was aber, wenn Studierende solche Szenarien nicht umsetzen wollen (oder können)? Teamarbeit ist anspruchsvoll – das Team muss sich organisieren, koordinieren, regulieren. Nehmen Lernende den Mehrwert nicht wahr oder sind die kognitiven Kosten zu hoch, kann Teamarbeit scheitern. Ein solches zumindest partielles Scheitern werden wir im Beitrag analysieren und diskutieren. Hierfür ziehen wir Ergebnisse einer Logfileanalyse heran, die auf einen geringen Anteil kooperativer und kollaborativer Programmieraktivitäten hindeuten, obgleich das didaktische Konzept der Lehrveranstaltung auf Teamarbeit ausgerichtet war. Mittels der Ergebnisse einer Vor- und Nachbefragung identifizieren wir potentielle Ursachen, leiten Potentiale für die Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung ab und geben Handlungsempfehlungen für die Lehre.

Keywords: kooperatives Lernen; Hochschullehre; didaktisches Design

1 Einleitung

Die Integration kooperativer und kollaborativer Lernformen in die Lehre bietet viele Vorteile. Während der Covid19-Pandemie, in der die eingeschränkte Interaktion mit anderen Studierenden als besonders negativ wahrgenommen wurde [HBA20], konnte Teamarbeit diese zumindest ein Stück weit fördern. Aber auch im beruflichen Alltag in IT-Berufen spielt die Teamarbeit eine wichtige Rolle [Pe18]. Hierfür bereits im Studium Kompetenzen zu entwickeln, ist eine wichtige Voraussetzung für den erfolgreichen Start ins Berufsleben. Kooperative und kollaborative Lernformen können zudem zur Steigerung der Qualität von Lernprozessen beitragen. Lernende, die sich gegenseitig Inhalte erklären, setzen sich oft intensiver und elaborierter mit diesen auseinander [BLK00]. In der Informatik wurden solche Effekte im Kontext des Pair Programmings untersucht, welches im Vergleich mit Solo Programming oftmals einen höheren Lernerfolg und eine bessere

¹ Otto-von-Guericke-Universität, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg, anja.hawlitschek@ovgu.de

² TU Bergakademie Freiberg, Akademiestraße 6, 09599 Freiberg, galina-rudolf@informatik.tu-freiberg.de

³ TU Bergakademie Freiberg, Akademiestraße 6, 09599 Freiberg, sebastian.zug@informatik.tu-freiberg.de

Performanz beim Programmieren nach sich zieht [UR17]. Beim Einsatz kooperativer und kollaborativer Szenarien sehen sich Lehrende jedoch mitunter mit der Herausforderung konfrontiert, dass Studierende die gewünschten Lernformen nicht im gewünschten Umfang bzw. in der erwarteten Qualität ausführen. Gründe hierfür sind einfach zu finden: Teamarbeit ist eine komplexe und anspruchsvolle Tätigkeit. Lernende müssen sich und das Team organisieren, koordinieren und ihre Lernprozesse regulieren. Dies gilt umso mehr unter Pandemie-Bedingungen. Während des Lockdowns mussten Teams z.B. aufgrund der örtlichen Separation der Mitglieder, einen größeren koordinativen Aufwand zur Ermöglichung der Zusammenarbeit betreiben [Wi21]. Viele Teams beschreiben damit einhergehend eine Veränderung der Teamarbeit von kollaborativen hin zu stärker kooperativen Formen, da letztere als weniger zeitaufwendig und problemfällig wahrgenommen wurden. Insgesamt gilt: Wenn Lernende den Mehrwert von Teamarbeit nicht wahrnehmen oder die kognitiven bzw. zeitlichen Kosten als zu hoch einschätzen, kann daraus ein Scheitern solcher Lernszenarien resultieren [NRG15]. In unserem Artikel werden wir ein solches (partielles) Scheitern beschreiben. Ausgangspunkt war die Idee, angesichts der Vorteile kooperativer und kollaborativer Lernformen, eine Lehrveranstaltung zur Softwareentwicklung auf Teamarbeit umzustellen. Die Analyse der studentischen Daten zeigt jedoch einen geringen Anteil von Zusammenarbeit. Wir werden diese Beobachtung unter Rückbezug auf Studierendenbefragungen diskutieren und Schlussfolgerungen für die Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung sowie allgemein für die Integration von Teamarbeit in die Lehre ziehen.

2 Didaktisches Konzept

Das Forschungsprojekt konzentriert sich auf die Vorlesung “Softwareentwicklung“ für Studierende der Angewandten Informatik und Robotik im zweiten Semester an einer deutschen Universität. Parallel zur Vorlesung, die die theoretischen Grundlagen vermittelt, schulen Übungen die programmiertechnischen Fähigkeiten, das Projektmanagement und die Teamfähigkeit. Die Bearbeitung der Übungsaufgaben sollte in Zweierteams erfolgen. Jedes der sieben Aufgabenblätter bestand aus 2 bis 5 Teilaufgaben unterschiedlicher Komplexität. Für die Bearbeitung der ersten Aufgabe wurde eine kollaborative Arbeitsweise vorgegeben, um die Studierenden mit diesem Modus der Teamarbeit bekannt zu machen. Die erfolgreiche Bearbeitung der Aufgaben war keine zwingende Voraussetzung für die Teilnahme an der Abschlussprüfung. Sowohl die Übungen als auch die Vorlesung wurden unter Pandemie-Bedingungen im Online-Modus durchgeführt. Beim Übungsbetrieb wurde GitHub und darauf aufbauend GitHub-Classrooms⁴ als Lernplattform gewählt. Die Aufgaben wurden im Lernmanagementsystem angekündigt. Sobald die Studierenden dem Link folgten, wurde automatisch ein teaminternes GitHub-Repository angelegt, das eine Arbeitskopie enthielt und nur für die Teammitglieder und die Betreuer zugänglich war. In der Vorlesung wurde

⁴ GitHub-Classrooms Webseite <https://classroom.github.com/>

die Integration von Versionierungssystemen in den Entwicklungsprozess und die Anwendung von Managementfunktionen in GitHub vorgestellt. Die Nutzung der webbasierten Entwicklungsplattform GitHub trainiert zum einen die in hohem Maße relevanten Fähigkeiten der Studierenden im Bereich der Versionsverwaltung und des Projektmanagements. Gleichzeitig stellte diese Lösung unter Pandemie-Bedingungen sicher, dass Lehrende und Studierende eine gemeinsame Sicht auf den aktuellen Stand der Implementierung hatten.

3 Teamarbeit im Kurs

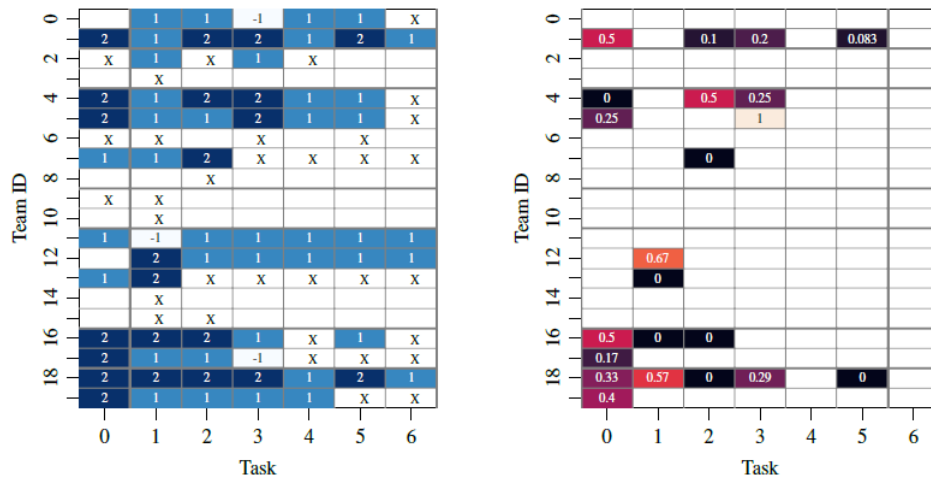
Im Rahmen der ersten Vorlesung bildeten sich 19 Zweier-Teams aus 42 Teilnehmern. Deren GitHub Aktivitäten wurden begleitet und analysiert. 12 der 19 Teams haben mit der Bearbeitung von mindestens 5 der 7 Teilaufgaben begonnen. Dabei zeigten sich unterschiedliche Muster in der Teamarbeit.

3.1 Ergebnisse der Logfile-Analyse

Für die Analyse wurden die Repositories der Teams gespiegelt, automatisch erfasst, anonymisiert und gefiltert. Die Umsetzung erfolgte auf der Basis eines für diesen Zweckentwickelten Python-Paketes⁵. Die Ergebnisse werden in Abb. 1 zusammengefasst. Das erste Diagramm (1a) gibt einen Überblick über die Teamaktivitäten während der Bearbeitung der Teilaufgaben, das zweite Diagramm (1b) illustriert den Anteil der kollaborativ bearbeiteten Codedateien. Diagramm (1a) differenziert zunächst individuellen Bearbeitungen und Teamaktivitäten. Eine "2" markiert die gemeinsame Aufgabenbearbeitung, bei der jeder Partner mindestens eine Codeänderung beigetragen hat. Wenn ein Teammitglied allein an der gesamten Aufgabe arbeitete, wird dies durch eine "1" dargestellt, wobei das Vorzeichen eine Unterscheidung zwischen den beteiligten Teammitgliedern ermöglicht. Eine 1 steht für das erste, eine -1 für das zweite Teammitglied. Eine 1 oder eine -1 kann jedoch auch bedeuten, dass beide Studenten im Pair Programming die Aufgabe auf einem Rechner implementiert haben und dann die Einreichung auf GitHub nur unter einem Account realisiert haben. Ein leeres Feld zeigt an, dass ein Team die Aufgabe nicht aktiviert hat, ein "x", dass keine Änderungen eingestellt wurden. Dies kann bedeuten, dass das Team gar nicht an der Aufgabe gearbeitet hat, oder aber die Lösung komplett offline implementierte.

Die Analyse der Teaminteraktion konzentriert sich auf jene Aufgaben, bei denen beide Teammitglieder mitgewirkt haben (sichtbar durch "2" in Abb. (1a)). Dies sind 22 von 65 abgeschlossenen Aufgaben (z.B. Team1 - Aufgabe 0, 2, 3, 5). Um die Frage nach Teamarbeitsmustern auf Dateiebene zu beantworten, haben wir den jeweiligen Anteil der gemeinschaftlich bearbeiteten Codedateien identifiziert.

⁵ github2pandas Projektwebseite <https://github.com/TUBAF-IFI-DiPiT/github2pandas>



(a) Aktive beitragende Studierende

(b) Anteil gemeinsam editierter Dateien

Abb. 1: Darstellung des Verlaufes der Aktivitäten über die Teilaufgaben 0-6

Ein Wert "1.0" würde kenntlich machen, dass beide Teammitglieder alle relevanten Dateien manipuliert haben. Einträge von "0.0" verweisen auf unabhängige Aktivitäten mit Dateien, zu denen das zweite Teammitglied nichts beigetragen hat. In der Analyse der Daten ergeben sich folgende Erkenntnisse: Zum einen scheint die Nutzung von GitHub auf freiwilliger Basis für viele Studierende unattraktiv gewesen zu sein (lediglich 65 aktive Tasks von potentiell 133). Zum anderen beträgt der Anteil der gemeinsam bearbeiteten Aufgaben nur etwa ein Drittel (22 Multi-Autoren-Aufgaben von 65 aktiv bearbeiteten Aufgaben). Der Anteil kollaborativ editierter Dateien ist gering.

3.2 Ergebnisse der Studierendenbefragung

Eine Vor- und Nachbefragung mittels Online-Fragebogen wurde durchgeführt, um Herausforderungen der Teamarbeit sowie Potentiale für die Weiterentwicklung der Lehrveranstaltung identifizieren zu können. An der Vorbefragung am Anfang des Semesters nahmen 18 Studierende teil. Ihre Erfahrung mit Teamarbeit bewerteten die Studierenden auf einer Likert-Skala von 1 (sehr unerfahren) bis 5 (sehr erfahren) mit 1,6 (SD: 0.78). In einer offenen Frage nach Vor- und Nachteilen von Teamarbeit benannten die Studierenden überwiegend Nachteile, wie unproduktive Partner*innen (2), Ablenkung (1), Ineffizienz (1) und wiesen auf die Relevanz ähnlicher Kenntnisse im Team (1) und passender Aufgaben hin (1). Als Vorteil wurde lediglich die mögliche Unterstützung durch Partner*innen genannt (1).

An der Nachbefragung am Ende des Semesters nahmen 11 Studierende teil. Von diesen gaben sechs an, immer alleine an den Aufgaben gearbeitet zu haben. Als Gründe hierfür wurde in einer offenen Frage überwiegend die fehlende Partizipation der Partner*in genannt (4). Die Studierenden wünschten sich auf einer Likert-Skala von 1 (stimme gar nicht zu) bis 5 (stimme voll zu) vom Lehrenden Unterstützung bei Problemen in der Zusammenarbeit (M: 4,5; SD: 0,6), Anleitungen zur Nutzung von Teamarbeits-Tools (M: 4,3; SD: 0,8), didaktische Unterstützung bei der Entwicklung von Teamwork-Skills (M: 3,9; SD: 1) sowie eine didaktische Begleitung der Teamarbeit (M: 3,8; SD: 0,9).

4 Diskussion

Unsere Erfahrungen zeigen, dass kooperative und kollaborative Lernszenarien keine Selbstläufer sind. Eine Aufforderung zur Teambildung und zur Teamarbeit zu geben und eine Arbeitsumgebung hierfür vorzustellen, garantiert noch keine Zusammenarbeit. Die Logfile-Analysen zeigen, dass nur ein Teil der Studierenden GitHub genutzt hat. Die Daten der Studierendengruppen, die mit GitHub gearbeitet haben, deuten auf eine eingeschränkte Zusammenarbeit hin. Kollaborative Lernaktivitäten (gemeinsame Codebearbeitung) lassen sich nur bei wenigen Aufgaben und wenigen Studierendengruppen identifizieren. Kooperative Lernaktivitäten (Aufteilung der Codebearbeitung) finden etwas häufiger statt, gehen jedoch in der Regel mit einem Ungleichgewicht bei der Bearbeitung zwischen den Teammitgliedern einher. Eine Limitation unserer Analyse ist, dass sich aus den Logfiles nur Indikatoren für Zusammenarbeit ablesen lassen, aber kein vollständiges Bild ableitbar ist. Die Studierenden konnten auch mit anderen Tools arbeiten oder ihre Lösungen offline implementieren. Die Ergebnisse aus der Nachbefragung deuten jedoch ebenso auf eine eingeschränkte Zusammenarbeit hin, auch wenn das geringe N einschränkend auf die Aussagekraft wirkt. Über die Hälfte der Teilnehmer*innen gaben hier an, immer alleine gearbeitet zu haben, vor allem weil die Partner*innen nicht partizipierten. Gründe für das teilweise Scheitern unseres didaktischen Konzeptes sind einerseits in den geringen Vorerfahrungen der Studierenden in Teamarbeit zu finden. Diesbezügliche Kompetenzen sind eine Erfolgsbedingung für erfolgreiche Zusammenarbeit [KKJ03]. Der in der Nachbefragung geäußerte Wunsch nach didaktischer Anleitung von Teamarbeit und Unterstützung beim Kompetenzerwerb ist daher zugleich ein Lösungsansatz. Hierfür werden wir zukünftig Collaboration Scripts einsetzen. Als Collaboration Scripts bezeichnet man Anleitungen dazu, wie Teammitglieder miteinander interagieren und kollaborieren sollen. Im Vergleich mit nicht angeleiteter Teamarbeit können solche Scripte nicht nur den inhaltlichen Lernerfolg steigern, sondern auch das Wissen über wichtige Prinzipien der erfolgreichen Teamarbeit [RS07]. Zugleich äußerten die Studierenden generelle Vorbehalte gegenüber Teamarbeit. Offenbar ist es uns nicht gelungen, den Mehrwert von Teamarbeit für den Kurs zu verdeutlichen. Die damit verbundenen Ziele und Vorteile werden wir daher künftig in der Einführungsveranstaltung mit den Studierenden besprechen und konkrete Prozedere für den Umgang mit Problemen in der Zusammenarbeit benennen. Ein weiterer Ansatz ist die Überarbeitung der

Aufgaben. Diese sollten nicht zu einfach oder zu schnell zu lösen sein, um Teamarbeit nicht ineffizient zu machen bzw. erscheinen zu lassen [Bo20]. Folgende Handlungsempfehlungen für die Integration von Teamarbeit in die Lehre leiten wir ab: (1) Didaktische Unterstützung implementieren, insbesondere für wenig erfahrenen Studierende (z.B. Anleitungen zum Teambuilding, zum Ablauf und zum Prozedere bei Problemen), (2) den Mehrwert von Teamarbeit verdeutlichen und (3) die Aufgaben so anpassen, dass Teamarbeit zur erfolgreichen Bearbeitung erforderlich wird (z.B. Aufteilung von Rollen beim Programmieren).

Literatur

- [BLK00] van Boxtel, C.; van der Linden, J.; Kanselaar, G.: Collaborative learning tasks and the elaboration of conceptual knowledge. *Learning and Instruction* 10/4, S. 311–330, 2000.
- [Bo20] Bowman, N. A.; Jarratt, L.; Culver, K. C.; Segre, A. M.: Pair Programming in Perspective: Effects on Persistence, Achievement, and Equity in Computer Science. *Journal of Research on Educational Effectiveness* 13/4, S. 731–758, 2020.
- [HBA20] Hebebcı, M.; Bertiz, Y.; Alan, S.: Investigation of Views of Students and Teachers on Distance Education Practices during the Coronavirus (COVID-19) Pandemic. *International Journal of Technology in Education and Science* 4/4, S. 267–282, 2020.
- [KKJ03] Kreijns, K.; Kirschner, P. A.; Jochems, W.: Identifying the pitfalls for social interaction in computer-supported collaborative learning environments: a review of the research. *Computers in human behavior* 19/3, S. 335–353, 2003.
- [NRG15] Nokes-Malach, T.; Richey, J.; Gadgil, S.: When Is It Better to Learn Together? Insights from Research on Collaborative Learning. *Educational Psychology Review* 27/4, S. 645–656, 2015.
- [Pe18] Peslak, A.; Kovalchick, L.; Kovacs, P.; Conforti, M.; Wang, W.; Bhatnagar, N.: Linking programmer analyst skills to industry needs: A current review. In: *Proceedings of the EDSIG Conference*. Norfolk, VA, S. 569–574, 2018, url: <http://proc.iscap.info/2018/pdf/4626.pdf>.
- [RS07] Rummel, N.; Spada, H.: Can People Learn Computer-Mediated Collaboration by Following A Script? In (Fischer, F.; Kollar, I.; Mandl, H.; Haake, J. M., Hrsg.): *Scripting Computer-Supported Collaborative Learning: Cognitive, Computational and Educational Perspectives*. Springer, Boston, S. 39–55, 2007.
- [UR17] Umapathy, K.; Ritzhaupt, A. D.: A meta-analysis of pair-programming in computer programming courses: Implications for educational practice. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)* 17/4, S. 1–13, 2017.
- [Wi21] Wildman, J. L.; Nguyen, D. M.; Duong, N. S.; Warren, C.: Student Teamwork During COVID-19: Challenges, Changes, and Consequences. *Small Group Research* 52/2, S. 119–134, 2021.

Proctoring und digitale Prüfungen

Durchführungsbeispiele und Gestaltungselemente für die digitale Lehre

Hendrik Steinbeck, Thomas Staubitz, Christoph Meinel¹

Abstract: Im Zuge des zweiten Universitätssemesters unter Pandemiebedingungen war nicht nur die Durchführung von digitalen Veranstaltungen eine Hürde, sondern auch die Frage nach den Prüfungen und Klausuren. Losgelöst von Institut, Fachbereich und Standort mussten Lehrende eine Antwort auf technische, organisatorische und rechtliche Fragen finden. Die vorliegende Arbeit untersucht folgende Aspekte: 1) Welche existierende Literatur existiert zu digitalen Prüfungen? und 2) Wie kann eine technische Lösung für einen typischen Universitätskurs aussehen? Die erste Frage wird mittels eines Literaturreviews herausgearbeitet. Hierbei sind sowohl Quellen, die weit vor dem ‚Coronasemester‘ verfasst worden sind als auch aktuelle Quellen inkludiert. Die zweite Forschungsfrage wird durch Fallbeispiele aus Sommersemester 2020 und Wintersemester 20/21 skizziert. In Summe ergibt sich ein höchst heterogenes Bild, das eine Schablone für weitere Prüfungsansätze zulässt. Um hierauf eine Lösungsskizze anzubieten, werden die typischen Gestaltungselemente von digitalen Prüfungen und Online-Aufsichten aufgezeigt.

Keywords: digitale Prüfungen, Proctoring, Klausuren, online Aufsicht

1 Einleitung

Jede Universität, und damit jede Lehrperson, stand im Sommersemester 2020 und im folgenden Wintersemester vor der gleichen Frage: Wie führe ich meine Prüfungen durch? Was ist denkbar und logistisch möglich? Eine Antwort möchten wir in dem vorliegenden Papier geben und sowohl die eigenen, als auch fachfremde Erkenntnisse und Lösungsansätze aufzeigen. Während dieser zwei Ausnahmesemester haben wir innerhalb der Forschungsgruppe eine Recherche zu existierenden Prüfungsformaten angestoßen. Alle Akteure mussten ihre bisherige Klausurenphase grundlegend ändern. Es haben sich bei unserer Recherche zwei Erkenntnisse manifestiert:

- Proctoring und digitale Prüfungen wurden bereits vor der Corona-Pandemie wissenschaftlich adressiert.
- Eine abschließende Liste der Prüfungsszenarien ist nicht realistisch. Die Anpassung eines Faktors fügt eine neue Kombination in einem (theoretisch) endlosen Möglichkeitsraum hinzu.

Unter diesen Rahmenbedingungen, innerhalb der deutschen Hochschullandschaft, verfolgt das vorliegende Papier die Beantwortung der folgenden Forschungsfrage:

1. Welche thematischen Schwerpunkte lassen sich für „digitale Prüfungen“ im deutsch- und englischsprachigen Wissenschaftsraum identifizieren?

¹ Hasso-Plattner-Institut, Universität Potsdam, Prof.-Dr.-Helmert-Straße 2-3, 14482 Potsdam,
{vorname.nachname}@hpi.de

Zusätzlich ist die Frage nach Praxisbeispielen von fernüberwachten Klausuren für unterschiedliche Kursgrößen, sowie die ableitbaren Gestaltungselemente von digitalen Prüfungen für vorliegende Arbeit relevant.

Mit diesen Fragen leisten wir einen Beitrag zur theoretischen Diskussion, als auch einen praktischen Ansatz, der eine Projektion auf zukünftige Prüfungssituationen zulässt. Die wesentlichen Ergebnisse der Forschungsfrage sind dabei wie folgt: Eine **Themenmatrix** mittels strukturierter Literaturrecherche, eine Fallstudien-skizze und gesammelte **Impressionen** (n=13) an internen Fachbereichen und externen Instituten und Universitäten und zuletzt eine abgeleitete Übersicht an möglichen **Gestaltungselementen** für digitale Prüfungen.

Insgesamt fokussiert die Arbeit einen hohen Praxisteil, um Dozierenden und Lehrenden eine fundierte Entscheidungsgrundlage zu geben. Hierbei setzen wir kein bestimmtes Fach voraus. Hinsichtlich der Generalisierbarkeit von Hörsaalgröße und Informationstiefe (Bachelor- vs. Mastermodule) ergeben sich ebenfalls diverse Umsetzungsmöglichkeiten.

Sowohl im eigenen universitären Lehr- und Forschungsalltag, als in Gesprächen innerhalb der Forschungsgemeinschaft sind digitale Prüfungen und deren Ausführung immer wieder Thema gewesen. Dadurch, dass traditionsgemäß eine Klausur oder Prüfung am Ende eines universitären Moduls steht, war die Frage nach „Wie prüfen wir?“ allgegenwärtig und gleichzeitig nicht abschließend beantwortbar: Jedes Fach und jede Veranstaltung musste hinsichtlich Inhalt, Studierendenzahl und verfügbarer Personalien neu gedacht werden. Im Austausch hat sich dann in der Praxis eine hohe Bandbreite an Umsetzungsformen gezeigt: Von vollständig asynchronen Open-Book Klausuren bis hin zu durchgetakteten Klausuren via Videokonferenz waren in diesen informellen Gesprächen alle Facetten und Mitteltöne erkennbar. Letztlich führen die einzelnen Stellschrauben zu einer großen Anzahl an Permutationen, sodass die Hauptmotivation des vorliegenden Papieres in der Aufstellung dieser einzelnen Parameter liegt. Als **Limitation** weisen wir auf die juristische Perspektive hin. Im Rahmen unserer Recherche ist mehrmals das Schlagwort „rechtssicher Prüfen“ aufgetaucht. Die Definition und die Implementierung dieses Begriffes ist nicht abschließend geklärt und wird sich möglicherweise noch ändern.

1.1 Definition von Proctoring und Prüfungen

Die Definition für „Proctoring in der digitalen Lehre“ lässt sich in unterschiedlichen Ansätzen ableiten. Bei primär identitätsprüfenden Verfahren sprechen Staubitz et al. (2016) von dem „*Versuch sicherzustellen, dass die TeilnehmerIn die auf einem Zertifikat genannt ist, auch diejenige ist welche die Prüfung absolviert hat*“ (S.4). Eine weitere Definition liefert das Whitepaper von [Si20]: *“Online proctoring is a form of location-independent digital assessment”* (S. 10). Innerhalb der deutschen Hochschullandschaft hat Matthias Baume bereits 2018 auf die unscharfe Definition des Begriffs „Fernprüfungen“ hingewiesen. Nur die synchronen Varianten mit technischer oder menschlicher Online Aufsicht können laut Baume als „online proctored exam“ bezeichnet werden – ein Selbsttest ohne Aufsicht nicht [Ba18].

2 Methodik

Die Erhebung der möglichen Prüfungsformate wurde durch einen klassischen *desk research* Ansatz begonnen:

Suchbegriffe und –logik	Suchort	Gefundene	Relevante
"remote proctoring" OR "digital exam" OR "online exam" OR "proctored exam" -matter -health -diagnosis -matter	JSTOR ² (ohne Bücher)	69	13
"remote proctoring" OR "digital exam" OR "proctored exam"	AISEL ³	14	7
proctoring OR "digitale prüfung" OR "digital exam" OR "proctored exam" OR "online exam"	GI ⁴	18	4
"remote proctoring" OR "digital exam" AND "proctored exam" -health -clinical -medical	Google Scholar 2018 bis 2021	18	11
Summe		119	35

Tab. 1: Suchlogik und Quellen der Literaturrecherche

Aufgrund der fachübergreifenden Suche mussten bei *Jstor* medizinische Artikel mit Fokus auf bildgebende und digitale Diagnoseverfahren ausgeschlossen werden. Die US-amerikanisch dominierte Information System wurde mit dem entsprechenden Bibliothekskatalog AISEL genutzt, um behavioristische und sozio-technische Komponenten mit abzudecken.

Für die Beantwortung der Frage „Wie können Praxisbeispiele aussehen?“ ist vor allem auf das Wissen von Kollegen und Kolleginnen aus Forschung und Lehre zurückgegriffen worden. Die einzelnen Skizzen werden in Abschnitt 4 beschrieben. Es hat sich insgesamt früh gezeigt, dass die intuitive Herangehensweise das **Limitieren von Zeit** ist, um Betrug oder regelwidrige Kooperation zu verhindern. Die Synthese aus Literaturrecherche und Erfahrungsberichten ermöglicht dann die Generalisierung durch die tabellarischen Gestaltungselemente (siehe Anhang 2). Im folgenden Kapitel werden nun die Ergebnisse der Literaturrecherche nach thematischen Schwerpunkten vorgestellt.

² jstor.org

³ aisel.aisnet.org

⁴ dl.gi.de

3 Literaturanalyse

Elektronisches Prüfen, technische Betrachtungen und Quasi-Experimente anhand von Studierendenkohorten finden sich sowohl in den 1970er und rund um die 2000er, als auch in jüngeren Kontexten in den 2010er Jahren. Innerhalb der deutschen Lehr- und Prüfungsszene haben sich ebenfalls weit vor der Coronapandemie Publikationen und Arbeitsgruppen mit digitalen Prüfungen beschäftigt, so zum Beispiel das Arbeitspapier des Hochschulforum Digitalisierung 2015 [Ho15]. Die Maßnahmen der Pandemiebekämpfung sorgen nun für ein gesteigertes (Pflicht-)Interesse der Hochschulakteure. Im In- und Ausland lassen sich Studien und Arbeitspapiere zu technischen, organisatorischen und didaktischen Lösungen lesen. Hierbei sind zwei **Hauptstränge** erkennbar: 1) Existierende Prüfungsprozesse werden mittels digitaler Hilfe aufgerüstet und fortgeführt. Hier gilt es Betrug zu erkennen und stoppen zu wollen [HL08, MG16, Kü17, RZ17]. 2) Neue Prüfungsformate ersetzen alte Strukturen mittels digitaler Hilfe. Hier steht eine Neuauflage und Anpassung der Prüfungen im Vordergrund. [Ko17, Ju18, Ma20b].

Bezüglich der Methodik lassen sich einige Praxisbeispiele und **Experimente** zitieren [BJ09, RZ17, Ch20, HKC21], während strukturierte Literaturrecherchen weniger häufig vertreten sind (vgl. [Am18] und Teile von Hu20). Alle eint die weiterhin offene Frage, inwiefern Kontrollmechanismen wirklich effektiv greifen und sich zudem generalisieren lassen. Die Frage nach dem Grenznutzen von Kontrolle und Überwachung auf Kosten von erhöhtem Stress und weniger Leistung wird ebenfalls in der Literatur diskutiert. Während [Ka14], [KW18] und [Ak21] eben diese Wechselwirkung sehen, haben andere Autoren [WH17] keine Unterschiede in den Prüfungsergebnissen zwischen proctored und nicht-proctored Versuchsgruppen festgestellt.

Nach Sichtung der wissenschaftlichen und journalistischen Quellen ergeben sich für uns drei **Hauptmotivationen** hinsichtlich der Interessensabwägung: Entweder es steht die Kontrolle der Lernenden im Fokus, um Betrug oder regelwidrige Kooperation zu vermeiden. Ein zweites Narrativ legt den Schwerpunkt auf der Chancengleichheit der Studierenden untereinander, während die dritte Perspektive den Datenschutz fokussiert. Gerade der sparsame Gebrauch von Daten und der Abwägung, welche (Meta-)Daten tatsächlich gebraucht werden, ist in der internationalen Literatur kaum gegeben. US-Publikationen diskutieren **biometrische Verfahren** (z.B. Handvenenerkennung) als sicheres Verfahren [LCL15, MG16, Am18]. Verfahren zur Ano- oder Pseudonymisierung sind kaum vorhanden, da gerade die Zugehörigkeit und Rückführbarkeit im Vordergrund der Bemühungen stehen. Während die intuitive **Einsatzphase** während einer Prüfung naheliegt, weisen [KS17] auch auf den Einsatz in den Phasen der Vorbereitung, Korrektur, Nachbereitung (z.B. Einsicht) und Archivierung hin. Die Autoren argumentieren, dass traditionelle Klausuren bereits im „gesamten Lebenszyklus einer Klausur ein stetiger Wechsel zwischen digital und analog inhärent ist“ (ebd. S.3).

Die **technische Ausgestaltung** an Möglichkeiten ist in der Literatur erkennbar. Sowohl Vergleiche von Testanbietern, als auch die Differenzierung selbiger in Authentifizierung, Live-Proctoring, Prüfungsaufzeichnung, Kontrolle des Eingabegerätes und Umgebungskontrolle ist in der Literatur aufgeschlüsselt worden [St16, Wa16, Vi21]. Bezüglich der Probleme und Realweltrestriktionen dieser Techniken sind unterschiedliche Problemfelder sichtbar. Sowohl die Erkennung von Regelverstößen ist strittig (falsch-

positiv Fehler [MG16]), als auch die Fehlinterpretation von Algorithmen auf Basis von Video- und Audiosignalen. Zusätzlich ist die Beweislast bei Unstimmigkeiten weder technisch oder rechtlich abschließend geklärt. *Anekdotische* Beweise solcher Unstimmigkeiten inkludieren Veränderung des Blickwinkels zum Gebrauch von erlaubten Hilfsmitteln, Bau-/Straßenlärm, und anwesende Mitbewohner in studentischen Unterkünften. Andere Nutzer berichten von diskriminierenden Algorithmen auf Basis von fehlerhafter Helligkeitserkennung des Kamerasignals. Die grundsätzlichen **Designelemente** einer überwachten Klausur sind vielfältig. Intuitiv kann Zeitknappheit dazu führen, dass Klausurteilnehmer keine Gelegenheit haben unerlaubte Hilfsmittel zu benutzen [RZ17]. Als Gegenentwurf kann man das Aufheben der strikten Einzelarbeit betrachten und bewusst Gruppenarbeit in den Prüfungsprozess einbauen [Sh04]. Peer-Reviews [BJ09] analog zu wissenschaftlichen Arbeiten und das Nachgespräch von Prüfungsleistungen sind ebenso Elemente, die genannt werden. Eine der wenigen asynchronen und vollständig randomisierten Umsetzungen hat [Pa06] mit 198 Studierenden erprobt. Die **Individualisierung** und automatische Generierung von Prüfungsaufgaben in Kombination mit dem Einsatz in der Korrekturphase ist ebenfalls in der Literatur vertreten [Ko17, Ma20b].

Als Ergebnis veränderter Leistungsfortschrittserhebungen haben sich private und kommerzielle **Drittmärkte** entwickelt – für Lehrende als auch für Lernende. Während *Chegg.com* vor allem auf das Erfassen von fertigen Lösungssets von ganzen Klausuren abzielt, finden sich auf online Inseraten Gebote auf spezielle Klausurtermine für dedizierte Fächer. [Go21] hat dieses technologische Tauziehen bzw. Wettrüsten detailliert für den US-Markt beschrieben. Die untersuchte Literatur ist mittels **Themenmatrix** im Anhang beigefügt.

4 Fallbeispiele

Nachfolgend skizzieren wir 13 gesammelte Impressionen, gefolgt von einer ausführlicheren Beschreibung aus einem Mastermodul an unserem Institut.

#	Fach & Jahrgang	Prüfungsform
1	Datenbanken Bachelor	Schriftliche Klausur via Zoom, alternativ mündliche Ersatzprüfung
2	Deep Learning 20 Bachelorstudierende	Traditionelle Klausur mit striktem Hygienekonzept
3	Algorithmen Bachelor	Verteilte Prüfungsleistungen, synchrone Zoomsessions, postalischer Lösungsversand
4	IT-Prozesse	Synchron-manuelle Zoomsession, zentral-synchrone Aufgabenverteilung
5	Grundlagen der Programmierung	Wöchentliche Abgaben, Online-Programmierungsumgebung mit Hinweisen

6	Mathematik I 140 Bachelorstudierende	Zoommeeting, handschriftliche Lösungen mit anschließendem Postversand; digitale Einsicht
7	IT Systemgrundlagen 120 Bachelorstudierende	Zwischen- und Abschlussklausur; Hybrid aus Hörsaaloption und Online; Foto-Upload PDF
8	Algorithmen Masterseminar (12 Pers.)	Mündliche Prüfung ohne Raumkontrolle
9	Betriebssysteme 100 Bachelorstudierende	Open-Book-Klausur mit postalischem Workflow und Eigenständigkeitserklärung
10	<i>Modul nicht genannt</i>	Einsatz von Wiseflow (Lockdown Browser)
11	Einführung Forschungsmethoden	Zeitlich limitierte Moodle-Klausur
12	Forschungskolloquium	Benoteter Peer-Review-Prozess (mehrstufig)
13	<i>unbekanntes Modul</i>	Fallstudiengruppenarbeit über mehrere Tage

Tab. 2: Beispiele von durchgeführten Prüfungsformaten

4.1 Detailskizze eines Mastermoduls mittels MOOC-Plattform

Im Wintersemester 2020/21 wurde der Masterkurs „Data Management for Digital Health“ angeboten von Herrn Dr. Matthieu-P. Schapranow mit 45 Studierenden mittels Onlineplattform realisiert, um das gesundheitliche Risiko durch Ansteckungen während der Coronavirus-Pandemie für die Studierenden zu minimieren. Dank der bereits existierenden Massive Open Online Course (MOOC)-Plattform konnten inhaltliche Aspekte des Kurses, wie Quizze, Diskussionsforen und Prüfungsvorleistungen, online realisiert werden. Die Abschlussklausur wurde unter Verwendung eines Proctoring-Dienstleisters (Anbieter smowl⁵) durchgeführt, um die Identifikation der Studierenden sicherzustellen und durch automatisierte Analyse von Standbildern Betrugsversuche zu entlarven. Die Klausur umfasste drei Säulen: Multiple-Choice-Fragen nach dem „Alles-oder-Nichts-Prinzip“⁶, Freitextaufgaben und sogenannten „Template“-Aufgaben, bei denen es sich um die Kompetenzfelder „Ergänzen, Ausfüllen und Korrigieren“ handelt. Der Prüfung vorgelagert war eine ausführliche technische Einweisung, eine Eigenständigkeits- und eine Gesundheitserklärung ähnlich einer traditionellen Prüfung. Durch den Einsatz derselben technischen Lösung während der vorlesungsbegleitenden Übungen waren die Studierenden in Bedingung und technischer Abfolge der MOOC-Plattform geübt. Während sich technische Schwierigkeiten in Grenzen hielten, ergab die Evaluation durch die Studierenden durchaus Bedenken hinsichtlich des Datenverbleibs. Aus Sicht der Prüfungsaufsicht ergab sich die Schwierigkeit der Nachvollziehbarkeit der Kalibrierung: Der Anbieter benötigt min. 48 Stunden vor der Prüfung einen durch die Studierenden durchgeführten Bildabgleich, um später die übertragenen Bilder gegenprüfen zu können. Ob wirklich alle Studierenden die erforderliche Registrierung

⁵ Link zum Anbieter: <https://smowl.net/en/>

⁶ Die jeweilige Frage war entweder komplett richtig oder nicht; ohne Negativpunkte.

erfolgreich durchgeführt haben blieb bis zur Klausur offen. Abgesehen von Falsch-Positiv-Meldungen aufgrund von erkannten Kopfhörern, die in dieser Prüfungsform erlaubt waren, um über eine zusätzliche Videokonferenz mit der Prüfungsaufsicht in Kontakt treten zu können, verlief die rein digitale Klausur ohne Beeinträchtigungen. Täuschungsversuche wurden durch die eingesetzte Proctoring-Lösung keine erkannt.

5 Diskussion & Fazit

Nach der Recherche und der Analyse von Fallbeispielen, Best-Practice-Ansätzen, Blogartikeln und wissenschaftlicher Literatur hat sich der intuitive Eindruck einer heterogenen Umsetzungspraxis bestärkt: Der mögliche Ergebnisraum von digitalen Prüfungen und Proctoringverfahren muss für jede Veranstaltung und Standort neu eruiert werden. In den hier gezeigten Praktiken lassen sich abschließend vier Vorlagen ableiten, die für die Praxis mit den Gestaltungselementen (siehe Anhang 2) feinjustiert werden können:

- Kleiner Kurs (<13 Teilnehmer (TN)): Mündliche Prüfung, klarer Personenbezug mit wenig Spielraum für Betrugsvorhaben
- Mittlerer Kurs (ca. 55 TN) mit schriftlicher Klausur im Open-Book-Browserformat – lediglich mit strenger Zeitlimitation
- Mittlerer bis großer Kurs (100-150 TN), Zoom zur manuellen Kontrolle in 4-5 Breakouträumen je max. 16 TN und entsprechendem Personalaufwand
- Pflichtveranstaltung mit großer TN-Zahl: Generierung von individuellen Klausuren, insb. in Technischen, IT und Ingenieursdisziplinen; setzt Workflow und generische Aufgaben voraus, optional postalischer Versand

Auf der Metaebene lassen sich drei Kernressourcen identifizieren, die schon vor didaktischen Überlegungen den potenziellen Lösungsraum eingrenzen können: Entweder es wird ausreichend **Personal** für eine engmaschige Betreuung bzw. Kontrolle eingesetzt, alternativ wird ausreichend **Zeit** in die Erstellung unterschiedlicher und lösungskompetenzorientierter Aufgaben investiert, oder es wird **Geld** für die Lizenzierung von Kontrollsoftware oder Dienstleistern ausgegeben. Zukünftige Prüfungsphasen werden zeigen, ob die deutsche Hochschullandschaft bestehende Strukturen durch Kontrolle und digitale Beweise festigen wird oder, ob neue und offene Formate den Sinn einer solchen Aufrüstung und kommerziellen Lizenzierung obsolet werden lassen. Im Sinne der Forschungs- und Lehrfreiheit ist anzunehmen, dass unterschiedliche Lehrpersonen und Universitäten zu unterschiedlichen Entscheidungen und Umsetzungen kommen werden.

6 Quellenverzeichnis

- [Ak21] Akaaboune, Oquadie et al.: Accountability in Distance Learning: The Effect of Remote Proctoring on Performance in Online Accounting Courses. In Journal of Emerging Technologies in Accounting, Januar 2021.
- [Al03] Allen, G. Donald: A Survey of Online Mathematics Course Basics. The College Mathematics Journal, Bd. 34, Nr. 4, In Mathema. Assoc. of America, S. 270–79. 2003

- [Am18] Amigud, Alexander et al.: An Integrative Review of Security and Integrity Strategies in an Academic Environment: Current Understanding and Emerging Perspectives. In *Computers & Security*, Bd. 76, Juli, S. 50–70. 2018.
- [AW98] Awad, Rania M., John W. Chinneck. Proctor Assignment at Carleton University. *Interfaces*, Bd. 28, Nr. 2, In *INFORMS*, S. 58–71. 1998.
- [Ba18] Baume, M. (2018): Prüfungen von zuhause aus? Geht das? Online. 2021.
- [Be16] Bertheussen, Bernt Arne: Validating a Digital Assessment Practice. In *Journal of Financial Education*, Bd. 42, Nr. 3–4, S. 187–204. 2016.
- [BJ09] Bouzidi, L’hadi, Alain Jaillet. Can Online Peer Assessment Be Trusted?, In *International Forum of Educational Technology & Society*, S. 13. 2009.
- [Ch20] Chen, Binglin: Learning to Cheat: Quantifying Changes in Score Advantage of Unproctored Assessments Over Time. In *ACM Conference L@S*. S. 197–206. 2020
- [CP05] Courier, Marcy, Raymond Papp: Software Applications in Higher Education: Necessary Evil? S. 9. 2005.
- [CW11] Courier, Marcy, Linda Webb: Examining a Required Software Applications Course at a Four-Year University. In *SAIS 2011 Proceedings*, Januar 2011
- [Go18] Goertler, Senta, Adam Gacs: Assessment in Online German: Assessment Methods and Results. In *Die Unterrichtspraxis/Teaching German*, Bd. 51, Nr. 2, S. 156–74. 2018.
- [Go21] Goldberg, David: Programming in a Pandemic: Attaining Academic Integrity in Online Coding Courses. In *Communications of the AIS*, Bd. 48, Nr. 1, Februar 2021.
- [HFD20] Beaufsichtigung von digitalen Prüfungsformaten (Online-Proctoring) - Teil 1 des Interviews mit Matthias Baume. In *HFD*, 24. April 2020, <https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/blog/online-proctoring>. 2020
- [HKC21] Halem, Nicolette van et al.: The Effects of Implementation Barriers in Virtually Proctored Examination: A Randomised Field Experiment in Dutch Higher Education. In *Higher Education Quarterly*. 2021.
- [HL08] Harmon, Oskar R., James Lambrinos: Are Online Exams an Invitation to Cheat? In *The Journal of Economic Education*, Bd. 39, Nr. 2, Taylor & Francis, Ltd., S. 116–25. 2008.
- [Ho15] Michel, L.P. et al.: *Digitales Prüfen und Bewerten im Hochschulbereich*. Arbeitspapier Nr. 1. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung. 2015.
- [Hu20] Hussein, Mohammed Juned et al.: An Evaluation of Online Proctoring Tools. In *Open Praxis*, Bd. 12, Nr. 4, Dezember, S. 509. 2020.
- [Ju18] Ju, An et al.: In-Class Coding-Based Summative Assessments: Tools, Challenges, and Experience, In *Proceedings of the 2018 ITiCSE Conference* S. 6. 2018.
- [Ka14] Karim, Michael, et al.: Cheating, Reactions, and Performance in Remotely Proctored Testing: An Exploratory Experimental Study. In *Journal of Business and Psychology*, Bd. 29, Dezember, S. 1–18. 2014.
- [Ko17] Koschmider, Agnes, Mario Schaarschmidt: A Crowdsourcing-Based Learning Approach to Activate Active Learning. In *Bildungsräume 2017*. Gesellschaft für Informatik, Bonn. S. 99-110. 2017
- [KS17] Küppers, Bastian, Ulrik Schroeder: Vergleich von Papierklausuren und elektronischen Prüfungen. In *Informatik 2017*, S.307-318. 2017.

- [Kü17] Küppers, Bastian et al.: Beyond Lockdown: Towards Reliable e-Assessment. In *Bildungsräume 2017*. Gesellschaft für Informatik, Bonn. S. 191-196. 2017
- [La09] Abigail R. Lau, et al.: Proctors Matter: Strategies for Increasing Examinee Effort on General Education Program Assessments. In *The Journal of General Education*, Bd. 58, Nr. 3, S. 196–217. 2009.
- [LCL15] Liu, I-Fan, et al.: An Exploration into Improving Examinees' Acceptance of Participation in an Online Exam. In *Journal of Educational Technology & Society*, Bd. 18, Nr. 2, *International Forum of Educational Technology & Society*, S. 153–65. 2015.
- [Le20] Lee, Jung Wan: Impact of Proctoring Environments on Student Performance: Online vs Offline Proctored Exams. In *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, Bd. 7, Nr. 8, S. 653–60. 2020.
- [Ma20] Manoharan, S., X. Ye: On Upholding Academic Integrity in Online Examinations. In *IEEE Conference on e-Learning (IC3e)*, 2020, S. 33–37. 2020
- [Ma20b] Magdowski, Mathias: Personalisierbare Aufgaben und anonymer Peer Review in den Grundlagen der Elektrotechnik. In *Sprachkunst Beiträge zur Literaturwissenschaft*, Oktober 2020.
- [Mc21] McConville, Brendan, Barbara Murphy: What Is Online? A National Survey of Course Offerings in Music and a Case Study in Music Theory, S. 12. 2021.
- [MG16] Mitra, Sinjini, Mikhail Gofman: Towards Greater Integrity in Online Exams. In *AMCIS 2016 Proceedings*, August 2016.
- [Pa06] Patterson, David A.: A Large-Scale, Asynchronous, Web-Based MSW Comprehensive Exam Administration: Outcomes and Lessons Learned. In *Journal of Social Work Education*, Bd. 42, Nr. 3, Taylor & Francis, Ltd., S. 655–68, 2006.
- [RZ17] Raghavan, Vijay, Xiaoni Zhang: Effectiveness of Digital Controls in Stopping Academic Dishonesty in Remotely Administered Tests. *AMCIS 2017*, August 2017.
- [Sh04] Shen, Jia, et al.: Traditional In-class Examination vs. Collaborative Online Examination in Asynchronous Learning Networks: Field Evaluation Results. In *AMCIS 2004 Proceedings*, Dezember 2004.
- [Si10] Singh, Anil, et al.: Bolstering Teaching through Online Tools. In *Journal of Information Systems Education*, Bd. 21, Nr. 3, Januar 2010, S. 299–312, 2010.
- [Si20] Sietses, L., et al.: White Paper Online Proctoring. Questions and answers about remote proctoring, 2016.
- [St16] Staubitz, Thomas et al.: Automatisierte Online-Aufsicht im Kontext der Wertigkeit von Zertifikaten einer MOOC Plattform. In *14. E-Learning Informatik*, S.125-136. 2016.
- [UXB19] Ullah, Abrar et al.: A Multi-Factor Authentication Method for Security of Online Examinations. In *Smart Grid and Internet of Things*. Bd. 256, S. 131–38. 2019.
- [Vi21] Vivolo, John: Understanding and Combating Resistance to Online Learning, S. 15. 2021
- [Wa16] Wagner, Erica, et al.: Supporting Academic Integrity in a Fully-Online Degree Completion Program Through the Use of Synchronous Video Conferences. In *Journal of Information Systems Education*, Bd. 27, Nr. 3, S. 159–74. 2016.
- [WH17] Weiner, John A., Gregory M. Hurtz: A Comparative Study of Online Remote Proctored versus Onsite Proctored High-Stakes Exams, In *Journal of Applied Testing Technology* S. 8. 2017

- [Wu20] Wuthisatian, Rattaphon: Student Exam Performance in Different Proctored Environments: Evidence from an Online Economics Course. In *International Review of Economics Education*, Bd. 35, November 2020.

Anhang 1: Literatur Themenmatrix

Katalog	Kürzel	Methode / Konzept	Historische Quelle	Praxisbeispiel	Rolle des Proktors	Betrugsabwehr & -erkennung	Techn. Realisierung	Produkte & Anbieter	Einbezug Lernenden	Gruppenvergleiche	Vergleich zu trad. Form	Kollaboration der Lernenden	Angaben individuelle Listerung
AIS	CP05	Umfrage		X									
AIS	Sh04	Experiment		X	X				X			X	
AIS	MG16	Umsetzungsprojekt		X					X				
AIS	RZ17	Experiment				X		X					
AIS	CW11	Experiment		X									
AIS	Go21	Status quo Bericht		X		X			X				
AIS	Wa16	Qualitative Fallstudie	X		X	X							X
JSTOR	Da78	Literaturforschung	X										
JSTOR	A003	Umfrage		X			X						
JSTOR	B109	Experiment		X	X	X	X		X	X	X		
JSTOR	AW98	Implementierung	X										
JSTOR	Be16	Aktionsforschung		X	X	X	X		X	X			
JSTOR	HL08	Quantitatives Modell		X	X	X							
JSTOR	Ka14	Experiment		X	X	X			X	X			
JSTOR	La09	Aktionsforschung		X	X								
JSTOR	LCL15	Umfrage		X	X				X	X			
JSTOR	Mc21	Quant. Fallstudie		X			X		X	X	X		
JSTOR	Pa06	Umfrage		X			X		X	X	X		
JSTOR	V121	Status quo Bericht		X			X		X	X	X		
JSTOR	WH17	Quasi-Experiment		X		X	X		X	X			
GI	SH16	Aktionsforschung		X				X	X	X			
GI	KH17	Prozessmodell				X							
GI	KS17	Status Quo & Modell									X		
GI	Ko17	Empirische Evaluat.		X					X	X	X		
Scholar	Ak21	Experiment								X			
Scholar	Le20	Langzeitstudie								X	X		
Scholar	UXB18	Simulation		X		X	X			X	X		
Scholar	Wu20	Empirische Evaluat.		X					X	X	X		
Scholar	Go18	Experiment		X						X	X		
Scholar	Ma20	Diskussionspapier		X						X			X
Scholar	HKC21	Experiment		X					X	X			
Scholar	Am18	Literaturforschung				X							
Scholar	Hu20	Umsetzungsanalyse		X			X	X	X	X			
Scholar	Ch20	Experiment		X						X			
Scholar	Jn18	Modell & Umsetzung		X			X			X	X		X

Anhang 2: Gestaltungselemente von digitalen Prüfungen und elektronischen Kontrollhilfen im Hochschulkontext (Zeilen unabhängig voneinander)

Aspekt	Ausprägungen									
	Mündlich	Schriftlich	Hausarbeit	Gruppenarbeit	Open-Book Klausur	Projektpflichtung	Portfolio			
Prüfungsform	Keine	Durch Menschen	Während	Durch Software	Mensch und Software	Eidesstattliche Erklärung(en)	Zur Auswertung			
Überwachung	Vor der Prüfung	Schreibprobe / Tastatur-Tippmuster	Kommunikation mit dritten Unterbinden	Kontrolle der Zwischenablage	Kontrolle der angeschlossenen Geräte	Umgebung kontrollieren	Plagiatprüfung			
Einsatzphase	Eigene Leihperson	Fremde Person an eigener Uni	Dritte Person extern	Manuell durch Anbieter	Manuell durch Anbieter	Aus eigener Gruppe (Peer-Review)	Biometrische Daten			
Hauptzweck	Studierendenausweis	Zwei-Faktor-Authentifizierung	QR/Barcode	Mannueller, interner Prozess	Manueller, interner Prozess	Mannuell durch Anbieter	Biometrische Daten			
Identifikation der Lernenden	Webcam	Mikrofon	Zusätzliche Software-Installation	Standort	Standort	Einzelne Fensterfreigabe	Komplette Bildschirmfreigabe			
Freigegebene Soft- und Hardware	Videospur	Audiospur	Fensteraktivität	IP / Standort	Treibersignatur anderer Programme	„Hlegale“ Tastatur oder Mausebenutzung	Mannell			
Hauptindikator für Betrugserkennung	Kontrast / Weißabgleich	Änderung des Kopfes oder Blickwinkels	Klick- / Tippverhalten	Verbindungsansetzer und -abbrüche	Umgebungsgeräusche	Fotoabgleich schlägt fehl	Hilfsmittel als Betrugsmittel erkannt			
Fehlerquellen (falsch positiv)	Frontal	Zwei Videoansichten		Mehrere Seiten / Winkel			360 Grad-Schwenk			
Kamerawinkel	Keine	Teilnehmer Token					Pseudo-Anonymisierung			
Anonymisierung	Selbstgesteuert durch Lernenden	In zentraler Videokonferenz geteilt					Nach Gruppen gestaffelt			
Verteilung der Aufgaben	Zentrale Videokonferenz	1:1 Breakouträume	E-Mail	Forum / LMS	Proprietärer Browser	Zusätzliches Chatprogramm				
Kommunikationskanäle während der Prüfung	Aus Präsenz übernommen	Von Lernenden erstellt	Fragenblöcke	Variablen (Rechenaufgaben)	Neu entwickelt	Algorithmisch generiert	Komplett individuelle Klausuren			
Aufgabenursprung	Keine	Reihenfolge der Antworten	Fotopfad als gesamteltes PDF	Textaufgaben	Postalischer Versand	Textbausteine	Persönlich an Campus			
Aufgabenform	Rein digital	Kurzfragen	Fallstudien	Textaufgaben	(Kurz-)Essay	Vervollständigenden				
Aufgabentypen	Multiple Choice	Bilder pro Sekunde	Permanent	Sichprobenbasis	Bei Grenzfällen / Auffälligkeiten	Manneller Zeitpunkt	Zufällig			
Aufnahmefrequenz	Keine Aufnahme, nur Livebild	Bis zur Klausureinsicht	Bis zum Semesterende	Plagiatsscanner	Test & Lösungsdatenbank	Ghost Writer / Live-„Tutor“	Unbegrenzt			
Archivierung (Meta-)Daten	Proctoring-Software	Proctoring-Dienstleister	Institut zahlt	Lernender zahlt			Interne Fixkosten			
Anbieter typen (Bezahlmodell)	Probleklansur	Testlauf	Beste Versuche werten	Zwischenklausur	Musterlösung	Klausureinsicht	Freie Zeiteinteilung und Bearbeitung zu Hause			
Zusatzmechanismen	Mündliche Ersatzprüfung	Leistung (unbenotet)	Benotetes Ergebnis	Abzeichen / Badges	Schriftliches Zeugnis	Nano / Micro Degree	ECTS-Punkte			
Ausweisstrukturen	Teilnahmeschein	Leistung (unbenotet)	Benotetes Ergebnis	Abzeichen / Badges	Schriftliches Zeugnis	Nano / Micro Degree	ECTS-Punkte			
Leistungs-/Ergebnis	Teilnahmeschein	Leistung (unbenotet)	Benotetes Ergebnis	Abzeichen / Badges	Schriftliches Zeugnis	Nano / Micro Degree	ECTS-Punkte			

Warum Onlinelehre sowie Open-Books-Klausuren und das Fach Informatik zusammenpassen

Elisaweta Ossovski ¹, Michael Brinkmeier ¹ und Daniel Kalbreyer ¹

Abstract: Durch die Covid19-Pandemie waren Lehrende an vielen Hochschulen gezwungen innerhalb kurzer Zeit Konzepte für digitale Lehre zu entwickeln. Obwohl in Ausnahmefällen zumindest Prüfungen in Präsenz ermöglicht wurden, fand eine hohe Zahl an Klausuren ebenfalls vollständig digital statt. Die Autoren dieses Positionspapiers haben Erfahrungen mit der digitalen Lehre in einem großen Einführungsmodul der Informatik mit insgesamt drei Open-Books-Klausuren gesammelt und festgestellt, dass sowohl die Informatik ein passendes Fach für Onlinelehre sowie Open-Books-Klausuren ist als auch, dass diese für die Informatik besonders gut geeignet sind. Die gewonnenen Erfahrungen und Gründe für diese Thesen werden in dem Positionspapier erläutert, bevor Empfehlungen für Lehrende aller Fächer abgeleitet werden.

Keywords: digitale Lehre, Online-Lehre, open books, digitale Prüfung, Informatik

1 Einleitung

Schon seit einiger Zeit gewinnt digitale Lehre an deutschen Hochschulen an Bedeutung. So gaben 2016 62 % der Befragten in einer Studie des HIS-Instituts für Hochschulentwicklung [Wa16] an, dass digitale Lehre an ihren Hochschulen einen mindestens überdurchschnittlichen Stellenwert besäße. Während in dieser Studie für 73 % der Befragten vor allem der punktuelle Einsatz digitaler Elemente im Vordergrund stand, wurde nur bei 17 % zum Teil auch rein digitale Lehre durchgeführt [Wa16]. Nur 17 % der Befragten gaben damals an den Ausbau rein online-basierter Lehr- und Lernangebote anzustreben. Die Covid19-Pandemie führte allerdings dazu, dass Lehrende an Hochschulen gezwungen waren nahezu vollständig auf digitale Lehre auszuweichen und Präsenz nur in Ausnahmefällen erlaubt wurde. Digitale Prüfungen zu summativen Zwecken, d.h. zur tatsächlichen Leistungsbewertung, wurden vor der Pandemie an 32 % der einbezogenen Hochschulen zumindest erprobt [Wa16]. Wie sich aus einer Reihe von internen Befragungen von Lehrenden und Studierenden ergab, scheint der plötzliche Umstieg auf digitale Szenarien in vielen Fällen besser gelungen zu sein als erwartet wurde. Basierend auf Beobachtungen, die auf einer Reihe von Befragungen und Lehrveranstaltungen, insbesondere auf einer großen Erstsemester-Veranstaltung mit etwa 500 Teilnehmern verschiedener Fächer im Flipped Classroom-Format mit interaktiven Lernmaterialien, beruhen, wird eine Reihe von Thesen formuliert, die begründen, warum das Fach Informatik sich besonders für die Einführung digitaler Lern- und Lehrformate eignet.

¹ Institut für Informatik, Universität Osnabrück, Wachsbleiche 27, 49090 Osnabrück, {ossovski, mbrinkmeier, dakalbreyer}@uos.de. E. Ossovski ist Stipendiatin des Ernst-Ludwig-Ehrlich-Studienwerks.

2 Wieso die Informatik und Onlinelehre zusammenpassen

Dass digitale Lehre und Informatik eine Verbindung zueinander haben, wurde spätestens mit der Dagstuhl-Erklärung [Br16] festgestellt. Im digitalen Wintersemester 2020/21 fiel den Autoren dieses Papiers jedoch überraschenderweise auf, dass die Zufriedenheit mit dem betreuten Informatikmodul im vollständig digitalen Lehrszenario gegenüber den (bereits positiven) vorherigen Jahren sogar gestiegen war. Bestätigt wird dies durch erste Ergebnisse der CHE-Sonderbefragung zum Studium während der Coronapandemie. Dort zeigt sich, dass die digitale Lehre im Fach Informatik sowohl an Universitäten als auch an Fachhochschulen in diversen Kategorien als gut bewertet wird [CHE21].

2.1 Hohe Technikaffinität aller Beteiligten

Sowohl bei den Lehrenden als auch den Studierenden der Informatik ist von einer erhöhten Technikaffinität auszugehen. Da in fachlichen Kontexten regelmäßig mit digitalen Werkzeugen und einem kurzen Innovationszyklus gearbeitet wird, bestehen vermutlich weniger Ängste neue Technologien auch in der Lehre und in ungewohnten Situationen zu nutzen. Zum anderen scheinen Informatiker*innen in der Regel auch über eine Reihe von für digitale Lehre nützlichen Kompetenzen zu verfügen. Das zugrundeliegende technische Wissen scheint die Einarbeitung in die Funktionsweise und den Aufbau von informatischen Systemen und in neue Werkzeuge zu erleichtern. Parallelen und Grundprinzipien, aber auch Unterschiede ähnlicher Angebote werden schneller erkannt und führen zu einer reflektierteren Auswahl passender Werkzeuge. Darüber hinaus sind informatisch gebildete Personen auch in der Lage Programme und Tools für die digitale Lehre selbst anzupassen oder zu entwickeln. Daher werden die existierenden Werkzeuge nicht als statisch und unveränderlich wahrgenommen. Im Gegensatz dazu sind Lehrende ohne entsprechende Kompetenzen häufig darauf angewiesen, dass die vorhandene Infrastruktur entsprechende Funktionalität zur Verfügung stellt und können nur aus existierenden Programmen wählen. Anpassungen, das Integrieren eigener Ideen oder Kombinieren verschiedener Werkzeuge stellen für sie eine deutlich höhere, zum Teil unüberwindbare, Hürde dar.

These 1: Informatische Kompetenzen der Lehrenden erlauben einen flexibleren, reflektierteren Umgang mit digitalen Werkzeugen und begünstigen die Entwicklung und Einführung digitaler Lern- und Lehrformate.

2.2 Natürlichkeit technisch-sozialer Interaktionen

Im späteren Berufsleben werden Informatiker*innen häufig Konzepten wie agilem Arbeiten sowie technisch-sozialen Interaktionen begegnen [Hi01]. Tatsächlich ist festzustellen, dass eine ganze Reihe von arbeitsorganisatorischen Innovationen, wie z. B. Scrum oder kooperative, asynchrone Arbeitsformen, aus der Informatik stammen und vermehrt in anderen Berufsfeldern adaptiert werden. Im Bereich der Informatik ist es sehr weit verbreitet technische Hilfsmittel und feste Regelwerke zur Organisation und

Kommunikation zu nutzen. Daher ist die Vermittlung entsprechender Kompetenzen ein wichtiges Ziel des Informatikstudiums. Die digitale Lehre bietet die Möglichkeit, dass Studierende bereits im Studium – idealerweise vom ersten Semester an – diese Formen der Arbeitsorganisation kennenlernen. So können zur Vermittlung und Organisation der Lernprozesse bereits entsprechende Werkzeuge genutzt werden. Außerdem lernen sie in digitalen Szenarien, die Komponenten des sozialen Lernens einschließen, die Kooperation in Gruppen mit Hilfe technischer Werkzeuge, Materialien und Informationen auszutauschen und an gemeinsamen Dokumenten asynchron zu arbeiten.

These 2: Eine ganze Reihe von Kompetenzen, die im Rahmen der digitalen Lehre von Studierenden erworben werden, sind inhärenter Bestandteil der informatischen Berufsfelder.

2.3 Offene Lehr- und Lernkultur

In überfachlichen kollegialen Gesprächen wurde berichtet, dass Studierende sich in Onlinekonferenzen häufig eher passiv verhalten und oft nur wenige Fragen stellen. Einige Lehrende führen dies darauf zurück, dass Studierende den Verlust ihrer Anonymität befürchten. Diese Beobachtung können die Autoren nicht bestätigen. Obwohl den Studierenden im Rahmen der Lehrveranstaltungen, insbesondere der Grundlagenvorlesung, diverse Möglichkeiten angeboten wurden anonym Fragen zu stellen, wurde kein einziges Mal davon Gebrauch gemacht, stattdessen wurden in allen Formaten (Livestreaming, Übung, Forum) Fragen unter Anzeige des Namens offen gestellt. Auch in der Evaluation wurde mehrfach geäußert keine Bedenken diesbezüglich gehabt zu haben. Bei der sonstigen Kommunikation konnten – mit Ausnahme einer grundsätzlich höheren Anzahl an E-Mails, die im Wesentlichen die Fragen vor und nach Präsenzveranstaltungen ersetzen – ebenfalls keine signifikanten Abweichungen zu vorherigen Semestern festgestellt werden.

Die Autoren führen dies darauf zurück, dass in der Informatik der Universität Osnabrück überwiegend eine zwanglose Umgangsweise zwischen den verschiedenen Statusgruppen, zu denen auch studentische Tutor*innen gehören, herrscht. Eine offene Fehler- und Kommunikationskultur scheint eine erhöhte Akzeptanz von Lehrexperimenten selbst bei auftretenden Schwierigkeiten zu bewirken. Dies erleichterte die Einführung einer neuen experimentellen technischen Lernplattform. Außerdem wurden z. B. Elemente von Gamification sowie humorvolle Einschübe oder Kontexte (z. B. in Form von „Eastereggs“) erprobt. Insbesondere diese, keinen direkten inhaltlichen Mehrwert bietenden Elemente, wurden von den Studierenden in der abschließenden Evaluation als besonders positiv hervorgehoben und sogar selbst aufgegriffen. Dies schien auch eine positive Wirkung auf das kooperative Verhalten zwischen den Studierenden gehabt zu haben.

These 3: Niedrige Hürden bei der Kommunikation und gegenseitige Wertschätzung fördern die aktive Kooperation zwischen Studierenden untereinander wie auch zu Lehrenden und erlauben Lehrexperimente.

2.4 Inhalte im Wandel

Im Vergleich zu vielen anderen Disziplinen ist die Informatik trotz ihrer teils lange existierenden mathematischen Grundlagen eine vergleichsweise junge wissenschaftliche Disziplin [De00]. Vor diesem Hintergrund sowie vor dem Hintergrund der hohen Geschwindigkeit technischer und informatischer Entwicklungen in den letzten Jahrzehnten [Mo65] befinden sich auch Teile der Lehrinhalte und die Werkzeuge im ständigen Wandel. Wurde in den 1970er Jahren beispielsweise noch rein imperative Programmierung mit Pascal gelehrt, fanden schon 20 Jahre später objektorientierte Sprachen Einzug in die Grundlehre. Mit den sich verändernden Inhalten und Werkzeugen ist daher auch für Lehrende in Grundlagenkursen der Informatik eine regelmäßige Neugestaltung der Inhalte und damit auch der Materialien und Vermittlungskonzepte notwendig. In diesem Rahmen können dann auch aktuelle Ergebnisse didaktischer Forschung und neue digital gestützte Methoden und Werkzeuge einbezogen werden. Die Umgestaltung eines Kurses nach didaktischen Kriterien stellt damit einen geringeren Aufwand dar als ohne konkreten Anlass überhaupt etwas an der Lehre zu ändern. Die didaktische Forschung setzt dabei in den letzten Jahren in diversen Fächern auf die Nutzung digitaler Technologien und stellt diese überwiegend als vorteilhaft dar, wie Erkenntnisse zum Flipped Classroom, Virtual/Augmented Reality oder auch etablierter Lernsoftware zeigen. Auffällig ist, dass in der CHE-Befragung [CHE21] insbesondere Fächer mit hohen Abbruchquoten, neben Informatik [HRS20] auch Physik und Mathematik, besonders gut bewertet werden. Neben dem Item „Vielfalt digitaler Lehrformate“ trifft dies auch auf die didaktischen Konzepte zu. Die digitale Lehre scheint hier als Katalysator für eine didaktisch bessere Aufbereitung gewirkt zu haben. Bezogen auf die diesem Papier zugrundeliegenden Veranstaltungen wurde dieser Effekt dadurch verstärkt, dass die Lehrenden zu einer fachdidaktischen Arbeitsgruppe gehören.

These 4: Eine hohe Dynamik der Inhalte und Methoden fördert eine Umstellung auf digitale Formate. Dadurch kann sowohl die redaktionelle Arbeit als auch die Grundstruktur der Lehrveranstaltung angepasst werden. Das Begreifen von Veränderungen als didaktische Gelegenheiten kann zur nachhaltigen Verbesserung der Lehre führen.

3 Wieso Informatik und Open-Books-Klausuren zusammenpassen

Obwohl zumindest für Prüfungen während der Pandemie häufig Ausnahmen für das Präsenzverbot galten, fanden zur digitalen Lehre überwiegend auch digitale Prüfungen statt. An der Universität Osnabrück fanden mit 32,3 % aller Fachbereichs-Prüfungen im Sommersemester 2020 die zweitmeisten digitalen Klausuren im Fachbereich Mathematik/Informatik statt [Ha21]². Bei genauerer Betrachtung der im Fachbereich

² Die meisten im Fachbereich Rechtswissenschaften, dies ist jedoch eher auf die deutlich höheren Studierendenzahlen sowie auf die grundsätzliche Prüfungsart zurückzuführen.

Mathematik/Informatik angebotenen Prüfungen fanden Präsenzprüfungen jedoch lediglich in der Mathematik statt. Die Lehrenden der Informatik setzten dabei vor allem auf Open-Books-Klausuren, bei denen alle Hilfsmittel außer dem Kontakt zu anderen Personen während der Klausur erlaubt waren. Auch vor der Pandemie gelang es einzelnen Lehrenden der Informatik in digitalen Open-Books-Klausuren mindestens vergleichbare, in jedem Fall aber angemessene Alternativen zur klassischen Papierklausur in Präsenz zu finden. Die möglichen Gründe dafür werden im Folgenden genauer betrachtet.

Ein hoher Kompetenzbezug im Lernstoff ermöglicht im Rahmen des Constructive Alignment [Bi96] auch kompetenzbezogene Aufgaben, die über die Abfrage von Faktenwissen hinausgehen. Die Informatik lebt vom Lösen konkreter Probleminstanzen, für die z. B. Algorithmen entwickelt oder auf die bereits existierenden Lösungen angewendet werden. Dadurch lassen sich auch in Klausuren Aufgaben stellen, die nicht trivial durch Nachschlagen, Internetrecherche oder bereits im Vorfeld festgehaltene Informationen beantwortbar sind. Dies bestätigte sich beim Überarbeiten von älteren Präsenzklausuren, für die keine Hilfsmittel zugelassen worden waren. Nur in wenigen Fällen war es möglich die Aufgaben mithilfe einer Internetrecherche direkt zu lösen. In der Regel handelte es sich dabei um Aufgaben, bei denen bekannte Algorithmen manuell durchgeführt werden sollten. Dafür waren häufig adaptive Werkzeuge verfügbar. Der Aufgabenkern muss sich daher für viele Aufgaben in Informatikklausuren daher gar nicht ändern, sondern lediglich die Art der Aufgabe muss an die verfügbaren Hilfsmittel angepasst werden. Durch Reproduktion, Anwendung, Variation und Implementation kann dasselbe informatische Artefakt (z. B. Algorithmus) in Aufgaben auf verschiedenen Anforderungsstufen, mit verschiedenen Zugängen und Abstraktionsniveaus variiert werden. Geeignete Variationen von Probleminstanzen erschweren den Einsatz von im Internet vorhandenen Lösungen und ermöglichen die Erstellung unterschiedlicher Varianten einer Aufgabe, die Absprachen zwischen Studierenden deutlich erschweren und insbesondere bei Open-Books-Klausuren ohne Aufsicht von hoher Bedeutung sind.

Im Kontext von digitalen Klausuren bieten syntaktisch formale Antworten einen Vorteil bei der automatisierten Korrektur. In der Informatik ist das Einhalten komplexer syntaktischer Regeln eine grundlegende Kompetenz, die u. a. beim Lernen von Programmiersprachen relevant ist. Daher bietet sich in der Informatik über die übliche Form von z. B. Multiple-Choice-Fragen hinaus auch die Möglichkeit für komplexere Aufgaben eine einheitliche Struktur zu fordern und deren Einhaltung auch zu bewerten.

These 5: Die Möglichkeit von stark kompetenz- und anwendungsbezogenen Aufgaben sowie die Formulierung von strikt syntaktischen Antworten erleichtern die Konzipierung (und Korrektur) digitaler Open-Books-Klausuren.

4 Folgerungen



Die erläuterten Thesen sollten keinesfalls als reine Begründung verstanden werden,

wieso die Informatik bei digitaler Lehre gewisse Vorteile hat, sondern viel mehr dazu motivieren Gemeinsamkeiten und Differenzen bewusst zu machen. Eine auch außerhalb digitaler Lehre häufig geforderte Strategie kann dabei sein, stark kompetenz- und problemorientiert zu lehren. In diesem Fall kann der Aufwand für digitale Klausuren, der neben technischen Anforderungen im Wesentlichen in der Findung geeigneter Aufgaben liegt, durchaus durch geringeren Korrekturaufwand mit automatisierter Korrektur ausgeglichen werden. Grundsätzlich sollten Ängste vor technischen Problemen abgebaut werden. Hierbei kann es hilfreich sein den Austausch zwischen Lehrenden verschiedener Fächer zu fördern. Da nicht jede Universität über Personal für Hochschuldidaktik und digitale Lehre verfügt, sollten besonders digital affine Lehrende, die es in der Informatik häufig gibt, offen für Austausch sein und nach Möglichkeit unterstützen, wenn technische Entwicklung benötigt wird. Je größer die Nachfrage nach digitalen Lösungen dann wird, desto mehr Anreize bestehen auch für solche Entwicklungen, um auch nach der Pandemie die Vorteile beider Lehrkonzepte miteinander vereinen zu können.

Literaturverzeichnis

- [Bi96] Biggs, J.: Enhancing teaching through constructive alignment, in: Higher Education 32, S. 347–364, Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [Br16] Brinda, T., Diethelm, I., Gemulla, R., Romeike, R., Schöning, J., Schulte, C. et al.: Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt. Gesellschaft für Informatik e.V., 2016.
- [CHE21] CHE: Centrum für Hochschulentwicklung: Ergebnisse der CHE Studierendenbefragung 2020/21 zur Corona-Pandemie und zur digitalen Lehre, <https://shiny.che-ranking.de/corona2021/>, 2021, letzter Zugriff am 24.03.2021.
- [De00] Denning, P. J.: Computer Science: The Discipline in: Ralston, A.; Hemmendinger, D. (Herausgeber): Encyclopedia of Computer Science, 2000.
- [Ha21] Hamborg, K., Mainka, A., Kukharenska, N., Kötter, J., Nordholt, S.: Befragung der Lehrenden zum digitalen Sommersemester 2020, Working Paper, virtOVS Zentrum für Informationsmanagement und virtuelle Lehre, Universität Osnabrück, 2021.
- [Hi01] Highsmith, J.: History: The Agile Manifesto, abrufbar unter <https://agilemanifesto.org/history.html>, 2001, letzter Zugriff am 08.04.2021.
- [HRS20] Heublein, U., Richter, J., Schmelzer, R.: Die Entwicklung der Studienabbruchquoten in Deutschland. (DZHW Brief 3/2020). Hannover: DZHW, 2020.
- [Mo65] Moore, G. E. : Cramming more components onto integrated circuits, Reprinted from Electronics, volume 38, number 8, April 19, 1965, pp.114 ff., in *IEEE Solid-State Circuits Society Newsletter*, vol. 11, no. 3, S. 33-35, 2006.
- [Wa16] Wannemacher, K., Jungermann, I., Osterfeld, S., Scholz, J., von Villiez, A. (HIS-Institut für Hochschulentwicklung (HIS-HE)): Organisation digitaler Lehre in den deutschen Hochschulen, 2016.

Creation and Utilisation of Domain Specific Knowledge Graphs for E-Learning

Roy Meissner ¹ and Andreas Thor ²

Abstract: Educational domain models are building blocks for educational software. Unfortunately, such domain models require high manual effort to be created, are quickly outdated and are thus rarely used at all. A novel way to create such models is proposed with this paper, utilising knowledge mapping algorithms, natural language processing tools, a semantic web architecture and integration with online knowledge bases. The developed processes and tools make it fast and easy to create domain specific knowledge graphs (DSKG) automatically. Apart from defining DSKGs, two use-cases are presented that show how third-party tools may utilise DSKGs: (1) improved exam generation with EAs.LiT and (2) an assessment item and educational material recommender.

Keywords: Knowledge Maps; Knowledge Graphs; Domain Models; Educational Software Engineering; Automation; Semantic Web

1 Introduction

Educational software systems work with or are built on some form of educational knowledge bases. Such knowledge bases are either manually provided by domain experts (e.g., a lecturer providing the course content) or are implemented into the system (e.g., taxonomies). Research on education and educational software systems shows that data separation into domain, individual and teaching models are desirable [U108]. Unfortunately, creating such models manually imposes a high effort for domain experts, and those created models are quickly outdated due to changing environments [Ho15]. Because of this experience, appropriate models are slow to be adopted and software that uses such is not yet widely used in education. One way to overcome this situation is to separate models from specific tool implementations and to partially automate the (domain) model creation and extension processes, which is presented in section 4. Section 5 showcases how third-party applications can be integrated with such models and section 3 defines the term DSKGs, which is our interpretation of the term domain model. All these topics lead to the creation of a software called Fachlandkarten-Tool (engl. DSKG-Tool), which is usable by domain experts without programming or data scientist skills.

¹ Leipzig University, Institute of Educational Sciences, Dittrichring 5, 04109 Leipzig, Germany, roy.meissner@uni-leipzig.de, <https://orcid.org/0000-0003-4193-8209>

² Leipzig University for Applied Sciences, Faculty for Digital Transformation, Zschochersche Str. 69, 04229 Leipzig, Germany, andreas.thor@htwk-leipzig.de, <https://orcid.org/0000-0003-2575-2893>

2 Related Work

A literature review on Knowledge Graphs (KG) in education defines the term KG, emphasizes on their demand and the usage of Semantic Web technologies [Ri19]. Presented literature and Rizun's own work focus on structural aspects of KGs, their vocabularies, separation of concerns, introduce into KG creation and state about "bottlenecks" of this process. Information about automated creation and maintenance processes were not presented, and KG usage is limited to one example.

The Open Research Knowledge Graph, presented in [Ja19], focuses on information about semantic scholarly knowledge. It uses automated processes to extract information from text in order to semi automatically extend the knowledge graph. Humans may input, revise, maintain and utilise graph information. In contrast, DSKGs focus on educational domain models and software systems, use different and specialized processes and tools for graph creation and revision purposes, and are composable of (sub-)DSKGs by design.

KnowEdu is a system capable of automated KG generation for educational purposes [Ch18]. It uses a data mining approach called probabilistic association rule mining for data extraction from assessment data and tutoring scenarios. The paper at hand differs to it, as its focus is on pedagogical backed modelling, separation of KGs by their domain, graph enrichment from third party repositories, and on different tools to create KGs.

3 Domain Specific Knowledge Graphs (DSKG)

Data models for educational purposes are distinguished into three basic kinds: domain model, teaching (or adaption; didactic) model, and user (or learner; individual) model [UI08, pp. 37]. The term *domain model* is widely used and has various meanings, depending on the context. Ulrich defines *domain model* as "The domain model contains the educational resources, and, depending on the specific system, the domain concepts. Additional information associated to the domain model includes metadata and the domain structure (often represented by a graph) that models the relationships between resources. [...]" [UI08, pp. 37]. This definition can still be widely interpreted and the term *domain model* is often used for large and complex domains. This is why this work focuses on a more precise interpretation of the definition, called *domain specific knowledge graph* (DSKG) (germ. *Fachlandkarte*). A DSKG is an open-world graph which imposes no restriction on the size of its domain or topic and is designed for specific didactic purposes. So DSKGs are usable for e.g., a single seminar, but also for e.g., the whole mathematical domain. They are collaborative pieces of data, curated by domain experts and may even contain conflicting information. DSKGs contain key concepts, which are annotated with further information, like concept types, hierarchies, literature resources, and much more, as depicted in the DSKG part of fig. 2.

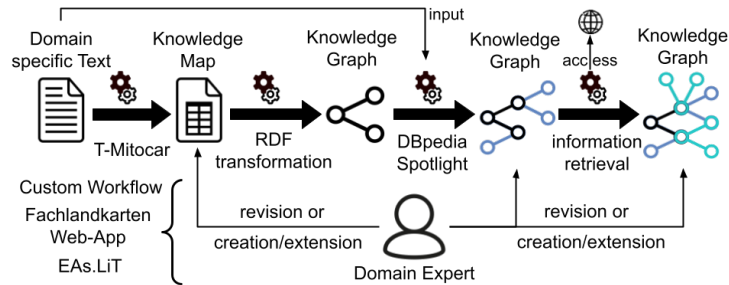


Fig. 1: DSKG creation and extension process, capturing the proposed tools

4 Creation of DSKGs

Manually creating domain models, and thus DSKGs, implies a high workload for domain experts, which is impracticable. This work proposes a semi-automated process to create DSKGs, which is split up into three phases: 1) creation of KGs from source information, using T-Mitocar³, 2) extension of these with information extraction processes applied to the source information, using DBpedia Spotlight⁴, and 3) extensions of the resulting KGs with existing third-party knowledge repositories by information retrieval processes. An open-source web app⁵ has been developed for domain experts, which guides through manual and automated processes. Manual graph revision, extension and visual exploration is also covered as of this web app. The described process (fig. 1) captures all phases and proposed tools, whereas table 1 summarizes used methods and tools.

Step\Method	Manual	Automated
Creation	Human Domain Modeler	T-Mitocar
Extension	Apps: EAs.LiT, Fachlandkarten-Tool	DBpedia Spotlight

Tab. 1: Used methods and tools for DSKG creation and extension

From a technical point of view the system is modularized and coupled with semantic web technologies according to the *flexible educational software architecture* [MT20]. Even though alternatives might be worth testing, T-Mitocar was chosen because of tech4comp project provisions and implies restrictions on German and English source texts, as well as a minimum text length of 350 words. DBpedia Spotlight was chosen because of it being available as a web-service, providing a concise REST-API and providing data from the “most interconnected freely available knowledge graph on the Web”⁶.

³ Proprietary Software, see [PD111], see https://www.pirnay-dummer.de/?page_id=81 (accessed 21. June 2021)

⁴ <https://www.dbpedia-spotlight.org/> (accessed at 21. June 2021)

⁵ Source code repository: <https://gitlab.com/Tech4Comp/fachlandkarten-ui/> (accessed 21. June 2021)

⁶ <https://www.dbpedia.org/> (accessed at 21. June 2021)

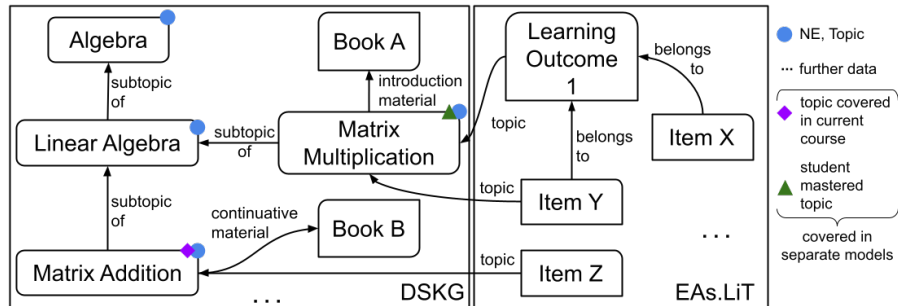


Fig. 2: DSKG integration with EAs.LiT

4.1 Automated Creation

T-Mitocar is a software capable of transferring a written text into an association net (or *knowledge map* (KM)), containing named entities (NE) and weighted associations [PDI11]. Created KMs depend on the text itself, on its length, as well as on an argument dynamically controlling the size of the resulting KM. The KM creation process is fully automated, except for the correct choice of the so called *wordspec* argument, which needs to be determined by domain experts. Created KMs are transferred via custom process to a technical graph format (RDF) for editing, extension, linking and context reasons. This transformation results in a DSKG and the whole process is depicted in the upper left half of fig. 1. As of the simplified example in fig. 2 the so far created DSKG contains the named entities *Algebra*, *Linear Algebra*, *Matrix Multiplication* and *Matrix Addition* only.

4.2 Automated Extension

Several educational use-cases require more specialized information than provided by KMs. One way to gain such information is to analyse the source text with different methods. A tool specifically created for this purpose is DBpedia Spotlight, which offers to extract NEs of a text, providing their types and URLs, leading to further information about the NEs [Me11]. This information is annotated to the created DSKG from step 1), which fig. 2 reflects as all NEs are now referred to as *Topics* (blue dots).

Lastly the DSKG is matched against third party knowledge bases in order to reveal a) hierarchic structures within the DSKG, and b) to gather use-case specific information (not covered as of this work). As of a) contained links of the DSKG are queried to access hierarchical information about the respective NEs on DBpedia, which provides linked and open community knowledge, including hierarchical structures as of topic and subtopic relations [Le15]. In case it is possible to find such structures, the transitive nature of the subtopic relation is used to simplify relations, which are then annotated to the DSKG. Fig. 1 shows both phases in its upper right half and fig. 2 reflects these as *subtopic of* relations.

5 DSKG Application & Utilisation

A chatbot, accessing a KG to support students in their literature literacy was presented in [MK20]. The following paragraphs showcase how DSKGs are utilised as of 1) exam generation processes of EAs.LiT, and 2) an e-assessment item and material recommender.

EAs.LiT is a feature unique e-assessment management tool and allows to generate exams and alternative exams of equivalent difficulty [TPW17], and, since a major revision⁷, also as of equivalent item-topic distribution. The latter feature utilises linkage information between EAs.LiT's data (assessment items and learning outcomes) and DSKGs, as well as hierarchic information contained in linked DSKGs (fig. 2). Links are input using a merged visualisation of a DSKG and EAs.LiT's data. Apart of a simple topic categorization, EAs.LiT is able to use the hierarchic information of DSKGs to ensure that an item-topic restriction, e.g., max. 5 items from topic *Algebra*, is not violated by subtopics, e.g., items from *Matrix Multiplication*.

A specified use-case of the tech4comp project is to improve the self-study environment of students by individually recommending assessment items and educational material, based on individual skills, the current course progress and assessment results. The precise concept is described in [MCI21] and integrates DSKGs with data from EAs.LiT and educational material, as well as maps course progress and individual skills of students to this model. The idea is to link assessment items to learning outcomes and to domain topics (fig. 2). By aligning the described data with an educational course, e.g., as a coverage of a specific DSKG (purple square in fig. 2), it is possible to recommend assessment items and educational material to students, based on the current course progress. Such recommendations can be refined by aligning this data with topics mastered by an individual student (green triangle in fig. 2.). Assessment results, utilising such linked items, can provide insights into individual competencies, their alignment with the educational course and topics a student needs to work through in order to reach the desired learning outcomes. For the latter use-case linked educational materials, like introductory material (fig. 2), might be recommended as a supportive measure.

6 Conclusion & Future Work

Within this paper the term *domain specific knowledge graph* (DSKG) was defined, which is an implementation of educational domain models, and it was shown how DSKGs can be created automatically. To this end approaches and tools were developed that assist domain experts in all parts of the DSKG creation and maintenance processes. Lastly two use cases were presented, which show how third-party tools can benefit from a DSKG integration.

⁷ EAs.LiT source code repositories: <https://gitlab.com/Tech4Comp?filter=eas.lit> (accessed at 21. June 2021)

In future work the following topics will be addressed: 1) investigation of challenges like information loss, redundancy, and source text dependencies; 2) extension of the developed tool with further pipeline tools, knowledge repositories, as well as improved visualization and revision capabilities; as well as 3) a study on accuracy, acceptance and efficiency in comparison to other existing approaches and the manual work of domain experts.

Acknowledgement

This work was supported by the German Federal Ministry of Education and Research for the tech4comp project under grant No 16DHB2102

Bibliography

- [Ch18] Chen, Penghe et al.: KnowEdu: a system to construct knowledge graph for education. *Ieee Access*, 6:31553–31563, 2018.
- [Ho15] Hofmann, Sven: E-Learning und ontologisch strukturierte Planung webbasierter Lehr-Lern-Szenarien. Logos Verlag Berlin GmbH, 2015.
- [Ja19] Jaradeh, Mohamad Yaser et al.: Open Research Knowledge Graph. In: *Proceedings of the 10th International Conference on Knowledge Capture*. Association for Computing Machinery, New York, USA, p. 243–246, 2019.
- [Le15] Lehmann, Jens et al.: Dbpedia – a large-scale, multilingual knowledge base extracted from wikipedia. *Semantic web*, 6(2):167–195, 2015.
- [Me11] Mendes, Pablo N et al.: DBpedia spotlight: shedding light on the web of documents. In: *Proceedings of the 7th international conference on semantic systems*. pp. 1–8, 2011.
- [MK20] Meissner, Roy; Köbis, Laura: Annotated Knowledge Graphs for Teaching in Higher Education. In: *Web Engineering*. pp. 551–555, 2020.
- [MT20] Meissner, Roy; Thor, Andreas: Flexible Educational Software Architecture. Preprint arXiv:2104.12557. Presented at the IMHE Workshop of the ITS 2020
- [MCI21] Meissner, Roy; Ruhland, Claudia; Ihsberner, Katja: Kompetenzerwerbsförderung durch E-Assessment. Preprint
- [PDI11] Pirnay-Dummer, Pablo; Ifenthaler, Dirk: Reading guided by automated graphical representations. *Instructional Science*, 39(6):901–919, 2011.
- [Ri19] Rizun, Mariia et al.: Knowledge graph application in education: a literature review. *Acta Universitatis Lodzianis. Folia Oeconomica*, 3(342):7–19, 2019.
- [TPW17] Thor, A.; Pengel, N.; Wollersheim, H.-W.: Digitalisierte Hochschuldidaktik: Qualitätssicherung von Prüfungen mit dem E-Assessment-Literacy-Tool EAs.LiT. *Bildungsräume*, 2017.
- [UI08] Ullrich, Carsten: Pedagogically founded courseware generation for web-based learning: an HTN-planning-based approach implemented in PAIGOS, volume 5260. Springer, 2008.

LinkingKnowledge – ein didaktisches Gestaltungskonzept zur Integration computerlinguistisch generierter Wissensnetze

Laura Köbis¹, Florian Heßdörfer², Eva Moser³, Caroline Mehner⁴ und Heinz-Werner Wollersheim⁵

Abstract: In textbasierten Lehrveranstaltungen bieten Präsenzseminare traditionell den Raum, um im Gespräch mit Studierenden die Mehrdeutigkeit zentraler Konzepte der Lektüregrundlage auszu-leuchten und zu individuellen Lesarten ins Verhältnis zu setzen. Solche Lernprozesse in der Inter-aktions-situation von Online-Seminaren abzubilden, ist eine didaktische Herausforderung. Vor die-
sem Hintergrund stellen wir das Gestaltungskonzept *LinkingKnowledge* vor, in dessen Zentrum die Frage nach der Einbindung von automatisch generiertem Feedback auf studentische Texte in Lehr-Lernprozesse steht. Dieses Feedback wird durch die Textanalyse-Software T-MITOCAR generiert, die in der Lage ist, Einzeltexte und Textkorpora auf ihre Wissensstrukturen hin zu analysieren und diese als Wissensnetze zu visualisieren. Der vorliegende Praxisbeitrag beschreibt die Erfahrungen beim Einsatz der Wissensnetze in einem bildungswissenschaftlichen Modul der Universität Leipzig und erörtert deren Potenzial als Reflexionsmedium in der Lernpartnerschaft von Studierenden und Lehrenden – sowohl für die Vorbereitung der Dozent:innen, als auch in Online-Seminargesprächen mit den Lerner:innen.

Keywords: E-Didaktik, Digitale Lehre, Lektüre-Seminar, Textarbeit, Computerlinguistik, Automatisiertes Feedback, Wissensnetze

1 Einleitung

Der vorliegende Praxisbeitrag beschreibt ein neues Gestaltungskonzept, um computerlin-guistische Analyse und hochschuldidaktische Methodik unter Bedingungen der Online-Lehre zusammenzuführen und automatisiertes Feedback auf studentische Texte als Dis-kussions- und Reflexionsanlass in Online-Seminaren zu nutzen. *LinkingKnowledge* rea-giert auf die Rahmenbedingungen im Lehramtsstudium, die sich durch hohe Studieren-denzahlen, aber begrenzte personelle Ressourcen, häufig lektürebasierte Lehrveranstal-

¹ Universität Leipzig, Erziehungswissenschaftliche Fakultät, Professur für Allgemeine Pädagogik, Dittrichring 5-7, Leipzig, 04019, laura.koebis@uni-leipzig.de

² Universität Leipzig, Erziehungswissenschaftliche Fakultät, Professur für Allgemeine Pädagogik, Dittrichring 5-7, 04109 Leipzig, florian.hessdoerfer@uni-leipzig.de

³ Universität Leipzig, Erziehungswissenschaftliche Fakultät, Professur für Allgemeine Pädagogik, Dittrichring 5-7, 04109 Leipzig, eva.moser@uni-leipzig.de

⁴ Universität Leipzig, Erziehungswissenschaftliche Fakultät, Professur für Allgemeine Pädagogik, Dittrichring 5-7, 04109 Leipzig, caroline.mehner@uni-leipzig.de

⁵ Universität Leipzig, Erziehungswissenschaftliche Fakultät, Professur für Allgemeine Pädagogik, Dittrichring 5-7, 04109 Leipzig, wollersheim@uni-leipzig.de

tungen, aber unterschiedliches studentisches Vorwissen in Bezug auf (geistes-)wissenschaftliche Textarbeit und Selbststudium auszeichnen. Unter diesen Bedingungen ist es bereits im Präsenzbetrieb herausfordernd, Studierende zu vertiefter Textarbeit und Auseinandersetzung mit den Lernzielen und -inhalten anzuregen. Die Online-Lehre verstärkt diese Herausforderung zusätzlich. Die zentrale Idee von *LinkingKnowledge* besteht darin, auch in der digitalen Ferne eine Verbindung zwischen Texten, Wissens-elementen, Lehrenden und Lernenden zu ermöglichen. Die genutzte Textanalyse-Software T-MITOCAR [PIS10] wurde im Rahmen individueller Feedbackszenarien bereits erprobt [Pi20], und wird für *LinkingKnowledge* zur didaktischen Verschränkung individueller Textarbeit und textbasierter Seminargestaltung eingesetzt.

2 Rahmenbedingungen und Zielsetzung

Das Projekt tech4comp widmet sich der Kompetenzentwicklung im Rahmen der Hochschulbildung und prüft im interdisziplinären Austausch technologiegestützte Möglichkeiten, um diese Kompetenzentwicklung mit skalierbaren Mentoringwerkzeugen individuell zu fördern. Eines der vier Testfelder für die Beforschung und Entwicklung dieser Werkzeuge bildet das bildungswissenschaftliche Modul BiWi5 an der Universität Leipzig, das aus einer Vorlesung und einem Seminar besteht. Im Zentrum der Beforschung steht der Seminaranteil des Moduls, das pro Semester von 500 bis 900 Studierenden aus verschiedenen Lehramtsstudiengängen besucht wird, während sich die einzelnen Seminargruppen aus je 30 bis 40 Studierenden zusammensetzen. Inhaltlich bearbeitet das Seminar eine große Bandbreite bildungswissenschaftlicher Fragestellungen und Themen: bildungswissenschaftliche Grundbegriffe, Bildungssystem-Vergleiche, Fragen der Bildungssteuerung und Bildungsgerechtigkeit sowie Umgang mit Heterogenität von Lernenden.

Individuelles Feedback und Austausch über die Seminarthemen und -texte erfolgte bislang vor allem in den Präsenzseminaren. Aufgrund des Betreuungsschlüssels⁶ und der beschriebenen Rahmenbedingungen ist bereits im Präsenzbetrieb ein persönliches Mentoring kaum möglich; eine neue Herausforderung stellt sich, Interaktionsmöglichkeiten im Online-Betrieb zu schaffen. Um einerseits Studierende bei der Strukturierung und Intensivierung ihres Lernprozesses zu unterstützen, und andererseits Dozierende bei der Vorbereitung ihrer Online-Seminare zu entlasten, wurde das Gestaltungskonzept *LinkingKnowledge* entwickelt und erprobt. Im Mittelpunkt stehen Schreibanlässe und anhand textlinguistischer Auswertungen generierte Graphen (Wissensnetze). Zu jeder der zwölf Seminarsitzungen wurde eine Schreibaufgabe erarbeitet, die die Studierenden zu einer schriftlichen Darstellung wesentlicher inhaltlicher Konzepte anregt und sie zum Lernen und Verstehen der Zusammenhänge der Seminarmaterialien und Leitfragen führen soll. Das Schreiben von Texten als Externalisierung von Wissen und Gedanken kann den Lernprozess und die Reflexion über diesen anstoßen; bereits vorhandenes Wissen kann weiterverarbeitet, neue Zusammenhänge erkannt und neues Wissen erworben werden [BT11, Ei05].

⁶ Im WS 2020/2021 wurden 831 Studierende von acht Lehrenden in 18 Seminaren betreut.

Die entstandenen studentischen Texte,⁷ werden durch den T-MITOCAR-Dienst [PIS10] auf ihre Wissensstruktur hin analysiert. Der Abgleich dieser Wissensstruktur mit den entsprechenden Wissensmodellen der Seminartexte liefert die Grundlage für ein automatisch generiertes Feedback-PDF-Dokument durch die TASA⁸-Schnittstelle, das den Bearbeiter:innen der Schreibaufgaben zurückgemeldet werden kann. In ihrer einfachsten Form basiert diese Rückmeldung auf der Übermittlung zweier Graphen, die das Wissensnetz des eigenen Textes (Abb.1) sowie das Wissensnetz des Expertentextes abbilden.

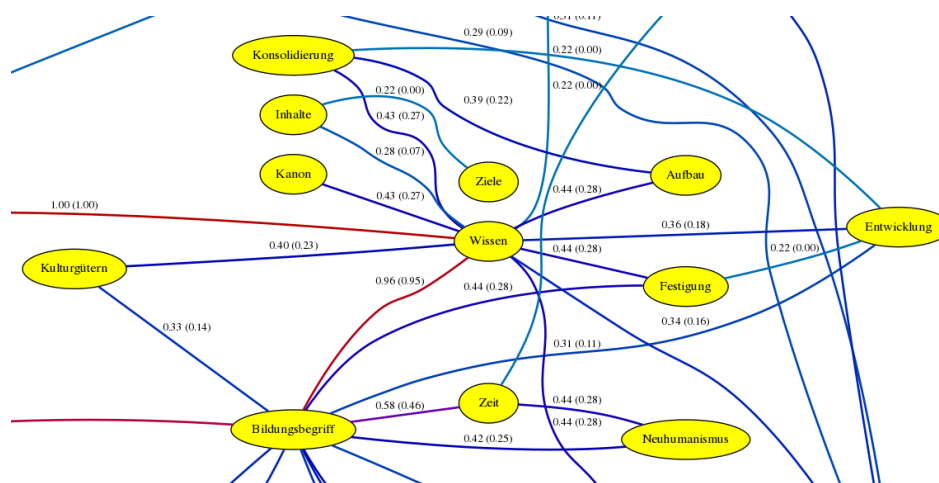


Abb 1.: Ausschnitt eines Wissensnetzes, automatisch generiert aus einem Studierenden-Text

Neben dem Vergleich zwischen zwei Graphen (Eigentext vs. Expertentext) stellt die Schnittstelle die Möglichkeit zur Verfügung, drei weitere Vergleichsdimensionen abzubilden: Rückmeldung über Wissenselemente, (B1) die der eigene Text mit dem Expertentext gemeinsam hat; (B2) die im eigenen Text vorkommen, jedoch nicht im Expertentext; (B3) die im Expertentext vorkommen, im eigenen Text jedoch fehlen.

Sowohl im Feedback-Dokument als auch im gemeinsamen Austausch über die Graphen wird betont, dass kreative Leistungen und eigene Perspektiven in den studentischen Texten keinesfalls ausgeblendet werden sollen, um sich einem Expertengraphen anzunähern. Vielmehr sollen die generierten Wissensnetze genutzt werden, um neue und vorhandene Wissenselemente zu verknüpfen, zu reflektieren und mit Kommiliton:innen zu diskutieren. Forschungsergebnisse zum Einsatz von Concept Maps bzw. Wissensnetzen bekräftigen deren Potential für den Lernprozess [Sc18]. Um Wissensnetze und automatisiertes Feedback zu generieren, stehen neben T-MITOCAR alternative Werkzeuge und Verfahren zur Verfügung; auch für diese können die folgenden Überlegungen zur didaktischen Integration hilfreich sein.

⁷ Die eingereichten studentischen Texte weisen durchschnittlich eine Länge von 514 Wörtern auf; die vom T-MITOCAR-Dienst geforderte Mindestlänge beträgt 350 Wörter.

⁸ TASA = Text-Guided Automated Self-Assessment

3 Didaktische Konzeption: Wissensnetze in der Online-Lehre

Der Austausch mit den Studierenden über die Wissensnetze findet in sogenannten „Schreibaufgabenwerkstätten“ statt, die vier Mal im Semester angeboten werden. Ziel dieser Werkstätten ist sowohl die Anregung eines gemeinsamen, themenzentrierten Austauschs, als auch die aktive Einbindung des Wissensstands der Lerner:innen. Wir leiten diesen Austausch auf zwei Ebenen an: Auf der methodologischen Ebene nähern wir uns der Darstellungs- und Wissensform „Graph“ und geben Raum für individuelle Verständnisweisen und Fragen im Zusammenhang mit der Erzeugung und Lesbarkeit solcher Artefakte. Auf der inhaltlichen Ebene nutzen wir die Graphendarstellung als Zugang zu zwei unterschiedlichen Wissensbereichen, dem Experten- und dem Lernerwissen. In beiden Fällen dient der hohe Abstraktionsgrad des Wissensnetzes als Ausgangspunkt für dessen gemeinsame Befragung und Erläuterung. Zur Integration dieser Aspekte bauen wir die Schreibaufgabenwerkstatt als eine Online-Lehrveranstaltung mit folgendem Ablauf auf (Abb. 2).

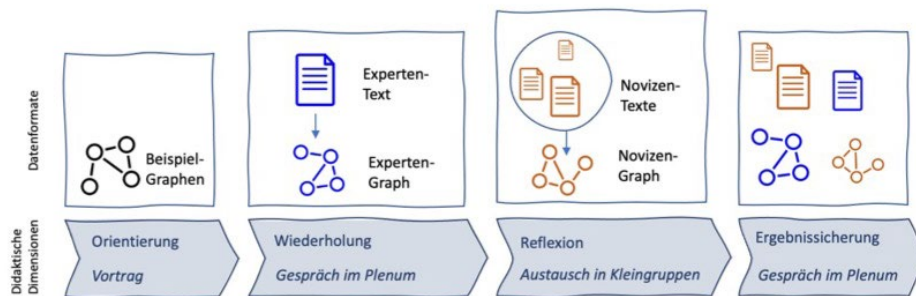


Abb 2.: Ablauf und Datenintegration

Im Anschluss an (1) eine kurze Erläuterung von Graphendarstellungen und ihren Voraussetzungen beginnt die Veranstaltung mit (2) einer durch die Dozierenden geführten Wiederholung des vergangenen Themenblocks; für diese Wiederholung nutzen die Dozierenden Wissensnetze, die aus der jeweiligen Seminarlektüre erstellt wurden und geben damit zugleich ein Beispiel für den aktiven Umgang mit diesen Netzen. Mit Hilfe methodischer Anregungen wie etwa dem 'Erraten' ausgeblendeter Begriffe wird die Graphendarstellung als möglicher Zugang zum eigenen und geteilten Wissen genutzt. Im nächsten Schritt (3) erfolgt der Wechsel vom Experten- zum Lernerwissen. Hierfür nutzen wir das Artefakt des „Novizengraphen“; dieser basiert auf sämtlichen von den Teilnehmer:innen zu einem Thema eingereichten Schreibaufgaben und bildet somit die Struktur des in der Lerngruppe geteilten Wissens ab. Der entscheidende Vorteil dieses Artefakts besteht darin, dass er in der Online-Situation den Austausch über den Wissensstand einer Gruppe ermöglicht, ohne auf die aktive Beteiligung aller Teilnehmer:innen angewiesen zu sein. Um die studentische Beteiligung anzuregen, nutzen wir zudem eine Differenzierung der Arbeitsform: Erst nachdem sich die Teilnehmer:innen in Kleingruppen über exemplarische Ausschnitte aus Schreibaufgabenantworten und über den Seminargraphen ausgetauscht haben, erfolgt (4) eine Vorstellung von Ergebnissen und Fragen aus diesem Austausch im Plenum.

4 Erste Ergebnisse und Weiterentwicklung

Das beschriebene didaktische Gestaltungskonzept wurde im Wintersemester 2020/21 erstmals erprobt. Erste Evaluationsergebnisse stammen aus einer quantitativen Nutzer:innenbefragung sowie aus den Erfahrungen der Dozierenden und qualitativen Befragungen der Studierenden im Rahmen der Schreibaufgabenwerkstätten. Sie deuten darauf hin, dass *LinkingKnowledge* das Potential hat, die gesetzten Ziele, (1) Studierende zur vertieften Auseinandersetzung mit der Seminarlektüre im Selbststudium anzuregen und (2) einen produktiven Austausch über die Seminarlektüre im Online-Seminar zu unterstützen, zu erreichen, machen aber auch deutlich, dass und wo weiterer Entwicklungsbedarf besteht.

In der quantitativen Befragung haben 203 Studierende auf einer Skala von eins bis fünf bewertet, wie hilfreich sie „die Schreibaufgabe“ bzw. „die Wissensgraphen“ für ihren Lernprozess wahrnehmen. Die Schreibaufgabe wird als eher hilfreich ($M = 4,09$, $SD = 0,74$), die Wissensnetze werden unentschieden bewertet ($M = 2,73$, $SD = 1,10$). Jede:r fünfte Teilnehmer:in schätzt die Wissensgraphen als „sehr hilfreich“ oder „eher hilfreich“ für den eigenen Lernprozess ein. In Gesprächen mit den Studierenden klang an, dass sie das Angebot, Feedback auf ihre geschriebenen Texte zu erhalten, grundsätzlich positiv bewerteten. Schwierigkeiten hatten die Studierenden damit, die Wissensnetze zu interpretieren und produktiv für ihren Lernprozess zu nutzen. Sie meldeten allerdings auch zurück, dass die Einführung zur Funktionsweise von T-MITOCAR und die gemeinsame Arbeit mit den Wissensnetzen in den Schreibaufgabenwerkstätten diese Schwierigkeiten zumindest zum Teil ausräumen konnten. Einzelne Studierende berichteten sogar von ausgefeilten Strategien, die sie im Laufe des Semesters im Umgang mit den Netzen entwickelten.

Die Dozierenden bewerteten die Wissensnetze insbesondere als hilfreich, um sich schnell einen Überblick über die Wissensstrukturen in studentischen Texten – sowohl einzelner Texte als auch der Texte der gesamten Studierendengruppe – zu verschaffen. Dieses Wissen konnten Dozierende produktiv zur Strukturierung und Fokussierung des Online-Seminars nutzen, z. B. um auf besonders wichtige Zusammenhänge vertieft einzugehen, oder um auf Zusammenhänge hinzuweisen, die in studentischen Texten fehlten. Besonders gut eigneten sich Ausschnitte aus Wissensnetzen außerdem, um Studierende im Online-Seminar zu spontanen Erläuterungen zu den Texten, die sie geschrieben hatten, anzuregen.




Insgesamt sind die Evaluationsergebnisse vorläufig und nicht verallgemeinerbar. Sie deuten allerdings darauf hin, dass es sich lohnt, das Gestaltungskonzept weiterzuentwickeln, zu optimieren und systematisch zu evaluieren. Geplant ist, insbesondere das Feedbackdokument zu überarbeiten. Es soll konkrete Prompts enthalten, die die Interpretation der Wissensnetze anleiten. Kognitive und metakognitive Prompts haben sich in vergangenen Studien als wirksame Unterstützung von Lernprozessen erwiesen, die es Studierenden ermöglichen, Lerngelegenheiten optimal zu nutzen [Ba09, BNR07]. Darüber hinaus wird die Arbeit mit den Wissensnetzen in jede Seminarsitzung, nicht mehr nur in einzelnen Schreibaufgabenwerkstätten, integriert. Um systematische Erkenntnisse darüber zu erhalten, wie Studierende die Wissensnetze beim Lernen nutzen, ist eine Think-Aloud-Studie [Ho17] geplant. Außerdem soll ein umfassender Evaluationsfragebogen in Anlehnung an das

IEBL [Pe14] zum Einsatz kommen. Neben der Frage nach didaktischen Gestaltungsräumen wird *LinkingKnowledge* durch zwei weitere Herausforderungen bestimmt. Zum einen verfolgen wir die Übertragbarkeit des technisch-methodischen Settings auf andere textorientierte Disziplinen. Zum anderen planen wir unsere Forschung im Hinblick auf die Erarbeitung einer umfangreichen Datenbasis, welche die notwendige Voraussetzung für weitergehende KI-Verfahren bildet. Die Aussicht auf KI-basierte Verfahren mentoriereller Unterstützung für Lehrende und Lernende markiert eine wichtige Zukunftsperspektive unseres Vorhabens.

Literaturverzeichnis

- [Ba09] Bannert, M.: Promoting Self-Regulated Learning Through Prompts. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 2/09, S. 139-145, 2009.
- [BNR07] Berthold, K.; Nückles, M.; Renkl, A.: Do learning protocols support learning strategies and outcomes? The role of cognitive and metacognitive prompts. *Learning & Instruction* 5/07, S. 564-577, 2007.
- [BT11] Biggs, J.; Tang, C.: *Teaching for Quality Learning at University: What the Student Does*. Open University Press, Maidenhead, 2011.
- [Ei05] Eigler, G.: Textproduzieren als Wissensnutzungs- und Wissenserwerbsstrategie. In (Mandl, H.; Friedrich, F., Hrsg.): *Handbuch Lernstrategien*. Hogrefe, Göttingen, S. 187-205, 2005.
- [Ho17] Hofmann, M.: Die Erhebungsmethode des Lauten Denkens. QUASUS. Qualitatives Methodenportal zur Qualitativen Sozial-, Unterrichts- und Schulforschung. <https://quasus.ph-freiburg.de/2217-2/>, 2017, Stand: 08/04/2021.
- [Pe14] Peter, J.; Leichner, N.; Mayer, A.-K.; Krampen, G.: Das Inventar zur Evaluation von Blended Learning (IEBL): Konstruktion und Erprobung in einem Training professioneller Informationskompetenz. In (Krämer, M.; Wegner, U.; Zpanic, M., Hrsg.): *Psychologiedidaktik und Evaluation X*. Shaker Verlag, Aachen, S. 275-282, 2014.
- [PIS10] Pirmay-Dummer, P.; Ifenthaler, D.; Spector, J. M.: Highly integrated model assessment technology and tools. *Educational Technology Research and Development* 1/10, S. 3-18, 2010.
- [Pi20] Pirmay-Dummer, P.: Knowledge and Structure to Teach. A Model-Based Computer-Linguistic Approach to Track, Visualize, Compare and Cluster Knowledge and Knowledge Integration in Pre-Service Teachers. In (Lehmann, T., Hrsg.): *International Perspectives on Knowledge Integration*. Brill, Leiden, S. 133-154, 2020.
- [Sc18] Schroeder, N. L.; Nesbit, J. C.; Anguiano, C. J.; Adesope, O. O.: Studying and Constructing Concept Maps: a Meta-Analysis. *Educational Psychology Review* 30/18, S. 431-455, 2018.

A Neural Natural Language Processing System for Educational Resource Knowledge Domain Classification

Johannes Schrupf ¹, Felix Weber ², Tobias Thelen ³

Abstract:


In higher education, educational resources are the vessel with which information get transferred to the learner. Information on the content discussed in the scope of the educational resources, however, is implicit and must be inferred by the user by reading the resource title or through contextual information. In this paper we present a state-of-the-art neural natural language processing system, based on Google-BERT, that maps educational resource titles into one of 905 classes from the Dewey Decimal Classification (DDC) system. We present model architecture, training procedure dataset properties and our performance analysis methodology. We show that aside from classification performance, our model implicitly learns the class hierarchy inherent to the DDC.


Keywords: Machine Learning, AI in Higher Education, Recommender Systems


1 Introduction

In German higher education institutions, a pivotal aspect of student learning success is the choice of courses: Aside from compulsory courses, students can choose from the vast offering of courses available at their local university as well as additional material such as books, courses on MOOCs or OER for self-study. However, finding these materials can pose a challenge for students unfamiliar with the terms frequently used in a particular field. A student unfamiliar with the field may use descriptions or single terms they know to look for an introductory course. When using traditional pattern-matching search, these search queries may yield no results or return courses within another domain that by chance contain the same words but are otherwise unrelated to the domain the student is looking for. This is a challenge from a technical perspective as students may not be able to give more information about their interest domains other than a description in natural language.

Conversely, categorizing educational resources into knowledge domains poses an equal challenge, different educational resource repositories use different, sometimes

¹ Osnabrück University, Institute of Cognitive Science, Wachsbleiche 27, Osnabrück, 49090, jschrumpf@uos.de,  <https://orcid.org/0000-0002-0068-273X>

² Osnabrück University, virtUOS, Postfach 4469, Osnabrück, 49069, felix.weber@uos.de,  <https://orcid.org/0000-0002-7012-3378>

³ Osnabrück University, Institute of Cognitive Science, Wachsbleiche 27, Osnabrück, 49090, ttelen@uos.de,  <https://orcid.org/0000-0002-3337-6093>

incompatible meta data. Additionally, the inclusion of knowledge domains a course or an OER covers is often only inferable from their title or description.

This study aims at creating a machine-learning based natural language processing system that solves these challenges by classifying any educational resource or interest description into one of 905 classes from the Dewey Decimal Classification (DDC). For this, the system solely relies on the subject information present in the title or description of an educational resource or conversely the input sentence of a student without the need of further metadata information.

1.1 The Dewey Decimal Classification System

The DDC is a knowledge domain representation system commonly used in libraries around the globe [Wi98]. It covers a large amount of knowledge domains that reflect current and past subjects of academic enquiry. We assume the difference between educational resource knowledge domain classes and DDC classes to be small enough that one can be translated into the other without the loss of essential information. The DDC is structured in a tree-like fashion: Every DDC class possess a unique identifier number. A DDC class possesses a parent class and up to 10 child classes. These child classes typically represent a sub-domain of their parent’s knowledge domain. Entries within a child class can be transferred into their respective parent class by truncating their unique identifier number. The DDC has been subject of automatic book classification attempts since the 1970’s [Li13]. Recent attempts [GHA20],[KK20] focussed on applying machine learning paradigms. However, to our knowledge, no classification system based on state-of-the-art deep natural language processing as proposed in this work has been attempted so far.

1.2 Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT)

BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) is a deep neural network for natural language processing. First presented in 2018 by [De19], it is based on the transformer architecture as proposed by [Va17]. A neural network comprised of multiple Encoder stacks, a building block of the transformer architecture, BERT provides deep word embeddings, which then can be used for natural language processing tasks downstream. We utilize a multilingual version of BERT-base, called Bert-base multilingual cased, which was trained on 104 languages.

2 Methods

This section describes our model, SidBERT, its architecture and the training dataset we used for training.

2.1 Architecture & Training

SidBERT is a deep neural network classifier model. It is comprised of a BERT-base multilingual cased model with a custom classification head. SidBERT is trained to classify an input text into one of 905 DDC classes. Input flows through our model via the first layer of the BERT-base layers. The input gets passed through a stack of pre-trained Encoder layers and is extracted via the output of the final Encoder. This information then gets passed to the custom classification head, consisting of a pooling operation, three fully connected layers with dropout layers in between. The fully connected layers of our model possess ReLU activations except the last layer which possesses a softmax activation function. To implement SidBERT we utilize the Huggingface-transformers library in conjunction with the Keras Tensorflow interface. Derived from Lee et al. [LTL19], we use a training strategy that segments training into three phases: In phase one and phase three, only the weights of the classification head are being trained while the weights of the original BERT network are frozen. We chose the learning rate for phase one and three to be $3e-5$. In the first phase, we train for two epochs. In phase three, we train for six epochs. In phase two, we train for four epochs with all weights being trainable. The learning rate is reduced to $1e-5$.

2.2 Dataset & Class selection

Our dataset was accumulated by collecting metadata from libraries of three German University libraries as well as the repository of the German National Library. It is comprised of 1.315.962 book titles and descriptions of books from multiple languages but predominantly contains books in German. We selected 905 DDC classes for our model to be trained on. DDC classes from level one and two were excluded. Classes with at least 200 training samples are selected for training. This results in our training dataset containing classes from DDC level 3 and level 4 only. We limited the maximum number of samples per class to 1600. The statistical properties of the training dataset are listed in Table 1.

max # samples	min # samples	mean	median	SD
1600	200	659.22	444	476.28

Table 1: Statistical properties of the training dataset

3 Results

To assess model's performance, we evaluated it on a test dataset. We use two metrics for evaluation: The mean classification accuracy on the test dataset, and a structural analysis of our model's misclassification behavior. The statistical properties of the test dataset can

be found in Table 3.

max #	min #	mean	median	SD
250	50	136,65	110	75.28

Table 2: Statistical properties of the test dataset

3.1 Accuracy

During training, our model achieves a 62.2% mean recall accuracy on the training dataset as well as a 45.2% mean accuracy on the test dataset.

3.2 Class relationship analysis

When it comes to machine learning classifiers, orthogonality between classes is assumed, meaning that they are independent from one another. Any classifier that does not achieve a classification accuracy of 100% possesses properties which lead to misclassification cases. By analyzing the misclassification behavior, we can draw conclusions about relationship between classes within the classifier’s learned representations. By creating and analyzing a misclassification matrix, we derive a hierarchical clustering of classes utilizing Ward’s minimum variance method [Wa63]. We compare the structure of this hierarchical clustering to the ground-truth structure for our 905 classes. This way, classes that have a common ancestor and that are clustered together to form a new cluster with a respective label denoting the identity of their common ancestor class. Clusters that group together classes with no common ancestor get assigned no label and are excluded from the count. Finally, we count the number of clusters that retained a label for DDC level one to three and present the results in table 4.

Label level	# of labels retained	Difference to total # of classes	Total Percentage Matching
1	109	796	12,04
2	431	474	47,62
3	674	231	74,47

Table 3: Difference between the number of clusters with label and ground truth clusters per DDC level. Difference is computed by subtracting the number of clusters with labels from 905.

4 Discussion

With an average accuracy of 45,2% on the test dataset, our model performs above a random chance accuracy. This signals that SidBERT can learn to classify input sequences into their corresponding DDC classes solely based on sample title and sample description. Comparatively, Golub et al. [GHA20] investigated the applicability of two machine learning models to classify Swedish works into one of 802 DDC classes of level 3, using titles. The first model, which uses a multinomial naïve bayes classifier, achieves a 34.89% accuracy while the second approach, a Support Vector Machine classifier, achieves a 40.91% accuracy. Our model achieves a 10.31% higher mean accuracy when compared to the naïve bayes classifier and a 4,29% higher accuracy compared to the support vector machine classifier. This performance increase is achieved while covering 905 DDC classes compared to 802, leading our model to cover a more granular distribution of the DDC. Our model’s classification granularity is further elevated through its coverage of DDC classes of level 3 and 4 compared to only level 3.

When analyzing the misclassification behavior of our model, we observe a cluster retention rate of 74,47% for clusters at DDC level 3. This means that classes that are closer within the original DDC tree structure are also closer in the learned representation of SidBERT. This behavior could result from two different sources: Firstly, a sufficiently high heterogeneity between samples of classes within our training dataset. Secondly, an implicitly learned hierarchical representation of DDC classes solely based on a learned hierarchical structure from the word embeddings. Unfortunately, no clear answer can be drawn as the word embeddings are a direct result of the input samples from our training dataset. However, by looking at the retention rate of DDC level 2, we hypothesize that at least some representation of DDC structure is preserved within the representation of our model. This is because even though our model has not explicitly learned DDC classes of level 2, a label retention rate of 47,62% remains, significantly higher than what is to be expected if clusters were to be grouped together randomly. At DDC level 1, a retention rate of 12,04% remains, a rate higher than what is expected from a random clustering of classes at this level.

5 Conclusion & Outlook

In this work, we presented SidBERT, a BERT based deep neural network natural language processing model for the classification of input text into one of 905 DDC classes. Our work shows that firstly, BERT based NLP classifiers are indeed able to generalize into useable models for DDC classification. Secondly, we showed that classes with high proximity within the DDC are also close within the representations of SidBERT.

Bibliography

- [DCLT19] Devlin, Jacob ; Chang, Ming Wei ; Lee, Kenton ; Toutanova, Kristina: BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. In: NAACL HLT 2019 - 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies - Proceedings of the Conference Bd. 1 (2019), Nr. Mlm, S. 4171–4186 — ISBN 9781950737130
- [GoHA20] Golub, Koraljka ; Hagelbäck, Johan ; Ardö, Anders: Automatic Classification of Swedish Metadata Using Dewey Decimal Classification: A Comparison of Approaches. In: Journal of Data and Information Science Bd. 5 (2020), Nr. 1, S. 18–38
- [KrKl20] Kragelj, Matjaž ; Kljajić Borštnar, Mirjana: Automatic classification of older electronic texts into the Universal Decimal Classification–UDC. In: Journal of Documentation Bd. 77 (2020), Nr. 3, S. 755–776
- [LeTL19] Lee, Jaejun ; Tang, Raphael ; Lin, Jimmy: What Would Elsa Do? Freezing Layers During Transformer Fine-Tuning (2019)
- [Liu13] Liu, Xiaozhong: Full-Text Citation Analysis : A New Method to Enhance. In: Journal of the American Society for Information Science and Technology Bd. 64 (2013), Nr. July, S. 1852–1863
- [VSPU17] Vaswani, Ashish ; Shazeer, Noam ; Parmar, Niki ; Uszkoreit, Jakob ; Jones, Llion ; Gomez, Aidan N. ; Kaiser, Łukasz ; Polosukhin, Illia: Attention is all you need. In: Advances in Neural Information Processing Systems Bd. 2017-Decem (2017), Nr. Nips, S. 5999–6009
- [Ward63] Ward, Joe H.: Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. In: Journal of the American Statistical Association Bd. 58 (1963), Nr. 301
- [Wieg98] Wiegand, Wayne A: The „Amherst Method“: The Origins of the Dewey Decimal Classification Scheme. In: Libraries & Culture Bd. 33, University of Texas Press (1998), Nr. 2, S. 175–194

Vom Blended Learning zum Full Online – so einfach geht es nicht – Praxiserfahrungen zum Einsatz von Lehrfilmen

Anja Pfennig¹

Abstract: Mit Beginn der Covid-19 Pandemie und dem damit verbundenen ausschließlichen Lehren im online-Format war die Hoffnung verbunden ein Blended Learning Lehrformat für die Studieneingangsphase ohne viel konzeptionelle Änderungen übertragen zu können. Der Kurs Werkstofftechnik als Grundlagenfach für den Maschinenbau baut sich auf *inverted classroom* Lehrszenarien auf, deren Lerngrundlage hierfür eigens produzierte und auf das Lernziel abgestimmte Lehrfilme und Lightboard-Vorlesungen darstellen. Im Kontext der Studieneingangsphase bieten audiovisuell stimulierende Lehrfilme umfassende Lernmedien, wenn sie analog der Lerninhalte einem technischen und didaktischen Qualitätsanspruch genügen. In der Praxis des SS2020 und WS2020/21 hat sich gezeigt, dass die Moderation und Durchführung eines online-Kurses sich deutlich von dem ein blended learning-Kurses unterscheidet. Um denselben Lernerfolg bei Studierenden zu erzielen, müssen Anforderungen viel genauer und detaillierter verfasst werden, Studierende enger und persönlicher begleitet werden und Lehrfilme und Lernmedien in einen Gesamtzusammenhang gestellt werden. Im Folgenden werden aus persönlicher Erfahrung heraus niederschwellige, zum Teil ungewöhnliche praktische Erfahrungen zur erfolgreichen Umsetzung von Lehrfilm-basierten *inverted classroom* Lehrszenarien zusammengefasst und im Hinblick auf die online-Lehre bewertet.

Keywords: inverted classroom, Lehrfilm, Lehrfilmformate, online, Covid-19

Lehrfilmbasierte *inverted classroom* Lehrszenarien

Entscheidende Vorteile des Blended-Learning-Konzeptes für das Grundlagenfach Werkstofftechnik 1 an der HTW Berlin ergeben sich aus einer größtmöglichen Flexibilität, mit der auf die Bedürfnisse eines Kurses reagiert werden kann [PM19]. Grundlage des Moodle-basierten Kurses bilden u.a. Lehrfilme, Lightboard-Vorlesungen und Mikro-Lehr-/Lerneinheiten [PM19], [Pf19], die modulartig und somit bedarfsgerecht eingesetzt werden können und der Diversität eines Erstsemesterkurses im Studiengang Maschinenbau gerecht werden. Die Lehrmethode des „*inverted classroom*“ [FS12], [Se19], [Pf19], [Pf20], [Ed16] bei der die Präsenzveranstaltungen für Detailerläuterungen und anwendungsorientierte Aufgabenstellungen genutzt werden, explizit auf denen im Selbststudium erarbeiteten Wissen aufbauen, hat sich als erfolgreiches didaktisch erprobtes Lehrszenario erwiesen [Pf19], [Pf20].

Setren et al. [Se19] haben die Methode des *inverted classroom teaching* kritisch bewertet

¹ HTW Berlin, Hochschule für Technik und Wirtschaft, Berlin, Fachbereich 2 Ingenieurwissenschaften Technik und Leben, Studiengang Maschinenbau, Wilhelminenhofstraße 75A, 12459 Berlin, anja.pfennig@htw-berlin.de

und Vorteile für die auf Fakten basierende Lehre in MINT-Fächern herausgearbeitet, die für wirtschaftswissenschaftliche Fächer mit eher diskussions- und diskursbasierte Lehre nicht erzielt wurden. I.A. bewerten Autoren die Methode positiv im Hinblick auf Lernverhalten von Studierenden, Selbstverantwortlichkeit, Motivation, Umgang mit heterogenem Vorwissen und Diversität, Kommunikation und Diskussionsbereitschaft, sowie das Erreichen des jeweiligen Kursziels [Ed16], [GM13], [Su18], [Lo12], [Th17], [Pf19], [Pf20].

In Kursumfragen nach dem Umgang mit Lehrfilmen und Vorlieben für Lernmedien zwischen 2016 bis 2020 bewerten Studierende den Einsatz von Lehrfilmen als Grundlage für das „inverted classroom“ Konzept als sehr positiv (Abbildung 1): Youtube Kanal: Werkstofftechnik HTW Berlin: https://www.youtube.com/channel/UCQOBYoKmX29Pt_p_9uAdPg. Studierende bestätigen, viel gelernt zu haben und sehen sich in der Lage, Wissen auf praktische Fragestellungen anzuwenden. Vorteil der Lehrfilme und online-Lernmedien sind Wiederholbarkeit, orts- und zeitunabhängige Bereitstellung und Erarbeitung und „Portionierbarkeit“ sowie das Selbstverständnis der Wissensvermittlung jetziger Studierendengenerationen. Gerade in der Studieneingangsphase im Fach Werkstofftechnik mit einer Vielzahl von Lehrfilmen zu arbeiten, ermöglicht die Darstellung komplexer mikrostruktureller Vorgänge, die i.d.R. von Anfängern in Texten nicht verstanden werden. Wenn die Inhalte der Lehrvideos mit dem Lernziel des Kurses übereinstimmen und diese webend in die Vorlesungschronologie implementiert sind, unterstützen sie Lehre und Lernfortschritt [HC18]. Der audiovisuelle Impuls begründet, dass Studierende Lehrfilme als niederschwelliges Lernmaterial [KK12] und wesentlichem Stellenwert für ihren persönlichen Lernfortschritts [Kon15] anerkennen.

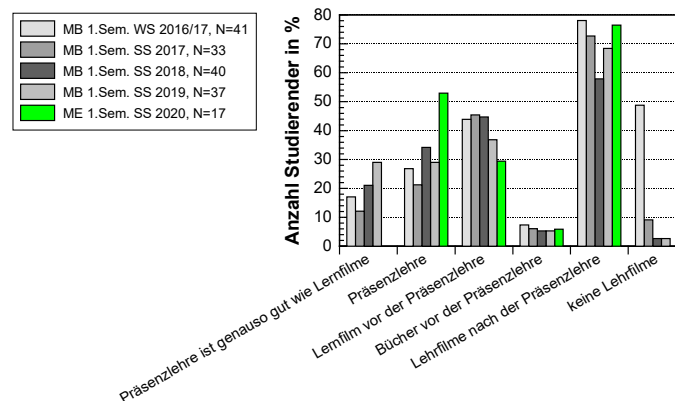


Abb. 1: Einschätzung Studierender zur Vorliebe von Lehrfilmen (grau: 2016-19: blended-learning; face-to-face und online. grün: Covid-19 online-Semester)

Die ab SS2020 erfolgte Umstellung auf vollständige online-Lehre hat für alle Hochschullehrende große Herausforderungen mit sich gebracht. Eine wesentliche Erkenntnis ist, dass sich ein blended-learning Konzept nicht 1:1 auf die online-Lehre übertragen lässt. Daher werden die wichtigsten Erfahrungen zur Begleitung der Lehrfilm-basierten Selbststudiumsphase aus der Pandemie nunmehr in Form von Praxistipps zusammengefasst

Praxiserfahrungen

Bei der Lehrfilmproduktion nach dem peer-to-peer-Ansatz [Pf19], [PM19], [Pf20] hat die einfache Handhabung aller Werkzeuge oberste Priorität, um sowohl Kosten und Produktionsaufwand zu reduzieren. Da der Inhalt des Lehrfilms im Vordergrund steht, sind bei der Produktion Kreativität und Mut gefragt. Technik und Bildqualität sind zweitrangig.

1. Lehrfilme im direktem Zusammenhang zum Kursinhalt/Kursziel

Die Qualität der Lehrfilme sowie ihre Kongruenz mit der Lehrabfolge und dem Kursziel bestimmen am Ende den individuellen Lernerfolg [Pf19]. Gerade Studierende mit Sprachproblemen sollen die Möglichkeit erhalten, das Kursziel auch im online-basierten Selbststudium zu erreichen. Lehrfilme, die (unmotiviert) als (freiwilliges) (Zusatz-) Material angekündigt werden, bleiben i.d.R. unbearbeitet. Wichtig ist auch die Einbettung der Lehrfilme in die gesamte Lernumgebung bestehend aus: digitale interaktive Mikro-Lektionen, Forumsbeiträge, Glossareinträge, Tests, Einzel- und Gruppenhausaufgaben [Pf20]. Die auf das Kursziel abgestimmten Inhalte werden im iterativen Prozess ständig überprüft, überarbeitet, ergänzt und angepasst.

2. Selbststudium auf Basis der Lehrfilme konkret anleiten

Das Selbststudium mit Hilfe von Lehrfilmen sollte konkret angeleitet werden und Aufgabenstellungen kleinteilig und präzise formuliert werden. So müssen Studierende verstehen, dass Lehrfilme keine hochglanzpolierte „Berieselung“ sind, deren Inhalt sich schon beim ersten Anschauen festigt, sondern Lernen mit Lehrfilmen bedeutet intensive Arbeit. Das beinhaltet: Anschauen, Aufzeichnungen machen, Fragen notieren, Literatur hinzuziehen, Verstehen, in eigenen Worten wiedergeben, bewerten und anwenden. Hilfreich für den Lernprozess sind konkrete Aufgabenstellungen, die mit den Lehrfilmen erarbeitet werden können oder in den Lehrfilmen integrierte Selbstüberprüfungsfragen, z.B. (die bereits oft als Moodle-plugin integrierte) H5P-Formate (<https://h5p.org>). Hierbei ist ein erklärendes Feedback zu den jeweiligen Antwortmöglichkeiten und den gewählten Lösungen unbedingt notwendig, um das Selbststudium zu fokussieren.

3. Persönliche Ansprache in Lehrfilmen, maximal 10 min Lehrfilm am Stück!

Studierende bevorzugen Lehrfilmformate, die maximal 10 Minuten lang sind und in denen sie sich persönlich angesprochen fühlen, was von erheblicher Bedeutung für den Lernprozess ist. Wertvoll erachtet werden How-to Manuals (Abbildung 2 oben links), Handzeichnungen (Abbildung 2 oben mitte), oder Legetrick-Lehrfilme (Abbildung 2 oben rechts), Vorlesungsaufzeichnung (Abbildung 2 mitte), eingesprochene ppt (Abbildung 2 unten links) und Lightboard-Vorlesungen (Vorlesung an Glastafel, die später digital gespiegelt bereitgestellt wird, so dass der Lehrende von vorne zu sehen ist) Abbildung 2 unten rechts). Letztere werden bevorzugt zum Lernen eingesetzt, weil – im Gegensatz zur Vorlesungsaufzeichnung, in der der Lehrende i.d.R. von hinten zu sehen ist- ein direkter Augen-Kontakt vom Lehrenden zum Lernenden besteht.

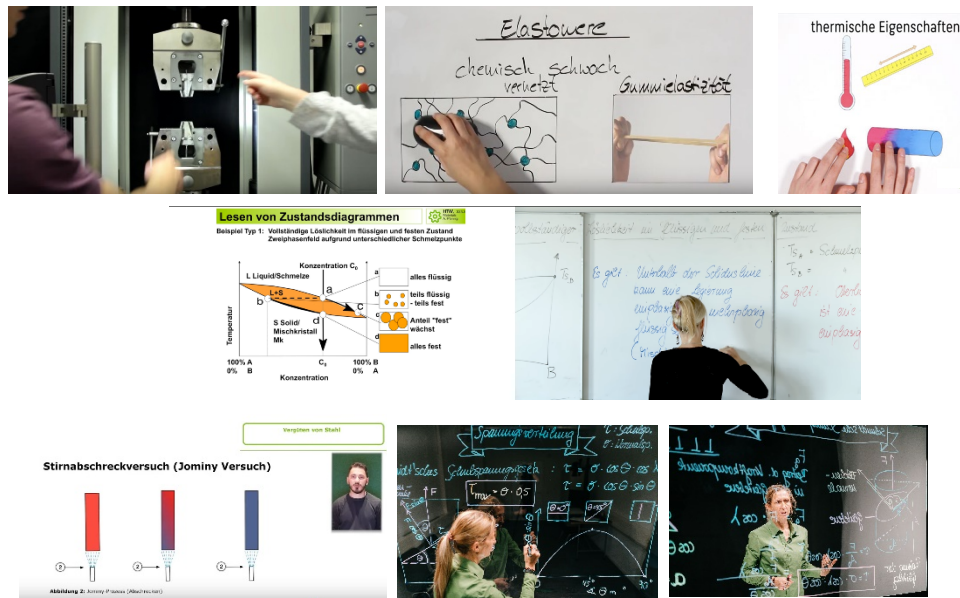


Abb. 2: Lehrfilmformate, in denen sich Studierende persönlich angesprochen fühlen. Lightboard-Lehrfilme (Tafelentwicklung mit Invertierung) werden am besten angenommen und am häufigsten als Lehrgrundlage genommen.

4. Unterschiedliche Lehrfilmformate, Vielfalt bei Lehrfilmen

Studierende berichten, dass das Lehrfilmformat nahezu keinen Einfluss auf den “joy of use” eines Filmes und ihren persönlichen Lernfortschritt hat [Pf19]. Dies deckt sich mit den Ausführungen von I. Langemeyer [La21], die bestätigt, dass feste Lerntypen nur hartnäckige Mythen sind, sondern die Lernleistung mit der unterschiedlichen Stimulierung verschiedener Sinne einhergeht. So trägt die Vielfalt von Lehrfilmformaten entscheidend zur Motivation des Lernens mit diesen Medien bei. 72 Lightboard-Vorlesungen und 67 Lehrfilme verschiedener Techniken bzw. Formate (PowerPoint-Animation, Legetrick, Realfilm, Zeichentrick, Vortrag und Stop-Motion) stehen Studierenden im 1. und 2. Semester im Fach Werkstofftechnik für unterschiedliche Themen zur Verfügung.

5. Lernplattform: Inhalt eines Themas/Woche nach Format anordnen

Aus mehrjährigen Studierendenumfragen seit 2015 hat sich ein geeignetes Format zur Gestaltung des LMS (Lern-Management-Systems, hier Moodle) herausgearbeitet. Dabei erachten Studierende es als lernförderlich, wenn die Aktivitäten nicht nach einer thematischen Anordnung oder chronologisch erfolgen, sondern nach Formaten geordnet werden. D.h. z.B. in jedem Thema/Woche zuerst Folien, dann Lektionen, dann Merkblätter, Lehrfilme, Tests, usw. Der hohe Wiedererkennungswert gibt Sicherheit und eine Struktur vor.

6. *Zu Beginn niederschwellige Aufgaben mit hoher Erfolgsgarantie*

Um den Einstieg in die intensive Selbstarbeitsphase allgemein aber besonders mit Lehrfilmen gut zu gestalten sind einfache Aufgaben geeignet. Diese steigern die Lernmotivation, da jeder Studierende gleich zu Beginn einen persönlichen Erfolg verzeichnen kann. Geeignet sind Aufgaben, die mit dem Kennenlernen der Lernplattform oder grundlegenden einfach zu erarbeitenden (Sub-)Themen aus dem Wissensbereich.

7. *Keine Lehrvortrag-Wiederholung aus Selbststudium*

Der Inhalt der Lehrfilme wird am besten in einen Gesamtzusammenhang gebracht, wenn diese nicht noch einmal aufbereitet als online-Lehrvortrag wiederholt werden. Stattdessen kann die online-Präsenzphase sehr gut genutzt werden, um Verständnisfragen zu klären, praxisorientierte Aufgaben in Gruppen (breakout-sessions) zu lösen oder kleine Transferprojekte zu erarbeiten. Studierende orientieren sich sehr schnell und sind in der Regel befähigt an das Selbststudium anzuknüpfen, solange Verständnisschwierigkeiten nicht als Unwillen oder gar Unfähigkeit seitens des/der Lehrenden gewertet werden. Die eigenständige und freiwillige Einteilung der Kleingruppen in der online-Präsenzphase nach Leistungsstärke hat sich bewährt, um leistungsstarke Studierende zu fordern und leistungsschwächere an das Kursziel anzubinden. Für unvorbereitete Studierende können z.B. gezielte Aufgaben ausgegeben werden, die eine Integration später in der online-Lerneinheit ermöglichen. Die meisten Studierenden gewöhnten sich schnell an das Konzept und die Anforderungen, so dass zumindest ein guter inhaltlicher Austausch untereinander stattfand und das Wissen aus Lehrfilmen abrufbar war.

Zusammenfassung

Lehrfilme sind wiederholbar, stehen ständig zur Verfügung und sind individuell portionierbar. In diesem flexiblen audio-visuell stimulierenden Kontext ist ihr Vorteil gegenüber anderen Lernmedien in der Studieneingangsphase begründet. Außerdem wird das „natürliche“ Lernverhalten von jungen Studienanfängern aufgegriffen. Allerdings ist der Erfolg von inverted classroom Lehrszenarien, deren Selbststudium auf Lehrfilmen basiert, nicht selbstverständlich. Die wichtigsten Praxiserfahrungen zum Einsatz von Lehrfilmen in einer reinen online-Umgebung, ein blended-learning Lehrformat oder für den Einsatz von Lehrfilmen im Präsenz-Unterricht sind hier als Checkliste zusammengefasst:

1. Lehrfilme im direktem Zusammenhang zum Kursinhalt/Kursziel
2. Selbststudium auf Basis der Lehrfilme konkret anleiten
3. Persönliche Ansprache in Lehrfilmen, maximal 10 min Lehrfilm am Stück!
4. Unterschiedliche Lehrfilmformate, Vielfalt bei Lehrfilmen
5. Lernplattform: Inhalt eines Themas/Woche nach Format anordnen
6. Zu Beginn niederschwellige Aufgaben mit hoher Erfolgsgarantie
7. Keine Lehrvortrag-Wiederholung aus Selbststudium

Literaturverzeichnis

- [Br12] Braun, I. et al., Inverted Classroom an der Hochschule Karlsruhe - ein nicht quantisierter Flip, Beitrag zu „Das Inverted Classroom Model: Begleitband zur ersten deutschen ICM-Konferenz“, Jürgen Handke, Alexander Sperl (Hrsg.), Oldenbourg Verlag, 2012.
- [Ed16] Educause (2016). Educause Learning initiative (2016). THINGS YOU SHOULD KNOW ABOUT...™ FLIPPED CLASSROOMS, <https://net.educause.edu/ir/library/pdf/eli7081.pdf>, call: 01/2016.
- [FS12] Fischer, M. und Spannagel, C.: Lernen mit Vorlesungsvideos in der umgedrehten Mathematikvorlesung, in Desel, J., Haake, J.M. und Spannagel, C. (Hrsg.), DELFI 2012, Die 10. E-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V., S. 225-236, Bonn: Köllen Druck + Verlag, Copyright © Gesellschaft für Informatik.
- [GM13] Goodwin, B. and Miller, K. (2013). Evidence on flipped classrooms is still coming in. *Educational Leadership* 70 (6), 78–80.
- [HC18] Hawley R.; Cate Allen, C.: Student-generated video creation for assessment: can it transform assessment within Higher Education?. *International Journal for Transformative Research* 5/1, pp. 1-11, 2018.
- [KK12] Kay, R.; Kletschin, I.: Evaluating the use of problem-based video podcasts to teach mathematics in higher education. *Computers & Education* 59/12, pp. 619–627, 2012.
- [Kon15] Kon, H.; Botelho, M.G.; Bridges, S.; Chiu Man Leung, K.: The impact of complete denture making instructional videos on self-directed learning of clinical skills. *Journal of prosthodontic research* 59/15, pp. 144–151, 2015.
- [La21] Langemeyer, I.: Sieben Lernmythen im Check Nein, Sie sind kein visueller Lerntyp. <https://www.spiegel.de/start/sieben-lernmythen-im-check-nein-sie-sind-kein-visueller-lerntyp-a-d2e2e176-15ec-4b83-9b2a-6d2319888fe1> (Stand: 30.3.2021).
- [Pf19] Pfennig, A.: "Making it Work" - Practice Examples of Preparation and Embedding Peer-to-Peer Lecture Films in Successful Inverted Classroom Scenarios, *PEOPLE: International Journal of Social Sciences*, 5(1), pp.640-655, 2019.
- [Pf20] Pfennig, A.: Matching Course Assessment of a First Year Material Science Course to the Blended-Learning Teaching Approach. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning IJEEEE* 2020, 10(1) pp. 53-59, 2020
- [PM19] Pfennig, A. & Maier-Rothe, J.: Lehrfilme einfach einfach machen - erfolgreiche Konzeptionierung von Peer-to-Peer Lehrfilmen. In: Pinkwart, N. & Konert, J. (Hrsg.), *DELFI 2019*. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V., pp. 277-282, 2019.
- [Se19] Setren, E., Greenberg, K., Moore, O., Yankovich, M.: Effects of the Flipped Classroom: Evidence from a Randomized Trial, *SEII Discussion Paper #2019.07*, MIT Department of Economics, National Bureau of Economic Research, 2019.
- [Su18] Supiano, B.: Traditional Teaching May Deepen Inequality. Can a Different Approach Fix It? *The Chronicle of Higher Education* 2018.
- [Th17] Thai, N.T.T., De Wever, B., Valcke, M.: The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education: Looking for the best “blend” of lectures and guiding questions with feedback, *Computers & Education* 107, pp. 113-126, 2019.

Digital4Humanities

Modulare Selbstlernangebote zur Vermittlung von digitalen Forschungsmethoden in existierenden Kursangeboten der Geisteswissenschaften

Katrin Fritsche¹, Malu Amanda Dänzer Barbosa², Sander Münster ³

Abstract: Der Beitrag thematisiert das BMBF-geförderte Projekt *Digital4Humanities*⁴, welches digitalisierte Selbstlerneinheiten, die digitale Forschungsmethoden in den Geisteswissenschaften via Videotutorials (und speziell Screencasts) vermitteln, untersucht. Diese werden seit 2020 mit Dozierenden an Hochschulen deutschland- und europaweit konzipiert, produziert und als OER bereitgestellt. Im Beitrag werden neben der Projektbeschreibung, die theoretische Fundierung sowie Anforderungskriterien für die Gestaltung von Videotutorials und deren Einbettung in digital basierte Lehre dargelegt. Erste Ergebnisse der Evaluation eingesetzter Videos werden geteilt.


Keywords: Digital4Humanities, Digitale Selbstlernmodule, Digitale Geisteswissenschaften

1 Projektbeschreibung

Digital4Humanities rekurriert auf die zunehmende Digitalisierung gesellschaftlicher Lebens- und Arbeitsbereiche [BM16], sich daraus ergebende Kompetenzanforderungen für GeisteswissenschaftlerInnen und deren Berufsfeld [KPW19] sowie auf die Transformation von Lehren, Lernen und Hochschulbildung [Wi20]. Dazu fokussiert *Digital4Humanities* die Erstellung, Nutzung und Bewertung digitaler Selbstlernmodule, welche, neben Kontext- und Datenmaterial, vor allem aus Videotutorials bestehen. In Form von Screen- und Slidecasts thematisieren sie zielgerichtet eine digitale Methode oder ein digitales Verfahren geisteswissenschaftlicher Forschung und dessen Anwendung und Ausführung. Besonders sie eignen sich dafür, Interaktionen mit Programmen festzuhalten, sie Step-by-Step zu visualisieren, mit Bildern und Ergebnissen anzureichern und somit die Aufmerksamkeit der Rezipierenden auf den Prozess zu legen [CL09]. Zwar sind Videotutorials in der Hochschule seit Längerem angekommen [SE13], solche, die digitale Forschungsmethoden in die Breite geisteswissenschaftlicher Angebote vermitteln, sind jedoch nicht flächendeckend existent. Die im Projekt produzierten Videotutorials werden neben Themen

¹ Friedrich-Schiller-Universität Jena, Digital Humanities, Leutragraben 1, 07743 Jena, katrin.fritsche@uni-jena.de

² Friedrich-Schiller-Universität Jena, Digital Humanities, ebd., m.daenzerbarbosa@uni-jena.de

³ Friedrich-Schiller-Universität Jena, Digital Humanities, ebd., sander.muenster@uni-jena.de,  <https://orcid.org/0000-0001-9344-912X>

⁴ Fördernummer: 16DHB3006

der Fachbereiche Kunstgeschichte und Germanistik auch zu übergeordneten Themen konzipiert (z.B. Datenschutz). Neben frei nutzbaren OER entstehen im Projekt ein Leitfaden zur Erstellung, Materialien zur Gestaltung und ein validiertes Fachkonzept zum Einsatz von Videotutorials in digitalen Selbstlerneinheiten.

2 Theoretische Fundierung

Theoretisch basiert das Projekt auf Annahmen zu fremdgesteuerten und selbstregulierten Lernprozessen [We82] und deren Verbindung. Sie sind durch die Vorgabe der dargestellten digitalen Methodik mittels eines medialen Stimulus durch die Lehrenden sowie durch die eigenständige Rezeption und Aneignung der Inhalte durch die Lernenden gegeben. Durch die Thematisierung von Forschungskontexten und -problemen sowie deren Adressierung durch das jeweilig im Video visualisierte Tool, werden Lernprozesse für Studierende in authentische Situationen eingebettet und Bezug zu Ansätzen des situierten Lernens [MGR02] sowie auf projektorientierte Kontexte genommen [BI21]. Lehrende nehmen dabei vor allem eine beratende und anregende Position ein und rücken Lernende und deren Lernprozess selbst in den Mittelpunkt. Im Projekt werden bereits bestehende Erkenntnisse zum Einsatz von Videos im Kontext von Hochschullehre [SAB16] auf geisteswissenschaftliche Fächer und Lehrveranstaltungen hin geprüft und erweitert.

3 Gestaltungs- und Gelingensfaktoren für Videotutorials

Für einen erfolgreichen Einsatz von Videotutorials in der Lehre sind besonders Fragen der didaktischen Konzeption, der Gestaltung der Videos und Videoinhalte sowie Gelingensbedingungen bei der Implementierung von Relevanz. *Digital4Humanities* will sich diesen Fragen annähern, um Lehrenden Empfehlungen und Leitpunkte für die Erstellung und Umsetzung von Videotutorials an die Hand geben zu können. Diese werden unter anderem mittels Evaluationen geprüft und in eine Handreichung ausdifferenziert. In den letzten Jahren wurden im Themenbereich Lehre mittels Videos vermehrt Untersuchungen durchgeführt und Empfehlungen formuliert, die bei der Übertragung je nach Fachbereich sowie Videoformat kritisch reflektiert und durch Evaluation überprüft werden müssen. Grundsätzlich lassen sich diverse Gestaltungs- und Gelingensfaktoren identifizieren, stetig erweitern und spezifizieren. Hier sollen sie in fünf übergeordneten Kategorien vorgestellt werden, die jedoch keinesfalls einen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

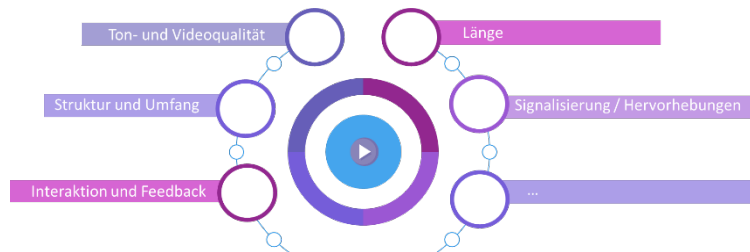


Abb. 1: Kategorien der Gestaltung und Gelingensbedingungen

Die *Ton- und Videoqualität* als eher technische Gelingensbedingungen stellen sicherlich mitunter die wichtigsten Aspekte für ein erfolgreiches Videotutorial dar. Immer wieder wird eine mangelhafte Tonqualität als K.O.-Kriterium für Lernvideos eingestuft [Wo20], denn sind die Erläuterungen der Lehrperson nicht deutlich verständlich, wirkt sich dies sowohl auf den Lernerfolg als auch auf die Motivation der Lernenden aus. Ähnlich verhält es sich bei der Video- bzw. Bildqualität, weshalb stets auf qualitätsvolle und auch im Kleinformat erkennbare Grafiken und Aufnahmequalität geachtet werden sollte [SE09]. Ergänzend können *Signalisierungen und Hervorhebungen* im Video besonders wirksam sein. Bewegungen und Hervorhebungen bieten die Möglichkeit die Aufmerksamkeit der Lernenden zu lenken und Hinweise auf relevante Informationen zu geben [We16]. Für die *Strukturierung und den Umfang* der Inhalte empfiehlt es sich, zu Beginn des Tutorials die Lernziele – auch innerhalb des Lehrveranstaltungskontextes – zu definieren [Pfl15]. Unterstützend wirkt ein Inhaltsverzeichnis, welches interaktiv oder mit Zeitstempeln gestaltet sein kann, sodass Lernende die Möglichkeit erhalten, nach Bedarf selbstreguliert zu den für sie relevanten Inhalten zu springen. Wichtig ist zudem, dass eine Fokussierung auf elementare Informationen im Sinne der didaktischen Reduktion geschieht [Wo15]. Zusätzliche Informationen für Vorwissen oder anknüpfendes Wissen können weiterführend bereitgestellt werden. Das Kriterium der *Länge* konnte bereits in vielerlei unterschiedlichen Settings untersucht werden. Die meisten Ergebnisse, die explizit Videos im Lehrkontext fokussieren, sprechen dabei für eine Länge von unter 10 Minuten [SE13], jedoch maximal 20 Minuten [Sc16], was auf die durchschnittliche Aufmerksamkeitsspanne Lernender zurückzuführen ist und mit der Theorie der kognitiven Beanspruchung einhergeht [Ke12]. Dennoch ist die Länge stets vom Inhalt abhängig, weshalb auch längere Videos bei entsprechend ausdifferenziertem Inhalt von Lernenden angenommen werden können. Die häufigste Kritik an digitalen Lernmaterialien wie Lernvideos stellen die mangelnden *Interaktions- und Feedbackmöglichkeiten* dar. Um dem Risiko eines isolierten und passiven Lernsettings aktiv entgegenzuwirken, bietet sich die Bereitstellung von Quizzes, Aufgaben sowie Skripten oder anderen Zusatzmaterialien an, auf die im Video hingewiesen wird [Pfl15]. Für den Austausch zu Feedback oder Fragen sind zudem die Einrichtung von Foren oder virtuellen Sprechstunden zu empfehlen.

4 Einsatz und erste Evaluationsergebnisse

Die im Projekt entstehenden Videos werden in unterschiedlicher Weise von den Lehrenden eingesetzt (z.B. verpflichtend oder als freiwilliges Zusatzangebot). Der Unterschied zu Links oder Verweisen auf bereits bestehende Videos liegt vor allem darin, dass Lehrende eine konkrete Forschungsfrage für Studierende im jeweiligen Video fokussieren und den Weg zur Beantwortung dieser, durch die Nutzung digitaler Tools demonstrieren sowie Daten- und Kontextmaterial zum Nachvollzug und zur Generierung eigener Ergebnisse zur Verfügung stellen. Die anschließende formative Evaluation [Ha13] erhebt auf Seiten der Lehrenden Aspekte zur Lehrveranstaltung, Erstellung und Nutzung sowie zu Rezeptionserwartungen und Infrastrukturen [UL18], auf Seiten der Studierenden die Bewertung des Lehr-Lern-Settings, der didaktischen Aspekte sowie Gestaltungs- und Einsatzkriterien [PF16]. Die bisher produzierten Videos umfassen derzeit theoretische Slide- und anwendungsbezogene Screencasts und werden nach dem Erstellungsprozess und der Rezeption sowie am Ende der Prüfungszeit evaluiert. Die teilstandardisierten Fragebögen werden mittels qualitativer Inhaltsanalyse und deskriptiver Statistik ausgewertet. Insgesamt sollen bis Ende 2022 16 Veranstaltungsdurchläufe mit Videoeinsatz evaluiert werden. Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse können deshalb nur als erste Ergebnisse verstanden werden. Als Vorteil für ihre Studierenden schätzen befragte Lehrende insgesamt die orts- und zeitunabhängige Rezeptionsmöglichkeit, individuelle Möglichkeiten der Pausierung oder Wiederholung - also das hohe selbstregulative Potenzial ein. Studierende bestätigen die Wichtigkeit einer klar erkennbaren Struktur von Videos, welche in gedankliche Einheiten oder Lektionen aufgeteilt und idealerweise mit Aufgaben und Anregungen sowie aktiven Ansprachen versehen ist. Auf zusätzliche auditive Reize (z.B. Hintergrundmusik) sollte verzichtet werden [KV16]. Videos stellen ein abwechslungsreiches Format im Vergleich mit anderen Lehrmaterialien dar, was befragte Lehrende vor allem an deren audiovisuellen Möglichkeiten und den damit verbundenen Gestaltungsoptionen zur Aufbereitung des Wissens festmachen. Befragte Studierende stufen das Abfilmen von textlich basierten Präsentationsteilen (Slidecast) nicht als nachteilig ein, solange auch diese entsprechend visuell aufbereitet sind (z.B. mittels Animationen). Inhaltlich wird die Einbettung der Videos in größere Forschungszusammenhänge und Beispielforschungsfragen als wesentlich und wichtig erachtet. Thematisierungen und Veranschaulichungen von Problemen bei der Anwendung und Ausführung einzelner Schritte in digitalen Programmen (anhand eines konkreten Beispiels), sehen befragte Studierende als Potenzial des Formats. Die Nachnutzbarkeit von Videoformaten impliziert einen potenziell ungeschlossenen Rezipierendenkreis, was häufig mit einem hohen persönlichen Anspruch und einem Mehraufwand für die Produktion verbunden ist. Studierende erkennen diesen seitens Lehrender durchaus wertschätzend an. Bezüglich der Zugänglichkeit stimmen befragte Lehrende und Studierende in einer öffentlichen Bereitstellungsform von Lehr-Videos überein, was mit dem gesamtgesellschaftlichen Anspruch auf Wissen und einer Relevanz für interdisziplinär ausgerichtete Forschende begründet wird. Universitätsinterne Lernplattformen stehen, nach Meinung der befragten Studierenden, den öffentlichen Plattformen aber in keiner

Weise nach. Anknüpfende Videos, die nicht selbst produziert wurden, sollten aktiv erwähnt und inhaltlich verknüpft werden, um eine Rezeption bei Studierenden zu evozieren. Studierende würden insgesamt gern weitere Videoformate als Lerneinheiten im Studium rezipieren. Lehrende wünschen sich künftig nicht (nur) zusätzliche Ausstattung (Hard- und Software), sondern vor allem interne AnsprechpartnerInnen, welche bei der Post-Produktion unterstützen. Um individuelle Zeitkontingente für Fortbildungen zum Thema effektiv zu bedienen, könnten auch diese in digitalen Selbstlernformaten angeboten werden.

Digitale Lehr- und Lern-Formate sind in den vergangenen Semestern, vor allem durch die Covid-19-Pandemie, vorangetrieben worden. Auch wenn Studierende zu einem Großteil zufrieden mit digitalen Lernangeboten sind, scheint das zusätzliche didaktische Potenzial, welches durch den Druck bei der Umstellung der Lehre nicht vollständig ausgeschöpft werden konnte, von Lehrenden erkannt [SEW20]. Tendenziell ebnet dies den Weg für von klassischen Lehrkonzepten abweichende Ansätze [SEW20] und damit auch für die Weiterentwicklung digitaler Selbstlerneinheiten in geisteswissenschaftlichen Fächern.

Literaturverzeichnis

- [BI21] Buck Institute of Education: Project based learning for all, <https://www.pblworks.org/>, Stand 22.02.2021.
- [BM16] BMBF: Zukunft der Arbeit. Innovationen für die Arbeit von morgen, https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Zukunft_der_Arbeit.pdf, Stand 22.02.2021.
- [CL09] Carr, A.; Ly, P. (2009): ‚More than Words‘: Screencasting as a Reference Tool. *Reference Service Review* 37, no.4. S. 408–20.
- [Ha13] Hattie, J: Lernen sichtbar machen. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von "Visible learning". In (Zierer, K. Hrsg.): Schneider Verlag, Hohengehren, Baltmannsweiler, S. 215, 2013.
- [Ke12] Kerres, M.: Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote, 3. Auflage, Oldenbourg, München, 2012.
- [KPW19] Konegen-Grenier, C.; Placke, B.; Winde, M.: Bietet die Digitalisierung Beschäftigungschancen für Geisteswissenschaftler? *Future Skills Diskussionspapier*. <https://www.stifterverband.org/medien/future-skills-digitalisierung-geisteswissenschaftler>, Stand 17.03.2021.
- [KS09] Kistler, J.; Shears, J.: Integrating Video Content into Humanities Teaching: A case study. *Journal of Academic Development and Education* (12), 2009.
- [KV16] Knaus, T.; Valentin, K.: Video-Tutorials in der Hochschullehre – Hürden, Widerstände und Potentiale. In (Knaus, T., Engel, O. Hrsg.): *Wi(e)derstände. Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen*. Kopaed, München, S. 151–181, 2016.
- [MGR02] Mandl, H., Gruber, H., Renkl, A.: Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In (Issing, L.J., Klimsa, P. Hrsg.): *Information und Lernen mit Multimedia und Internet*. Beltz, Psychologie Verlags Union, Weinheim, S. 139–149, 2002.

- [Pf15] Pfeiffer, A.: Inverted Classroom und Lernen durch Lehren mit Videotutorials: Vergleich zweier videobasierter Lehrkonzepte. https://www.e-teaching.org/etresources/pdf/erfahrungsbericht_2015_pfeiffer_vergleich_videobasierter_lehrkonzepte.pdf, Stand 29.03.2021.
- [PF16] Persike, M.; Friedrich, J.-D.: Lernen mit digitalen Medien aus Studierendenperspektive. Arbeitspapier Nr. 17. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung. https://hochschulforum-digitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD_AP_Nr_17_Lernen_mit_digitalen_Medien_aus_Studierendenperspektive.pdf, Stand 14.08.2021.
- [SAB16] Schaarschmidt, N.; Albrecht, C.; Börner, C.: Videoeinsatz in der Lehre Nutzung und Verbreitung in der Hochschule. Digitale Medien in der Hochschullehre. In (Pfau, W. et al. Hrsg.): Teaching Trends 2016. Digitalisierung in der Hochschule: Mehr Vielfalt in der Lehre. Waxmann, Münster, S. 39-48. 2016.
- [SE13] Schön, S.; Ebner, M.: Gute Lernvideos ... so gelingen Web-Videos zum Lernen! <https://bimsev.de/n/userfiles/downloads/gute-lernvideos.pdf>, Stand 22.02.2021.
- [SEW20] Seyfeli, F.; Elsner, L.; Wannemacher, K.: Vom Corona-Shutdown zur Blended-University? ExpertInnenbefragung digitales Sommersemester. 2020. DOI: 10.5771/9783828876484.
- [Sp16] Sperl, A.: Qualitätskriterien von Lernvideos. In (Großkurth, E.-M.; Handke, J. Hrsg.): Inverted Classroom and Beyond. Lehren und Lernen im 21. Jahrhundert, Tectum Verlag, Marburg, S.101-107, 2016.
- [UL18] ULe Jena: Lehrveranstaltungsevaluation. Fragebogen für Seminare und Veranstaltungen mit Teilnehmerbeiträgen (Dozent/-in). <https://www.ule.uni-jena.de/>, Stand 21.08.2020.
- [Va17] Valentin, K.: Video-Tutorials. Eine Handreichung für pädagogische Fachkräfte an Schulen und in der Kinder- und Jugendarbeit, 2. Auflage, Friedrich-Alexander-Universität, <http://katrin-valentin.de/wp-content/uploads/2017/11/Handreichung-Video-Tutorials-2-Auflage.pdf>, Stand: 29.03.2021.
- [We16] Weiß, T.: Die Wahrnehmung und das Verständnis von Lehrvideos – Ein experimenteller Ansatz. In (Großkurth, E.-M.; Handke, J. Hrsg.): Inverted Classroom and Beyond. Lehren und Lernen im 21. Jahrhundert, Tectum Verlag, Marburg, S.119-130, 2016.
- [We82] Weinert, F.E.: Selbstgesteuertes Lernen als Voraussetzung, Methode und Ziel des Unterrichts. Unterrichtswissenschaft 10/2, S.99-110, 1982.
- [Wi20] Winde, M. et al.: Hochschulen, Corona und jetzt? Future Skills – Diskussionspapier 4. 2020, <https://www.stifterverband.org/download/file/fid/9313>, Stand 17.03.2021.
- [Wo15] Wolf, K.: Video-Tutorials und Erklärvideos als Gegenstand, Methode und Ziel der Medien- und Filmbildung. In (Hartung, A.; Ballhausen, T.; Trültzsch-Wijnen, C.; Barberi, A.; Kaiser-Müller, K. Hrsg.): Filmbildung im Wandel, Medien Impulse 2, New Academic Press, Wien, S.121-131, 2015.
- [Wo20] Wolf, K.: Sind Erklärvideos das bessere Bildungsfernsehen? In (Dorgerloh, S.; Wolf, K.D. Hrsg.): Lehren und Lernen mit Tutorials und Erklärvideos, Beltz Verlag, Weinheim, S.17-36, 2020.

Physikgrundlagen digital - reloaded in der Online Lehre 2020/2021

Andreas Daberkow¹, Stephan Pitsch², Axel Löffler³, Juliane König-Birk⁴, Wolfgang Knaak⁵, Günther Kurz⁶, Kirsten Wegendt⁷, Karin Hehl⁸ und Johanna Karouby⁹

Abstract: Um den Übergang von Schule zur Hochschule zu erleichtern, brauchen Studierende technischer Fächer häufig eine Auffrischung ihrer Kenntnisse in Mathematik und Physik. Ein Online-Lernsystem für Physik kann Studierende bei der Beschäftigung mit physikalischen Inhalten unterstützen. Zudem kann ein Physik-Wissenstest Lücken im individuellen Wissensstand aufzeigen und zum Lernen der fehlenden Themen motivieren. Die Arbeitsgruppe „eLearning in der Physik“ der Hochschul föderation Süd-West (HfSW) bestehend aus den baden-württembergischen Hochschulen Aalen, Esslingen, Heilbronn, Mannheim und Reutlingen hat einen Aufgabenpool von über 200 Physikaufgaben für Erstsemester erarbeitet, sie stehen den Studierenden mit Lösungen in Lernmanagementsystemen zum Selbststudium und jetzt auch im Zentralen OER-Repositorium (Open Educational Ressource) der Hochschulen in Baden-Württemberg (ZOERR) zur Verfügung. In diesem Beitrag wird über den Einsatz der Online-Übungsaufgaben in 2020/2021 berichtet, über die Ergebnisse der Wissenstests und über die in der Corona-Zeit neu eingerichteten eTutorien.

Keywords: eLearning, Physik, Aufgabenpool, Mechanik, Elektrizitätslehre, Optik, Wärmelehre, Schule, Wissenstest, Zulassungstest, Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, eTutorium

1 Einleitung

An viele Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAW) kommen ca. 60% der Studienanfänger über einen mittleren Bildungsabschluss, oft in Kombination über den zweiten Bildungsweg. Die damit verbundene Vielfalt führt dazu, dass diese Studienanfänger wenig Kontinuität nicht nur in der Grundlagenausbildung in Mathematik, sondern auch in der Grundausbildung in Physik erfahren haben. Viele Hochschulen starteten Fördermaßnahmen zur Mathematik, an der Hochschule Heilbronn (HHN) beispielsweise ist ein digitales und individualisiertes Lernen und integriertes Prüfen von Mathematik-Grundlagen seit 2012 mit über 10.000 Aufgaben erfolgreich online im Einsatz, siehe beispielsweise [Da16]. Vergleichbare Aktivitäten zur Grundlagenphysik

¹ Hochschule Heilbronn, Max-Planck-Str. 39, 74081 Heilbronn, andreas.daberkow@hs-heilbronn.de

² Hochschule Reutlingen, Alteburgstraße 150, 72762 Reutlingen, stephan.pitsch@reutlingen-university.de

³ Hochschule Aalen, Beethovenstraße 1, 73430 Aalen, axel.loeffler@hs-aalen.de

⁴ Hochschule Heilbronn, Max-Planck-Str. 39, 74081 Heilbronn, juliane.koenig-birk@hs-heilbronn.de

⁵ Hochschule Mannheim, Paul-Wittsack-Straße 10, 68163 Mannheim, w.knaak@hs-mannheim.de

⁶ Hochschule Esslingen, Kanalstraße 33, 73728 Esslingen am Neckar, guenther.kurz@hs-esslingen.de

⁷ Hochschule Heilbronn, Max-Planck-Str. 39, 74081 Heilbronn, kirsten.wegendt@hs-heilbronn.de

⁸ Hochschule Reutlingen, Alteburgstraße 150, 72762 Reutlingen, karin.hehl@reutlingen-university.de

⁹ Hochschule Aalen, Beethovenstraße 1, 73430 Aalen, johanna.karouby@hs-aalen.de

wurden später aufgesetzt. Erste Anfänge finden sich bei [KG11]. Die Arbeitsgruppe *coSh* (Cooperation Schule Hochschule) hat nach ihrem Mindestanforderungskatalog (MiAnKa) zur Mathematik einen MiAnKa Physik entwickelt, siehe z.B. [Kä19]. Parallel dazu entstand ein von der Gruppe TU9 der deutschen Universitäten zertifizierter digitaler Lehr- und Übungsbrückenkurs für die Grundlagenphysik.¹⁰ Andere führten ein hochschulinternes Tool ein, wie zum Beispiel *PhysikOk* der Hochschule Aalen, das aber nur Studierenden dieser Hochschule zugänglich ist. Ein durch den Pearson-Verlag angebotenes Online-Physik-Kompandium war nur in englischer Sprache verfügbar.¹¹

Eingebettet in diese Rahmenbedingungen wurden gemeinsam Aufgaben definiert und Ende 2012 eine Arbeitsgruppe „eLearning und eAssessment Physik“ der HfSW gegründet. Ziel war es, durch einen gemeinsam entwickelten Aufgabenpool Ressourcen zu sparen, durch Kooperation mit dem Schulbuchverlag Cornelsen [Ca13] das Niveau zum Schulabschluss zu erreichen und die Qualität der Aufgaben durch gemeinsame Begutachtungen zu verbessern. Vor allem sollten im ersten Schritt die vermuteten Physik-Grundlagenschwächen der Studierenden diagnostiziert werden. Diese Schwächen wurden dann von ersten Diagnosetests mit über 350 Teilnehmenden auch bestätigt [Da15]. Im Vordergrund stand auch die erklärende Visualisierung physikalischer Zusammenhänge in Aufgaben und Lösungen. Im Pandemiejahr 2020 wurde der HfSW-Aufgabenpool überarbeitet und 2021 in ersten Teilen als OER allgemein publiziert¹².

2 Design von Übungsaufgaben, Antwortalternativen und Lösungen

The image shows a digital learning interface with three main panels:

- Aufgabenstellung (Task Presentation):** Contains the task number (O-1.016x00-RT), category (Optik / Optische Instrumente / Lochkamera), and a diagram of a pinhole camera. The diagram shows an object (a tree) on the left, a screen on the right, and a hole (Loch) in the center. The object is labeled 'Original' and the screen is labeled 'Schirm'. The distance from the object to the hole is 'Gegenstandsweite g' and the distance from the hole to the screen is 'Bildweite b'. The object height is 'Gegenstandsgröße G' and the image height is 'Bildgröße B'.
- Antwortmöglichkeiten + Feedback (Answer Options + Feedback):** Lists four possible answers (Bild A, Bild B, Bild C, Bild D) with their corresponding feedback (Falsch or Richtig).
- Lösungsweg (Solution Path):** Provides the correct answer (Bild C) and a detailed explanation of the pinhole camera principle, accompanied by a ray diagram showing light rays from the object passing through the hole and forming an inverted image on the screen.

Abb. 1: Grundkonzept der Aufgaben, Antwortmöglichkeiten, Lösungen und Variationen

¹⁰https://www.kit.edu/kit/pi_2020_105_onlinekurs-physik-gut-vorbereitet-studieren.php | Kurs-Webseite www.brueckenkurs-physik.de

¹¹<https://mlm.pearson.com/northamerica/masteringphysics>

¹²<https://www.oerbw.de/> | Suchbegriff *Physik Aufgabensammlung*

Das Fundament zum Aufgabenpool entstand in den Jahren 2013 bis 2015 mit 223 Physik-Aufgaben auf über 900 Seiten im Format MS-Office (PowerPoint) und umfasst 4 Fachthemen mit der Unterteilung in den Schwierigkeitsgrad Schulabschluss sowie Hochschulstart. Von den 223 Aufgaben sind 40 für einen Diagnosetest ausgekoppelt. Jede Aufgabe besitzt ein Deckblatt mit Aufgabenstellung und Illustration sowie eine Fragestellung. Dafür stehen dann mindestens 4 Antwortmöglichkeiten zur Verfügung, von denen mindestens eine die Fragestellung richtig beantwortet. Auf einer weiteren Folgeseite zum Lösungsweg wird dann die richtige Antwort mit einer weiteren Illustration angemessen erläutert, siehe auch Abb. 1. Die Aufgaben sind jetzt in die Lernmanagementsysteme ILIAS und Moodle migriert.

- M-1.008x00-AA Impuls 1
- M-1.008x01-AA Impuls 2
- M-1.008x02-AA Impuls 3
- M-1.009x00-AA
Momentengleichgewicht 1
- M-1.009x03-AA
Momentengleichgewicht 3
- M-1.010x00-AA
Kräftegleichgewicht 1
- M-1.010x01-AA
Kräftegleichgewicht 2
- M-1.010x02-AA
Kräftegleichgewicht 3
- M-1.010x03-AA

Aufgabenstellung:
 Ein Airbus A-380 ($m = 500\text{ t}$) fliegt von Frankfurt nach Moskau. In x -Richtung besitzt das Flugzeug eine Geschwindigkeit von 700 km/h . Wegen Windinfluss bewegt sich das Flugzeug in einer Richtung, die um 30° gegen die die x -Richtung gedreht ist.



Frage: Welchen Betrag hat der Impuls des Flugzeugs? (Taschenrechner empfohlen).

Lösungsweg zur Aufgabe:

Um den Impuls zu berechnen, muss zunächst die Gesamtgeschwindigkeit des Flugzeuges v aus der Geschwindigkeit in x -Richtung (v_x) bestimmt werden. Diese erhält man durch die trigonometrischen Beziehungen am rechtwinkligen Dreieck, wobei α der einschließende Winkel zwischen v und v_x ist:

$$\cos \alpha = \frac{v_x}{v}$$

$$v = \frac{v_x}{\cos \alpha}$$

Nun kann man den Impuls ausrechnen:

$$p = m \cdot v = m \cdot \frac{v_x}{\cos \alpha} = 500\text{ t} \cdot \frac{700\frac{\text{km}}{\text{h}}}{\cos 30^\circ} = 500.000\text{kg} \cdot \frac{700\frac{1000\text{m}}{3600\text{s}}}{\cos 30^\circ} \approx 112 \cdot 10^6 \frac{\text{kg m}}{\text{s}}$$

Abb. 2: Aufgaben und Implementierung in ILIAS

Einen Eindruck der Aufgaben in ILIAS zeigt die Abb. 2. Die Teilnehmenden können in ILIAS mithilfe der Frageliste in den schon beantworteten bzw. noch zu bearbeitenden Fragen navigieren (Abb. 2 links). Die Aufgaben müssen durch Rechnen gelöst werden, unter Zuhilfenahme eines einfachen Taschenrechners oder auch durch Beantworten von Verständnisfragen. Die richtige Antwort wird mit Antwortalternativen zur Wahl angeboten. Durch Anfordern der Rückmeldung wird bei einer falschen Antwort ein Hinweis gegeben, bei der richtigen Antwort wird die ausführliche Lösung angezeigt (Abb. 2 rechts).

3 Integration in den Semesterablauf

Die Einsteiger in den ausgewählten technischen Studiengängen werden in den ersten Wochen in ihren Physikvorlesungen auf das Übungsangebot im Lernmanagementsystem aufmerksam gemacht und es wird ihnen angeboten, an einem Test zur Selbsteinschätzung ihrer Physikkenntnisse teilzunehmen.

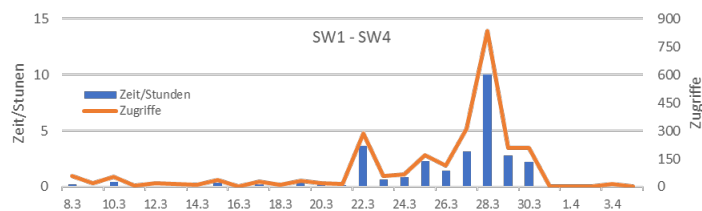


Abb. 3: Nutzung der Übungen in den Semesterwochen SW1 bis SW4, Online- SoSe 2021, HHN

Das ILIAS-Übungsangebot wurde erstmals im Online-Wintersemester (WiSe) 2020/2021 publiziert und wird auch jetzt im Online-Sommersemester (SoSe) 2021 angenommen – bis zu 10 h Zeit täglich wurde im Bearbeiten der Aufgaben verbracht, siehe Abb. 3, die die Anzahl der Stunden und die Anzahl der Daten-Zugriffe auf die Übungsaufgaben zeigt.

4 Diagnose-Grundlagentest

Pandemiebedingt wurde der Physik Grundlagentest im Sose 2020, WiSe 2020/2021 und SoSe 2021 online durchgeführt. Um die Diagnoseaufgaben nicht unter Studierenden kursieren zu lassen, wurden die 40 Aufgaben aus den 4 Fachthemen des Aufgabenkatalogs durch einen Mechanik-Grundlagentest aus [Me17] ersetzt. Dieser enthält 30 Verständnisfragen zur Mechanik, deren Bearbeitung den Studierenden Anhaltspunkte über ihren Kenntnisstand gibt. Dargestellt in den Diagrammen von Abb. 4 sind die Ergebnisse an drei Partnerhochschulen (HS1, HS2 und HS3) mit diesem Test für die jeweiligen Studiengänge S1 und S2. Dargestellt ist die Anzahl der Teilnehmenden, die weniger als die Hälfte der Fragen richtig beantworten konnten, die Anzahl der Teilnehmenden, die zwischen der Hälfte und zwei Drittel der Fragen richtig beantworten konnten und die Anzahl derer, die mehr als zwei Drittel der Fragen gelöst hatten.

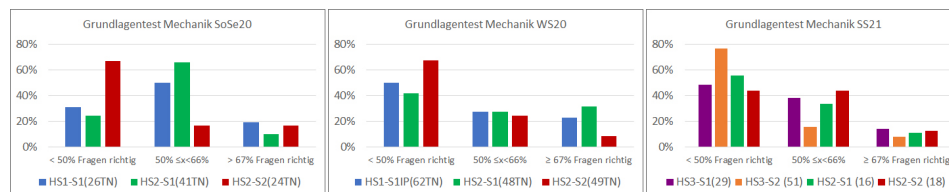


Abb. 4: Anzahl der Teilnehmenden über Ergebnis im Physik-Grundlagentest

Auffallend ist, dass unabhängig vom Testzeitpunkt bis zu 70 % der Teilnehmenden weniger als die Hälfte der Fragen richtig beantwortet hat und weniger als 20 % mehr als zwei Drittel der Fragen richtig gelöst hat. Auch dieser Test zeigt, wie schon bei [Da 15] beschrieben, den dringenden Bedarf einer Grundlagenförderung.

Beim Grundlagentest im Wintersemester wurde vor den eigentlichen Physikfragen die Art der Hochschulzugangsberechtigung (HSZB) abgefragt. In der ersten Frage stand als Schulart Gymnasium (G), Berufsoberschule/Fachkolleg (BS), Fachgymnasium (FG), Abendgymnasium/Kolleg (AG), Abgeschlossene Ausbildung und HZB (AB), und Sonstiger Erwerb der Hochschulzugangsberechtigung zur Auswahl. Als zweites wurde nach dem Abschluss gefragt, d.h. ob die Allgemeine Hochschulreife (AHSR), Fachgebundene Hochschulreife (FHSR), Fachhochschulreife (FH), oder Sonstige (S) den Zugang zur Hochschule ermöglichte. Sowohl bei der Schulart als auch bei der Abschlussart zeigt sich eine große Streuung der erreichten Punktzahl innerhalb einer Teilnehmendengruppe. So haben die Teilnehmenden aller Schularten/Abschlussarten

Ergebnisse zwischen 20% und 80% der Punkte erreicht (blaue Balken in Abb. 5 links). Die Mittelwerte dieser Ergebnisse schwanken aber nur wenig um die 50% (rote Linie in Abb. 5 links und Balken in Abb. 5 rechts).

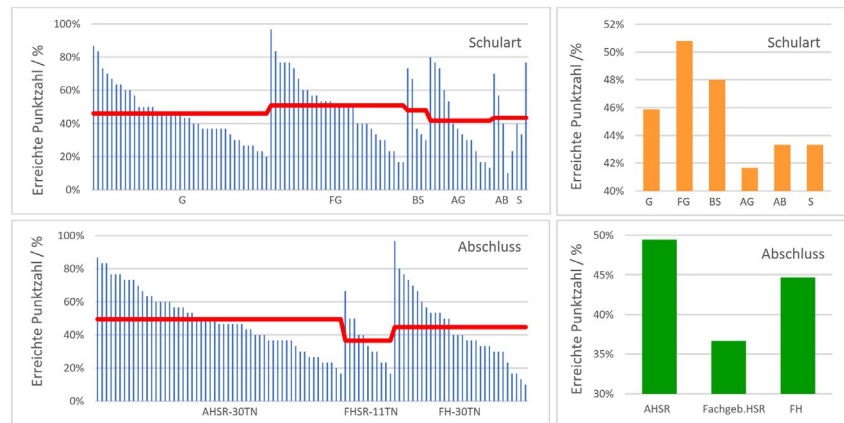


Abb. 5: Zusammenhang zwischen erreichter Punktzahl im Physik-Test mit der HSZB

5 eTutorium in Pandemiesemestern 2020 und 2021 und weitere Erkenntnisse

Gleichzeitig zum Start der Übungsaufgaben wurde im WiSe 2020/2021 und im laufenden SoSe 2020 an der HHN ein sogenanntes eTutorium angeboten (Sprechstunde per Videokonferenzsystem speziell zum Katalog). Der Grundgedanke des eTutoriums ist, dieses über die Partnerhochschulen verteilt als gemeinsame Serviceleistung anbieten zu können. Erste Erfahrungen vom WiSe 2020/2021 zeigen, dass nach erster guter Wahrnehmung dieses Übungsangebotes in Kombination mit dem Aufgabenkatalog dann im Laufe des Semesters nur noch spezielle Fragen zur Physikvorlesung der jeweiligen Dozenten von Interesse waren.

Das Autorenteam wird den gemeinsamen Ausbau des medialen Physik-Aufgabenkatalogs weiter fördern. Mit der Publikation als Open Educational Ressource OER werden die Katalogaufgaben inklusive eines ILIAS-Importfiles und eines Moodle-Importfiles überregional den Hochschulen verfügbar gemacht. Bei der Aufgabenerstellung wurden die folgenden Erfahrungen gemacht:

- Eine nachträgliche Genehmigung als OER durch die Hochschulleitungen war sehr aufwendig und sollte vor einem gemeinsamen Start erfolgen.
- Die Aufwände zur Versionierung und Synchronisation der 8 Aufgabensammlungen mit den Fachgruppen insbesondere bei Änderungen werden als unerwartet hoch empfunden und sind beim künftigen Ausbau zu berücksichtigen.

- Trotz dieses Verwaltungsaufwandes bleibt eine Verringerung der Aufwände und Erhöhung der Wertschöpfung durch *Sharing*, da die Erstellung und Qualitätsprüfung von Aufgaben über die Partnerhochschulen verteilt bleibt.

Bei der Organisation, Durchführung und Auswertung der digitalen Physik-Diagnostetests an den jeweiligen Standorten ist folgendes aufgefallen:

- Es ist zu klären, ob Tests innerhalb der Vorlesungszeit oder in einem zusätzlichen Zeitfenster zu erbringen sind, eine enge Kommunikation mit den in der Regel von den Arbeitskreisvertretern abweichenden Physikdozenten ist erforderlich.
- Eine wiederholte Nutzbarkeit des Diagnostetests in Präsenz erfordert eine hohe Aufmerksamkeit bei der Prüfungsaufsicht, so dass z.B. durch das Abfotografieren des Bildschirms die Testaufgaben nicht kommuniziert werden. Bei einer Nutzung des Diagnostetests im Distanz-Onlineformat ist das Kopieren unvermeidbar.

Ausreichende Erfahrung zum eTutorium liegen noch nicht vor und werden derzeit erarbeitet. Ziel ist ein in sich stimmiges Angebot von Übungsaufgaben, Diagnostetests und eTutorium. Die gemeinsame Nutzung von Ressourcen (Tutoren, wissenschaftliche Mitarbeiter, Dozenten) ist sehr attraktiv. Die Autoren sind überzeugt, mit diesem medialen Angebot einen Mehrwert für ihre und auch andere Hochschulen geschaffen zu haben.

Literaturverzeichnis

- [Ca13] Carmesin, H. et. al.: *Universum Physik Sekundarstufe II - Baden-Württemberg - Kursstufe: Schülerbuch*, Cornelsen Verlag, 2013.
- [Da15] Daberkow, A. et. al.: *Physikgrundlagen medial – ein simultanes Testexperiment von 7 Hochschulen* In (Zentrum für Hochschuldidaktik Hrsg.): *Tagungsband zum 2. HDMINT Symposium 2015 Technische Hochschule Nürnberg*, S 192 – 198, 2015.
- [Da16] Daberkow, A. et. al.: *Wirksames mediales Lernen und Prüfen mathematischer Grundlagen an der Hochschule Heilbronn*. In (Hoppenbrock, A. et. al. Hrsg.): *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase*, Springer, Berlin, S. 85 – 100, 2016.
- [Kä19] Käß, H. et. al.: *Mindestanforderungskatalog Physik - ein Vorschlag; PhyDid B - Didaktik der Physik* In (Nordmeier, V.; Grötzebauch, H. Hrsg.): *Beiträge der DPG-Frühjahrstagung*, Aachen, S. 73 – 78, 2019.
- [KG11] Kurz, G.; Gilg, J.: *Brücken zur Physik - Band 1 Mechanik, Schwingungslehre, Wärmelehre (mit CD-ROM)*, Cornelsen-Verlag, Berlin, 2011.
- [Me17] Mazur, E.: *Peer Instruction - Interaktive Lehre praktisch umgesetzt*, (Kurz, G., Harten, U. Hrsg.), Springer Spektrum, 2017.

Distanzlehre und die Einstellungen zukünftiger Lehrer*innen zu Digitalisierung

Ergebnisse einer Mixed-Methods-Analyse

Swantje Borukhovich-Weis¹, Jan Grey², Ewa Łączkowska³ und Inga Gryl⁴

Abstract: Forscher*innen am Institut für Sachunterricht (ISU) entwickeln, erproben und evaluieren digital gestützte Lehr-Lern-Szenarien in der Lehramtsausbildung. Hier stellen sie eine Mixed-Methods-Analyse vor, die untersucht, welche *Erfahrungen* Lehramtsstudierende am ISU mit der Distanzlehre während der COVID-19-Pandemie gemacht haben und wie sich ihre *Einstellungen* zu digitalem Lehren und Lernen in Hinblick auf ihre Professionalisierung und ihren späteren Berufsalltag verändert haben. Dafür werten sie Daten aus drei Erhebungen mit Studierenden statistisch und inhaltsanalytisch aus, u. a. aus einer repräsentativen Online-Umfrage und einer qualitativen Interviewstudie. Aus den Analyseergebnissen leiten die Autor*innen Empfehlungen ab, wie digital gestützte Lernumgebungen in der Lehrer*innenbildung gestaltet werden sollten.

Keywords: Universitäre Lehramtsausbildung, Distanzlehre, Einstellung zu Digitalisierung, Sachunterricht, Mixed Methods, COVID-19-/Corona-Pandemie, qualitative Interviews

1 Einleitung

Vor der COVID-19-Pandemie haben Hochschullehrende vereinzelt Distanzlehre angeboten. Während der Pandemie wurde sie zur Norm. Fast alle Lehrveranstaltungen haben über einen Zeitraum von mehr als einem Jahr online stattgefunden.⁵ Die pandemiebedingte Umstellung von Präsenz- auf Distanzlehre erfolgte abrupt. Viel Zeit blieb den Lehrenden nicht, um didaktisch elaborierte digital gestützte Lehr-Lernszenarien auszuarbeiten. Es erschwerte die Umsetzung, dass digitalisierungsbezogene Kompetenzen und technische Infrastruktur fehlten [Sc17]. Für Distanzlehre an *Schulen* während der Pandemie spricht Döbeli Honegger [Dö20, S. 1] von „Notfallfernunterricht“. Dieser sei

¹ Universität Duisburg-Essen, Institut für Sachunterricht, Schützenbahn 70, 45127 Essen, swantje.borukhovich-weis@uni-due.de

² Universität Duisburg-Essen, Institut für Sachunterricht, Schützenbahn 70, 45127 Essen, jan.grey@uni-due.de

³ Universität Duisburg-Essen, Institut für Sachunterricht, Schützenbahn 70, 45127 Essen, ewa.laczkowska@stud.uni-due.de

⁴ Universität Duisburg-Essen, Institut für Sachunterricht, Schützenbahn 70, 45127 Essen, inga.gryl@uni-due.de

⁵ Davon waren am Institut für Sachunterricht (ISU) wenige Präsenzveranstaltungen ausgenommen, die an die örtliche Infrastruktur gebunden sind.

„mit einem zeitgemäßen Unterricht in einer Kultur der Digitalität [nicht] zu vergleichen“ [ebd.]. Auch in der universitären Lehre handelte es sich um „Notfallfernunterricht“.

Die flächendeckende, langandauernde und ad hoc umgesetzte Distanzlehre ist eine neue Form der Distanzlehre. Erste empirische Untersuchungen [Gr21; MK21] zeigen: Obgleich Studierende die damit einhergehende Flexibilität schätzen, führte die Distanzlehre während der Pandemie zu Unsicherheit, einer hohen Arbeitsbelastung, Isolation und Entgrenzung von Lehr-Lern- und privatem Raum. Studierende vermissten den informellen, persönlichen Austausch mit Kommiliton*innen und Lehrenden. Das ‚Campusleben‘ blieb ihnen (größtenteils) verwehrt. Die Autor*innen folgen der These, dass sich die Wahrnehmung dieser extremen Form der Distanzlehre auf die Einstellung der Studierenden zu digitalem Lehren und Lernen auswirkt. In dem hier präsentierten Forschungsprojekt untersuchen wir mittels einer Mixed-Methods-Analyse (MMA), welche *Erfahrungen* Studierende am Institut für Sachunterricht (ISU) mit der *pandemiebedingten Distanzlehre* gemacht haben und wie sich ihre *Einstellungen* zu digitalem Lehren und Lernen dadurch verändert haben.

Ein Forschungsschwerpunkt am ISU ist Digitalisierung. Forscher*innen des Instituts entwickeln, erproben und evaluieren mittels deskriptiver und qualitativer Forschung digital gestützte Lehrangebote und analysieren, wie Studierende diese nutzen und wahrnehmen.⁶ Die hier präsentierte Datenerhebung knüpft an Lehr-Lern- und Forschungsprojekte am ISU an, die wir bereits *vor* der Pandemie geplant und begonnen haben. Mittels der MMA untersuchen wir sowohl *ad hoc* realisierte Distanzlehre als auch Veranstaltungen, die ungeachtet der Pandemie als *langfristig geplante digitale Lehrangebote* vorgesehen waren und durchgeführt wurden. In unserer Analyse folgen wir den *Forschungsfragen*: (1.) Wie nehmen die Studierenden am ISU die unterschiedlichen Lehr-Lernangebote während der pandemiebedingte Distanzlehre wahr? (2.) Wie bewerten sie die Qualität der Angebote? (3.) Wie verändert die Wahrnehmung und Bewertung der Angebote ihre Einstellung zu Digitalisierung als (i) Unterrichtsmedium und -gegenstand und (ii) in Bezug auf die eigene Professionalisierung als (angehende) Lehrkraft im Grundschulfach Sachunterricht? Aus den Ergebnissen leiten wir Empfehlungen dafür ab, wie das digital gestützte Lehren in der universitären Lehramtsausbildung gestaltet werden sollte.

2 Theoretischer Hintergrund

Digitalisierung beeinflusst das Leben von Grundschulkindern [GD19]. Es ist die Aufgabe des Sachunterrichts, Schüler*innen zu befähigen, ihre Lebenswelt sachbezogen zu verstehen, sich in ihr zu orientieren und an ihr mündig zu partizipieren [GD13, S. 9]. Damit Lehrkräfte im Sachunterricht dieser Aufgabe nachkommen können, muss in der

⁶ Für Informationen zu Forschungsprojekten der Autor*innen s.: <https://www.uni-due.de/isu/> und <https://zlb.uni-due.de/digitalisierung-in-der-lehramtsausbildung-didl/>.

Lehramtsausbildung ein Kompetenzaufbau für die eigene digitalisierungsbezogene Professionalisierung, das Lehren und Lernen mit digitalen Medien und das Lernen über Digitalisierung als Unterrichtsgegenstand erfolgen [GD19]. Neben digitalisierungsbezogenen Kompetenzen prägen auch die Einstellungen von Lehrer*innen zu Digitalisierung die Qualität von digital gestütztem Unterricht [GI20]. Das heißt, Hochschullehrende müssen digital gestützte Lehr-Lern-Szenarien anbieten, die die digitalisierungsbezogenen Kompetenzen der angehenden Lehrkräfte fördern⁷, an ihre Einstellungen und ihr Vorwissen zu Digitalisierung anknüpfen und ihnen eine positive Lehr-Lernerfahrung mit digital gestützter Lehre ermöglichen. Unter Einstellungen verstehen wir nach Mayerl „eine individuelle, mentale und bilanzierende Bewertung eines gedanklichen Objektes“ [Ma09, S. 23]. Gedankliche Objekte können alle abstrakten oder konkreten Erscheinungen sein, wie Personen, Institutionen, Gegenstände oder Gedanken selbst [Ma09].

3 Methode und Studiendesign

3.1 Methodischer Hintergrund

Um gedankliche Objekte zur Distanzlehre zu identifizieren, die Lernende während der Pandemie entwickelt haben, forschen wir qualitativ und unterstützen unsere Ergebnisse mit Quantifizierungen der Daten. Vorhandene wissenschaftliche Analysen konzentrieren sich auf punktuelle oder temporär begrenzte Formen der Distanzlehre [z. B. HHL21]. Es fehlen empirische und theoretische Erkenntnisse zu Distanzlehre als Norm⁸, die für eine rein deduktive Untersuchung nutzbar wären. Die Analyse muss vor allem induktiv erfolgen. Qualitative Forschung ist geeignet, um induktiv und explorativ menschliches Denken und Handeln zu untersuchen. Eine MMA kann Forschungsergebnisse aus unterschiedlichen Datensätzen integrieren [vgl. Ke17; Ku17]. Für unsere Untersuchung liegen qualitative und quantitative Daten aus drei Erhebungen vor. Die Analyse der qualitativen Daten liefert differenzierte Erkenntnisse zu den Erfahrungen der Studierenden mit der pandemiebedingten Distanzlehre und zugleich zu ihren Einstellungen und Bedeutungszuschreibungen zu digital gestütztem Lehren und Lernen im Studium und ihrer zukünftigen Berufspraxis. Die quantitativen Datensätze ermöglichen es, die qualitativen

⁷ Bildungspolitische Referenzrahmen von der Europäische Union, der Bundes- bzw. Landesregierung (Nordrhein-Westfalens) beschreiben digitalisierungsbezogene Kompetenzen, die bei angehenden Lehrer*innen zu fördern sind. Sie setzen unterschiedliche Schwerpunkte, sind nicht fachspezifisch ausdifferenziert und Hinweise zur didaktischen Umsetzung fehlen [Be20]. S. [Be20] für eine differenzierte Betrachtung bestehender Referenzrahmen. Autor*innen des „integrativen Modells digitalisierungsbezogener Kompetenzen für die Lehramtsausbildung“ [Be20] verbinden Elemente dieser Referenzrahmen mit etablierten Theorien zu digitalisierungsbezogenen Kompetenzen. Sie beschreiben allgemeine und *konkrete* digitalisierungsbezogene Kompetenzen. Letztere sind überfachlich, fächerübergreifend oder fachspezifisch für die Fächer Deutsch, Informatik und Sachunterricht formuliert.

⁸ Zum Zeitpunkt der hier vorgestellten Erhebungen lagen den Autor*innen keine Untersuchungen zur pandemiebedingten Distanzlehre vor. Mittlerweile wurden (explorative) empirische Analysen veröffentlicht.

Daten zu gewichten: Wenn quantitative Ergebnisse die qualitativen Aussagen bestätigen, zeugt dies von Relevanz und Reliabilität der Erkenntnisse.

Wir haben die Datensätze der drei Erhebungen parallel separat ausgewertet und anschließend trianguliert [F111]. D. h., wir haben die Analyseergebnisse der Erhebungen verglichen und Meta-Inferenzen [TT08] ermittelt. Das sind Schlussfolgerungen, die gewonnen werden, wenn ein Dialog zwischen verschiedenen Datenarten und -sätzen gesucht wird und dabei Ergebnisse aus unterschiedlichen Erhebungen *integriert* werden [TT08, S. 101]. Meta-Inferenzen zu ermitteln heißt mehr, als Erkenntnisse additiv zusammenzubringen. Durch die Integration der Daten können Einsichten gewonnen werden, die aus separierten Perspektiven nicht sichtbar werden [TT08, S. 106].

3.2 Studiendesign und Datenerhebung

Durchgeführt haben wir die drei Datenerhebungen im Zuge des Lehr-Lernprojekts „Die digitale Lehrer*innentasche“ und der Studiengangentwicklung „Professionalisierung von Lehramtsstudierenden für die Bildung in der digitalen Welt (ProSUdi)“. In dem Lehr-Lernprojekt haben wir mittels der anonymen Online-Umfrage **OU**²⁰ sowie der qualitativen Interviewstudie **IS**²⁰ Daten erhoben, im Zuge der Studiengangentwicklung anhand der repräsentativen Online-Umfrage „Digitalisierung im und für den Sachunterricht“ (**DifS**). Die Erhebungen wurden vor dem Beginn der Pandemie konzipiert. Um Auswirkungen der Pandemie zu untersuchen, haben wir die Erhebungen um offene Fragen zur pandemiebedingten Distanzlehre erweitert. Aus dem Datenkorpus der drei Erhebungen haben wir nicht alle Daten ausgewertet, sondern für die hier diskutierten Forschungsfragen eine relevante Teilmenge ausgewählt. Abbildung 1 verortet die drei Erhebungen **DifS**, **OU**²⁰ und **IS**²⁰ in den Lehr-Lern- und Forschungsprojekten am ISU.

Die Veranstaltung „Einführung in die Didaktik des Sachunterrichts“ (EDSU) findet jährlich statt und richtet sich an alle Studierende im Fach SU am ISU (ca. 100) in der Studieneingangsphase. Die Autor*innen haben mit Kooperationspartner*innen an der UDE die Präsenzveranstaltung in ein Inverted Classroom umgewandelt, bestehend aus einer E-Learning-Vorlesung und begleitenden Übungsgruppen in Präsenz. Die Online-Aktivitäten im E-Learning sind vielfältig, interaktiv und als zeitlich kurze Einheiten gestaltet. Das E-Learning ist mit Elementen zur Selbststeuerung und Gamification angereichert. Eine digitale Lehrer*innentasche füllt sich symbolisch mit Kompetenzen, wenn Studierende die Kursaktivitäten absolvieren. Wir möchten Studierende praktisch mit digitalem Lehren und Lernen vertraut machen, ihnen mobiles und flexibles Lernen ermöglichen und sie motivieren, an der Veranstaltung aktiv teilzunehmen. Ziel ist es, Herausforderungen der Studiengangorganisation zu begegnen, wie fehlende Anwesenheitspflicht und keine Prüfungsleistung.

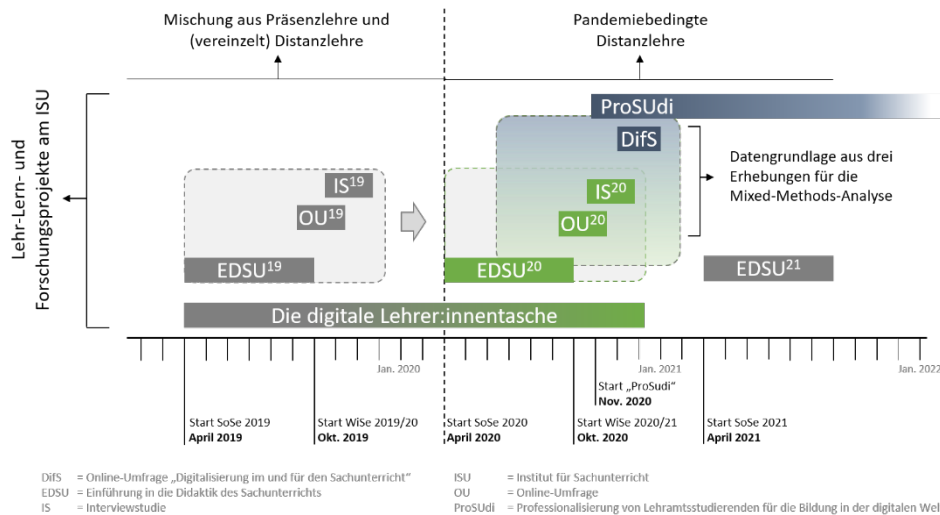


Abb. 1: Lehr-Lern- und Forschungsprojekte am ISU als Grundlage der Mixed-Methods-Analyse zur pandemiebedingten Distanzlehre

Die erste Durchführung und Evaluation fand im SoSe 2019 statt.⁹ Anschließend wurde die Veranstaltung optimiert. Die zweite Durchführung im SoSe 2020 hat pandemiebedingt rein digital stattgefunden. Ziel der Erhebungen OU²⁰ und IS²⁰ aus der zweiten Kohorte war es, die vorgenommenen Optimierungen zu validieren sowie die studentischen Einstellungen zu Digitalisierung und digitaler Lehre tiefer zu erforschen. In beiden Erhebungen beziehen die Studierenden ihre Angaben zur pandemiebedingten Distanzlehre vielfach auf diese eine bestimmte Veranstaltung, eine erprobte und optimierte digital gestützte Lehrveranstaltung.

Die Erhebung OU²⁰ diente der summativen Evaluation der Veranstaltung und untersuchte die Qualität des E-Learnings, der Online-Übungen und ihres Zusammenspiels in der pandemiebedingten Distanzlehre. An der Umfrage nahmen $N = 35$ von 106 Studierende teil¹⁰. 18 Frageitems der Umfrage sind in die MMA einfließen. Die Items erfragen, welche Belastungen die Studierenden in ihrem Studium durch die Distanzlehre erfahren haben, inwiefern seitens der Lehrenden Rücksicht auf die veränderte Situation genommen wurde und welche (veränderten) Einstellungen zu digital gestützter Lehre an Hochschulen und Grundschulen aus den Erfahrungen des Distanzsemesters entstehen. Die Auswertung der Daten erfolgte mittels induktiver Kategorienbildung und qualitativer Inhaltsanalyse nach Kuckartz [Ku18].

⁹ In der ersten Befragungskohorte haben wir mittels OU¹⁹ und IS¹⁹ die Veranstaltung allgemein evaluiert. Für Informationen zu der Umgestaltung der Präsenzveranstaltung in ein Inverted Classroom und zu den Evaluationsergebnissen s. [GB20; Bo21].

¹⁰ Freiwillige Teilnahme; Proband*innenvergütung im Zuge einer Verlosung ausgezahlt.

Im Juli und August 2020 haben wir mit Unterstützung einer studentischen Hilfskräfte dreißigminütige qualitative Interviews **IS²⁰** mit $N = 20$ Studierenden durchgeführt¹¹. Mittels eines semi-strukturierten Leitfadens haben wir die Absolvent*innen des Kurses danach gefragt, inwiefern Distanzlehre ihre Einstellung zu Digitalisierung im Alltag, in der Hochschullehre und in ihrer Tätigkeit als angehende Lehrkraft beeinflusst und wie ihre Erfahrungen aus der Lehrveranstaltung EDSU ihre Einschätzungen prägen¹². Die Auswertung erfolgte aus den Interview-Transkripten inhaltsanalytisch mit der Software *MAXQDA*. Nach Kelle und Kluge [KK10] haben wir deduktiv aus der Forschungsfrage und induktiv aus dem Material Analysekatoren entwickelt.

	Digitalisierung im und für den SU (Difs)	Online-Umfrage (OU ²⁰)	Interview-Studie (IS ²⁰)
Erhebungsinstrument/-verfahren	Anonyme Online-Umfrage mit (teil-)offenen Fragen in LimeSurvey programmiert	Anonyme Online-Umfrage mit (teil-)offenen Fragen in Moodle programmiert	Qualitative Interviews Videokonferenz (per Hochschulzugang zu BigBlueButton)
Zielsetzung	Analyse der Kenntnisse und Einstellungen zu Digitalisierung der Studierenden am ISU Schwerpunkt: Digitalisierungsbezogenes Lehren und Lernen im Sachunterricht	Summative Evaluation von EDSU ²⁰ Schwerpunkt: Qualität der E-Learning-Vorlesung, der Übungen in Kleingruppen und ihres Zusammenspiels	Summative Evaluation von EDSU ²⁰ und weiterführender Forschungsfragen Schwerpunkt: Interaktion und Kommunikation in der digitalen Lehr-Lernumgebung EDSU
Zielgruppe	495 immatrikulierte Studierende am ISU 495 Studierende (388 im Bachelor, 107 im Master, Stand: 26.03.2021); davon 456 per E-Mail erreicht und zur Teilnahme an der Umfrage eingeladen	106 Studierende am am ISU, die an EDSU ²⁰ teilgenommen haben	
Zeitraum	16.12.2020 bis 31.01.2021	13.07. bis 31.07.2020	16.07.2020 bis 18.08.2020
Gesamter Datensatz	147 Frageitems (131 geschlossen, 16 offen)	111 Frageitems (64 geschlossen, 47 offen)	ca. 30-minütige Interviews
Grundlage der Mixed-Methods-Analyse	Integrierter Datensatz	Neun Items (zwei geschlossen, sieben offen)	18 Items (neun geschlossen, neun offen)
	Proband:innen	N = 137	N = 35
	Auswertungsmethode	Phase I: Quantifizierung der Daten und qualitative Inhaltsanalyse	Phase I: Induktive Kategorienbildung und qualitative Inhaltsanalyse des Materials
Phase II: Triangulation der in Phase I ausgewerteten Daten			

Abb. 2: Datengrundlage der Mixed-Methods-Analyse zur pandemiebedingten Distanzlehre

An der repräsentativen Online-Umfrage **Difs** haben Ende 2020 / Anfang 2021 mit $N = 193$ rund 40% der Studierenden am ISU teilgenommen.¹³ In der MMA haben wir $N = 137$ der Datensätze ausgewertet.¹⁴ Die in *LimeSurvey* programmierte Umfrage untersucht mittels teiloffener Fragen die Einstellung zu Digitalisierung im Sachunterricht sowie das digitalisierungsbezogene Professionswissen der Lehramtsstudierenden. Für die MMA haben wir zwei geschlossene und sieben offene Fragen ausgewertet. Die Items entsprechen im Wesentlichen denen der Umfrage OU²⁰ (s. o.). Zusätzlich haben wir nach positiven Aspekten der Distanzlehre, die zukünftig beibehalten werden sollten, gefragt.

¹¹ Auswahl der Proband*innen nach zeitlicher Reihenfolge ihrer Anmeldung („first come, first serve“). Voraussetzung war, dass mind. 70% der Veranstaltung absolviert sein musste. Proband*innenvergütung ausgezahlt; Teilnahmemotivation erfasst.

¹² Weitere Interviewfragen konzentrierten sich darauf, wie Studierende digitale Austauschforen für soziale Interaktion und Kommunikation nutzen und wahrnehmen und wie sie die Optimierungen bewerten.

¹³ Von den 495 Studierenden am ISU (Stand: 26.03.2021) konnten 456 per E-Mail zur Teilnahme an der Umfrage eingeladen werden.

¹⁴ $N = 56$ Erstsemesterstudierende haben wir nicht berücksichtigt, da sie im Gegensatz zu Studierenden höherer Semester die pandemiebedingte Distanzlehre nicht mit universitärer Präsenzlehre vergleichen können. Weitere 71 Datensätze waren unvollständig.

Abbildung 2 fasst die Angaben zu den drei Erhebungen zusammen und zeigt, welche Datensätze der MM-Analyse zugrunde liegen.

4 Ergebnisse der Analyse

In Hinblick auf die Wahrnehmung der Distanzlehre im Studium sind innerhalb der drei Studien *divergierende Muster und Stimmungsbilder* unter den Befragten zu erkennen. Die Erfahrungen aus der pandemiebedingten Distanzlehre führen nicht zwangsläufig zu einer Veränderung der Einstellung zur Digitalisierung: Die Ergebnisse aus OU²⁰ zeigen, dass etwa gleich viele Befragte angeben, ihre Einstellung habe sich geändert bzw. ihre Einstellung habe sich nicht geändert. In der Umfrage DifS geben fast 45% der Befragten an, ihnen sei die Bedeutung von Digitalisierung während der Pandemie deutlicher bewusstgeworden. Sie betonen dabei die gegenwärtigen Schwächen des digital gestützten Lehrens und Lernens, weniger die Stärken und Potentiale. Insofern zeigt sich ein *Spannungsverhältnis*: Einerseits wird digitales Lehren und Lernen mit positiven Zuschreibungen verbunden, andererseits in der gegebenen Form oft als negativ und belastend eingestuft. Auch in den Interviews zeigt sich dieses Spannungsfeld. Als positiver Aspekt wird in allen drei Studien die zeitliche *Flexibilisierung* genannt, die den Lebensbedingungen von Studierenden entgegenkommt. In DifS betonen dies über 60% der Befragten. In IS²⁰ konkretisiert eine befragte Person:

„Also für mich ist das eine- in diesem Semester echt (.) ja, perfekt ausgekleidete Rolle gespielt. Ich habe mich vorher schon sehr darüber gefreut, dass- dass- (.) in der Veranstaltung Didaktik Sachunterricht so angeboten werden sollte. (.) Anders als viele meiner Mitstudierenden bin ich jetzt nicht mehr 18, ich bin 26 Jahre alt. Ich habe vorher schon gearbeitet und habe auch jetzt, ja, nicht so das Leben, das ich irgendwie mal so im Tag erlebe, sondern bin eher sehr durchstrukturiert. Und (.) dieses festgefahrene System, ich muss jetzt zu einer festen Zeit an der Uni sein und dann wieder den nächsten Kurs- (.) funktioniert zwar, ist aber mit sehr viel Aufwand für mich verbunden. Und (.) ja, zeitlich asynchron, dann irgendwie (.) online etwas machen zu können, ist für mich auf jeden Fall die deutlich bessere Variante. Wobei ich auch glaube, dass man dafür- ja, auch strukturiert sein muss.“ (IS²⁰-EL290710-29.07.2020)

Hier wird deutlich, dass mit dem Vorteil der Flexibilisierung auch die Anforderung verbunden wird, *strukturiert zu arbeiten*. Als zweite zentrale Herausforderung zeigt sich, dass sich die Studierenden weitgehend auf *intrinsische Motivation* stützen müssen, da andere motivierende Faktoren wegfallen, wie die soziale Interaktion im Studium. Daneben werden der *Arbeitsaufwand* und die *Qualität der Veranstaltungen* mit digitalem Lehren und Lernen in Verbindung gebracht. Zahlreiche Lehr-Lernveranstaltungen werden hinsichtlich eines (zu) hohen Arbeitsaufwands oder einer inadäquaten Vorbereitung und Ausgestaltung der Lernumgebung kritisiert. Im Rahmen der Online-Umfrage DifS betonten knapp 30% der Studierenden einen deutlichen *Mehraufwand* im Rahmen der Distanzlehre gegenüber der Präsenzlehre.

Eine umfassende Vorbereitung des digitalen Lehrangebots, wie sie in EDSU erfolgte, wird von den Studierenden honoriert. Insgesamt wurde die E-Learning-Vorlesung von 98% der Befragten in der OU²⁰ als „gut“ oder „sehr gut“ bewertet. Eine Befragte aus der IS²⁰ äußert hierzu:

„Also ich denke, dass Online-Lehre auf jeden Fall sinnvoll sein kann, wenn es so gut [...] aufbereitet ist [...] wie hier. [...] Und da finde ich ist das im Sachunterricht schon deutlich besser umgesetzt, dass man da auch das Gefühl hat, (.) dass die Dozenten sich Mühe gegeben haben und dass wirklich Überlegungen dahinterstecken: Wie kann man das ansprechend gestalten, und wie kann man auch versuchen, das (.) ein bisschen persönlicher zu machen, um wieder auf dieses- diesen persönlichen Kontakt hinzukommt. Da hat man schon das Gefühl, dass man nicht alleine ist, im Gegensatz zu anderen Kursen.“ (IS²⁰-EL160710-16.07.2020)

In allen Umfragen zeigt sich die Bedeutung von (*persönlichem*) Austausch, Interaktion und einer guten Betreuung.

„Ein Nachteil ist, dass vieles noch unpersönlicher geworden ist und man viel mehr auf sich allein gestellt ist. Der persönliche Austausch mit Kommilitonen ist geringer vorhanden und das soziale Leben fehlt.“ (DifS-AWID287)

Fast die Hälfte der Befragten der DifS-Umfrage merkt an, dass sie den Verlust sozialer Kontakte spüren. 35 Befragte konkretisieren dies: 18 Studierende beziehen diese Aussage vorwiegend auf universitäre Kontakte. In 17 Fällen sprechen die Befragten von genereller Einsamkeit. In beiden Erklärungsmustern fällt auf, dass insbesondere Studierende in frühen Semestern betroffen sind. Die Autor*innen nehmen an, dass Studierende in fortgeschrittenen Semestern eher auf etablierte Verbindungen zu Kommiliton*innen zurückgreifen können, die trotz der Kontaktbeschränkungen (virtuell) bestehen. Aus der Studierendenperspektive, so wird es in allen drei Studien deutlich, entstehen durch soziale Isolation in der Distanzlehre zwei sich wechselseitig verstärkende Nachteile: Zum einen fehlt ein fachlich-inhaltlicher Austausch. Viele Veranstaltungen werden remote angeboten, so dass Diskussionen nur eingeschränkt möglich sind (z. B. in Form von Forendiskussionen). Auch in synchronen Onlinesitzungen sind die Austauschmöglichkeiten aus technischen Gründen mitunter begrenzt. Zum anderen fehlen soziale Kontakte zur Kompensation von Stress und Überwindung studienbezogener Herausforderungen (das Erschließen komplexer Studieninhalte, Prüfungsvorbereitungen etc.). Im Rahmen der DifS-Umfrage benennen nur knapp 14% der Befragten technische Probleme als Belastung, nur 5% der Studierenden beschreiben lange Bildschirmzeiten als Belastung.

Diese Nachteile und die außeruniversitäre Lebenswelt bilden eine deutliche Herausforderung für die Studierenden. So schildern knapp 30% der Befragten in DifS, dass es für sie aufgrund anderer Verpflichtungen in der Distanzlehre schwer ist, sich konzentriert mit den Lehr-Lerninhalten zu beschäftigen. Einige Befragte kritisieren digitales Lehren und Lernen auch ungeachtet der persönlichen Situation und äußern Präferenzen für Präsenzveranstaltungen, wie das folgende Beispiel illustriert:

„Ich persönlich fand es aber eher blöd, also ich (.) gehe dann doch lieber zur Uni. Einfach auch weil ich jemand bin, ich höre dann besser zu, wenn da wirklich jemand im echt steht, der mir was erzählt. Nehme daraus auch viel mehr mit als wenn ich mir irgendein Video angucke (.) wo ich dann nur auf die Folien gucke und man sich ultraschnell ablenkt. Es geht halt- Also bei mir einfach schneller als wenn man wirklich in der Uni sitzt, da ist man einfach (.) ja, konsequenter, kann man doch ein bisschen mehr auf Uni konzentrieren und hat dann nicht hier noch was und macht man noch das mal eben, weil ihm- einem das noch einfällt.“ (IS²⁰-MS220714-22.07.2020, 14:00)

Es zeigt sich, dass sich Einstellungen zu digitalem universitärem Lehren und Lernen im Zuge der Distanzlehre durch unterschiedliche gedankliche Objekte konstituieren. Als negative Aspekte werden insbesondere genannt: Isolation, eingeschränkte Interaktion, hohe Arbeitsbelastung (aufgrund des Workloads oder der erhöhten Anforderungen an Konzentration, Motivation und Strukturierung) und vereinzelt technische Umsetzungsprobleme. Die erhöhte Flexibilisierung, welche einige der genannten negativen Aspekte erst *bedingt*, wird zugleich als positives Moment wahrgenommen. Positiv äußern sich die Befragten vor allem dann, wenn sie bestimmte Lehr-Lern-Angebote als motivierend und ansprechend empfinden. Wie die universitäre Distanzlehre wahrgenommen und bewertet wird, hängt also davon ab, wie die Lehr-Lern-Angebote *konkret gestaltet und umgesetzt* werden. Die Triangulation der Daten bestätigt das.

Im Folgenden werden die Einschätzungen der Befragten zu der Bedeutung von Digitalisierung für den *zukünftigen Berufsalltag als Lehrer*in* und für das *schulische Lehren und Lernen* betrachtet. 60% der Befragten in OU²⁰ geben an, dass sich ihre Einstellung gegenüber digitaler Lehre an (Grund-)Schulen nicht verändert hat. Hierzu konnten verschiedene Erklärungen herausgearbeitet werden: Einige Studierende wurden durch ihre Erfahrungen von den Vorteilen digitaler Lehre überzeugt, andere haben diese bereits vor der Pandemie als sinnvoll erachtet. Eine grundlegend ablehnende Haltung gegenüber dem Einsatz digitaler Medien in der Grundschule wurde in den Daten nicht identifiziert. Vielmehr zeigt die Analyse aller verfügbaren Daten, dass die Befragten davon ausgehen, dass *Digitalisierung generell positive Auswirkungen* auf das schulische Lehren und Lernen an der Grundschule hat bzw. haben kann. Allerdings kritisieren die Befragten die Umsetzung und benennen die mangelhafte Infrastruktur an Schulen als eine der zentralen Herausforderungen.

„Ich denke, dass es meine Wahrnehmung schon beeinflusst hat. Vor allem, weil ich ja, kurz bevor das losgegangen ist, auch noch an der Praktikumsschule war. Und da hab ich erst mal gesehen, wie das in den Schulen oder wie manche Schulen auch aufgestellt sind. Die haben da (.) ich glaube fünf Laptops für die gesamte Schule, und das waren Laptops die waren, ich glaube, zehn Jahre alt und haben dementsprechend lange geladen und (..) hatten auch irgendwie keinen vernünftigen Kinderschutz-Programme da drauf, sodass es kindergerecht war. Das fand ich schon echt (.) sehr, sehr traurig mit anzusehen. Und dementsprechend hat man den Kindern dann auch angesehen, dass die Medienkompetenz da ein bisschen fehlt“ (IS²⁰-EL160710-16.07.2020)

Während kaum Befragte in OU²⁰ und DifS mangelhafte digitalisierungsbezogene Kompetenzen der Lehrenden kritisieren, wird dies in der IS²⁰ vergleichsweise häufig angesprochen. In der IS²⁰ realisieren die Befragten, dass eine komplexe Umsetzung digitaler Lehr-Lern-Angebote vielfältige digitalisierungsbezogene Kompetenzen voraussetzt. Offenbar hängt das mit ihrer Erfahrung in der elaborierten Lernumgebung zusammen. Die Studierenden kontrastieren die Erfahrungen aus EDSU mit anderen Lehrveranstaltungen und sehen eine Notwendigkeit von Fortbildungsmaßnahmen für Hochschullehrende. Die Befragten reflektieren über ihre eigenen Kompetenzen: Sieben Interviewpartner*innen betonen, dass Digitalisierung im Lehramtsstudium gefördert werden sollte und die Bedeutung entsprechender Kompetenzen für ihren späteren Berufsalltag. Fünf der Befragten weisen darauf hin, dass sie durch die digitale Lehr-Lernumgebung EDSU Inspiration und Kenntnisse dazu mitnehmen, wie sie später selbst ein gelungenes E-Learning gestalten können. Sieben Befragte attestieren auch Lehrkräften an (Grund-)Schulen mangelhafte Kompetenzen für das digital gestützte Lehren und Lernen. Zehn Interviewpartner*innen reflektieren bewusst darüber, dass die pandemiebedingte Distanzlehre einen digitalen Wandel an den Schulen und in der Hochschulbildung anstoßen kann.

5 Diskussion

Seit der Ausbreitung der COVID-19-Pandemie haben Lehrende an Hochschulen Distanzlehre nahezu flächendeckend angeboten. Unsere Analyseergebnisse zeigen, dass die Erfahrungen mit dieser extremen Form der Distanzlehre variieren: Einige Studierende stufen das pandemiebedingte digitale Lehren und Lernen als belastend und herausfordernd ein. Dabei stehen weniger technische Herausforderungen, eher soziale Komponenten des universitären Miteinanders im Vordergrund. Die Ergebnisse zeigen auch, dass Studierende elaborierte digitale Angebote wertschätzend annehmen und als motivierend einstufen. Die Einstellungen von Studierenden zu Digitalisierung sind veränderbar, wenngleich die unterschiedlichen Erfahrungen mit der Distanzlehre während der Pandemie nicht durchgängig zu veränderten Einstellungen der Studierenden geführt haben. Die Erfahrungen zwingen angehende Lehrer*innen aber sich mit digital gestützten Lehr-Lernformaten auseinanderzusetzen. Zukünftige Lehrkräfte erfahren in der täglichen, praktischen Auseinandersetzung Vor- und Nachteile der digitalen Lehre. Dies führt bei vielen Studierenden dazu, Voraussetzungen für gelungene digitale Lehrangebote, Transfermöglichkeiten in die eigene berufliche Praxis und die eigenen Kompetenzen zu reflektieren. Insgesamt zeigen die Studierenden eine hohe Bereitschaft, digitale Lehr-Lern-Formate in ihrem späteren Berufsalltag umzusetzen, insbesondere dann, wenn sie *positive* Erfahrungen mit digital gestützter Lehre machen.

Die Ergebnisse machen also deutlich, dass die bloße Umstellung auf Distanzlehre im Sinne eines ad hoc realisierten Notfallunterrichts nicht ausreichen, um digitales Lehren und Lernen voran zu treiben: Um digitalisierungsbezogene Kompetenzen angehender

Lehrer*innen und eine positive und reflektierte Einstellung zu Digitalisierung in der universitären Ausbildung zu fördern, erscheint es aus unserer Sicht daher unausweichlich, auch die digitalisierungsbezogenen Kompetenzen der Hochschullehrenden zu fördern. Lehrende sollten erprobte, evaluierte und (fortlaufend) optimierte digital gestützte Lehr-Lernkonzepte anbieten. Kreative und lerner*innenorientierte Lehr-Lernformate in der Lehramtsausbildung können als Inspiration für die spätere berufliche Tätigkeit von Lehrer*innen dienen.

Die Auswertung der verschiedenen Daten im Zuge der MMA ermöglicht einen vergleichenden Blick auf die variierenden Erfahrungen der Studierenden. Obgleich sich die Analyse auf Studierende des Grundschulfaches Sachunterricht bezieht, ist anzunehmen, dass sich die Ergebnisse (in Teilen) auf Lehramtsstudierende anderer Fächer und Schulformen übertragen lassen. Es gilt zu prüfen, inwiefern fachspezifische Anforderungen an gelungene digitale Lehrangebote variieren. Die Ergebnisse zeigen, dass Formen der sozialen Interaktion und Kommunikation in (digital gestützter) Lehre für Studierende bedeutend sind. Die Autor*innen beschäftigen sich daher derzeit mit der Frage, wie Online-Austauschforen methodisch und didaktisch so aufbereitet werden können, dass sie lernförderlich wirken und nicht, beispielsweise aufgrund (versteckter) Machtgefälle, Hemmungen hervorrufen, sich zu beteiligen.

Dank

Abschließend bedanken wir uns herzlich bei Olaf Matthes für sein Interesse an unserer Forschungsarbeit sowie für das professionelle und konstruktive Lektorat.

6 Literatur

- [Be20] Beißwenger, M. et al.: Ein integratives Modell digitalisierungsbezogener Kompetenzen für die Lehramtsausbildung. In (Beißwenger, M. et al., Hrsg.): Digitale Innovationen und Kompetenzen in der Lehramtsausbildung, Universitätsverlag Rhein-Ruhr, Duisburg, S. 43-76, 2020.
- [Bo21] Borukhovich-Weis, S. et al.: Mobiles Lernen, Selbststeuerung und Gamification. In (Hochschulforum Digitalisierung, Hrsg.): Digitalisierung in Studium und Lehre gemeinsam gestalten. Innovative Formate, Strategien und Netzwerke. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 475-493, 2021 (im Druck).
- [Dö20] Döbli-Honegger, B.: Warum sich der Covid-19-Notfallunterricht nicht als Diskussionsgrundlage für zeitgemäße Bildung einer Kultur der Digitalität eignet. Pädagogische Hochschule Schwyz, 2020, <https://www.lernentrotzcorona.ch/pub/Lernentrotzcorona/VorsichtBeiVergleichen/2020-beat-doebeli-honegger-warum-sich-der-notfallfernunterricht-nicht-als-diskussionsgrundlage-eignet.pdf>, zuletzt aufgerufen: 25.06.2021.
- [Fl11] Flick, U.: Triangulation. Eine Einführung. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2011.

- [GD13] GDSU: Perspektivrahmen Sachunterricht (vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe). Klinkhardt, Bad Heilbrunn, 2013.
- [GD19] GDSU: Sachunterricht und Digitalisierung. Positionspapier der GDSU, 2019.
- [GL20] Gläser, E.: Professionswissen von Sachunterrichtsstudierenden zu Digitaler und Informatischer Bildung. In (Skorsetz, N.; Bonanati, M.; Kucharz D., Hrsg.): Diversität und soziale Ungleichheit. Herausforderungen an die Integrationsleistung der Grundschule. Springer, Wiesbaden, S. 315-319, 2020.
- [GB20] Gryl, I.; Borukhovich-Weis, S.: Alles Blende(n)d?! Chancen, Herausforderungen und Gelingensbedingungen für digital gestütztes Lehren und Lernen in der universitären Lehrer*innenprofessionalisierung am Beispiel der „digitalen Lehrer*innentasche“. In (Beißwenger, M. et al., Hrsg.): Digitale Innovationen und Kompetenzen in der Lehramtsausbildung. Universitätsverlag Rhein Ruhr, Duisburg, S. 427-446, 2020.
- [Gr21] Greimel-Fuhrmann, B. et al.: Lehren auf der Distanzlehre an der Wirtschaftsuniversität Wien. In (Dittler, U.; Kreidl, C., Hrsg.): Wie Corona die Hochschullehre verändert. Springer, Wiesbaden, S. 89-103, 2021.
- [HHL21] Helm, C.; Huber, S.; Loisinger, T.: Was wissen wir über schulische Lehr-Lern-Prozesse im Distanzunterricht während der Corona-Pandemie? - Evidenz aus Deutschland, Österreich und der Schweiz. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 24, S. 237-311, 2021.
- [KK10] Kelle, U.; Kluge, S.: Vom Einzelfall zum Typus: Fallvergleich und Fallkontrastierung in der qualitativen Sozialforschung. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2010.
- [Ke17] Kelle, U.: Die Integration qualitativer und quantitativer Forschung – theoretische Grundlagen von „Mixed Methods“. In: KZfSS Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 69, S. 39–61, 2017.
- [Ku17] Kuckartz, U.: Datenanalyse in der Mixed-Methods-Forschung. Strategien der Integration von qualitativen und quantitativen Daten und Ergebnissen. In KZfSS Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 69, S. 157-183, 2017.
- [Ku18] Kuckartz, U.: Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Beltz, Weinheim, 2018.
- [Ma09] Mayerl, J.: Kognitive Grundlagen sozialen Verhaltens. Framing, Einstellungen und Rationalität. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2009.
- [MK21] Mulders, M.; Krah, S.: Digitales lernen während der Covid-19-Pandemie aus Sicht von Studierenden der Erziehungswissenschaft. In Medienpädagogik 40, S. 25-44, 2021.
- [Sc17] Schmid, U. et al.: Monitor Digitale Bildung. Die Hochschule im digitalen Zeitalter. Bertelsmann, Gütersloh, 2017.
- [TT08] Tashakkori, A.; Teddlie, C.: Quality of Inferences in Mixed Methods Research. Calling for an Integrative Framework. In (Bergman, M. M., Hrsg.): Advances in Mixed Methods Research. Theories and Applications. SAGE, London, S. 101–119, 2008.

When Lecturers have a Choice: Covid-19 Teaching Format Preferences in a Large-Scale Course of Freshmen Students in Switzerland.

Michael Burkhard¹, Josef Guggemos², Sabine Seufert³, Stefan Sonderegger⁴

Abstract: Covid-19 is increasingly forcing educational institutions to explore new avenues and weight the pros and cons between on-site instruction, online instruction, and mixed formats. Understanding teaching format preferences of lecturers may be helpful for creating meaningful solutions with educational technologies. The paper at hand documents and reflects on the organization and implementation of a large-scale first-semester course in Switzerland in the fall term 2020, where seminar lecturers were free to decide on their used course format (on-site, online, mixed). The format preferences of all 39 seminar lecturers were captured and evaluated. Our results indicate that seminar lecturers predominantly opted for mixed or online seminars; often they like to conduct the very first lesson on site for the purpose of becoming familiar with the students.

Keywords: Higher Education, Teaching Format Preferences, On-Site vs. Remote Teaching, Covid-19 Teaching.

1 Introduction

The covid-19 outbreak in Wuhan in December 2019 [Wo20] has changed the world, causing existing practices and long-standing routines to adapt in a very short time. These developments have also implications for education, schools, and universities. Although there are several established forms of teaching and learning with digital media available, a significant part of teaching often still takes place on-site in classrooms or auditoriums. In light of the pandemic, pragmatic solutions as an alternative to classic on-site teaching had to be developed quickly.

Depending on the country, the covid-19 pandemic is managed very differently, partly due to different underlying contextual factors [Ya20]. Switzerland - which is the subject of this study - is a federally structured country [De20] that allows citizens a relatively high

¹ Institute for Educational Management and Technologies, University of St.Gallen, St. Jakob-Strasse 21, 9000 St.Gallen, michael.burkhard@unisg.ch

² Institute for Educational Management and Technologies, University of St.Gallen, St. Jakob-Strasse 21, 9000 St.Gallen, josef.guggemos@unisg.ch

³ Institute for Educational Management and Technologies, University of St.Gallen, St. Jakob-Strasse 21, 9000 St.Gallen, sabine.seufert@unisg.ch

⁴ Institute for Educational Management and Technologies, University of St.Gallen, St. Jakob-Strasse 21, 9000 St.Gallen, stefan.sonderegger@unisg.ch

degree of freedom in dealing with the pandemic and relies on personal responsibility. Against this backdrop, lecturers can decide for themselves in some cases whether to conduct their lessons on-site or online in a digital format (e.g., in formats with relatively small groups). Mixed formats as a combination of on-site and online teaching may also be possible. However, they face benefits and challenges [Va07]. Lecturers have to weigh the benefits of on-site (e.g., better informal exchange) and online teaching (e.g., no need to wear masks, no commuting) against each other and find a solution that works for them as well as for the students.

The circumstances described above apply to our large-scale first-semester course "Introduction to Academic Writing" at the University of St.Gallen in the fall term 2020. As the course administration, we were free to design the teaching format (on-site vs. online vs. mixed) for the fall term and decided to let the lecturers choose from a predetermined set of possible teaching formats. Through this paper, we aim to document our practice experiences and answer the following two questions:

- *How can a large-scale course during a pandemic take place?*
- *What preferences do lecturers have regarding the course format (on-site, online, mixed)?*

The objectives of the paper at hand are, therefore, twofold:

- Documentation of the situation at the outset, the decision-making process, and the steps of implementation that were relevant in the design of the possible course formats, with the aim of identifying good-practice recommendations and guidelines for future implementation of similar course formats;
- Identification and analysis of course format preferences of lecturers who participated in our course, with the aim of obtaining a better understanding of their individual needs and expectations, as a prerequisite for creating meaningful solutions supported by educational technologies.

To this end, the paper is structured as follows: Section 2 provides a brief overview of the first-semester course "Introduction to Academic Writing" and explains our design of the teaching formats. Section 3 illustrates potential benefits and downsides of the different teaching formats and reports on the chosen teaching format of lecturers. Section 4 concludes with some final remarks.

2 Context

2.1 Course: Introduction to Academic Writing

The large-scale first-semester course "Introduction to academic writing" (IAW) is

mandatory for all 1730 freshmen at the University of St.Gallen. During the course, students learn necessary skills for writing their own scientific paper (e.g., finding and narrowing down a topic; conducting literature research). After a first kick-off lecture, students engage in smaller groups during six seminars and finally have to write a scientific paper as an examination. Seminar groups typically have a size between 20 and 30 people and are taught by a seminar lecturer (usually on-site on campus).

The course has an English track (528 students, 24 groups, 14 lecturers) and a German one (1202 students, 48 groups, 25 lecturers). Several of the lecturers teach two groups. Apart from the language, the course content and course materials are standardized and, hence, similar across all seminar groups. Most of the 39 well-trained and qualified seminar lecturers hold a PhD and have been teaching the course for several years.

Due to the covid-19 situation in Switzerland at that time (see [Fe21]), the permitted capacity for most classrooms has been reduced by the university administration by the factor of two in order to ensure a safety distance of 1.5 meters during lessons. Teaching on-site was still possible, but only in half classes (45 minutes per half class, instead of 90 minutes for the full class).

2.2 Course: Design of the Teaching Formats

University administration left it open as to whether courses should be conducted on-site or online in the fall term 2020. Where appropriate and possible, however, the university administration encouraged the use of on-site seminars. In this case, a switch to an entirely online version of the course at any time had to be ensured. The university administration provided a detailed “Covid-19 code of conduct” and compliance to this code of conduct was the top priority at all times.

The aim was to take into account the individual lecturers’ preferences (on-site vs. online vs. mixed) and life situations (e.g., belonging to a covid-19 risk group) while at the same time providing certain guidelines to ensure covid-19-compliant and high-quality seminars. In light of this, we allowed seminar lecturers to choose from the following three options:

First, lecturers could conduct all six seminars on-site, but due to room-restrictions in half-classes of only about 10-15 people. This means that for each half class, only half the time of the lesson (45 instead of 90 minutes) is available and students are instructed to solve exercises in advance. Students can find all relevant exercises and documents on the learning management system of our university. During the class, the focus can then be placed on coaching and discussing the solutions of the exercises. Lecturers are required to fill in attendance lists for possible contact tracing and to ensure that the minimum distance of 1.5 meters is maintained as well as that all persons wear protective masks before, during and after lecture.

Second, lecturers could conduct all six seminars online via Zoom. In this case, the half-class setting described above could be replaced by break-out-groups if necessary. As mutual individual feedback and coaching is an important part of the seminar, smaller

subgroups can sometimes be useful. We chose Zoom as our preferred tool, because Zoom had been already frequently used at the University of St.Gallen and is integrated in the learning management system.

Third, lecturers could conduct the seminars in a mixed format of their choice (some seminars on-site, some via Zoom). For example, lecturers could carry out the first seminar on-site on campus (e.g., to get to know each other) and then do the other five seminars online via Zoom. Any combination – from five seminars on-site and one via Zoom (5/1), to one seminar on-site and five via Zoom (1/5) – was allowed.

3 Chosen Teaching Formats of Lecturers

At an online workshop with the lecturers prior to the start of the fall term in September 2020, the potential benefits and downsides of the different teaching formats were discussed together with all lecturers. Tab. 1 illustrates the perceived benefits and downsides from the view of the lecturers. After the discussion, the lecturers chose their preferred format. If necessary, the chosen teaching format could also be changed during the fall term (after consultation with the course administration). If the University of St.Gallen had to implement new directives due to the covid-19 pandemic, all seminars would have been conducted online via Zoom.

Teaching Formats	On-site (6/0)	Mixed (5/1–1/5)	Online (0/6)		
<i>Perceived Benefits</i>	Lessons (almost) as before; classroom-interactivity & informal conversations; No technical implementation via Zoom needed	Combination of the benefits of on-site and online-seminars	Exploring new ways of teaching; ensuring that no contagions can take place; no consideration of pandemic aspects (e.g., to wear masks)		
<i>Perceived Downsides</i>	Compliance to pandemic guidelines (e.g., to wear masks, maintain attendance list)	Additional burden due to implementation of technical (e.g., Zoom) as well as pandemic aspects (e.g., compliance with pandemic guidelines)	Technical aspects (use of Zoom); limited interactivity		
<i>Lecturers (Number)</i>	9	13	17	9	17
<i>Lecturers (Proportion)</i>	23%	33%	44%	23%	44%

Tab. 1: Chosen teaching formats for the six seminars at the beginning of the fall term.

Tab. 1 gives also an overview of the teaching formats used by the 39 lecturers. As we can see in Tab. 1, 23% of the lecturers chose teaching on-site, 44% chose teaching online via zoom and 33% chose a mixed format. For mixed formats, three different variations of execution have emerged: The mixed-3/3 format (n=1), where the 1st, 4th and 6th seminar was conducted on site (3 on-site, 3 online), the mixed-2/4 format (n=3), where either the 1st and the 2nd or the 1st and the 6th seminar was conducted on-site (2 on-site, 4 online), and the mixed-1/5 format (n=9), where only the 1st seminar was conducted on-site (1 on-site, 5 online).

The most popular mixed format was the 1/5 format, chosen by 23% of all lecturers. It was considered a good compromise to get to know the students in person first and then do the other five seminars online. These findings seem to be in line with [WL12] who point out that meetings on-site are an important success factor at least in terms of “higher perceived presence and satisfaction” (p. 390).

During the fall term, a few minor adjustments regarding their course format were made from the side of the lecturers. Three lecturers, who originally indicated they would conduct classes purely via Zoom, switched to a mixed format over the course of the semester. They argued that they could make their classes more interactive on-site. Three lecturers switched their classes completely to online during the fall term due to the worsening pandemic (e.g., students had to go into quarantine).

All other course formats could be carried out as planned. The percentage of on-site seminars was relatively high at the beginning of the fall term (1st seminar class: 56%) and then decreased over the following weeks (6th seminar class: 26%), which can be explained primarily by the existence of the mixed formats.

4 Conclusion & Outlook

In this paper, we illustrated for the case of Switzerland how teaching of a large-scale first-semester course can take place during a pandemic. Taking domestic circumstances into account (i.e., official regulations regarding the management of the pandemic, but also implicit norms and ideas, e.g., about the degree of personal responsibility people should bear), the top priority must be to ensure covid-19 compliant teaching solutions. This includes ensuring hygiene measures as well as creating back-up plans in case the pandemic situation worsens. It may also be important to create a flexible, adaptive system that can respond quickly to changes in the pandemic at any time. Individual preferences (e.g., on-site vs. on campus) and life situations (e.g., belonging to a risk group) should be considered. As we have seen in our case, that lecturers’ preferences vary widely with regard to different teaching formats. Even though – from our point of view – a certain degree of freedom in choosing the format is important, guidelines are necessary to ensure the quality of teaching and to provide adequate support for lecturers. In our case, we provided such guidelines during an online lecturer workshop prior to the start of the fall term, where we walked lecturers through their various format options along with tips and stumbling blocks for each option.


An important limitation of this paper is the Swiss context. Not every country allows its citizens as much autonomy and freedom with regard to the implementation of covid-19 measures. Therefore, the results of this practice study may only be applicable for countries with similar institutional arrangements and with similar cultural orientation [Ya20] (e.g., Sweden). On the part of the lecturers, the freedom with regard to the course format was very much appreciated. However, opinions remain divided regarding the optimal course format. While some lecturers consider online teaching only as a fallback solution, other lecturers would prefer to conduct classes much more often in purely digital formats in the future.

Covid-19 is forcing us to break new ground and adapt quickly and opportunistically to the new situation. In light of the digital transformation, it is still an open question, if we should increasingly integrate mixed or online formats into the classroom in the future – or just go back to business as usual, as soon as the pandemic is over. Through this paper, we aim to stimulate the discussion about what can be meaningful analog and digital teaching formats.

References

- [De20] Desson, Z., Lambertz, L., Peters, J. W., Falkenbach, M., & Kauer, L. (2020). Europe's Covid-19 outliers: German, Austrian and Swiss policy responses during the early stages of the 2020 pandemic. *Health Policy and Technology*, 9(4), 405-418. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2020.09.003>
- [Fe21] Federal Office of Public Health. (2021, March 3). *COVID-19 Switzerland. Development over time*. Swiss Confederation, Federal Office of Public Health (FOPH). https://www.covid19.admin.ch/en/epidemiologic/case/d/development?detTime=total&detSum=14d_sum
- [Va07] Vaughan, N. (2007). Perspectives on blended learning in higher education. *International Journal on E-learning*, 6(1), 81-94. <https://www.learntechlib.org/p/6310/>
- [WL12] Wegener, R., & Leimeister, J. M. (2012). Virtual learning communities: success factors and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5-6), 383-397. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2012.051814>
- [Wo20] World Health Organization. (2020, January 24). *Novel coronavirus outbreak in China – What does it mean for Europe?* Regional Office for Europe, World Health Organization (WHO). <https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/news/news/2020/01/novel-coronavirus-outbreak-in-china-what-does-it-mean-for-europe>
- [Ya20] Yan, B., Zhang, X., Wu, L., Zhu, H., & Chen, B. (2020). Why do countries respond differently to COVID-19? A comparative study of Sweden, China, France, and Japan. *The American Review of Public Administration*, 50(6-7), 762-769. <https://doi.org/10.1177%2F0275074020942445>

Digitale Bildung in verschiedenen Phasen der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften

Florian Funke ¹, Sven Hofmann ², Peter Kießling ³

Abstract: Im Modul „Grundlagen digitaler Lehr-Lernszenarien“ erhalten Studierende des Lehramts in Studiengängen mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt sowie Lehrkräfte im Rahmen von Fortbildungen die Möglichkeit, wichtige informatische Grundkompetenzen zu erwerben und zu vertiefen. Organisatorisch vereint dies eine Fortbildungsveranstaltung, in der die Lehrkräfte ihre eigenen Berufserfahrungen einbringen, mit einem Modul, welches durch die Innovationen der Studierenden bereichert wird. Die in jedem Semester stattfindende Veranstaltung ermöglicht ein Ringkonzept, in das die Lehrer:innen je nach beruflicher Situation an beliebigen Punkten einsteigen können. Somit werden Teilnahmen langfristig planbar und Anpassungen schulischer Abläufe an das Fortbildungsvorhaben ermöglicht. Inhaltlich steht die Vermittlung informatischer Kompetenzen und von Basis Konzepten der Informatik im Vordergrund. Die Teilnehmenden lernen geeignete Werkzeuge mit deren zugrundeliegenden informatischen Konzepten kennen und bekommen didaktisch-methodische Möglichkeiten zur Gestaltung digitaler Lehr-Lernszenarien - angepasst an die jeweilige schul- und fachspezifische Situierung aufgezeigt. In diesem Praxisbeitrag werden die Leitideen der einzelnen Lehrveranstaltungen als Teil des Ringkonzepts vorgestellt, welche individuell an die Anforderungen der Teilnehmenden-Klientel angepasst sind.

Keywords: Informatische Bildung; Lehramtsausbildung; Fortbildung; Medienbildung

1 Einleitung

Die digitale Bildung in den Phasen der Lehrkräftebildung stellt einen zentralen Bestandteil dar und wird von Bildungsinstitutionen zunehmend in den Fokus gestellt. Der Kompetenzrahmen zur Bildung in der digitalen Welt [Ku17] bietet dabei eine Orientierung zu wesentlichen Bereichen und Umsetzungsstrategien. Insbesondere die Qualifizierung von Lehrkräften in Form von Aus- und Weiterbildungsangeboten wird als wesentlicher Baustein zur Umsetzung curricularer Ziele benannt. In der Konzeption „Medienbildung und Digitalisierung in der Schule“ werden daran angelehnt digitalisierungsbezogene Bildungsziele und curriculare Inhalte in Aus-, Fort- und Weiterbildung benannt [St17]. Entlang dieser Ziele erfolgte die Strukturierung und Umsetzung des Moduls „Grundlagen digitaler Lehr-Lernszenarien“. In diesem erhalten Studierende des Lehramts aller Schulformen mit

¹ Universität Leipzig, Didaktik der Informatik, Augustusplatz 10, 04109 Leipzig,

florian.funke@informatik.uni-leipzig.de,  <https://orcid.org/0000-0003-4043-894X>

² Universität Leipzig, Didaktik der Informatik, Augustusplatz 10, 04109 Leipzig,

sven.hofmann@informatik.uni-leipzig.de,  <https://orcid.org/0000-0003-3845-1125>

³ Universität Leipzig, Didaktik der Informatik, Augustusplatz 10, 04109 Leipzig,

peter.kiessling@informatik.uni-leipzig.de,  <https://orcid.org/0000-0002-1820-6328>

mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern die Möglichkeit, digitalisierungsbezogene Grundkompetenzen zu erwerben und zu vertiefen. Das Modul ist darüber hinaus für Lehrer:innen im sächsischen Schul- und Vorbereitungsdienst als Fortbildung zugänglich. Dies wird in einem Ringkonzept mit über Jahre planbaren Terminen umgesetzt. Durch die unterschiedlichen Adressaten der Veranstaltungsreihe sind inhaltliche und organisatorische Differenzierungen in den Seminaren notwendig. Die Umsetzung dieser erfolgt in einer zielgruppenadäquaten Ausgestaltung im Sinne des Pädagogischen Doppeldeckers [Ge85]. In der zentralen Vorlesung werden gemeinsame theoretische und praxisorientierte Grundlagen gelegt, die den Austausch zwischen den verschiedenen Teilnehmergruppen ermöglichen. Im Folgenden werden die Bestandteile des Moduls, Rückmeldungen der Teilnehmenden sowie daraus resultierende Anpassungen vorgestellt.

2 Gemeinsame Vorlesung

Im Rahmen der Vorlesung werden sechs Themenbereiche adressiert, in denen die jeweiligen theoretischen Grundlagen sowie darauf aufbauend exemplarische Anwendungen und didaktisch-methodische Konzepte für den Einsatz im Unterricht vorgestellt und diskutiert werden. Dabei sind Elemente der Mediendidaktik mit informatischen Grundlagen verknüpft. Ziel ist es, die durch die Kultusministerkonferenz definierten Kompetenzbereiche in der digitalen Welt möglichst umfassend zu adressieren (vgl. Abb. 1).

	Suchen, Verarbeiten, Aufbewahren	Kommunizieren, Kooperieren	Produzieren, Präsentieren	Schützen, sicher Agieren	Analysieren, Reflektieren	Problemlösen, Handeln
1. Grundlagen der Mediengestaltung				X		X
2. Computergrafik				X		X
3. Interaktive Medien				X	X	X
4. Modellierung						X
5. Aspekte des E-Learning		X	X			X
6. Web-Präsentationen		X	X			X

Abb 1.: Komplexe der Vorlesungsreihe [Ho21] und adressierte Kompetenzbereiche [Ku17]

Hierbei sind in den einzelnen Komplexen auch andere dieser Kompetenzbereiche mit eingebracht, und es erfolgt eine stetige Vernetzung der jeweiligen Inhalte. Der Kompetenzbereich „Analysieren und Reflektieren“ stellt eine Querschnittsaufgabe dar und wird veranstaltungsübergreifend adressiert. Die Reflexion und Analyse von Konzepten und Tools erfolgt in der Vorlesung kooperativ und möglichst gewinnbringend für alle Teilnehmenden. Möglich wird dies durch verschiedene Gruppen, die in diesem Rahmen zusammenkommen. Teilnehmende Lehrkräfte bringen Erfahrungen aus der Schulpraxis mit ein. Aufgezeigt werden sowohl zeitliche, als auch technische Möglichkeiten und Grenzen, Lehrplanentwicklungen, Prüfungen sowie Rückmeldungen von Lernenden. Studierende

verschiedener Studiengänge sorgen für einen fach- und schulformübergreifenden Austausch mit individuellen Sichtweisen sowie innovativen Umsetzungsgedanken. Diese Diskussionsphasen werden durch Praxisbeispiele angeregt und an geeigneten Stellen im Verlauf einer Veranstaltung wieder aufgegriffen.

3 Zielgruppenadäquate Seminare

Die Anwendung der in der Vorlesung thematisierten Inhalte orientiert sich an den individuellen Lernbedürfnissen der drei Zielgruppen, welche in den folgenden Absätzen beschrieben werden. Die gemeinsame Basis stellt die Tatsache dar, dass digitales Lernen nicht per se besser ist, sondern vielmehr nützliche Potentiale aufweist, die es zu erkennen, sinnvoll aufzugreifen und auf den eigenen Unterricht zu adaptieren gilt [Ke18]. Dabei wird in der praktischen Vermittlung ein Schwerpunkt auf den Lerncontent und die Lernwerkzeuge gelegt, als wesentliche Artefakte der Digitalisierung [ebd.]. Die Studierenden erfahren durch die in Abb. 1 benannten Themenkomplexe eine Vielzahl an Möglichkeiten digitalen Lernens. Dies ist im Sinne der Vermittlung medialer Vielfalt, welche als wesentliche Einflussmöglichkeit gilt, um digitale Medien situationspezifisch sinnvoll einzusetzen [Ke18]. Die Lernenden erkennen durch die praktisch vermittelten Lernwerkzeuge und -inhalte zudem eine stärkere Verflechtung zwischen der Digitalisierung des traditionellen Lernraums und der Sozialisierung des digitalen Lernraums – im Sinne des „seamless learning“ [Wo15]. Die Themenkomplexe eins und zwei (vgl. Abb. 1) fokussieren sich auf die Digitalisierung des traditionellen Lernraums, in den Bereichen drei und vier findet ein stärkerer Einbezug der Sozialisierung statt, welche in den Themenbereichen fünf und sechs durch kollaborative Lernmöglichkeiten vertieft werden. Die Lernenden erstellen weitgehend selbständig praxisorientiertes, digitales Unterrichtsmaterial und erhalten so die Möglichkeit, ihre Handlungskompetenz im Umgang mit digitalen Lehr-Lern-Medien zu vertiefen. Dadurch soll eine selbstverständliche Nutzung dieser angestoßen werden, um deren Potential für den Unterricht zu erkennen [Hs13].

Im Primarbereich wird fokussiert auf die mediendidaktische Umsetzung mittels expositiver und explorativer Methoden eingegangen, welche im weiteren Verlauf auch verstärkt spielerisch umgesetzt werden können. Durch Micro-Adaptions für technologiegestütztes Lernen [Re17] werden Chancen dargestellt, eine expositive Lernumgebung zu konzipieren, welche durch unterschiedliche Lernpfade einen explorativen, spielerischen Charakter bekommen. Vor allem zu Beginn eines Lernprozesses hat sich die Verbindung von expositiven und explorativen Lernmethoden als überaus wirkungsvoll herausgestellt [Hi20]. Die Lernenden selbst erproben die vermittelten Techniken bei der Erstellung ihres Unterrichtsmaterials und entscheiden dadurch, wie stark diese Verflechtung den Unterrichtsinhalt didaktisch reduziert bzw. linear einschränkt. Somit kann eine gute schulspezifische Passung erreicht werden, die gleichzeitig unabhängig von der betreffenden Schulform oder dem Unterrichtsfach ist. Dies ermöglicht die Erstellung fächerübergreifender Unterrichtsmaterialien, was im Grundschullehramt durch die fehlende fachspezifische Eingrenzung der Lehrkräfte ebenfalls als nützlicher Aspekt gesehen werden kann.

Auch im Lehramt der Sekundarstufe profitieren die Studierenden von der Vermittlung von expositiven und explorativen Methoden, welche durch Techniken der Micro-Adaption adressatengerecht angepasst werden können. Der fächerübergreifende Ansatz bekommt für die Vermittlung innerhalb der Sekundarstufe einen vertiefenden interdisziplinären Charakter. Es wird stets auf eine große didaktische Bandbreite eingegangen. Die methodische Aufbereitung wird verstärkt als Mittel zur didaktischen Reduktion thematisiert. Komplexere Umsetzungsmöglichkeiten, wie der Schritt vom entdeckenden zum forschenden Lernen, werden als sinnvolle Fortführung in einen komplexeren Lernkontext verstanden. Gleichzeitig erfolgt eine stärkere Fokussierung auf kooperative und kollaborative Umsetzungsmöglichkeiten. So können beispielsweise Programme wie GeoGebra aus dem Bereich der dynamischen Geometriesoftware in sinnvoller Weise sowohl explorativ als auch kooperativ eingesetzt werden [Li18]. Die zunehmende Sozialisation der verschiedenen Lernumgebungen [Wo15] bietet hier die Möglichkeit, die Lernszenarien in produktiver Weise mit einer höheren Komplexität zu versehen.

Abschließend zum Semester reichen die Studierenden ein Portfolio ein, in dem sie das Beherrschen der verschiedenen Lernwerkzeuge durch die erstellten Unterrichtsmaterialien nachweisen. Ergänzend erfolgt die Erstellung einer Handreichung. In dieser ist eine didaktische Einordnung des eigenen Materials zu finden, mithilfe einschlägiger theoretischer Fundierung sowie einer Einordnung der geförderten Kompetenzen mithilfe des deutschen Qualitätsrahmens für lebenslanges Lernen [De11].

Im Rahmen der Fortbildung kommen Lehrer:innen verschiedener Schulformen mit unterschiedlichen Fächern und Vorkenntnissen zusammen. Um eine gute Integration der Fortbildung in den Schulalltag zu ermöglichen und Planbarkeit sicherzustellen, finden die Veranstaltungen in jedem Semester montags ab 15 Uhr immer zur gleichen Zeit und außerhalb der regulären Unterrichtszeiten statt. Das Ringkonzept soll dazu beitragen, den daraus resultierenden heterogenen Bildungsbedürfnissen gerecht zu werden. Es können demnach bedarfsweise alle, oder nur einzelne Themenkomplexe besucht werden. Die Auswahl dieser kann sich sowohl am Vorwissen als auch an situierungsspezifischen Interessen orientieren. Im Rahmen der Seminare werden zunächst im Sinne des Dagstuhl-Dreiecks [GI16] mögliche Tools und Konzepte vorgestellt und erprobt (technologische Perspektive). Mit Hilfe dieser entwickeln die Teilnehmenden anschließend fach- und schulformspezifische Lehr-Lernaktivitäten (anwendungsbezogene Perspektive). Darauf aufbauend werden die Möglichkeiten der Anwendbarkeit sowie deren Wirkung auf die Lernenden im Unterricht diskutiert (gesellschaftlich-kulturelle Perspektive). Die Anregung solcher Diskussionen erfolgt mit Hilfe von vorgestellten didaktisch-methodischen Ideen und erprobter Praxisanwendungen, sodass die Lebenswirklichkeit der Lehrkräfte angesprochen wird. Bei der Entwicklung eigener Inhalte und Umsetzungen können die Lehrer:innen dabei im Rahmen ihrer Erfahrungswelt diese Anwendungen adaptieren. Zielstellung einer jeden Veranstaltung ist die Generierung von Produkten und Ideen, die die Teilnehmenden mit in die Schule nehmen und an passenden Stellen in ihr eigenes Unterrichtsgeschehen einbauen.

4 Evaluation

Alle Veranstaltungen des Moduls, sowohl die gemeinsame Vorlesung als auch die Zielgruppen-spezifischen Seminare, wurden mit Hilfe standardisierter Fragebögen evaluiert. Diese werden kontinuierlich eingesetzt, um Indikationen für Verbesserungen in den Lehrveranstaltungen zu erfassen. Dabei wurden im Rahmen der erstmaligen Durchführung des Moduls die einzelnen Veranstaltungen und das Gesamtmodul äußerst positiv bewertet. Insbesondere die gute Struktur und Praxisnähe, sowie ein adäquates Lehr-Lern-Tempo wurden als wesentliche Aspekte benannt. Der Schwierigkeitsgrad wurde insgesamt und auch in den einzelnen Veranstaltungen als angemessen bewertet (vgl. Tab. 1).

Merkmal	Gesamt	Vorlesung	Seminar Stud.	Seminar Fortbildung
N	59	19	28	12
Merkmale mit Skala von 1 – nicht zutreffend bis 5 – voll zutreffend				
Ziele klar und transparent	4,4 (0,8)	4,4 (0,8)	4,3 (0,8)	4,7 (0,5)
Veranstaltg. gut strukturiert	4,5 (0,6)	4,5 (0,6)	4,4 (0,8)	4,8 (0,4)
Inhalte gut veranschaulicht	4,8 (0,5)	4,7 (0,5)	4,7 (0,5)	4,9 (0,3)
Merkmale mit Skala von 1 – zu gering bis 5 – zu hoch				
Tempo	3,5 (0,7)	3,0 (0,5)	3,7 (0,8)	3,6 (0,8)
Schwierigkeitsgrad	3,2 (0,5)	3,3 (0,7)	3,3 (0,4)	3,0 (0,5)
Merkmale mit Skala von 1 – sehr unzufrieden bis 5 – sehr zufrieden				
Gesamtbewertung	4,4 (0,7)	4,4 (0,7)	4,2 (0,8)	4,8 (0,4)

Tab. 1: Evaluation der Veranstaltungen des Moduls, jeweils mit Standardabweichung

In offenen Fragen benannten die Teilnehmenden wesentliche Aspekte der Veranstaltungen. Dabei sind insbesondere wesentliche Punkte der oben beschriebenen Konzipierung auch von den Teilnehmenden benannt worden. So stellten im Rahmen der Evaluation 73% der Teilnehmenden die in der Vorlesung eingeführten Praxisbeispiele als wesentlichen positiven Fokus dieser heraus. Gleichzeitig wünschten sich 25% der Befragten, dass dieser Bestandteil im Rahmen der Vorlesung noch ausgebaut oder schulformspezifischer ausdifferenziert wird. Im Rahmen des Seminars der Lehrkräftefortbildung wurde die Praxisnähe der Seminare (42% der Befragten) sowie das Einbringen didaktisch-methodischer Ideen für die schulische Umsetzung (58% der Befragten) in die Veranstaltungen als wesentlicher positiver Aspekt hervorgehoben. Die Lehrkräfte wünschten sich hier mehrheitlich mehr Zeit in den Seminaren, um einzelne Aspekte zu vertiefen und zu diskutieren (75%).

5 Weiterentwicklung

Die Veranstaltungen des Moduls wurden durchweg positiv evaluiert, sodass zukünftig am Gesamtkonzept festgehalten werden soll. Die gewünschten Anpassungen der Teilnehmenden, etwa die Möglichkeit einzelne Aspekte tiefergründiger zu besprechen und Leitideen

stärker zu fokussieren, sind teilweise bereits durch inhaltliche Umstrukturierungen innerhalb von Themenbereichen ermöglicht. Im Sinne der Aktualität sind eingeführte Tools und Konzepte dauerhaft zu hinterfragen und auf Ihre situative Passung erneut zu prüfen. Es werden kontinuierlich neue Tools und Konzepte in die Lehrveranstaltungen einbezogen und gegen andere ausgetauscht. Gründe dafür können etwa die veränderlichen schulischen Rahmenbedingungen, Anpassungen in Curricula oder auch rechtliche und organisatorische Vorgaben sein. Im Sinne des Qualitätsmanagements werden die Teilnehmenden weiterhin semesterweise befragt, um Wünsche und Ideen in die Anpassungen aufzunehmen.

Literaturverzeichnis

- [Ge85] Geißler, K.A.: Pädagogisch-psychologische Grundlagen für das Lernen in Gruppen: Lernen in Seminargruppen - Grundlagen / K.A. Geißler (Hrsg.). Studienbrief 3, 1985.
- [GI16] GI, Gesellschaft für Informatik e.V.: Dagstuhl-Erklärung. Bildung in der digitalen vernetzten Welt, https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Themen/Dagstuhl-Erklärung_2016-03-23.pdf, 2016.
- [Hi20] Hillmayr, D.; Ziernwald, L.; Reinhold, F.; Hofer, S. I.; Reiss, K. M.: The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. in *Computers & Education* 153, 2020.
- [Hs13] Hsu, Y.-C.; Hung, J.-L. & Ching, Y.-H.: Trends on educational technology research: more than a decade of international research in six SSCI-indexed refereed journals. in *Educational Technology Research and Development*, S.1-21, 2013.
- [Ho21] Hofmann, S.; Funke, F.; Kießling, P.: Grundlagen digitaler Lehr-Lernszenarien. Terminplan für das Kursmodul im Sommersemester 2021, http://www.informatik.uni-leipzig.de/ddi/assets/downloads/Terminplan_GdLL-SoSe2021.pdf, 2021.
- [Ke18] Kerres, Michael: Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote. Berlin: Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2018.
- [Ku17] Kultusministerkonferenz: Bildung in der Digitalen Welt - Strategie der Kultusministerkonferenz, <https://www.kmk.org/themen/bildung-in-der-digitalen-welt/%0bstrategie-bildung-in-der-digitalen-welt.html>, 2017.
- [Li18] Lichti, M. & Roth, J.: How to foster functional thinking in learning environments using computer-based simulations or real materials. in *Journal for STEM Education Research* 1, S. 148-172, 2018.
- [St17] Staatsministerium für Kultus: Medienbildung und Digitalisierung in der Schule, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/29798>, 2017.
- [Wo15] Wong, L.-H.: A Brief History of Mobile Seamless Learning. In *Seamless Learning in the Age of Mobile Connectivity*, S. 3-40, Springer, Singapore, 2015.

Jenseits des eigenen Klassenzimmers: Perspektiven & Weiterentwicklungen des VR-Klassenzimmers

Axel Wiepke¹, Birte Heinemann², Ulrike Lucke ¹ und Ulrik Schroeder ²

Abstract: Dieser Praxisbeitrag beleuchtet die Weiterentwicklung eines VR-Klassenzimmers aus drei verschiedenen Perspektiven: Erweiterung der Einsatzszenarien, technische Weiterentwicklungen für (interaktive) Lehre und erweiterte Datenerfassung für die Untersuchung des Lernprozesses. Der Beitrag erläutert Anforderungen, die durch Experteninterviews, erste Untersuchungen und die Lehrpraxis entwickelt wurden und stellt die wichtigsten Neuerungen und langfristigen Ziele vor.

Keywords: Lehramtsausbildung, VR, Einsatzszenarien, Evaluationsmethoden.

1 Einleitung

In der Lehramtsausbildung werden Kompetenzen der Unterrichtsführung in Praktika oder mit traditionellen Trainingsmethoden wie Texten, Schauspiel bzw. Videos adressiert. Das Training der Unterrichtsführung unterliegt verschiedenen Problemen: Begrenzte Wiederholbarkeit, enormer Personalaufwand, ein hohes Maß an Abstraktion, begrenzter Zugang durch personenbezogene Daten oder begrenzte Interaktionsmöglichkeiten. Benötigt wird eine Trainingsmöglichkeit, die diese Probleme bewältigt und dabei die positiven Aspekte beibehält, wie den Erfahrungsaustausch von Peers und Reflexionenunterstützungen. Daher wurde eine mögliche Alternative zu traditionellen Trainingsmöglichkeiten entwickelt: das *VR-Klassenzimmer* [Wi19]. Das Projekt ist Open Source³ verfügbar.

Dieser Praxisbeitrag stellt neu gewonnene Anforderungen aus der Erweiterung der Einsatzszenarien und dem praktischen Einsatz vor. Die Anforderungen dienen der Planung von VR Trainingssimulationen zur Erschließung neuer Einsatzszenarien. Am Schluss blicken wir auf geplante Erhebungen und diskutieren bisherige Befunde.

¹ Universität Potsdam, Institut für Informatik & Computational Science, An der Bahn 2, 14476 Potsdam, vorname.nachname@uni-potsdam.de <https://orcid.org/0000-0002-0555-4040>

² RWTH Aachen, Lehr und Forschungsgebiet Informatik – Learning Technologies, Ahornstr. 55, 52074 Aachen, heinemann@informatik.rwth-aachen.de <http://orcid.org/0000-0002-5178-8497>

³ https://gitup.uni-potsdam.de/mm_vr/vr-klassenzimmer.git bei Nachfragen wenden Sie sich bitte an axel.wiepke@uni-potsdam.de

2 Theoretischer Background

Die Definition von Virtual Reality (VR) in diesem Beitrag stimmt mit der Definition für *Immersive Virtual Reality* aus [Vo20] überein. VR beschreibt die Nutzung einer VR-Brille (Head Mounted Display, HMD) für den Aufbau einer visuellen und auditiven Simulation mit Interaktionsmöglichkeiten in der virtuellen Welt. Somit werden visuelle Signale von der realen Welt ausgeblendet und eine tiefe Immersion ermöglicht.

Unter einem gelungenen *Klassenmanagement* wird Unterricht verstanden, in welchem alle Schülerinnen und Schüler bei niedriger Störungsrate gut mitarbeiten [Ko06]. Dafür sind laut Kounin sieben Prinzipien zu berücksichtigen: 1. Allgegenwärtigkeit des Lehrers; 2. Überschneidungen; 3. Arbeitstempo; 4. Reibungslosigkeit; 5. Gruppenbezug; 6. Phasentrennung; 7. Vermeidung vorgetäuschter Mitarbeit.

Das *impulsgesteuerte Unterrichtsgespräch* ist eine Lehrinheit der Lehramtsausbildung in der Geschichtsdidaktik. Dabei geht es darum, die Schülerinnen und Schüler zum eigenständigen Denken und Reflektieren zu motivieren. Unter anderem werden Lehrpersonen dazu angehalten ihre Redebeiträge zu minimieren und durch gezielte sprachliche Operatoren SchülerInnen anzuregen selbst Erkenntnisse zu erlangen.

Sowohl für das Klassenmanagement als auch für impulsgesteuerte Unterrichtsgespräche wurden Lernszenarien entwickelt, die durch das VR-Klassenzimmer unterstützt wurden. Dafür setzt ein/e NutzerIn ein HMD auf, um die virtuelle Welt zu betreten und dort vor einer Klasse von bis zu 30 virtuellen Schülerinnen und Schülern (vSuS) die Rolle einer Lehrperson (im Folgenden: "Immersant") einzunehmen. Der volle Umfang der Anwendung kann genutzt werden, wenn ein Betreuer oder eine Betreuerin (BoB) währenddessen die virtuelle Welt über eine Weboberfläche steuert. Auf dieser Weboberfläche können einzelne oder Gruppen von vSuS selektiert und deren Verhalten gesteuert werden. Eine Übersicht über die Interaktionsmöglichkeiten ist in [HR21] zu finden, diese umfassen z. B.: Hinlegen, Mitschreiben, Papierbälle werfen. Sowohl für allgemeine Störungen im Unterricht als auch für drei konkrete Themen des Geschichtsunterrichts wurden Gesprächsführungen vertont.

3 VR in der Lehre integrieren anhand des VR-Klassenzimmers

In den bisherigen Hochschulkursen wurden unterschiedliche Einsatzszenarien mit verschiedenen Vor- und Nachteilen genutzt. Zum einen wurden Einzelsitzungen angeboten (je 30 Minuten je Immersant [Ri19]). Diese Art der Sitzung wurde auch erweitert, um online dazugeschaltene Studierende, die mittels eines geteilten Bildschirms sowohl die Sicht der Immersants als auch die reale Person sehen, siehe Abb.1. In dieser erweiterten Form ist es möglich Peerfeedback zu nutzen und gleichzeitig pandemiekonformen Abstand zu halten. Eine weitere Variante ist die Nutzung eines Beamers für die Peers, die

sich gemeinsam mit dem/der BoB und den Immersants in einem Raum befinden [Wi19]. Die verschiedenen organisatorischen Settings können im Kreuzdesign mit verschiedenen Themen (z. B. Klassenraummanagement, impulsgesteuerte Unterrichtsprache und Komplexität im Klassenzimmer) kombiniert werden. Studierende nehmen sowohl in der Rolle des Immersants als auch in der Rolle des Peers die Lerngelegenheit des VR-Klassenzimmers als bedeutsam für ihre Kompetenzentwicklung wahr [Wi19]. Abgesehen von dieser direkten Nutzung wird das VR-Klassenzimmer erfolgreich in der Fachlehre Informatik eingesetzt.

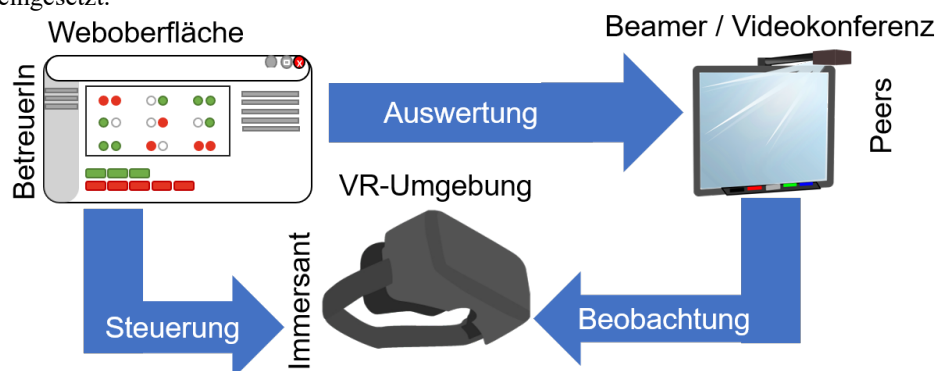


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung einer Sitzung, nach [Wi19]

4 Ergebnisse der explorativen Anforderungsanalyse

Durch die diversen Einsatzszenarien und die gezielten Experteninterviews wurden immer neue Anforderungen an die Anwendung gestellt. So sind z. B. Reflexionshilfen für den Einsatz in der Lehramtsausbildung interessant. Ein Kriterium für ein erfolgreiches Klassenmanagement ist die Allgegenwärtigkeit, die teilweise über ein **Bewegungsprofil** bewertet werden kann. Hierfür können Positionsdaten des HMDs auf eine Ebene projiziert und so als Karte visualisiert werden. Zur weiteren Reflexion können **Videomitschnitte** dienen, die die Haltung und Gestik der Immersants zeigen. Hierfür wurde die Sicht der Immersants in den Seminaren aufgezeichnet, aber auch unterschiedliche virtuelle **Kameraperspektiven** ermöglicht, die es durch eine **Rückspulfunktion** ermöglichen, den eigenen Unterricht aus Sicht eines vSuS zu erleben.

Mit der Möglichkeit, die Bewegung der Immersants nachzuvollziehen, entstand der Wunsch, die visuelle Aufmerksamkeit auswerten zu können. Dafür wurde **Eyetracking** in die VR-Anwendung integriert, was auch mögliche Datenschutzprobleme von Eyetracking im realen Klassenraum umgeht, da keine realen SuS gefilmt werden müssen. Die Erweiterung des VR-Klassenzimmers zur Evaluation der visuellen Aufmerksamkeit bietet nicht nur für die Reflexion im Seminar Vorteile, sondern auch zur Beforschung des Pro-

fessionalisierungsprozesses von Lehrkräften [MMK17]. Mittels Eyetracking können verschiedene Metriken über die Verteilung der visuellen Aufmerksamkeit erzeugt werden [Sh15]. Die Integration liefert zusätzlich die Chance Interaktionen mit den vSuS natürlicher zu gestalten, indem diese auf den Blick der Lehrkraft reagieren. Da vSuS auf Blicke reagieren konnten, war die **Spracherkennung** der nächste Schritt. Diese Steuerungsmöglichkeiten bieten auch Chancen zur Steigerung der Immersion, da Schlüsselwörter Interaktionen auslösen können [OD19]. Eine Automatisierung der Reaktionen der vSuS auf ihre Namen und ein Highlight des angesprochenen vSuS in der Benutzeroberfläche erleichtern zudem die Aufgabe der BoB, sodass diese sich stärker auf den/die Immersant konzentrieren können.



Abbildung 2: Möglicher Seminaaraufbau, der zur Reflexion genutzt werden kann.

Aus dem praktischen Einsatz ergab sich der Bedarf an einer systematischen Einführung in die VR Welt. Es wurden verschiedene Möglichkeiten entwickelt: zwei **auditive Einführungen** und ein Tutorial, welches auf die verschiedenen Erfahrungsstufen der Nutzer eingehen kann, indem diese zwischen einem **offenen** und einem **geführten Tutorial** wählen können. Diese Vorgehensweise erfüllt auch die in [FH20] benannte Anforderung einer selbstgesteuerten Adaptionszeit.

Ein Wunsch vieler Nutzer war, **quantitatives Feedback** zur Simulation zu erhalten, z. B. die Anzahl **gesehener Störungen**, **gelöster Störungen** und **Störungen gesamt**. Diese Anforderung lässt sich auf verschiedenen Wegen umsetzen, z. B. durch Eyetracking, Spracherkennung, Analyse der Interaktionsdaten des BoBs oder Hilfsmittel in der VR-Umgebung. Aktuell werden verschiedene Möglichkeiten der Quantifizierung getestet.

In der Entwicklung ist die Integration von Biofeedback. Darunter fallen die **Pulsmessung** und die Messung der **Pupillenreaktion** und der **Lidschlagfrequenz**, die Rückschlüsse auf die mentale Belastung ermöglichen [Ec16].

Zur Evaluation der Hypothese, dass eine verbesserte Immersion zu einer verbesserten Kompetenzentwicklung führt, werden die Einsätze von Fragebögen begleitet. Das Gefühl der **Präsenz** wird von vielen Faktoren beeinflusst. Dazu zählen z. B. **soziale Präsenz** (Werden virtuelle Agenten als real empfunden?), **Experience Consequence** (Gibt es negative Effekte wie schmerzende Augen, Kopfschmerzen oder Übelkeit?), **Judgement**

(Wie ästhetisch ansprechend ist die Umgebung?) oder **Flow** (Ist der Schwierigkeitsgrad angemessen zum Vermögen des Immersants?) Hierfür setzen wir eine übersetzte Version des UXIVE [TL16; TC18] und den IPQ [SK19; SFR01] als Posttests ein. Neben der Präsenz werden die **wahrgenommene Wirksamkeit** der VR-Anwendung, die **wahrgenommene Komplexität** [HR21] in verschiedenen Ausführungen des VR-Klassenzimmers und **qualitatives Feedback** erhoben.

6 Erste Ergebnisse aus Evaluationen, Exploration der ersten Daten

Ergebnisse erster Pilotierungen, in denen insbesondere qualitative Feedbacks gesammelt wurden, zeigen eine hohe Akzeptanz der Studierenden. Neben dem Interesse an neuen Medien für die Lehramtsausbildung waren die Studierenden dankbar, “trotz Coronakrise eine Art Unterricht durchführen zu lernen”. Weiteres positives Feedback betraf eine gute Reproduzierbarkeit von Unterrichtssituationen, eine hohe Authentizität, auf konkrete Lernziele achten zu können und “in einer ‘sicheren’ Umgebung üben zu können”.

Von 43 Studierenden in der Pilotierung haben zwei eine Art Motion Sickness mit Übelkeit und Schwindelgefühl erlebt. Weitere negative Erfahrungen umfassten das “Gefühl, fehl am Platz zu sein”, den engen realen Raum, die teilweise unpassenden Antworten der vSuS und technische Aspekte der VR-Brille wie das Kabel oder eine zu geringe Auflösung. In der abschließenden Evaluation sprachen sich jedoch 42 der 43 Probanden positiv zum Einsatz in der LehrerInnenbildung aus und wünschten sich eine häufigere Nutzung.

Eine technische Anforderung in aktueller Entwicklung ist die Unterstützung von **Stand-alone** Systemen. Die Entwicklung einer **mobilen Version** erfordert eine gezielte Weiterentwicklung der automatischen Verhaltenssteuerung der vSuS und eine plattformunabhängige Steuerungsmöglichkeit für die BoB, welche aktuell in einer Testphase ist. Diese Erweiterung ermöglicht auch die in den Experteninterviews angeregte Verteilung der Bedienung auf mehrere BoB und ermöglicht weitere Peer-Teaching-Szenarien.


7 Ausblick

Auch in den kommenden Semestern wird das VR-Klassenzimmer in verschiedenen Szenarien eingesetzt. Neben der mobilen Version wird weiter an dem derzeitigen Simulationscharakter der Anwendung gearbeitet, um den Realismusgrad des Klassenzimmers zu erhöhen, mehr Fachdisziplinen zu unterstützen und ein größeres Maß an Immersion zu erreichen. Ein hier beschriebener Entwicklungszweig fokussiert auf erweitertes Feedback und Evaluationswerkzeuge für die BoB und die Immersants. Außerdem ist geplant die Interaktionen zwischen den BoB und Immersants genauer zu untersuchen, die verschiedenen Möglichkeiten des Feedbacks (1:1 vs. Peer-Feedback) miteinander zu vergleichen und den Einsatz der bereitgestellten Evaluationswerkzeuge zu beforschen.

Literaturverzeichnis

- [Ec16] Eckstein, M. K.; Guerra-Carrillo, B.; Miller Singley, A. T.; Bunge, S. A.: Beyond eye gaze: What else can eyetracking reveal about cognition and cognitive development? *Developmental Cognitive Neuroscience*. 2016.
- [FH20] Fusan, C.; Hanesova, V.: Pre-Testing der Lerneffektivität von 2D-to-3D-Didactics in immersiven VR-Umgebungen. In (R. Zender, D. Ifenthaler, T. Leonhardt, & C. Schumacher Hrsg.), *DELFI 2020*, pp. 62–72, 2020.
- [HR21] Huang, Y.; Richter, E.; Kleickmann, T.; Wiepke, A.; Richter, D.: Classroom complexity affects student teachers' behavior in a VR classroom, *Computers & Education*, Volume 163, 2021.
- [Ko06] Kounin, J.: *Techniken der Klassenführung. Standardwerke aus Psychologie und Pädagogik*. Waxmann, Münster, 2006.
- [MMK17] McIntyre, N. A.; Mainhard, M. T.; Klassen, R. M: Are you looking to teach? Cultural, temporal and dynamic insights into expert teacher gaze. *Learning and Instruction* 49, pp. 41–53, 2017.
- [OD19] Osking, H.; Doucette, J. A.: Enhancing Emotional Effectiveness of Virtual-Reality Experiences with Voice Control Interfaces. In (D. Beck, A. Peña-Rios, T. Ogle, D. Economou, M. Mentzelopoulos, L. Morgado, C. Eckhardt, J. Pirker, R. Koitz-Hristov, J. Richter, C. Gütl, & M. Gardner Hrsg.), *Immersive Learning Research Network*, Springer International Publishing, pp. 199–209, 2019.
- [Ri19] Richter, D.; Wiepke, A.; Richter, E. Huan, Y.; Zender, R.: Nutzung von Virtual Reality-Technologie zur Entwicklung von Klassenführungskompetenzen in der Lehrerbildung. *GEBF 2019*, 2019.
- [SFR01] Schubert, T.; Friedmann, F.; Regenbrecht, H.: The experience of presence: Factor analytic insights. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 10, 266-281, 2001.
- [SK19] Schwind, V.; Knierim, P.; Haas, N.; Henze, N.: Using presence questionnaires in virtual reality. *CHI conference on human factors in computing systems 2019*, pp. 1-12, 2019.
- [Sh15] Sharafi, Z.; Shaffer, T.; Sharif, B.; Guéhéneuc, Y.-G.: Eye-tracking Metrics in Software Engineering. *APSEC 2015*, pp. 96–103, 2015.
- [TC18] Tcha-Tokey, K.; Christmann, O.; Loup-Escande, E.; Loup, G.; Richir, S.: Towards a Model of User Experience in Immersive Virtual Environments. *Hindawi*, 2018.
- [TL16] Tcha-Tokey, K.; Loup-Escande, E.; Christmann, O.; Richir, S.: A Questionnaire to Measure the User Experience in Immersive Virtual Environments. *VRI, Laval*, 16, pp. 1-5, 2016.
- [Vo20] Vogel, J.; Koßmann, C.; Schuir, J.; Kleine, N.; Sievering, J.: Smart Glasses: Augmented Reality zur Unterstützung von Logistkdiensleistungen. In (O. Thomas & I. Ickerott Hrsg.), *Springer*, pp. 19–50, 2020.
- [Wi19] Wiepke, A.; Richter, E.; Zender, R.; Richter, D.: Einsatz von Virtual Reality zum Aufbau von Klassenmanagement-Kompetenzen im Lehramtsstudium. *Delfi 2019*, 2019.

munter: Ein mobiles unterrichtsbegleitendes Unterstützungssystem für angehende Lehrpersonen

Herrmann Elfreich¹ und Sven Strickroth ²

Abstract: Das Vorbereiten und das Durchführen von Unterricht gehören zu den zentralen Aufgaben von Lehrpersonen in der Schule. Geplant und vorbereitet wird häufig digital am Computer, jedoch kommt es bei der Mitnahme von Notizen in den Unterricht zu Medienbrüchen und technologische Unterstützungsmöglichkeiten werden bisher nicht ausgeschöpft. In diesem Paper wird ein mobiles Unterstützungssystem für (angehende) Lehrpersonen vorgestellt, das einen schnellen Überblick über die Planung, eine Verbesserung des Zeitmanagements, einen einfachen Zugriff auf die Materialien und darüber hinaus Notiz- und Reflexionsfunktionen bietet. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf einer hohen Usability, da ein solches System nicht von der bereits fordernden Unterrichtssituation ablenken darf. Daher wurde zum einen eine Walkthrough-Studie mit Mockups und zum anderen nach der prototypischen Implementierung eine Pilotevaluation im Feld mit angehenden Lehrpersonen im Vorbereitungsdienst/Referendariat durchgeführt. Die Ergebnisse sind positiv und lassen vermuten, dass ein mobiles Unterstützungssystem Papiernotizen ersetzen kann.

Keywords: Unterrichtsdurchführung, Unterstützungssystem, Unterrichtsreflexion, Zeitmanagement

1 Einleitung

Die Vorbereitung und schließlich die Durchführung von Unterricht gehören zu den zentralen Aufgaben von Lehrpersonen – beides sind, insbesondere für angehende Lehrpersonen auf Grund fehlender Erfahrung, herausfordernde Aufgaben [Me14]. „Guter“ Unterricht bzw. der Unterrichtserfolg hängt zum einen von der Vorbereitung der Lehrperson durch ein geeignetes Konzept sowie einen stimmigen Entwurf und zum anderen von der „Bemühung der Inszenierung des Entwurfs bei angemessenem Eingehen auf Unvorhergesehenes“ ab [Mü11, S. 127]. Zur Vorbereitung wird daher häufig das Anfertigen von Unterrichtsentwürfen von Lehramtsstudierenden und Lehrpersonen im Referendariat verlangt [Ca08, St16]. Die Entwürfe gibt es in verschiedenen Ausführungen und dienen der Strukturierung des Unterrichts und enthalten oftmals die Ziele, didaktische Überlegungen, Begründungen, Alternativen aber auf jeden Fall den geplanten Ablauf der Unterrichtsstunde, Materialien sowie ggf. konkrete Umsetzungs- und Ausführungshilfen (Arbeitsaufträge bzw. Impulsfragen, Tafelbilder, Skizzen von Versuchen, etc.) [St16].

¹ Universität Potsdam, Institut für Informatik, August-Bebel-Str. 89, 14482 Potsdam,
Herrmann.Elfreich@outlook.com

² Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Informatik, Oettingenstraße 67, 80538 München,
sven.strickroth@lmu.de; <https://orcid.org/0000-0002-9647-300X>

Oft wird empfohlen den Entwurf bzw. einen Teil als „Spickzettel“ mit in den Unterricht zu nehmen und insbesondere Arbeitsaufträge bzw. Impulsfragen wörtlich auszuformulieren, damit sie trotz Aufregung korrekt wiedergegeben werden können [Me14, Mü07]). Jedoch bergen Notizzettel oder Ausdrucke einige Nachteile wie z. B. Medienbrüche, keine Hilfe beim Zeitmanagement, statische Struktur und Materialien sind nicht immer sofort griffbereit bzw. müssen erst im „Materialstapel“ gesucht werden. Daher wird in diesem Paper wird ein mobiles, unterrichtsbegleitendes Unterstützungssystem speziell für angehende Lehrpersonen vorgestellt, das nicht nur eine adäquate Darstellung des Ablaufs sowie den Abruf von Umsetzungs- und Ausführungshilfen des Entwurfs erlaubt, sondern darüber hinaus die Reflexion des eigenen Unterrichts ermöglicht. Die besondere Herausforderung besteht darin, beim Design die Fragen zu klären, welche Funktionen bzw. Informationen bereit- und wie dargestellt werden sollen, um Lehrende nicht von ihrer Kernaufgabe, der Interaktion mit Schülerinnen und Schülern (SuS), abzulenken.

2 Related Work

Zur Unterstützung von Lehrpersonen bei der Durchführung und Vorbereitung von Unterricht gibt es bereits etablierte Ansätze – nicht relevant im Rahmen dieser Arbeit ist Forschung, die sich mit der Didaktik zur Nutzung von Medien in der Schule beschäftigt (z. B. [He14]), oder Tools, die „nur“ für das Lernen bzw. Bearbeiten von Aufgaben durch SuS gedacht sind. Nach einem Literaturreview von [Kä19] lassen sich Unterstützungstools für Lehrpersonen anhand der Hauptsystemfunktionen in Entscheidungsunterstützung (Diagnose, Bewertung und Beurteilung der SuS), Kollaboration und/oder Kommunikation (z. B. LMS oder Audience Response Systeme) sowie Daten- und Dokumentenmanagement (z. B. Schulverwaltungssoftware oder digitale Klassenbücher/Lehrbuchsoftware) kategorisieren. Weiterhin gibt es spezialisierte Tools zur Unterstützung der Unterrichtsvorbereitung und -planung (für eine Übersicht siehe [St19]). Zu nennen sind hier z. B. das graphische Planungssystem PLATON [St19], das die Planung ganzer Unterrichtsreihen inkl. detailliertem Ressourcenmanagement ermöglicht und automatische Feedbackfunktionen enthält, oder das Learning Activity Management System (LAMS) [Ca08], das auch zur kollaborativen Durchführung der erstellten Learning Designs an Computern genutzt werden kann.

Insgesamt bietet jedoch keiner der existierenden Ansätze Lehrpersonen Unterstützung in Hinblick auf das Zeitmanagement und die Durchführung von traditionellem Unterricht. Dass der Bedarf an einem mobilen, unterrichtsbegleitenden Unterstützungssystem für angehende Lehrpersonen besteht, wurde bereits in einer im Vorfeld durchgeführten Anforderungs- und Bedarfsanalyse festgestellt [ES20]: Zentrale Anforderungen bestehen in der Darstellung des Ablaufs der Unterrichtsstunde (inkl. der einzelnen Phasen und Materialien), Darstellung und Eingabe von Notizen (sowohl während als auch im Anschluss an den Unterricht) sowie eine weitere Unterstützung für das Zeitmanagement (Timer). Weiterhin muss ein System ohne dauerhafte Internetverbindung nutzbar sein.

3 Usability Walkthrough als Grundlage für die Implementierung

Wie in der Einleitung angedeutet, ist eine hohe Usability zentral für ein solches Unterstützungssystem. Daher wurden, basierend auf den Ergebnissen einer im Vorfeld durchgeführten Anforderungs- und Bedarfsanalyse [ES20], Mockups erstellt und diese in einem Usability Walkthrough mit einem anschließenden qualitativen semi-strukturierten Interviewgespräch evaluiert. An der Studie haben insgesamt 19 Personen aus Mecklenburg-Vorpommern teilgenommen, darunter acht Lehramtsstudierende, drei Lehrpersonen im Referendariat, zwei Seminarleiter des Referendariats sowie sechs erfahrene Lehrpersonen. Alle Fachbereiche waren dabei vertreten.

Insgesamt hat sich die geplante Anwendung als intuitiv und übersichtlich erwiesen (Schulnote 1,42; $sd=0,49$). Speziell die Möglichkeit, sich selbst Feedback zu geben, wurde von einigen Probanden positiv hervorgehoben. Lediglich die zwei erfahrenen Lehrpersonen über 50 Jahre waren dem Ansatz gegenüber kritisch, da ein solches System keinen Vorteil brächte und der Unterricht so „durch die Zeit getrieben“ würde anstatt von den SuS. Das System wurde mehrheitlich als am hilfreichsten für AnfängerInnen eingeschätzt. Weiterhin wurden vor allem eine bessere Konzentration auf die Inhalte (13x), Papierlosigkeit (11x), bessere Strukturierung/Ordnung (10x) als erwartete Vorteile genannt. Mögliche Nachteile wurden deutlich seltener geäußert (Top 3): Steigerung der Nervosität (5x), Ablenkung (4x) sowie Technikabhängigkeit (3x). Den Wechsel der Unterrichtsphasen manuell vorzunehmen, anstatt wie ursprünglich vorgesehen automatisch auf Basis der geplanten Zeit, wurde von den Probanden als besonders wichtig herausgestellt. Weiterhin wurde die Darstellung der vorherigen Phase als nicht so wichtig bewertet. Als Endgeräte wurden vor allem Tablets favorisiert.

4 Die munter-App: Beschreibung des Prototyps

Direkt nach dem Start der App sowie erfolgreicher Wahl der Unterrichtseinheit und der Unterrichtsstunde wird dem Nutzenden eine detaillierte Übersichtsseite mit allen relevanten Informationen (u. a. komplette Beschreibung, Materialien, Notizen, Ablauf, didaktische Reserve) zur ausgewählten Stunde angezeigt. Die Materialien können im Fall von Bildern und PDF-Dateien direkt in *munter* betrachtet oder mit einer entsprechenden App geöffnet werden. Wird die Durchführung einer Unterrichtsstunde gestartet, wird die Lehrperson zur zentralen Ansicht von *munter* geleitet (siehe Abb. 1). Diese Ansicht ist vertikal in vier Bereiche/„Leisten“ eingeteilt. In der obersten Leiste wird der Titel der Stunde sowie die bereits vergangene Zeit seit dem Start der Unterrichtsstunde dargestellt. Ebenfalls befinden sich in dieser Leiste Kontrollelemente, um die Schriftgröße der folgenden Leisten anzupassen, den Timer zu starten bzw. zu beenden oder die Durchführung der Stunde abzuschließen. Nach dem Start des Timers wird neben dem Button die verbleibende Zeit angezeigt. Die zweite Leiste bietet einen Überblick über alle geplanten Phasen, deren Reihenfolge sowie deren relative Länge und der Hervorhebung der Phase, in der man sich gerade befindet („Einstimmung“ siehe Abb. 1). Die einzelnen

Phasen sind entsprechend ihrer vorgesehenen Dauer skaliert. Darunter befindet sich eine Zeit-Progressbar, die einen schnellen Eindruck des zeitlichen Fortschritts (im Vergleich zur geplanten Zeit) vermittelt. Damit sind fehleranfälliges Rechnen oder Uhrzeitvergleiche vereinfacht (vgl. [Me14]). Die dritte Leiste ist horizontal dreigeteilt und stellt (von links nach rechts) alle relevanten Informationen der vorherigen, aktuellen und folgenden Phase bereit. Dabei ist für die aktuelle und somit relevanteste Phase der Großteil des vorhandenen Platzes vorgesehen. Das Umschalten zwischen den Phasen ist durch das Antippen der Bereiche der vorherigen bzw. nächsten Phasen oder die Phasen in der zweiten Leiste möglich. Die real benötigte Zeit für die Phasen wird beim Umschalten für die Auswertung gespeichert. Darunter befinden sich in der vierten Leiste die mit der Stunde verknüpften Materialien und die Notizen. Die mit der aktuellen Phase verknüpften Materialien werden dynamisch fett hervorgehoben. Nach der Durchführung wird der Nutzende auf eine Auswertungsseite geleitet. Hier können Hausaufgaben für die nächste Stunde notiert, die Notizen eingesehen und verändert, sowie eine separate Reflexion vorgenommen werden. Zur Unterstützung der Reflexion stellt *munter* eine Gegenüberstellung der vorgesehenen Zeit sowie die echt benötigte Zeit gegenüber, Abweichungen von über 20 % werden farblich hervorgehoben.

The screenshot shows the 'Turnen' app interface. At the top, there is a title 'Turnen', search and zoom icons, 'vergangene Zeit: 05:20', a 'TIMER' set to '00:00', and a 'STUNDE BEENDEN' button. Below this is a horizontal progress bar with five segments: 'Einstimmung' (highlighted in blue), 'Erwärmung', 'Hauptteil', 'Abschluss', and 'Stundenende'. The main content area is divided into three columns corresponding to these phases. The 'Einstimmung' column shows 'letzte Stunde: Schulung der konditionellen Fähigkeit Ausdauer' and 'Hausaufgaben:'. The 'Erwärmung' column shows '0. Minute - 7. Minute (7min)', 'Ziele: Vorbereitung auf die Sportstunde und Motivierung', 'Sozialform: geleitetes Unterrichtsgespräch: SuS sitzen auf Bank LP steht vor SuS', 'Beschreibung: 1. Begrüßung 2. Ausblick auf die Stundeninhalte und kommenden Einheiten', 'didaktische Reserve:', and 'Kommentare:'. The 'Hauptteil' column shows '7. Minute - 22. Minute (15min)', 'Ziele: Erwärmung des Bewegungsapparates, Aktivierung des Herz- Kreislauf-Systems, Vorbereitung des aktiven Bewegungsapparates auf die folgende Belastung, Stabilisationsübungen zur Kräftigung der Muskulatur für das Turnen', 'Sozialform: 1. SuS laufen sich im Kreis ein, LP gibt Bewegungsaufgaben vor 2. SuS stehen im Kreis, LP gibt Übungen vor 3. SuS machen Planks zum Lied „Bring Sally ab“', 'Beschreibung: 1. Einlaufen 2. Gymnastik 3. Stabilisationstraining', 'didaktische Reserve:', and 'Kommentare:'. At the bottom, there is a 'Materialien:' section with 'Turnelemente (Turnelemente.pdf)' and a 'Notizen' section with 'Notizen hier hinzufügen' and a 'ZEICHNEN' button.

Abb. 1: Zentrale Ansicht der Unterrichtsdurchführung in *munter*

Technisch wurde der Prototyp als Android-App für die Verwendung auf einem Tablet entworfen und eine Anbindung zwecks Synchronisation an das PLATON-System vorgesehen, um dort erstellte Planungen direkt für die Durchführung von Unterricht auch ohne Internetverbindung nutzen zu können. Bei der Systemarchitektur wurde sich daher für eine Client-Server-Architektur mit, für Android-Apps empfohlenem, Model-View-

Presenter-Entwurfsmuster entschieden. Das Datenmodell ist folglich am Modell des PLATON-Systems orientiert (es wurden nur einige Felder für z. B. die real benötigte Dauer einer Phase ergänzt, vgl. [St19, ES20]). Für die lokale Datenhaltung wird SQLite bzw. der app-spezifischen Speicherort für Materialien verwendet. Die prototypische Implementierung ist Open Source und unter <https://platon.strickroth.net/> verfügbar.

5 Pilot-Evaluation von munter im Unterricht

Der Prototyp wurde mit 4 Lehrerinnen im Referendariat (Alter $\bar{O}=23,75$; $sd=0,83$) im Rahmen eines Usability-Feldtests mit gestelltem Tablet und anschließendem Fragebogen und Interview in Mecklenburg-Vorpommern im realen Mathematikunterricht evaluiert. Im Vorfeld wurde die Planung vom Versuchsleiter auf das Tablet übertragen, eine Einweisung gegeben und das Tablet in der Regel am Vortag übergeben.

Die Interaktion mit der App erfolgte zum einen am Abend vor der Durchführung des Unterrichts, um sich noch einmal mit dem System vertraut zu machen und die Planung zu rekapitulieren, und zum anderen während des Unterrichts bei einem Phasenwechsel oder wenn Materialien benötigt wurden. Die häufigste Interaktion mit *munter* bestand im Wechsel der Unterrichtsphase, um sich so einen Überblick über die folgende Phase zu verschaffen. Es kam aber auch vor, dass auf eine nicht direkt an die aktuelle Phase angrenzende Phase, über die entsprechende Kachel der Leiste über dem Zeitstrahl, zugegriffen wurde. Von den fünf Unterrichtsstunden war bei drei jeweils ein Dokument hinterlegt, wobei auf diese auch während der Stunde zugegriffen wurde. Alles in allem traten bei der Benutzung von *munter* im Unterricht keine gravierenden Fehler auf.

Insgesamt gaben die Teilnehmenden an, die implementierten Funktionen als sinnvoll zur Unterstützung während der Unterrichtsdurchführung zu erachten. Sie fühlten sich z. B. im Zeitmanagement unterstützt und fanden die Übersicht der Unterrichtsphasen sehr sinnvoll. Im Vergleich von *munter* mit einer Unterrichtsplanung auf Papier gaben die Probanden an, dass *munter* den Ablauf übersichtlicher darstellt, beim Zeitmanagement unterstützt und mehr zur Reflexion anregt, aber tendenziell weniger erlaubt, sich auf den Unterricht zu konzentrieren als Papiernotizen. Der System-Usability-Scale ergab 86,3 von 100 Punkten ($sd=6,5$) und liegt damit im Bereich „hervorragend“ [BKM09].

6 Diskussion, Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Paper wurde *munter*, ein mobiles System zur Unterstützung der Durchführung von Unterricht für (angehende) Lehrpersonen, vorgestellt. Dabei ist insbesondere eine hohe Usability von zentraler Bedeutung, damit sich Lehrpersonen weiterhin voll auf den Unterricht konzentrieren können. Basierend auf den Ergebnissen eines Usability Walkthrough mit Mockups wurde ein Prototyp für Android-Tablets erstellt und in einer Pilotfeldstudie mit Referendarinnen in ihrem eigenen Unterricht untersucht. Dabei zeigte sich der Prototyp grundsätzlich benutzerfreundlich und intuitiv nutzbar. Zentrale Funktionen sind die Darstellung des Gesamtablaufs und von Informationen zur aktuellen sowie

nächsten Phase (inkl. Notizen und Materialien) und eine Reflexionsunterstützung. Ein solches System als wurde als besonders nützlich für AnfängerInnen betrachtet.

Die Ergebnisse des Usability Walkthrough decken sich mit den vorher erhobenen Anforderungen [ES20], jedoch hat sich gezeigt, dass die Anzeige der vorherigen Phase explizit als weniger hilfreich bewertet wurde. Vermutlich hat hier die Präsentation der Mockups dafür gesorgt, dass sich die Lehrpersonen das System besser vorstellen konnten. Durch die Einschränkungen, die im Zusammenhang mit dem Corona-Virus auftraten, wäre eine breitere Evaluation mit verschiedenen Klassenstufen, Unterrichtsfächern, Bundesländern etc. über einen längeren Zeitraum wünschenswert.

Insgesamt bietet der vorliegende Prototyp eine gute Grundlage für weitere Forschung und Entwicklung. Automatisierte Hilfestellungen bei Problemen im Unterricht sind noch zu erforschen. Weiterhin könnte an einem vergleichbaren Tool zur Unterstützung von in der Lehramtsausbildung regelmäßig durchgeführten Hospitationen geforscht werden. Das Tool könnte direkten Zugriff auf die Planung inkl. Materialien ermöglichen, Kommentare entgegennehmen und ggf. erweitert durch spezielle Checklisten zur Verbesserung des Feedbacks, auch durch ungeübte Hospitierende, beitragen (vgl. [Me14]).

Literaturverzeichnis

- [BKM09] Bangor, A.; Kortum, P.; Miller, J.: Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *JUS 4* (2009), 5, Nr. 3, S. 114–123.
- [Ca08] Cameron, L.: LAMS: Pre-Service Teachers Update the Old Lesson Plan. In *Proc. AACE SITE'08*, 2008, S. 2517-2524.
- [He14] Herzig, B.: *Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht?* Bertelsmann, 2014.
- [ES20] Elfreich, H.; Strickroth, S.: Bedarfs- und Anforderungsanalyse für ein mobiles, unterrichtsbegleitendes Unterstützungssystem für angehende Lehrpersonen, Technical Report, Universität Potsdam 2020.
- [Kä19] Kärner, T.; Fenzl, H.; Warwas, J.; Schumann, S.: Digitale Systeme zur Unterstützung von Lehrpersonen. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik* 115(1), S. 39–65.
- [Me14] Meyer, H.: *Leitfaden zur Unterrichtsvorbereitung*. 7. Auflage. Cornelsen, 2014.
- [Mü07] Mühlhausen, U.: Unterrichtsvorbereitung – wie am besten? In: *Kursbuch Referendariat*. Weinheim und Basel: Beltz, 2007, S. 40–58.
- [Mü11] Mühlhausen, U.: *Über Unterrichtsqualität ins Gespräch kommen*. Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren, 2011.
- [St16] Strickroth, S.: *Unterstützungsmöglichkeiten für die computerbasierte Planung von Unterricht – ein graphischer, zeitbasierter Ansatz mit automatischem Feedback*. Dissertation. Humboldt-Universität zu Berlin, 2016.
- [St19] Strickroth, S.: PLATON: Developing a Graphical Lesson Planning System for Prospective Teachers. *Education Sciences*, 2019, 9. doi:10.3390/educsci9040254

Wer ist GeRRI? Eine kritische Diskussion des Gemeinsamen Referenzrahmens Informatik

Natalie Kiesler ¹

Abstract: Im April 2020 wurde der Gemeinsame Referenzrahmen Informatik (GeRRI) als Produkt der Zusammenarbeit zwischen der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) und dem Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts (MNU) veröffentlicht. Ziel der Empfehlungen ist die Verdeutlichung informatischer Grundkompetenzen in Anlehnung an den Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen für Sprachen (GER). Dementsprechend werden fünf verschiedene Niveaustufen und drei grundlegende Inhaltsbereiche für informatische Bildung differenziert: Automatisierung, Digitalisierung und Informatiksysteme. Gleichwohl die Entwicklung eines gemeinsamen Rahmens zur Klassifizierung informatikbezogener Ausbildungsniveaus zu unterstützen ist, muss die erste Version der Mindeststandards als solche kritisch betrachtet werden. In diesem Positionspapier werden daher die drei größten Schwächen des GeRRI diskutiert. Dazu zählen vor allem die Methodik des Erstellungsprozesses, die Orientierung am Referenzrahmen für Sprachen und die nicht nachvollziehbare Klassifizierung von Kompetenzen. Damit reiht sich GeRRI in die Liste der Bildungsstandards ohne empirische Basis ein und bedarf daher dringend einer Erprobung in der Praxis.

Keywords: Gemeinsamer Referenzrahmen Informatik, Gesellschaft für Informatik, Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts, informatische Grundkompetenzen, informatische Grundbildung

1 Hintergrund und Ziele des GeRRI

Die kürzlich veröffentlichte Ausarbeitung des Arbeitskreises Gemeinsamer Referenzrahmen Informatik (GeRRI) beschreibt Mindeststandards für die auf Informatik bezogene Bildung. Als Autoren sind sowohl der Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts (MNU) als auch die Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) beteiligt. Ziel des Referenzrahmens ist es, die Lücke zur Beschreibung der sogenannten informatischen Allgemeinbildung zu adressieren, indem nicht nur die kritische Nutzung und Reflexion digitaler Medien, sondern auch deren aktive und kreative Mitgestaltung als Teil dieser Allgemeinbildung verstanden wird. Außerdem soll mit Hilfe des Referenzrahmens die Entwicklung von Curricula und Bildungsmedien unterstützt sowie die Einschätzung des eigenen Kompetenzstands ermöglicht werden [Ar20, S. 3-8].

GeRRI baut insofern auf vorangegangenen Modellen und Empfehlungen der GI für den schulischen Bereich [Ar08, Ar16, Ar19] als Ausgangspunkt auf und zielt auf die Spezifizierung von Ausbildungs- und Qualifizierungsniveaus ab. Der in der ersten Version

¹ Justus-Liebig-Universität Gießen, Hochschulrechenzentrum, Medien und E-Learning, Heinrich-Buff-Ring 44, 35392 Gießen, natalie.kiesler@hrz.uni-giessen.de, <https://orcid.org/0000-0002-6843-2729>

erschienene Aufschlag soll zukünftig als Referenz von Niveaustufen dienen und später für den Hochschulbereich erweitert werden [Ar20, S. 5].

2 GeRRI

In dem gemeinsam von MNU und GI entwickelten Referenzrahmen GeRRI werden demnach Niveaustufen für die informatische Grundbildung definiert um dem rasanten technologischen Wandel u.a. in der Bildung gerecht werden zu können. Dazu werden die benötigten Kompetenzen für einen mündigen und aktiven Umgang sowie die Teilhabe an einer digitalisierten Welt anhand der inhaltlichen Bereiche Automatisierung, Digitalisierung und Informatiksysteme definiert [Ar20]. Die angegebenen Referenzniveaus sind strukturell an den Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen für Sprachen (GER) angelehnt, sodass zwischen den folgenden fünf Niveaustufen differenziert wird. Als Einstieg und Grundlage werden die Stufen A1 und A2 der elementaren informatischen Bildung zugeordnet. Standard, Erweiterung und Vertiefung werden in den Bereichen B1, B1+ und B2 als sogenannte informatische Allgemeinbildung ausgezeichnet.

Die Niveaustufen umfassen im Einzelnen die folgenden Bildungsprozesse und –ziele und sind jeweils durch ihren inkludierenden Charakter definiert. Demnach sollen höhere Niveaustufen das Erreichen der darunterliegenden Niveaus miteinschließen [Ar20, S. 9]:

- A1 (Einstieg): Dieses Niveau bildet die niedrigste Ebene informatischer Kompetenzen ab, die im Alltag im Umgang mit einfachen Anwendungen erforderlich werden (z. B. Nutzung von QR-Codes und Login-Formularen, mit einfachen Programmen Texte erstellen, rechnen, Nachrichten schreiben, einfache Regeln im Umgang mit sensiblen Daten kennen und beachten).
- A2 (Grundlage): Mit Erreichen dieser Stufe können einfache Programme nachvollzogen und entwickelt werden. Anhand von Programmen können Aufgaben gelöst, Informatiksysteme entwickelt, und verantwortungsvoll genutzt werden (z. B. Verzeichnisbaum, Netzwerk).
- B1 (Standard): Diese Niveaustufe umfasst die Modellbildung von Algorithmen und deren Implementierung als Programm, die strukturierte Entwicklung von Lösungen, Datenverschlüsselung, Nutzung digitaler Plattformen, IT-Sicherheit sowie die Reflexion von Informatiksystemen und dessen Einsatz.
- B1+ (Erweiterung): Auf Niveaustufe B1+ als Teil der vertieften informatischen Allgemeinbildung wird das Bewerten von Modellen, der modulare Aufbau von Programmen, systematisches Testen, Entwickeln vernetzter Lösungen sowie die Erklärung und Nutzung von Internetprotokollen fokussiert. Rechtliche Aspekte der Internetnutzung können auf diesem Niveau reflektiert werden.

- B2 (Vertiefung): Anhand des höchsten Niveaus werden Probleme der Objektorientierung, Rekursion, höhere Datenstrukturen, automatisierte Verfahren sowie, unter anderem, dessen Einsatz und Reflexion zusammengefasst.

Aus diesen fünf Niveaustufen und den drei Inhaltsbereichen mit jeweils acht untergeordneten Konzepten ergeben sich drei Tabellen. Darin werden die einem jeweiligen Konzept zugeordneten Kompetenzen in die fünf Niveaustufen untergliedert.

Für den Bereich der Automatisierung werden diese Konzepte differenziert: Modellierung, Algorithmen, Implementierung, Dokumentation, Test, Fehleranalyse, Automaten, Formale Sprachen. Dem Bereich Digitalisierung werden die folgenden acht Konzepte zugeordnet: Codierung, Datentypen, Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Datenmodellierung, Recherche, personenbezogene Daten sowie gesellschaftlicher Kontext. Im dritten Bereich der Informatiksysteme finden sich die Konzepte Anwendung, Aufbau, Dateiverwaltung, Kommunikation und Kooperation, Vernetzung, Sicherheit, Internetnutzung und sozio-technischer Kontext wieder.

3 Diskussion

Die Arbeit der Fachverbände stellt eine erste Version für ein erstrebenswertes Maß an informatischer Allgemeinbildung an Schulen dar. Wenngleich diese Initiative vor dem Hintergrund des rasanten technologischen Fortschritts in der Gesellschaft und der diesbezüglich unzureichenden Schulbildung zu begrüßen ist, bleiben eine Reihe von Fragen und Kritikpunkten offen. Da die Autoren des GeRRI diesen als Kommunikationsrahmen für fachdidaktische Diskussionen betrachten, wird diese Diskussion nachfolgend anhand von drei Problemfeldern angestoßen: der Methodik des Erstellungsprozesses, der Orientierung am Referenzrahmen für Sprachen sowie der Operationalisierung und Klassifizierung von Kompetenzen.

3.1 Methodik des Erstellungsprozesses

Die Entwicklung des GeRRI wird als Kooperation zwischen zwei nationalen Fachverbänden beschrieben, die durch die Einrichtung eines gemeinsamen Arbeitskreises erfolgt ist. Ausgehend vom MNU wurde die Kooperation im Herbst 2016 initiiert. Im Verlaufe von sechs dreitägigen Arbeitssitzungen wurde GeRRI von den sieben beteiligten Akteuren entwickelt. Inwieweit die Fachcommunity einbezogen wurde, welche Methoden zum Erkenntnisgewinn genutzt wurden, bleibt in Gänze unklar. Fachliteratur, lernpsychologische Grundgedanken oder Studien wie die Dissertation von Dörge [Dö12] zu informatischen Schlüsselkompetenzen bleiben in diesem ersten Entwurf scheinbar unberücksichtigt, obwohl darin bereits die Defizite der bis dato entwickelten GI Kompetenzmodelle und Standards [Ar08] detailliert erläutert werden [Dö12, S. 156]. Den Entwicklungsprozess zu beurteilen, wird durch diese Intransparenz massiv erschwert bis

unmöglich. Der daraus resultierende Mangel an Nachvollziehbarkeit stellt eine große Schwäche der Arbeit dar.

3.2 Orientierung am Referenzrahmen für Sprachen

Dieser Argumentationslogik folgend, muss die Orientierung am GER als Referenzrahmen für Sprachen infrage gestellt werden. Es werden dabei nur einzelne Niveaubezeichnungen (A1, A2, B1, B2) übernommen mit der Festlegung, dass die Niveaustufen C1 und C2 als Stufen, die Expertinnen vorbehalten sind, ausgeklammert werden und der universitären Bildung vorbehalten bleiben. Eine nachvollziehbare Begründung hierfür bleibt aus. Zudem werden die Fragen ausgeklammert, was unter Expertinnen zu verstehen ist und ob Hochschulbildung diese hervorbringen kann. Stattdessen wird ein neues, völlig arbiträres Niveau B1+ eingeführt. Es wird außerdem nicht explizit deutlich gemacht, dass der Abschluss des Abiturs dem Erreichen des Niveaus B2 gleichkommt, wie etwa im Kontext des Fremdspracherwerbs der Fall.

In den einzelnen Beschreibungen der Niveaustufen sind darüber hinaus vermehrt Lehr- und Lernziele zu finden, die jeweils sehr unterschiedliche Kontexte aus allen drei Bereichen und darüber hinaus beschreiben. Die Vergleichbarkeit oder Analogie zum Referenzrahmen für Sprachen muss daher hinterfragt werden. Schließlich werden mit Hilfe dieser Niveaustufen keine Sprachkenntnisse klassifiziert, die im Wesentlichen aufeinander aufbauen. Stattdessen werden zahlreiche verschiedene Inhaltsbereiche referenziert, die eben nicht zwangsläufig aufeinander aufbauen und ein Kontinuum darstellen. Niveau B1+ beschreibt z. B. die Implementierung von Programmen sowie Entwicklung vernetzter Lösungen und daneben die Erklärung von Internetdiensten und -protokollen sowie die Reflexion rechtlicher Aspekte bei der Internetnutzung. Da diese Inhaltsbereiche klar voneinander abzugrenzen sind, kann in einem Inhaltsbereich wie der Programmierung zum Beispiel ein viel höheres Niveau erreicht werden, als bei der Reflexion von rechtlichen Aspekten, sodass die Zusammenfassung unter einer Niveaustufe als kaum möglich und wenig sinnvoll erscheint. Würde sich die Analogie zum GER lediglich auf Kenntnisse einer Programmiersprache beziehen, wäre der Ansatz hingegen deutlich nachvollziehbarer. Im Rahmen der *Psychology of Programming Interest Group* wurden derartige Überlegungen durchaus bereits angestellt. Portnoff [Po18] betrachtet beispielsweise das Erlernen einer Programmiersprache durch die linguistische Brille. Leider fehlen Referenzen auf derartige Arbeiten und Vorüberlegungen, was an den ersten Kritikpunkt zur intransparenten Methodik zur Konzeption des GeRRI anknüpft.

3.3 Operationalisierung und Klassifizierung von Kompetenzen

Die Einteilung bzw. Klassifizierung der Kompetenzen unterliegt scheinbarer Willkür und keiner nachvollziehbaren Kategorisierung. Gemessen an den verwendeten Operatoren lassen sich bereits auf der Niveaustufe A2 Kompetenzen entdecken, die überaus komplexe

kognitive Prozesse und Fähigkeiten beschreiben, die weit über ein scheinbar niedriges Niveau wie von A2 impliziert, hinausgehen. Dazu gehört z. B. das Entwickeln einfacher Programme, wobei „einfach“ unspezifisch bleibt. Daneben ist die Modellierung und Implementierung von Algorithmen und Programmen auf Niveaustufe B1 angesiedelt. Ebenfalls als Standard B1 wird die Reflexion von Auswirkungen von Informatiksystemen eingeordnet. Diese Kompetenzen sind, der Logik von etablierten Taxonomien aus der Lehr-/Lernforschung wie etwa der von Bloom [Bl56] oder Anderson et al. [An01] folgend, eindeutig den kognitiven Prozessdimensionen Synthese und Bewertung, respektive dem Bewerten und Erzeugen zuzuordnen. Es fällt insofern schwer, die genutzten Operatoren mitsamt zugeordneten Niveaustufen nachzuvollziehen – vor allem im Hinblick auf die Komplexität der tatsächlich beschriebenen kognitiven Prozesse. Die in den Tabellen angeführten Beispiele unterstreichen diese Perspektive, da sich allein im Bereich der Automatisierung durchweg Kompetenzen auf den niedrigeren Niveaustufen (insbesondere A2 und B1) wiederfinden, die sich gemäß der Anderson Krathwohl Taxonomie (AKT) auf den Ebenen des Erzeugens und Bewertens bewegen (z.B. Modellierung A2, B1; Algorithmen A2, B1; Implementierung B1; Test A2, B1; Fehleranalyse B1, Automaten B1, Formale Sprachen B1; u.v.m.).

Das Abstraktionsniveau der Kompetenzen ist aufgrund des Formats durchaus nachvollziehbar, allerdings bleiben weitere Fragen nach der Einordnung konkreter Kompetenzen offen. So wäre es in der jetzigen Form z. B. nicht möglich, das eigenständige Schreiben einer Schleife oder anderer Kontrollstrukturen in das Raster einzuordnen. Dadurch wird der Eindruck genährt, dass Kompetenzen mit geringerem kognitivem Anspruch vernachlässigt und trivialisiert werden, wenngleich die niedrigsten Niveaustufen unbedingt ausgewiesen werden sollten. Die Kritik des Referenzrahmens GeRRI bezieht sich insofern u.a. auf vorangegangene Arbeiten der GI, die sich mit ihrer Kompetenzmodellierung im Rahmen der Empfehlungen für Bachelor und Master Studienprogramme [Ge16] zwar anteilig an der AKT [An01] orientieren. Dennoch fehlt auch den Vorgänger-Modellen bisher die jeweilige empirische Basis [Ki20a, Ki20b].

4 Fazit

Die Idee und Verständigung auf einen gemeinsamen Referenzrahmen für informatische Grundbildung erscheint nicht erst seit der Corona-Pandemie als relevante Aufgabe der Fachgesellschaften. Dennoch werden diverse Schwächen der ersten Version des GeRRI deutlich. Wie die Diskussion der Methodik aufzeigt, bleibt der Entstehungsprozess zur Entwicklung relativ undurchsichtig. Darüber hinaus erscheint die Orientierung an einem Referenzrahmen für Sprachen unpassend. Muttersprachliche Niveaustufen werden ausgeklammert und eine neue Stufe B1+ als Erweiterung eingeführt. Gleichzeitig bleiben die damit verbundenen kognitiven Prozesse scheinbar unberücksichtigt, sodass die Anordnung der Kompetenzziele auf den einzelnen Ebenen willkürlich wirkt. Anhand der Operatoren lassen sich keine Kompetenzen auf den angegebenen Niveaustufen ableiten, die in Einklang mit bestehenden Konzepten, wie etwa der AKT, zu bringen sind.

GeRRI bezieht sich außerdem auf die vorangegangenen Arbeiten der GI, die sich beispielsweise mit ihrer Kompetenzmodellierung im Rahmen der Empfehlungen für Bachelor und Master Studienprogramme [Ge16] durchaus zeitweise an der Anderson Krathwohl Taxonomie orientiert. Allerdings lässt sich feststellen, dass diese nach wie vor kaum praktisch oder empirisch durch die GI erprobt wurden. Dasselbe gilt für das andere von der GI mitentwickelte Modell für die Schul informatik [Ar16]. Der Referenzrahmen erscheint dadurch lediglich als neue, lose Ideensammlung, die zwar eine Expertinnen-Sicht wiedergibt, jedoch theoretische Konstrukte aus der Bildungsforschung sowie empirische Befunde weitestgehend ignoriert.

Literaturverzeichnis

- [An01] Anderson, L. W. et al.: A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Addison Wesley Longman, 2001.
- [Ar08] Arbeitskreis Bildungsstandards, Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I. Beilage zu LOG IN 28. Jg., 150/151, 2008.
- [Ar19] Arbeitskreis Bildungsstandards Informatik im Primarbereich, Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. Beilage zu LOG IN 39. Jg., 191/192, 2019.
- [Ar16] Arbeitskreis Bildungsstandards SII, Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II. Beilage zu LOG IN 36. Jg., 183/184, 2016.
- [Ar20] Arbeitskreis GeRRI, Gemeinsamer Referenzrahmen Informatik (GeRRI), https://www.mnu.de/images/publikationen/Informatik/GeRRI_komplett_WEB.pdf, Stand: 29.3.2021.
- [Bl56] Bloom, B. S.: Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. In: Cognitive domain, 1956.
- [Dö12] Dörge, C.: Informatische Schlüsselkompetenzen: Konzepte der Informationstechnologie im Sinne einer informatischen Allgemeinbildung. Dissertation. Universität Oldenburg, 2012.
- [Ge16] GI, Gesellschaft für Informatik, Empfehlungen für Bachelor- und Masterprogramme im Studienfach Informatik an Hochschulen, <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/2351>, Stand 29.3.2021.
- [Ki20a] Kiesler, N.: Kompetenzmodellierung für die grundlegende Programmierausbildung. In (Zender, R. et al. Hrsg.): Die 18. Fachtagung Bildungstechnologien (DELFI). Lecture Notes in Informatics, Bonn, S. 187-192, 2020.
- [Ki20b] Kiesler, N.: On Programming Competence and its Classification. In: Proceedings of the 20th Koli Calling International Conference on Computing Education Research. ACM, New York, S. 1-10, 2020.
- [Po18] Portnoff, S. R.: The Introductory Computer Programming Course is First and Foremost a Language Course. ACM Inroads 9.2, S. 34-52, 2018.

Posterbeiträge

E-Learning-Plattform zur Unterstützung des Erlernens des logischen Programmierens

Mari Jebe¹, Jennifer Gnyp¹, Simon Münker¹ und Wiebke Petersen¹

Abstract: Vielen Studierenden fällt es schwer, Probleme in einer logischen Programmiersprache wie Prolog zu lösen, da sie sich dafür von dem ihnen zumeist vertrauten prozeduralen Programmierparadigma lösen müssen. Wir haben eine E-Learning-Plattform entwickelt, auf der Studierende ihren individuellen Bedürfnissen entsprechend zu einer Programmieraufgabe zusätzliche Hilfestellungen anfordern können. Wir beschreiben und evaluieren die Nutzung anhand der Lehrveranstaltung “Einführung in die logische Programmiersprache Prolog”, die auf dem Text “Learn Prolog Now” von Blackburn, Bos, und Striegnitz basiert². Deren digitale Lernplattform nutzt interaktive Elemente zum freien Experimentieren mit dem Code. Dieses Konzept wird von uns aufgegriffen und um weitere Tools ergänzt, um Studierende an die eigenständige Lösung von Programmieraufgaben heranzuführen.

Keywords: digitale Lernplattform, logische Programmierung, Prolog, Blended Learning

1 Einleitung

Das Ziel unserer E-Learning-Plattform³ ist es, Studierenden den Einstieg in die logische Programmierung mit Prolog zu vereinfachen. Deklarative Sprachen wie Prolog werden als schwer zu erlernen beschrieben [Da10] und speziell der Umstieg von imperativen Sprachen wie Python oder Java fällt Studierenden häufig nicht leicht [YJ07], da sie lernen müssen, ein Problem zunächst logisch zu beschreiben. Herausfordernd ist insbesondere die Erstellung, das Verständnis und die Erklärung von Prologprogrammen [Vo18]. Unserer Erfahrung nach wissen Studierende häufig nicht, wie sie das vorliegende Programmierproblem angehen können, was zu vorschnellen Rückgriffen auf Musterlösungen führt. Die E-Learning-Plattform wurde entwickelt, um dieser Strategie entgegenzuwirken. Sie zielt darauf ab, die theoretischen und praktischen Inhalte einer Einführungsveranstaltung in Prolog entsprechend der Lernform des Blended Learnings nachhaltiger zu vermitteln und verschiedene Lerntypen individuell anzusprechen. Studierende sollen im Sinne des erfahrungsbasierten Lernens neues Wissen unmittelbar umsetzen und interaktiv prüfen können [Da10], um so einen möglichst hohen Lernerfolg zu erzielen. Wir folgen der Empfehlung von [Da10] und zielen zunächst weniger auf Effizienz als auf einen eleganten Aufbau des studentischen Codes für ein besseres Verständnis der Funktionsweise.

¹ Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Institut für Sprache und Information, Universitätsstraße 1, 40225 Düsseldorf, {mari.jebe, jennifer.gnyp, simon.muenker, wiebke.petersen}@hhu.de

² <http://www.let.rug.nl/bos/lpn/>

³ Plattform: <https://prolog.el.phil.hhu.de/>, GitHub Repository: <https://github.com/prolog-hhu/website>

2 Umsetzung und Evaluation

Auf der E-Learning-Plattform sollen diverse Hilfsmittel ein besseres Verständnis der Kursinhalte fördern und zum eigenständigen Programmieren animieren. Diese umfassen unter anderem deutschsprachige Quizfragen und eine interaktive Programmierumgebung, auf der die Studierenden mit dem Code experimentieren können.

Die Quizfragen beziehen sich auf Programmieraufgaben und unterstützen Studierende in der Entwicklung einer geeigneten Herangehensweise, indem sie Anregungen zu verschiedenen Lösungsansätzen bieten sowie das allgemeine Verständnis der in der jeweiligen Aufgabe behandelten Thematik stärken. Die Studierenden gewinnen durch die Quizfragen Vertrauen darin, dass sie bereits über die nötigen Kenntnisse und Fähigkeiten verfügen, um eine Programmieraufgabe zu lösen. Gängige Fehler werden abgefangen, um ein möglichst präzises und individuelles Feedback durch kurze Hinweise, konkrete Erläuterungen und Leseverweise zu bieten und somit ein insgesamt besseres Verständnis der Thematik zu liefern. Im Anschluss an die heranführenden Quizfragen, steht den Studierenden eine auf die Aufgabe zugeschnittene interaktive Programmierumgebung zur Verfügung. Hier können sie selbstständig ihre Lösungsansätze implementieren, mit ihrem Code experimentieren und diesen anschließend anhand von vorbereiteten Anfragen eigenständig überprüfen. Zusätzlich können sie im Tracemodus die Verarbeitung des Codes durch Prolog nachvollziehen, wie in [So90] empfohlen. Weiterhin bietet die Plattform zu jeder Aufgabe eine gut ausgearbeitete und verständlich kommentierte Musterlösung. Alle beschriebenen Inhalte können geräte- und ortsunabhängig bearbeitet werden, wodurch Lernende mit unterschiedlichem Wissensstand oder Lerntempo und individuellen Lebensumständen inkludiert und gefördert werden.

Die intern durchgeführte Evaluation der Plattform führte zu überwiegend positiven Ergebnissen. Die Plattform wurde von 88% der Studierenden regelmäßig genutzt. Die Quizseiten wurden von allen Studierenden als hilfreich und von über der Hälfte als "sehr hilfreich" eingestuft. Das Niveau der gestellten Quizfragen wurde von 95% als "genau richtig" bewertet. Die Studierenden schätzten besonders die Möglichkeit, im eigenen Tempo die Inhalte zu erarbeiten und ihren Code experimentell erproben zu können.

Literaturverzeichnis

- [Da10] Dahl, V. et. al.: Logic programming: teaching strategies for students with no programming background. In Proceedings of the 15th WCCCE'10. S. 1-5, 2010.
- [So90] Van Someren, M. W.: What's wrong? Understanding beginners' problems with Prolog. *Instructional Science* 19 (4-5)/90, S.257-282, 1990.
- [VAK18] Vosinakis, S.; Anastassakis, G.; Koutsabasis, P.: Teaching and learning logic programming in virtual worlds using interactive microworld representations. *British Journal of Educational Technology* 49(1)/18, S. 30-44, 2018.
- [YJ07] Yang, S.; Joy, M.: Approaches for learning Prolog programming. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences* 6(4)/07, S. 88-107, 2007.

Digitalisierungsbezogene Kompetenzen in einer sächsischen Lehrkräftefortbildung

Anwendung von Kompetenzrahmen im Projekt „UndiMeS – Unterrichten mit digitalen Medien in Sachsen“

Ines Herrmann¹, Lydia Drewanz², Sylvia Schulze-Achatz³ und Christine Dallmann⁴

Abstract: In diesem Beitrag wird ein Konzept für eine berufsbegleitende medienpädagogische Online-Fortbildung für Lehrkräfte vorgestellt, die im Rahmen des Projekts „UndiMeS – Unterrichten mit digitalen Medien in Sachsen“ entsteht. Die Grundlage für die Entwicklung der Fortbildung bildet ein Kompetenzrahmen, welcher im Projekt erarbeitet und angewandt wurde.

Keywords: Lehrkräftefortbildung – Kompetenzrahmen – Medienpädagogische Kompetenz – Themenplan – Community

Die Möglichkeiten und Herausforderungen der Digitalisierung von schulischen Lehrprozessen wurden durch die Schulschließungen während der Covid-19-Pandemie einmal mehr ins öffentliche Bewusstsein gerückt. Obwohl das Distanzlernen zu einer verstärkten Nutzung von digitalen Medien [Hu20] führte, rückten gleichzeitig Problemfelder wie unzureichende technische Ausstattung der Schulen [u. a. RZ20] und fehlende oder stark variierende Vorkenntnisse zu digitalen Medien auf Seiten der Lehrkräfte [Hu20] in den Vordergrund. Das im Rahmen des Beitrags vorgestellte BMBF-geförderte Projekt „UndiMeS – Unterrichten mit digitalen Medien in Sachsen“ greift diese Lücken im Umgang mit digitalen Medien auf, mit dem Ziel, die Medienpädagogische Kompetenz von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften berufsbegleitend in einer Online-Fortbildung zu fördern. Ziel ist, die Kompetenzen der Lehrkräfte zu stärken, damit diese wiederum ihre Schülerinnen und Schüler bei der Medienkompetenzentwicklung unterstützen können. Die Grundlage für die Entwicklung der Fortbildungsinhalte und des Fortbildungskonzepts bildet ein umfangreicher Kompetenzrahmen, der im Projekt erarbeitet wurde. Dazu wurden bestehende Kompetenzrahmen⁵ aus dem nationalen sowie europäischen Diskurs miteinander verglichen, in Beziehung zu im Projekt identifizierten

¹ TU Dresden, Medienzentrum, 01062 Dresden, ines.herrmann@tu-dresden.de

² TU Dresden, Medienzentrum, 01062 Dresden, lydia.drewanz@tu-dresden.de

³ TU Dresden, Medienzentrum, 01062 Dresden, sylvia.schulze-achatz@tu-dresden.de

⁴ TU Dresden, Medienzentrum und Professur für Medienpädagogik, 01062 Dresden, christine.dallmann@tu-dresden.de

⁵ Berücksichtigung fanden: „Digitale Kompetenzen für PädagogInnen“ (digi.kompP) [Br16] als Ausgangsmodell, „Digital Competence Framework for Educators“ (DigCompEdu) [Eu17], „Kompetenzen in der Digitalen Welt“ [Ku16] in der Fassung des Sächsischen Staatsministeriums für Kultus (SMK) [Sä17b].

Qualitätsmerkmalen gesetzt und zusammengeführt. Auf Basis des Kompetenzrahmens wurde ein Themenplan abgeleitet und somit für das Projekt „UndiMeS“ anwendbar gemacht. Die Themen der Fortbildung sind in fünf Modulen abgebildet und wiederum untergliedert in Lerneinheiten im Microlearning-Format. Die Lerneinheiten beinhalten Übungen und Tests sowie Aufgaben, die in der fortbildungseigenen Online-Community durch die Lehrkräfte bearbeitet werden sollen. Solche Aufgaben könnten beispielsweise das Teilen oder gemeinsame Erstellen von Inhalten oder von Feedback zu erstellen Inhalten der Community-Mitglieder beinhalten. Dabei wenden die Lehrkräfte bereits in der Fortbildung die für ihren Berufsalltag relevanten Kompetenzen an. Die Module schließen jeweils mit einer kompetenzanzeigenden Aufgabe oder E-Klausur ab, die in das Zertifikat einfließen, welches nach erfolgreicher Teilnahme an der Fortbildung ausgestellt wird. Der Entwicklungsprozess sowie die Pilotierung werden wissenschaftlich begleitet und die Fortbildungsinhalte, die mediendidaktische Gestaltung und die bildungsorganisatorische Einbettung evaluiert, um Anpassungsbedarfe zu identifizieren und die Wirksamkeit zu überprüfen.

Literaturverzeichnis

- [Hu20] Huber, Stephan G.; Günther, Paula S.; Schneider, Nadine; Helm, Christoph; Schwander, Marius; Schneider, Julia A.; Pruitt, Jane: COVID-19 und aktuelle Herausforderungen in Schule und Bildung. Erste Befunde des Schulbarometers in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Waxmann Verlag GmbH, Münster, 2020.
- [RZ20] Robert Bosch Stiftung & ZEIT: Das Deutsche Schulbarometer Spezial Corona-Krise. Ergebnisse einer Befragung von Lehrerinnen und Lehrern an allgemeinbindenden Schulen. Forsa, Berlin, 2020.
- [Br16] Brandhofer, Gerhard; Kohl, Angela; Miglbauer, Marlene; Narosy, Thomas: digi.kompP – Digitale Kompetenzen für Lehrende. Das digi.kompP-Modell im internationalen Vergleich und in der Praxis der österreichischen Pädagoginnen- und Pädagogenbildung, R&E Source 6, S. 38-51, 2016.
- [Eu17] European Commission: Digitale Kompetenz Lehrender: Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz von Lehrenden (DigCompEdu). 2017, https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_leaflet_de-2018-09-21.pdf, Stand: 15.04.2021.
- [Ku16] Kultusministerkonferenz – KMK. Strategie „Bildung in der digitalen Welt“: Beschluss der Kultusministerkonferenz, https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf, 08.12.2016, Stand: 15.04.2021.
- [Sä17b] Sächsisches Staatsministerium für Kultus – SMK: Medienbildung und Digitalisierung in der Schule: Kompetenzrahmen „Kompetenzen in der digitalen Welt“ der Kultusministerkonferenz, Fassung SMK Konzeption „Medienbildung und Digitalisierung in der Schule“. https://www.medienbildung.sachsen.de/download/Kompetenzrahmen_Medienbildung_SMK_Uebersicht.pdf, Stand: 15.04.2021.

„... es ist ja mehr als ein Lernraum“ – Studentische Perspektiven auf die ComputerStudienWerkstatt

Franco Rau¹, Ilaria Kosubski² und Moritz ter Meer³

Abstract: Der Beitrag skizziert ausgewählte Ergebnisse einer qualitativen Evaluation zur Bedeutung und Nutzung eines Lern- und Bildungsraumes in der Hochschule. Es wird gezeigt, wie die infrastrukturelle und architektonische Gestaltung der ComputerStudienWerkstatt (CSW) medienbezogene Interaktionsprozesse und Lernanlässe eröffnen kann. Für die Weiterentwicklung hybrider Lehr- und Lernsituationen ist insbesondere interessant, dass die CSW für Studierende mehr als nur ein Lernraum ist und als „Zuhause“ an der Universität beschrieben wird.

Keywords: ComputerStudienWerkstatt, Lernraum, Bildungsraum, Evaluation

1 Einleitung

Aktuell wird diskutiert, wie Hochschulen die Erfahrungen zur Gestaltung digitaler und hybrider Lehre aus der Corona-Pandemie systematisch verankern können [DK21]. Um perspektivisch sinnvolle Möglichkeitsräume für hybride Hochschullehre zu eröffnen, erscheint es lohnenswert, die Gestaltung digital gestützter physischer Räume und deren Bedeutung für Lernende zu beachten [Ru14]. Die ComputerStudienWerkstatt (CSW) an der TU Darmstadt ist ein Beispiel für einen pädagogisch-architektonisch gestalteten Lern- und Bildungsraum [Di17], der, wie im Folgenden skizziert wird, das Lernen mit und über digitale Medien ermöglichen und eine zentrale Bedeutung für Studierende als Lernumgebung und Begegnungsraum entfalten kann.

2 Qualitative Evaluation

Zur Analyse potenzieller Lernanlässe und der Bedeutung der CSW für Studierende an der TU Darmstadt wurden im Rahmen einer qualitativen Evaluation sechs episodische Interviews mit Studierenden im Januar und Februar 2019 durchgeführt. Diese wurden mit einer qualitativen Inhaltsanalyse [Ku18] kategorienbasiert ausgewertet. Die interviewten Studierenden nutzten die CSW mehrmals wöchentlich und studierten ein lehramtsbezogenes Fach. Sie waren im Alter von 20 bis 35 Jahren und charakterisierten sich als männlich. Die Darstellung der Ergebnisse fokussiert im Folgenden die Kategorie „Bedeutung und Wahrnehmung der CSW“.

¹ Universität Vechta, Kolpingstraße 17, 49377 Vechta, franco.rau@uni-vechta.de

² TU Darmstadt, Alexanderstraße 6, 64289 Darmstadt, i.kosubski@stud.uni-frankfurt.de

³ TU Darmstadt, Alexanderstraße 6, 64289 Darmstadt, termeer@stud.uni-frankfurt.de

3 Ergebnisse und Diskussion

Studierende bewerten die digitale Ausstattung der CSW positiv, sie ermöglicht neben der Unterstützung des Studienalltags diverse Erprobungen: „Was ich super fand, dass die CSW ja alle möglichen verschiedenen Tablet-Geräte bereitgestellt hat, wo man sich mal ausprobieren kann“ (I6). Dieses Erproben digitaler Geräte und „Tools“ wurde zu einem Ausgangspunkt zum Lernen mit und über digitale Medien. Über diese Lernanlässe hinaus ist die CSW für die Studierenden wortwörtlich „mehr als ein Lernraum“ (I3). Für die Studierenden hat die CSW eine zentrale Bedeutung für ihr Studium: „Also mittlerweile ist für mich Studieren tatsächlich in die CSW gehen“ (I1). Die Studierenden beschreiben die CSW als persönlichen Ort des Studiums: als „ein Zuhause an der Uni“ (I3), als „geschützten Raum“ (I1), als einen „privaten Raum“ (I4) sowie als „geschlossenen Lernraum und Lernort“ (I5). Ferner wird die CSW als spezifischer Austausch- und Begegnungsraum wahrgenommen. Ein relevanter Grund für das Aufsuchen der CSW ist das Antreffen von „Lernpartnern“ (I1) und Freund*innen: „[...] wenn man jetzt unseren Freundeskreis oder Studierendenkreis jetzt mal reflektiert, war jedem bewusst, wo wir anzutreffen sind“ (I5). Die Studierenden beschreiben hierbei, wie es ihnen über die CSW gelungen ist, sich sozial zu vernetzen. Neben Hilfestellungen und einer Erleichterung des Einstiegs in das Studium, wird die Möglichkeit benannt, sich interdisziplinär austauschen zu können.

Die CSW kann als exemplarisches Beispiel dienen, welche Bedeutung ein digital gestützter Lern- und Erfahrungsraum für das Studium haben kann. Die Wertschätzung der CSW kann auf die an menschlichen und sozialen (und nicht primär an technischen) Bedürfnissen ausgerichtete Raumgestaltung [Di17] zurückgeführt werden. Die skizzierten Evaluationsergebnisse bieten empirische Indikatoren, um auf die Bedeutung physisch gestalteter Räume hinzuweisen. Um die Gestaltung mediengestützter Begegnungs- und Erfahrungsräume im Kontext pandemiebezogener Dirskurse nicht aus dem Blick zu verlieren, erscheint uns der Hinweis lohnenswert, aktuelle Digitalisierungsbemühungen nicht auf Virtualisierungskonzepte der Hochschullehre zu beschränken.

Literaturverzeichnis

- [Di17] Diéz Aguilar, M.: Idee, Konzept und Realisierung der Computer-Studienwerkstatt. Ein Beitrag zur Gestaltung multimedialer Studienumgebungen. MedienPädagogik, S. 87–98. <https://doi.org/10.21240/mpaed/retro/2017.08.06.X>
- [DK21] Dittler, U.; Kreidl C.: Wie Corona die Hochschullehre verändert. Wiesbaden. Springer Fachmedien. 2021
- [Ru14] Rummler, K. (Hrsg.): Lernräume gestalten - Bildungskontexte vielfältig denken. Münster u.a.: Waxmann 2014, Medien in der Wissenschaft 67)
- [Ku18] Kuckartz, U.: Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Basel und Weinheim, Beltz Juventa, 2018

Digitalisierung der Lehr-Lernszenarien im MINT-Bereich

Ein Praxisbericht der NORDAKADEMIE zur Digitalisierung des Lehrangebots

Martin Hieronymus¹, Elena Hermann¹, Matthias Finck¹ und Bernhard Meussen¹

Abstract: Die Covid-19-Pandemie hat dazu geführt, dass die Präsenzlehre an den Universitäten und Hochschulen umgehend in digitale Lehr-Lernszenarien geändert werden musste. Der folgende Posterbeitrag beschreibt, wie dies an der NORDAKADEMIE gAG - Hochschule der Wirtschaft umgesetzt wurde und wie im Verlauf der anhaltenden Lage die schrittweise Digitalisierung in Kongruenz mit dem SAMR-Modell unter Berücksichtigung der didaktischen Grundlage vollzogen wird.

Keywords: Digitalisierung der Lehre, E-Learning, E-Assessment, digital laboratories

Modellbasierte Digitalisierung der Hochschullehre mit SAMR

Aufgrund der Einschränkungen durch die globale Covid-19-Pandemie funktionierten sämtliche auf direkten Kontakt ausgelegte Methoden in den etablierten Lehr-Lernszenarien der NORDAKADEMIE nicht mehr und mussten ersetzt werden.

Im SAMR-Modell, welches von Ruben Puentedura² als vierstufiges Fortschrittsmodell zur Digitalisierung des analogen Unterrichts vorgeschlagen worden ist, wird die einfachste Weiterentwicklung ohne funktionalen Mehrwert mit dem Wort "Substitution" überschrieben (siehe Abb. 1).

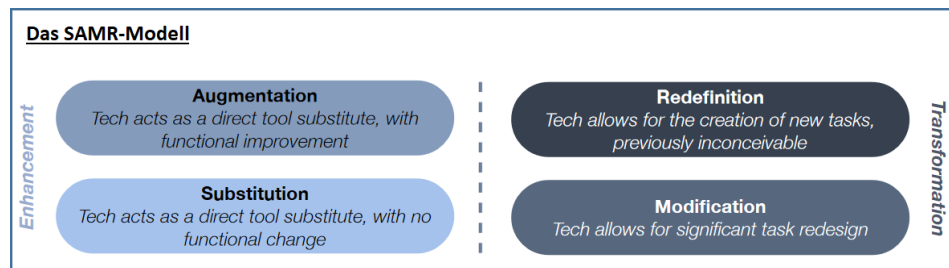


Abb. 1: Das SAMR-Modell, basierend auf [Pu12]

Für die NORDAKADEMIE, die Ihren Schwerpunkt auf einen sozial-kognitiven Lernprozess in kleinen Gruppen von bis zu 36 Studierende setzt, besteht diese Substitutionslösung

¹ NORDAKADEMIE gAG - Hochschule der Wirtschaft, Köllner Chaussee 11, 25337 Elmshorn

² Puentedura, R.R.: Focus: Redefinition, 2012, <http://www.hippasus.com/rpweblog/achives/2012/06/18/Focus-Redefinition.pdf> (Letzter Zugriff: 16.04.2021)

in der Nutzung einer Onlinekonferenz-Software, die die multidirektionale Kommunikation zwischen den Lehrenden und Lernenden ermöglicht. Mit dieser Software lässt sich somit sicherstellen, dass nicht ausschließlich ein unidirektionaler Wissenstransfer zu den Studierenden, sondern über die omnidirektionale Kommunikation ebenso eine in der Lernzieltaxonomie darüberliegende Verständnisebene erreicht werden kann.

Im Prüfungsbereich gestaltete sich die substitutionelle Umstellung etwas aufwändiger, um die ausschließliche Nutzung der eigenen Intelligenz sicherzustellen und vor allem rechtliche Rahmenbedingungen zu erfüllen. Als Lösung wurde ein hybrider Weg eingeschlagen, bei dem jeweils das Smartphone zur Beobachtung der Prüflinge im Online-Meeting eingesetzt wird.

Eine besondere Herausforderung entstand an der NORDAKADEMIE bei der Digitalisierung der Laborveranstaltungen. Das Labor als physischer Lehr-Lernort beinhaltet in der Regel eine nicht unerhebliche Menge an Maschinen, Geräten und Material sowie einen Laboringenieur, der situativ den Lernprozess begleitet und fördert. Ein Labor lässt sich nicht mit einer Kamera via Konferenztool funktionalitätskonform abbilden bzw. substituieren, sodass die Digitalisierung eine deutlich höhere Komplexität als bei seminaristischen Vorlesungen oder Workshops birgt. Da diese Prozesse schon vor der Pandemie begonnen wurden, konnten einige Laborveranstaltungen mit Hilfe dreidimensionaler Abbilder, mit Simulationen oder auch mit Remote Labs unterstützt werden.

Die pandemisch bedingte Umstellung der NORDAKADEMIE auf Onlinelehre hat gezeigt, dass mit dem bereits vorhandenen Lernmanagementsystem und der Ergänzung der Konferenzsoftware zumindest die Substitution der meisten Lehrveranstaltungen machbar war. Auf dieser Basis gehen die Dozierenden nun weitere Schritte und lassen ihre gewonnenen Erfahrungen in die didaktischen Planungen einfließen. Abhängig von den jeweiligen Modulen und bisherigen Methoden, sind dafür ganz unterschiedliche Aufwände notwendig. So werden rein seminaristische Veranstaltungen die Redefinition sicher eher erreichen als die Laborveranstaltungen, für die die kleinschrittige Digitalisierung mangels vollständiger Substitutionsmöglichkeiten der haptischen Lernziele ungeeignet ist.

Das SAMR-Modell hilft die Digitalisierung der Lehre in kleinere handhabbare Stufen zu gliedern und wie auch beim Lernprozess der Studierenden über kürzere Feedbackschleifen Teilerfolge zu erzielen. Ein weiterer Vorteil ist, dass sich das SAMR-Modell unter Einbeziehung des Constructive Alignment in die Komplexitätssteigerung der kognitiven Bloom'schen Lernzieltaxonomie anfügt. Schlussendlich ist dieses technikzentrierte Modell nicht ohne didaktische Reflexion anzuwenden.

Inwiefern die Digitalisierung der Lehrveranstaltungen an der NORDAKADEMIE hinsichtlich der Erreichung der Lernziele tatsächlich gelungen ist, wird erst mit Analyse der Veranstaltungsevaluationen quantifizierbar sein. Erste Rückmeldungen von Dozierenden und Studierenden stimmen schon mal optimistisch, dass die Erweiterungen überwiegend gelungen sind.

Eye-Tracking zur Untersuchung von Problemlösestrategien in einem Serious-Game

Paul Gamper¹, Birte Heinemann², Lisa Bachmann³ und Ulrik Schroeder²

Abstract: Zur Entwicklung adaptiver Komponenten für ein Programmierlernspiel sollen Verhaltensmuster der Spielenden mit Hilfe eines Eye-Trackers untersucht werden. Hierzu werden zuerst die mit der Eye-Tracking-Methode messbaren Metriken und Problemlösestrategien der Literatur vorgestellt. Anschließend wird ein auf die Serious-Game Umgebung angepasster Versuchsaufbau vorgestellt. Die Daten aus dem Eye-Tracker werden mit den Daten aus dem Serious-Game verglichen, um Synergien zu generieren und das Feedback adaptiver und zur richtigen Zeit geben zu können.

Keywords: Eye-Tracking, Problemlösungsstrategien, Mustererkennung, Learning Analytics, Java

1 Motivation

Eye-Tracking ist eine geeignete Technologie, um die visuelle Aufmerksamkeit und die kognitiven Prozesse von Studierenden beim Lösen von Programmieraufgaben zu untersuchen [ORB19]. Neben der visuellen Aufmerksamkeit liefern Interaktionsdaten interessante Einblicke in Lernprozesse. In diesem Beitrag stellen wir ein Experimentaldesign vor, dass geloggte Interaktionen mit Blickbewegungsdaten kombiniert, um Erkenntnisse über die Problemlösestrategien von Studierenden zu erhalten, die Programmiergrundlagen in einem Serious Game erlernen. Die gewonnenen Einblicke in die Verhaltensmuster und das Lernverhalten können genutzt werden, um Probleme der Studierenden zu erkennen und Hilfestellungen zu verbessern.

2 Theoretischer und empirischer Hintergrund

Problemlösestrategien beim Programmieren werden schon viele Jahre untersucht. Hierbei wurden verschiedene Untersuchungsdesigns und Modelle genutzt, die unterschiedliche Strategien propagieren, siehe [Pe86], [HHB14], [Ki10]. Neben Logdaten wurde zum Beispiel die Think-Aloud-Methode genutzt, um einen Einblick in das Verhalten der Probanden zu erhalten.

Eine weitere Methode, um Lernerdaten zu erfassen, während diese sich

¹ RWTH Aachen, Medien für die Lehre, Kackertstraße 15, 52072 Aachen, gamper@medien.rwth-aachen.de

² RWTH Aachen, Informatik 9 (Learning Technologies), Ahornstr. 55, 52074 Aachen, {heinemann|schroeder}@informatik.rwth-aachen.de

³ RWTH Aachen, Ahornstr. 55, 52074 Aachen, lisa.bachmann@rwth-aachen.de

Programmieraufgaben widmen, ist die Blickverfolgungsanalyse [PSA20], [AK20]. Eine Untersuchung, die diese Ansätze miteinander verknüpft, hat gezeigt, dass die Zuordnung von Problemlösestrategien mittels Eye-Tracking allein zu keinen eindeutigen Ergebnissen führt [ORB19].

3 Empirische Untersuchung

Folgende Fragen sollen in der geplanten Untersuchung beantwortet werden:


- Welche Problemlösestrategien in einem Serious Game in dem Programmieren gelernt werden kann lassen sich durch die Kombination von Blick- und Logdaten identifizieren?
- In welchem Maß unterscheiden sich die Daten im Kontext eines Serious Games von Studien, die sich allein mit der Programmierung beschäftigen?

Dieser Beitrag stellt die Hypothesen, das Experimentaldesign und das geplante Untersuchungssetting vor, um die Forschungsfragen zu beantworten. Die Auswahl der spielerischen Elemente und ein passender Schwierigkeitsgrad sind wichtige Parameter, um eine Studie zu designen, die einerseits valide ist und andererseits eine hohe Reliabilität aufweist.

Literaturverzeichnis

- [AK20] Andrzejewska, Magdalena & Kotoniak, Paweł. (2020). Development of Program Comprehension Skills by Novice Programmers - Longitudinal Eye Tracking Studies. *Informatics in Education*. 19. 521-541. 10.15388/infedu.2020.23.
- [HHB14] Hosseini, Roya & Hellas, Arto & Brusilovsky, Peter. (2014). Exploring Problem Solving Paths in a Java Programming Course.
- [Ki10] Kiesmüller, Ulrich & Sossalla, Sebastian & Brinda, Torsten & Riedhammer, Korbinian. (2010). Online identification of learner problem solving strategies using pattern recognition methods. 274-278. 10.1145/1822090.1822167.
- [ORB19] Obaidellah, Unaizah & Raschke, Michael & Blascheck, Tanja. (2019). Classification of strategies for solving programming problems using AoI sequence analysis. 1-9. 10.1145/3314111.3319825.
- [PSA20] Peitek, N., Siegmund, J., & Apel, S. (2020). What Drives the Reading Order of Programmers? An Eye Tracking Study. *Proceedings of the 28th International Conference on Program Comprehension*, 342–353. <https://doi.org/10.1145/3387904.3389279>
- [Pe86] Perkins, D. N., Hancock, C., Hobbs, R., Martin, F., & Simmons, R. (1986). Conditions of Learning in Novice Programmers. *Journal of Educational Computing Research*, 2(1), 37–55. <https://doi.org/10.2190/GUJT-JCBJ-Q6QU-Q9PL>

„Das find‘ ich MINT!“ – Konzeption und Reflexion eines Instagram-Programms zu MINT

Julia Thurner-Irmler ¹

Abstract: Verbunden mit den Herausforderungen der Pandemie und deren Folgen wollte das MINT_Bildungsteam des Anwenderzentrums Material- und Umweltforschung (AMU) der Universität Augsburg in erster Linie interessierten Schüler*innen die Möglichkeit geben, sich auch in diesen Zeiten mit den Themen MINT, Wissenschaft und Forschung auseinanderzusetzen. Daher entstand die Idee, ein digitales Format auf dem sozialen Medium Instagram (Account: [mint_uni.augsburg](#)) zu realisieren: Im Programm „Das find‘ ich MINT!“ werden seitdem Alltagsphänomene aus dem Kontext von MINT-Themen präsentiert und wissenschaftlich auf verständliche sowie anschauliche Weise erklärt. Interaktionen fordern Follower*innen auf, sich aktiv zu beteiligen und über die Themen nachzudenken. Durch wöchentliche Analysen konnte das Programm stetig hinsichtlich des Inhaltes, der Aufbereitung, Menge und Interaktion verbessert sowie viele weitere Erkenntnisse bspw. bezüglich Zielgruppe gewonnen werden.


Keywords: Social Media, Instagram, MINT

1 MINT_Bildungsteam AMU Universität Augsburg auf Instagram

Das MINT_Bildungsteam AMU der Universität Augsburg führt einen Instagram-Account ([@mint_uni.augsburg](#)), der vorrangig als Werbekanal verwendet wurde. Das Teilprojekt „Transfer in die Gesellschaft“ aus dem Projekt WiR² nutzt diese Plattform darüber hinaus, um mehr Menschen zu erreichen und ist mit Beiträgen zu Aktionen für die Gesellschaft präsent. Als im März 2020 aufgrund der aktuellen Lage Schulschließungen anstanden, Präsenzveranstaltungen ausfielen und auch das im Geschäftsbereich angesiedelte Schülerlabor geschlossen wurde, fiel die Entscheidung, ein Programm auf Instagram zu starten.

2 Ziel, Inhalt und Reflexion des Programms „Das find‘ ich MINT!“

Ziel des Programms „Das find‘ ich MINT!“ war es, Interessierten weiterhin die Möglichkeit zu geben, sich mit MINT, Wissenschaft und Forschung auseinanderzusetzen. Zudem sollte eine sinnvolle Beschäftigung und Unterstützung in Zeiten des Lockdowns und Distanzlernens bereitgestellt werden. Die Zielgruppe stellten in erster Linie Schüler*innen dar, welche nicht mehr im Schülerlabor vor Ort forschen konnten. Es sollte ihnen täglich

¹ MINT_Bildung AMU Universität Augsburg, Universitätsstraße 1a, 86159 Augsburg, julia.thurner@amu.uni-augsburg.de,  <https://orcid.org/0000-0002-5367-7336>

² Projekt WiR – Wissenstransfer Region Augsburg: <https://www.uni-augsburg.de/wir>

ein Angebot eröffnet werden, ihr MINT-Interesse zu verfolgen und ihr Wissen diesbezüglich zu erweitern.

Ab dem 16. März 2020 wurden auf dem Instagram-Account @mint_uni.augsburg täglich neue Stories gepostet (alle Inhalte sind in Story-Highlights abrufbar). Dabei wechselten sich Experimente, Spiele, Rätsel, Bastelanleitungen, etc. zu verschiedenen Schwerpunkten täglich ab, wie z. B. der *Magische Montag* oder der *Do it yourself-Donnerstag*. Neben dem Einsatz von Interaktionen (z. B. Quizze) wurde auch eine verständliche wissenschaftliche Erklärung zum gezeigten MINT-Alltagsphänomen präsentiert.

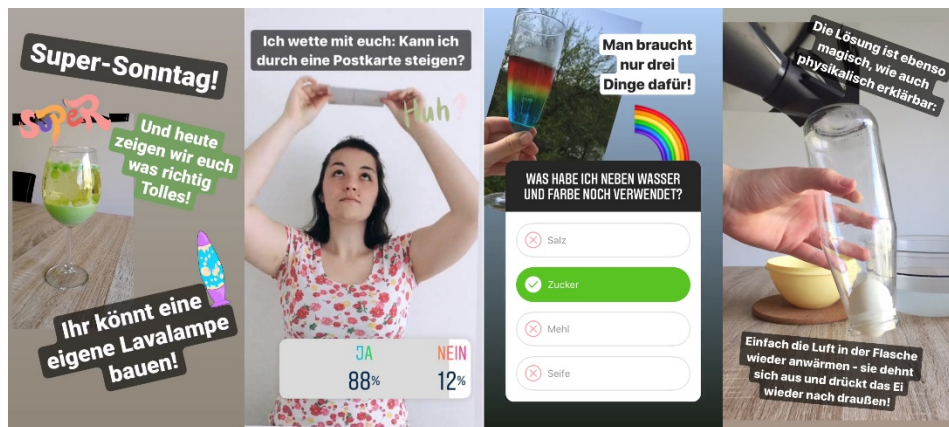


Abb. 1: Beispielhafte Storyteile zu unterschiedlichen Thementagen

Wöchentliche Analysen (v. a. über *Insights*, eine Indikator-Funktion von Instagram) erwiesen sich dabei als notwendig, um das Konzept zunächst zu erproben und stets zu optimieren. Auf Basis der Erkenntnisse –z. B. zur Interaktionsrate – wird die Instagram-Reihe u. a. seit den Herbstferien 2020 als ein außerschulisches Programm fortgeführt. Zwar konnte die ursprüngliche Zielgruppe nur teilweise erreicht werden, jedoch ist insbesondere für das WiR-Projekt positiv hervorzuheben, dass der Kontakt zu Lehrkräften vertieft und mit Eltern sogar ein neuer Personenkreis erschlossen wurde. Zudem erlangten die Betreuenden neue bzw. verbesserten vorhandene Kompetenzen, wie Foto- und Videobearbeitung, Community Management oder verständliche Wissenschaftskommunikation.

In der Rolle als MINT-Akteur*in zeigte sich das soziale Medium als ein geeignetes Mittel für Netzwerkangelegenheiten. Es wurden viele neue Kontakte mit anderen Angeboten geknüpft und Kooperationen angeregt, wie die Aufnahme in die MINT-Allianz.

Instagram selbst erwies sich als eine geeignete Plattform, um einen niederschweligen, aber kreativen Einstieg in das Thema MINT zu gestalten. Durch Interaktions- und Netzwerkmöglichkeiten wurden Personen auf das Programm aufmerksam, welche vermutlich durch andere Transferaktivitäten (und unter normalen Umständen) nicht erreicht worden wären. Daher sind weitere Projekte in diese Richtung geplant.

Das Interesse von Mädchen an MINT stärken mithilfe der intoMINT-App

Tobias Scheidat¹, Grit Marschik¹, Stephanie Böhnke¹, Lisa Pippirs² und Korinna Bade¹

Abstract: Allein im MINT-Bereich fehlen der deutschen Wirtschaft über 105.000 Fachkräfte (Stand 2020). Gleichzeitig ist bei MINT-Berufen ein deutliches Ungleichgewicht beim zahlenmäßigen Verhältnis von Berufseinsteiger:innen zu Ungunsten der Frauen festzustellen. Die intoMINT-App stellt ein Instrument dar, mit dem speziell Mädchen und junge Frauen motiviert werden, sich aktiv und unvoreingenommen mit MINT auseinanderzusetzen und ihnen dabei Perspektiven für ihre berufliche Zukunft im MINT-Bereich aufzuzeigen. Die von uns entwickelte Smartphone App bietet eine Vielzahl von sowohl spannenden Experimenten als auch Informationen zur Wissensvertiefung und zu passenden Berufsbildern/Tätigkeitsfeldern aus allen MINT-Bereichen. Motivierende Gamification-Elemente und individuelles Feedback von Expert:innen regen zum Ausprobieren an.

Keywords: MINT-Interessenförderung, Mädchen, Gamification, Smartphone-App

Die intoMINT 4.0-App für Android und iOS soll Mädchen für MINT-Themen interessieren, indem Verknüpfungen zu für sie relevanten Themen hergestellt und ihr Selbstkonzept gestärkt wird. Dabei greift sie den multimedialen Alltag der Mädchen auf, in welchem das Smartphone ständiger Begleiter ist. Im Gegensatz zu vielen anderen Apps wird das Erleben in der realen Welt explizit mit einbezogen und MINT-Themen geschlechtersensibel und altersgerecht mit der Lebenswelt der jungen Frauen verbunden. Im Zentrum der App stehen kurzweilige Projekte, die selbstständig zuhause mit vorwiegend alltäglichen Materialien durchgeführt werden können, unterstützt durch detaillierte Schritt-für-Schritt-Anleitungen. Es finden sich aktuell 139 Aktivitäten aus allen MINT-Bereichen, aus denen jede Nutzerin frei auswählen kann. Innerhalb jeder Aktivität wird das eigentliche Projekt ergänzt durch Wissen und Erläuterungen zum aktuellen Thema, Informationen zu relevanten Persönlichkeiten und beispielhafte Vorstellung eines Berufs oder Studienganges im MINT-Bereich. Innerhalb der Aktivität können die Schülerinnen ihre eigenen Ergebnisse durch Text und Fotos dokumentieren und optional durch Hochladen dem intoMINT-Team präsentieren. Dieses gibt individuelles Feedback, positive Bestärkung sowie Punkte über ein definiertes Schema.

Dadurch eignet sich die App auch gut für die Nutzung innerhalb von Events. Exemplarisch wurde dafür die intoMINT Challenge (März-Aug. 2020) als ein Wettbewerb für Schülerinnen ab Klasse 8 initiiert. Diese waren aufgerufen, MINT-Aktivitäten aus der App durchzuführen, ihre Ergebnisse innerhalb der App zu dokumentieren und zur Bewertung hochzuladen. Aus allen 684 Teilnehmerinnen wurden 50 zum finalen Online-Event

¹ Hochschule Anhalt, Fachbereich Informatik und Sprachen, Lohmannstr. 23, 06366 Köthen,
vorname.name@hs-anhalt.de

² Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Koordinierungsstelle Genderforschung & Chancengleichheit
Sachsen-Anhalt, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg, lisa.pippirs@ovgu.de


eingeladen. Dort hatten sie die Möglichkeit, zwei spannende MINT-Mitmach-Workshops zu besuchen, untereinander ins Gespräch zu kommen, einen informativen Vortrag einer Science-Fluencerin zu hören und an der finalen Preisverleihung teilzunehmen. Bei der Challenge, der Auswahl der Finalistinnen und der Preisvergabe ging es darum, die Mädchen zur Durchführung faszinierender MINT-Projekte zu motivieren sowie dabei neue Erfahrungen zu sammeln, ungeachtet der erhaltenen Punkte. Ein Großteil der Teilnehmerinnen (62,6%) reichte bis zu fünf Aktivitäten ein, 33% hatten bis zu 69 Einreichungen und mind. die Hälfte der möglichen Einreichungen (70) sendeten fünf Teilnehmerinnen (4,07%). Im Mittel wurde jede Aktivität 11,16-mal durchgeführt.

Die genderwissenschaftliche Begleitung des Projektes hat das Ziel, sowohl die Gestaltung der App für die Zielgruppe anzupassen als auch zu eruieren, ob dies erfolgreich war. Dazu wurden u.a. Telefoninterviews (13 Teilnehmerinnen, Durchschnittsalter 13 Jahre) und eine Onlineumfrage (37 Teilnehmerinnen, Durchschnittsalter 15 Jahre) parallel zur Challenge durchgeführt sowie In-App-Feedback (684 Teilnehmerinnen) ausgewertet. Die MINT-Aktivitäten wurden von fast 80% der Mädchen als gut (50%) bis sehr gut (28,6%) eingestuft. Im Interview gaben fünf Mädchen an, dass sie durch die App ein grundsätzliches Interesse für MINT-Fächer entwickelt haben bzw. dieses gesteigert wurde. Drei äußerten, dass sich die Einstellung zu den MINT-Fächern durch die App und damit das eigene Selbstbildnis positiv geändert hat. Die Berufsbeschreibungen haben acht Mädchen sehr gut gefallen und ihr Interesse geweckt bzw. den MINT-Studien-/Berufswunsch gesteigert oder konkretisiert. Die Onlineumfrage untermauert dies: Bei knapp 60% haben die Aktivitäten Interesse für MINT-Berufe geweckt. Etwa 78% können sich vorstellen, in einem MINT-Beruf zu arbeiten. In der App wurde in jeder Aktivität gefragt, ob durch das Projekt Interesse am vorgestellten Beruf geweckt wurde. Bei 55% der insgesamt 1064 Antworten wurde dies bejaht. Zusammengefasst auf die 128 Mädchen, die diese Antworten gegeben haben, wurde bei 72,6% durch mindestens ein Projekt ihr Interesse an dem Beruf geweckt. Im Hinblick auf die im Projekt angestrebte Gendersensibilität und Berufsorientierung konnte somit durch die Evaluierung herausgestellt werden, dass das Interesse der Mädchen an einem MINT-Beruf dank der App geweckt bzw. gesteigert werden konnte. Sie haben einen Einblick in verschiedene Berufsfelder sowie Aufgabenbereiche erhalten und eine Idee davon bekommen, welche Voraussetzungen dafür notwendig sind. Zudem zeigen die Interviews, dass sich die Einstellung der Mädchen zu den MINT-Fächern positiv verändert hat. Zur Sensibilisierung von Lehrkräften ist zudem eine Handreichung³ im Projekt herausgegeben worden.

Das Verbundvorhaben „intoMINT 4.0“ der Hochschule Anhalt und der Otto-von-Guericke- Universität Magdeburg wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter den Förderkennzeichen 01FP1623 und 01FP1625 gefördert. Für den Inhalt sind die Autor*innen verantwortlich.

³ Die Handreichung „Das Spricht an! Geschlechtersensible Berufs- und Studienorientierung“ ist als Print- und Online-Version erschienen und kann kostenlos über die Webseite www.intomint.de geordert werden.

FALEDIA: Eine Lernplattform für Lehramtsstudierende zum Erwerb von Diagnose- und Förderfähigkeit

Andreas Bergmann ¹, Tabea Dobbrunz¹, Andreas Harrer¹, Lara Huethorst², Meike Böttcher², Daniel Walter³, Annabell Gutscher², Christoph Selter²

Abstract: Im Rahmen des FALEDIA Forschungsprojekts der FH Dortmund, der TU Dortmund und der WWU Münster wird eine fallbasierte Lernplattform zur Steigerung der Diagnose- und Förderfähigkeit entwickelt. Innerhalb eines iterativen Entwicklungsprozesses wird die Lernplattform verbessert. Die Weiterentwicklung der Lernplattform wird auf Grundlage der Befragung der Studierenden diverser Lehrveranstaltungen in Mathematikdidaktik durchgeführt.


Keywords: webbasierte Lernplattform, fallbasiertes Lernen, Diagnosefähigkeit, Förderfähigkeit

1 Einleitung

Im Verbundprojekt FALEDIA (fallbasierte Lernplattform zur Steigerung der Diagnose- und Förderfähigkeit) wird ein prototypisches digitales Fachkonzept für die Aus- und Fortbildung von Lehrpersonen der Primarstufe in Mathematik (weiter) entwickelt, erprobt und erforscht. FALEDIA adressiert die bildungspolitische Herausforderung der zunehmenden Heterogenität der Schüler*innen. Dies wird erreicht durch die Stärkung der Diagnose- und Förderfähigkeit der Lehrenden, um den Schüler*innen auf dieser Grundlage eine zielgerichtete Stärkung ihrer Kompetenzen zu ermöglichen [Huß13].

Die optimale Gestaltung einer Lernplattform in Hinblick auf Inhalt und Interaktion ist eine Herausforderung, welche innerhalb des Forschungsprojektes behandelt wird. Insbesondere die Frage, wie wichtig die aktive Auseinandersetzung mit den Lerninhalten für den Fähigkeitserwerb gegenüber rein rezeptiver Auseinandersetzung (z.B. im Sinn von sog. “worked examples” [Renk17]) ist, hat für das Projekt entscheidende Bedeutung. Dementsprechend wurden in einem ersten Schritt zwei verschiedene Varianten der Lernplattform entwickelt: 1) eine interaktive/explorative und 2) eine informierende/rezeptive. Diese Lernplattform wird im Rahmen des Fachkonzeptes in bestehende Lehrveranstaltungen der Mathematikdidaktik integriert und dort erprobt.

¹ Fachhochschule Dortmund, Emil-Figge-Straße 42, 44227 Dortmund, andreas.bergmann@fh-dortmund.de, tabea.dobbrunz@fh-dortmund.de, andreas.harrer@fh-dortmund.de

 <https://orcid.org/0000-0002-8610-960X>

² Technische Universität Dortmund, Vogelpothsweg 87, 44227 Dortmund, lara.huethorst@tu-dortmund.de, meike.boettcher@tu-dortmund.de, annabell.gutscher@tu-dortmund.de, christoph.selter@tu-dortmund.de

³ Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Fliegerstraße 21, 48149 Münster, d.walter@uni-muenster.de

2 Design, Evaluation und weitere Schritte der Lernplattform

Im Rahmen eines iterativen Entwicklungsprozesses wurden ausgewählte Inhalte als interaktive sogenannte Lernbausteine konzipiert und die technische Umsetzung in interdisziplinärer Kooperation zwischen allen Partnern realisiert.

Ein erster Einsatz der Plattform im authentischen Kontext einer Lehrveranstaltung der Mathematikdidaktik wurde im Wintersemester 2020/2021 unter den Bedingungen eines Online-Semesters vorgenommen. Vor und nach der Nutzung der Lernplattform wurde der Wissensstand der Studierenden durch Überprüfungen außerhalb der Lernplattform erhoben, um den Lernzuwachs messen zu können. Zusätzlich zu einer optionalen Aufzeichnung der Benutzungsinteraktionen wurden Fragebögen zur Datenerhebung angeboten. Die quantitative Datenerhebung wurde zusätzlich mit der Durchführung von qualitativen Interviews (mit eingebetteter Remote Usability Study [ThRH04]) angereichert.

Insgesamt wurden 21 Studierende während der Veranstaltung und nochmals nach Ablegung der Prüfung befragt. Besonderes Augenmerk wurde auf die Befragung zur Auswahl der lernförderlichsten Elemente (interaktive/explorative vs. informierende/rezeptive) für eine optimale Gestaltung der Lernplattform gelegt.

Die Auswertung der Daten aus den Fragebögen, den aufgezeichneten Benutzungsinteraktionen und den Interviews wird herangezogen, um auf Basis der ersten Versionen der Lernplattform eine zweite Version zu entwickeln. Diese zweite Version enthält die Elemente die sich als besonders lernförderlich herausstellen und wird im Anschluss erneut evaluiert: einmal im Rahmen einer Lehrveranstaltung an der TU Dortmund und zusätzlich mithilfe eines Standorttransfers an die WWU Münster. Durch den Standorttransfer soll überprüft werden, ob der Einsatz der Lernplattform an einem anderen Standort sinnvoll möglich ist. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen erneut in die Weiterentwicklung der Lernplattform ein.

FALEDIA wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 16DHB3016 gefördert. <https://faledia.de/>

Literaturverzeichnis

- [Hußm13] HUBMANN, STEPHAN ; SELTER, C. (Hrsg.): *Diagnose und individuelle Förderung in der MINT-Lehrerbildung: Das Projekt dortMINT*. 1. Edition. Münster New York München Berlin : Waxmann, 2013
- [Renk17] RENKL, ALEXANDER: Learning from worked-examples in mathematics: students relate procedures to principles. In: *ZDM* Bd. 49 (2017), Nr. 4, S. 571–584
- [ThRH04] THOMPSON, KATHERINE E. ; ROZANSKI, EVELYN P. ; HAAKE, ANNE R.: Here, there, anywhere: remote usability testing that works. In: *Proc. of CITC5 '04*. New York, NY, USA : ACM, 2004, S. 132–137

Ein LAMA geht online: Wie Machine-Learning-Kompetenzen durch praxisnahe Problemstellungen gefördert werden können

Gabriela Molinar¹, Marco Stang², David Lohner³, Manuela Schmidt⁴

Abstract: Dieser Artikel beschreibt die Neukonzeption einer prämierten Lehrveranstaltung zur Förderung von Machine-Learning-Kompetenzen. Ein Präsenzseminar des Labors für Angewandte Machine Learning Algorithmen wird in einen Massive Open Online Course (MOOC) umgewandelt. Dabei werden interaktive Notebooks (Jupyter Notebooks) eingesetzt, um Programmieraufgaben für eine größere Anzahl an Teilnehmenden als in Präsenz zu ermöglichen. Der Lehrveranstaltung liegt der QUA³CK-Prozess zu Grunde, der ein besonderes Augenmerk auf die Modellbildung für Maschinelles Lernen legt.

Keywords: Maschinelles Lernen, interaktive Notebooks, praxisnahe Aufgaben, MOOC

Die Vermittlung von Machine Learning (ML) Methoden wird am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) bereits in der Lehrveranstaltung „Labor für Angewandte Machine Learning Algorithmen“ (LAMA) für Studierende der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik realisiert. Nach einem Einführungsteil, auf der Basis inhaltlicher Wissensvermittlung und eng geführten Übungsaufgaben, haben Lernende die Möglichkeit, Kompetenzen durch forschendes Lernen⁵ anhand realer Szenarien zu entwickeln. Diese Projektphase wird „Into-the-Wild“ genannt, weil die Lernenden eine Problemstellung frei wählen dürfen und selbständig entscheiden, welchen Algorithmus sie für konkrete Fälle anwenden oder wie sie Daten verarbeiten. Das eigens entwickelte QUA³CK-Strukturmodell⁶ zeigt dabei die einzelnen Arbeitsschritte der Modellbildung und begleitet den gesamten Lernprozess.

¹ Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV), Engesserstr. 5, 76131 Karlsruhe, gabriela.molinar@kit.edu, <https://orcid.org/0000-0003-0875-4125>

² Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV), Engesserstr. 5, 76131 Karlsruhe, marco.stang@kit.edu

³ Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Zentrum für Mediales Lernen (ZML), Karl-Friedrich-Str. 17, 76133 Karlsruhe, david.lohner@kit.edu, <https://orcid.org/0000-0003-2715-1119>

⁴ Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Zentrum für Mediales Lernen (ZML), Karl-Friedrich-Str. 17, 76133 Karlsruhe, manuela.schmidt@kit.edu

⁵ Kerres, M.; de Witt, C.: Editorial: Theoriebildung in Mediendidaktik und Wissensmanagement. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie Und Praxis Der Medienbildung*, 6 (Theoriebildung in Mediendidaktik). 2002. <https://doi.org/10.21240/mpaed/06/2002.10.25.X>

⁶ Stock, S.; Becker, J.; Grimm, D.; Hotfilter, T.; Molinar, G.; Stang, M.; Stork, W.: QUA³CK - A Machine Learning Development Process. Proc. Artificial Intelligence for Science, Industry and Society (AISIS2019), 2020.

Der kompetente Umgang mit Machine Learning Algorithmen stellt eine wichtige Qualifikation nicht nur für jeden dar, der im Bereich der Informatik tätig ist, sondern auch für ein breiteres Publikum, z. B. für Führungskräfte verschiedener Branchen, die ein grundlegendes Verständnis der Thematik benötigen. Die mit einem Lehrpreis ausgezeichnete⁷ Präsenz-Veranstaltung, LAMA, soll nun durch die Umwandlung in den Massive Open Online Course AMALEA für die Allgemeinheit zugänglich gemacht werden.

Da der neue Online-Kurs im Vergleich zu anderen derzeit existierenden deutschsprachigen Online-Kursen im Bereich Machine Learning eine größere Anwendungsorientierung bietet, besteht die größte Herausforderung in der Skalierung der interaktiven Aufgaben – insbesondere bei der frei wählbaren Projektarbeit im „Into-the-Wild“-Teil.

Der Online-Kurs AMALEA wird auf der Lernplattform KI-Campus abgebildet. Die Kursthemen sind die Verarbeitung und Analyse von Datensätzen, Bewertung von ML-Systemen, Grundlagen des überwachten und unüberwachten Lernens, neuronale Netze, konvolutionale neuronale Netze und rekurrente neuronale Netze.

Der Inhalt der Veranstaltung ist so organisiert, dass er verschiedenen Zielgruppen ermöglicht, sich die Inhalte in unterschiedlicher Tiefe zu erarbeiten. Die ersten zwei Kapitel adressieren ein breiteres Publikum und erlauben zu verstehen, wie ML Probleme und ihre Lösungen aussehen sowie welche Schritte bis zur Identifikation eines Lösungsansatzes erfolgen müssen. Die weiterführenden Kapitel des ersten Moduls sowie das zweite Modul stehen Studierenden, Entwickler:innen und bereits vorqualifizierte Mitarbeiter:innen zur Verfügung, um die ML Methoden über die konkrete Anwendung in der Tiefe zu erlernen. Nach sechs Kurswochen Grundlagen beginnt die „Into-the-Wild“-Phase. Hierbei steht die selbständige Projektarbeit in den Jupyter Notebooks im Vordergrund. Ziel ist es, dabei das Wissen aus dem geführten Teil aktiv anzuwenden und daraus einen Lösungsansatz zu entwickeln und bewerten. Das projektbasierte Modul wird auf Basis des gewählten Lösungsansatzes und mit dem Peer-Review-Verfahren bewertet.

Die Erfahrung mit LAMA zeigt, dass die Motivation von Studierenden, sich mit ML auseinanderzusetzen, sehr hoch ist. Nun soll die Zielgruppe durch AMALEA in einem zweistufigen Modell vergrößert werden: Die ersten zwei Wochen sprechen die Allgemeinheit an, weitere vier Wochen Interessierte, die tiefer in die ML-Algorithmen einsteigen möchten. Die letzten vier Wochen des Kurses („Into-the-Wild“) richten sich an Teilnehmer:innen, die die gelernten Methoden selbständig für anwendungsnahe Problemstellungen einsetzen wollen.

⁷ https://media.bibliothek.kit.edu/world/2020/DIVA-2020-251_mp4.mp4

M(e)y(e) Lecture

Ein interaktives nichtlineares Lehrvideoformat unter Nutzung von Eyetracking

Sarah Schneeweiß¹ und Andreas Harrer¹

Abstract: M(e)y(e) Lecture ist ein nichtlineares, adaptives Lehrvideoformat, welches sich unter Verwendung von Eyetracking-Technologie individuell an die Zuschauenden anpasst.

Keywords: Lehrvideo, adaptiver Lernansatz, Eyetracking, Lernstilmodell

1 Das Prinzip M(e)y(e) Lecture

Nach [NP10] sagt die Mind-Eye-Hypothese aus, dass Menschen sich gewöhnlich mit dem beschäftigen, was sie gerade betrachten. Diese Hypothese legt die Basis für das Konzept von M(e)y(e) Lecture: Lerninhalte zu einem Thema in einer adaptiven Präsentation in verschiedenen Darstellungsformen anzubieten und den Ablauf dieser Lerneinheit mit Hilfe von Eyetracking für die Lernenden unbewusst anzupassen.

Um erste Praxiserfahrungen mit M(e)y(e) Lecture zu sammeln, haben wir eine kurze Lerneinheit zu dem Entwurfsmuster „Singleton“ konzipiert. Die zentrale Übersicht in der Lerneinheit (s. Abb. 1) beinhaltet Informationen zu dem Singleton-Muster in drei unterschiedlichen Darstellungsformen: eine mathematisch-logische Formel, ein Klassendiagramm sowie einen Aussagesatz. Diese Darstellungsformen sind innerhalb der Anwendung als Areas Of Interest definiert, sodass bei längerer Betrachtung die zu der Darstellungsform zugehörige Sequenz abgespielt wird. Nach Beendigung der Sequenz kehrt das Programm zu dem Übersichtsbildschirm zurück, wo es möglich ist, durch Blickdaten weitere Sequenzen anzustoßen.

¹ Fachhochschule Dortmund, Emil-Figge-Straße 42, 44227 Dortmund, sarah.schneeweiss@fh-dortmund.de, andreas.harrer@fh-dortmund.de

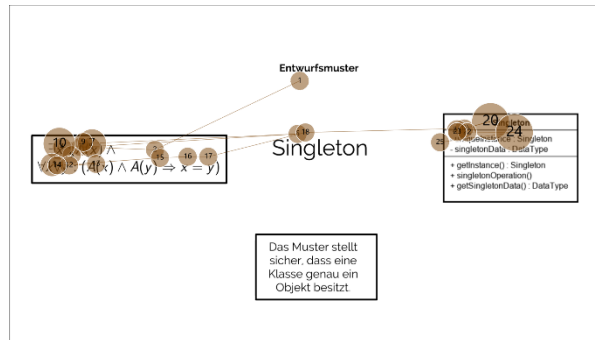


Abb. 1: Adaptiver Entscheidungspunkt der Lehreinheit

In unserer ersten qualitativen Studie (N=5) betrachten die ProbandInnen zunächst die Lehreinheit, bevor wir diese im Anschluss retrospektiv mit den aufgezeichneten Blickdaten gemeinsam mit den ProbandInnen anschauen und im Rahmen eines offenen Interviews u.a. die Beweggründe für die festgestellten Fixationen besprechen. Abschließend stellen wir den ProbandInnen Fragen zur Bestimmung ihres Lernstiltyps nach dem Felder-Silverman-Lernstilmodell [FS88].

2 Ergebnisse und Folgerungen

Nach einer Auswertung und Analyse der Daten aller ProbandInnen und Entscheidungsphasen stellen wir fest, dass die Ergebnisse unserer Untersuchung nicht eindeutig sind, auch wenn es insbesondere mit dem gekoppelten Interview Hinweise dafür gibt, dass Lernende sich zunächst mit der durch ihren Lernstil zu erwartender Darstellungsform beschäftigen. Jedoch hat nach Aussagen unserer ProbandInnen auch die Leserichtung eine Rolle gespielt, was für weitere Untersuchungen zu berücksichtigen ist.

Neben der weiteren Verbesserung des Formats selbst möchten wir zukünftig im Rahmen von M(e)y(e) Lecture gerne überprüfen, ob der von den Nutzenden präferierte Lernweg zu einem effektiveren und effizienteren Lernerfolg führt.

Literaturverzeichnis

- [FS88] Felder, R.M; Silverman, L. K. et al.: Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering education*, 78(7):674–681, 1988.
- [NP10] Nielsen, J; Pernice, K. *Eyetracking Web Usability*. Safari Tech Books Online. New Riders, Berkeley, Calif., 2010.

Entwicklung adaptiver Backends für Lernplattformen

Julian Dierker¹, Daniel Melchior¹ und Tobias Thelen¹

Abstract: Für eine aufwendig gestaltete spielerische Lernplattform zur pädagogischen Psychologie wurde eine Systemarchitektur entwickelt, die so viele Aspekte wie möglich einem Standard-LMS überlässt, und nur die didaktischen und inhaltlichen Besonderheiten der Lernumgebung in einer eigenständigen Anwendung belässt. Auf diese Weise soll es möglich sein, auch spezialisierte fachbezogene Lernumgebungen mit vergleichsweise geringem Entwicklungsaufwand und höherer Nachhaltigkeitsperspektive zu erstellen und zu pflegen.

Keywords: LMS, Backend-Adapter, Gamification.

1 Einleitung

Bei der Entwicklung von Lernmanagement Systemen (LMS) wurde frühzeitig die Notwendigkeit erkannt, die Systeme dynamisch an standortsbezogene Bedürfnisse anzupassen [AS20]. Es ist in LMS wie Moodle oder Stud.IP demnach möglich, den Kern der Software um Plugins zu erweitern. Externe Lernplattformen wie z.B. Duolingo sind häufig für bestimmte fachliche Szenarien ausgelegt. Sie stellen Inhalte ansprechend im Rahmen eines didaktischen oder medialen Konzepts, wie z.B. Mastery-Learning oder Gamification dar und sorgen für eine hohe Lern-Motivation. So steigt der Wunsch von Lehrenden die administrativen und logistischen Vorteile ihres lokalen LMS mit dem didaktischen Nutzen der fachspezifischen Lernplattformen zu kombinieren [BN16]. Als standardisierte Schnittstelle zwischen Lernplattformen kommt vor allem der Learning Tools Integration Standard (LTI) in Frage, der von den LMS allerdings nur in einer einfachen Form implementiert wird, die eine Authentifizierung und Rückübermittlung sehr einfacher Daten erlaubt. Weitergehende Integrationsmöglichkeiten bestehen in der Regel nicht [TT18]. Eine adaptivere Gestaltung der Backends von fachspezifischer Lernplattformen würde demnach die Nutzung in Kombination mit LMS deutlich vereinfachen. Die Lernplattformen können durch adaptive Backend-Ansätze komplexeren Datenaustausch mit verschiedenen LMS ermöglichen.

2 Ziele und Aufbau des Systems

Der Austausch komplexerer Daten zwischen LMS und Lernplattform ermöglicht eine Trennung der Aufgaben der verschiedenen Systeme und arbeitet die jeweiligen Stärken hervor. Lehrende können in ihrem gewohnten LMS Lerneinheiten erstellen und auf einer

¹ Zentrum virtUOS/Universität Osnabrück, Abt: Digitale Lehre, Heger-Tor-Wall 12, 49074 Osnabrück,

externen Lernplattform abbilden. Hierbei können sie den Fortschritt der Lernenden überblicken. Lernende haben Zugriff auf die Lernplattform anhand ihrer LMS-Kennung und ihr Fortschritt sowie Kommunikationselemente werden im Hintergrund über das LMS abgebildet. Hierdurch erhoffen wir uns Effekte wie einfache Erstellung von Inhalten mit bekanntem LMS, reibungsloser und schneller Einsatz mit beliebigem LMS (bspw. Stud.IP oder Moodle), Modularität, individuelle Datenschutzkonformität, Trennung der Systeme ohne Kommunikationsverlust, Erhalt von Gamificationdynamiken sowie Nachhaltiger Einsatz und Wartbarkeit. Die Architektur des yUOShi-Systems besteht im Frontend aus einer Meteor-React-Applikation, die aus einem Client- und Serverteil besteht. Für Informationsaustausch mit dem LMS-Backend, kann die App über den Server Aufrufe an eine Middleware (Backend-Adapter) starten, der mit dem LMS kommuniziert.

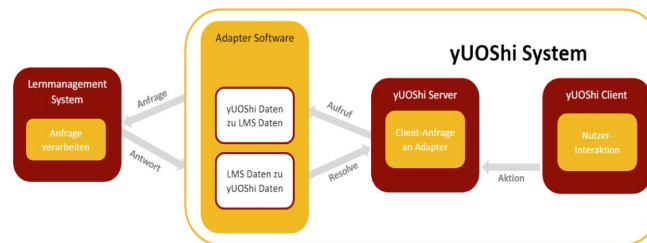


Abb. 1: Platzierung des Backend-Adapters im yUOShi-System

Abbildung 1 verdeutlicht die Verarbeitung von Aufrufen durch den Serverteil der React-Applikation. Innerhalb der hier entstandenen Middleware ist der Backend-Adapter Kern der Adapter-Software. Er wird vom yUOShi-System initialisiert und stellt als Zugriffspunkt weitere Adapter zur Verfügung. Durch Bereitstellung generischer Interfaces, kann der Adapter in wenigen Schritten um konkrete Implementierungen für ein LMS erweitert werden. Adaptierbar sind hierbei sämtliche LMS die über Kriterien wie eine HTTP-Schnittstelle ggf. API-Endpunkt verfügen sowie Authentifizierungsverfahren wie z.B. oauth anbieten.

Literaturverzeichnis

- [AS20] Branka Arsovic & Nenad Stefanovic (2020). E-learning based on the adaptive learning model: case study in Serbia. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12046-020-01499-8>
- [BN16] Böttger, André & Nast, Mario. (2016). Ergebnisse der Umfrage zur E-Learning_ Moodle - Nutzung im Wintersemester 2015_16. 10.13140/RG.2.2.18906.34249.
- [TT18] G. Tuparov and D. Tuparova, "Approaches for integration of educational computer games in e-learning environments, 2018 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), 2018, pp. 0772-0776, doi: 10.23919/MIPRO.2018.8400143.

Integration von Gamification und Learning Analytics in Jupyter

Annabell Brocker¹, Sven Judel¹, Ulrik Schroeder¹

Abstract: Das Erlernen von Programmiersprachen und Programmierkonzepten ist für Anfängerinnen und Anfänger mit vielen Hürden verbunden, was zu hohen Abbruch- und Durchfallquoten führt. Als Gründe werden häufig fehlende Motivation oder zu wenig interaktive Materialien genannt. Die Nutzung von Jupyter Notebooks als interaktive Programmierumgebung kann als Lösungsansatz für das zweite Problem genutzt werden. Ein Ansatz zur Steigerung der Motivation stellt Gamification dar. In diesem Poster wird ein Ansatz zur Integration von Gamification in Jupyter Notebooks und deren übergeordneten Organisationseinheiten JupyterLab und JupyterHub präsentiert. Verschiedene Spielelemente und –Mechaniken werden in die Programmierumgebung integrieren um die Motivation der Lernenden zu steigern. Mittels Learning- und Gamification Analytics werden die Maßnahmen und deren Wirkung beobachtet und evaluiert.

Keywords: Gamification, ProgrammierEinstieg, Jupyter, Gamification Analytics, Learning Analytics.

1 Motivation

Das Erlernen von Programmierkonzepten ist für viele Neulinge mit Problemen verbunden, was zu hohen Durchfall- und Abbruchquoten führt. Unter anderem werden fehlende Motivation, fehlende (interaktive) Beispielprogrammcodes sowie Probleme bei der Installation einer Entwicklungsumgebung genannt. [BG17, AD12]

Letztere Probleme können durch den Einsatz von Jupyter², einer interaktiven, webbasierten, Open Source Programmierungsumgebungen, gelöst werden. Jupyter unterstützt bisher über 40 Programmiersprachen. Es kann durch *Extensions* erweitert werden, sodass Module zur Motivationssteigerung integriert werden können. Die Motivationssteigerung in nicht spiel-basierten Kontexten, wie bspw. einem Universitäts-Kurs, kann durch die Integration von Spiel-Elementen (Gamification) erzielt werden [DDKN17]. Aktuell existieren bereits viele Studien und Arbeiten, welche Gamification gezielt in Programmierungskursen einsetzen und aufgrund dessen niedrigere Durchfall- und Abbruchquoten verzeichnen [MFCG18]. Eine Integration von Gamification in Jupyter gibt es aktuell noch nicht.

¹ RWTH Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 9, Ahornstr. 55, 52074 Aachen, {a.brocker, judel, schroeder}@informatik.rwth-aachen.de

² Jupyter, <https://jupyter.org/>, Stand: 07.04.2021

2 Gamification in Jupyter

Die Auswahl der zu integrierenden Gamification Elemente hängt einerseits von den erheblichen Daten, andererseits von bereits existierenden Studien ab, welche die Wirkung einzelner Gamification Elemente bei Programmierneulingen untersucht haben. Über die reine Abgabe und/oder Richtigkeit von Programmierungsaufgaben hinaus sollen auch Soft-Skills, wie z. B. das Schreiben von gut lesbarem und wartbarem Code (gute Code-Qualität), gamifiziert werden.

Als Basis der Erhebung von Nutzerinteraktionen und Systemevents, deren Speicherung und Analyse (auch plattformübergreifender Daten) dient die zentrale Learning Analytics Infrastruktur der RWTH Aachen, RWTHAnalytics³. Diese stellt auch den Schutz der erhobenen Daten sicher. Die Analyseergebnisse können von Jupyter abgerufen, weiterverarbeitet und präsentiert werden. Zur Analyse der Auswirkungen und Akzeptanz der Gamification wird RWTHAnalytics zusätzlich um Gamification Analytics erweitert.

Mittels der Gamification Analytics soll evaluiert werden, welche Gamification Elemente Auswirkungen auf z. B. die Interaktion mit der Programmierungsumgebung haben und ob diese zu verringerten Abbruch- und Durchfallquoten führen. Unterstützt wird diese Auswertung durch die Analyse weiterer Lerndaten, wie z. B. dem Nutzungsverhalten mit und ohne Gamification Elementen. Um Fragen nach der Motivation der Lernenden und deren empfundenen Einstiegsschwierigkeit zu klären, sollen darüber hinaus noch Interviews stattfinden, um die gewählten Interventionen zu bewerten.

Literaturverzeichnis

- [AD12] Ali, A. M. Z.; Derus, S. R. M.: Difficulties in Learning Programming: Views of Students. 1st International conference on current issues in education, S. 74-79, 2012.
- [BG17] Bosse, Y.; Gerossa, M.: Why is programming so difficult to learn?: Patterns of Difficulties Related to Programming Learning Mid-Stage. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes 41(6), S. 1-6, 2017.
- [DDKN17] Deterding, S.; Dixon, D.; Khaled, R.; Nacke, L.: From Game design Elements To Gamefulness: Defining Gamification. Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference, S. 9-15, 2011.
- [MFCG18] Marín, B., Frez, J., Cruz-Lemus, J., Genero, M.: An Empirical Investigation on the Benefits of Gamification in Programming Courses. ACM Transactions on Computing Education, S. 1-22, 2018.

³ Learning Analytics an der RWTH Aachen, <https://e-pruefungs-symposium.de/wp-content/uploads/2020/11/EPS-Poster-RWTHAnalytics-1.pdf>, Stand: 07.04.2021

Demonstrationsbeiträge

Gamebook-Editor zur Erstellung inklusiver und handlungsorientierter Aufgaben

Svenja Noichl ¹, Susanne Korth² und Ulrik Schroeder ¹

Abstract: Zur Abbildung handlungsorientierter Aufgaben in der beruflichen Bildung werden digitale Gamebooks eingesetzt. Durch die Nutzung von integrierten Hilfetools, die Möglichkeit individuell einzuschlagender Lernpfade und die Bereitstellung von zielgerichtetem und individuellem Feedback werden insbesondere lernbeeinträchtigte Auszubildende adressiert. Das Ausbildungspersonal wird durch ein Autorentool, in welchem Templates bereitgestellt werden, bei der Erstellung eines Gamebooks unterstützt.

Keywords: digitale Gamebooks, berufliche Ausbildung, Inklusion, Lernbarrieren, Autorentool

Konzept und Implementierung

In dem BMBF-geförderten Verbundprojekt MeinBerufBau werden am Beispiel der Ausbildung in der Bauindustrie Ansätze zur technischen, unterrichtsbegleitenden Unterstützung von Auszubildenden mit Lernbeeinträchtigungen entwickelt. Dabei wird berücksichtigt, dass in den Lernszenarien derartiger Ausbildungen handlungsorientierte Aufgaben einen wesentlichen didaktisch-methodischen Schwerpunkt bilden. Bei handlungsorientiertem Lernen läuft das Lernen in vollständigen Handlungszyklen ab und bildet nach Riedel die Trias Wahrnehmen – Denken – Tun [Ri04, S. 193-194]. Zur Verbindung von handlungsorientiertem Lernen auf der einen und Förderung durch inklusive, digitale Medien auf der anderen Seite, wird das Konzept der digitalen Gamebooks eingesetzt. In Gamebooks bzw. digitalen Gamebooks entscheiden die Leserinnen und Leser durch ihre eigenen Entscheidungen den Verlauf der Handlung mit [MB18]. Durch eine Übertragung der Gamebooks in ein digitales Lehr-/Lern-Setting können neben reinen Texten auch unterschiedliche Aufgabendarstellungen und –formen bereitgestellt werden. Basierend auf zuvor identifizierten Lernbarrieren wurden übergeordnete Hilfetools wie Glossar, Vorlesefunktion oder Rechenhilfen integriert. Bei der Bearbeitung der Aufgabenstellungen ist das Feedback eine wesentliche Hilfe für die Auszubildenden. Dieses kann entsprechend der jeweiligen Entscheidung der Auszubildenden bei der Bearbeitung jeder einzelnen Teilaufgabe angepasst werden, sodass individuelle Lernpfade entstehen können.

¹ RWTH Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 9, Ahornstraße 55, Aachen, 52074, {noichl,

schroeder}@informatik.rwth-aachen.de,  <https://orcid.org/0000-0002-6374-7764>; <https://orcid.org/0000-0002-5178-8497>

² RWTH Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet Fachdidaktik Bautechnik, Mies-van-der-Rohe-Str. 17, Aachen, 52074, korth@fdb.rwth-aachen.de

Um das Ausbildungspersonal bei der Erstellung der Inhalte zu unterstützen, wird ein graphbasierter Gamebook-Editor zur Verfügung gestellt (siehe Abb. 1). Mithilfe von Templates für unterschiedliche Aufgabenarten können die einzelnen Gamebook-Seiten erstellt werden. Hierbei können Medieninhalte eingebunden und Texte sowohl in deutscher Standardsprache als auch in Leichter Sprache bereitgestellt werden. Jede Gamebook-Seite wird durch einen Knoten im Graphen repräsentiert. Je nach Template hat ein Knoten einen Ausgang (z. B. bei einem einfachen Textknoten) oder mehrere Ausgänge (z. B. ein Ausgang pro Entscheidungsmöglichkeit im Entscheidungsknoten). Im Editor werden die Handlungen mittels Graphen dargestellt. Die Knoten stellen dabei die einzelnen Inhaltsseiten des digitalen Gamebooks dar, während die Kanten die Pfade zwischen den Inhaltsseiten anzeigen. Der Graph wird dabei nach einem WYSIWYG-Prinzip erstellt. Die Knoten sind jeweils Template-Knoten, welche unterschiedliche Vorlagen zur Darstellung von Inhalten und Aufgaben bereitstellen. Jedes Template besteht hierbei aus zwei Teilen, einer Raumbeschreibung und dem templatespezifischen Teil. In der Raumbeschreibung können Informationen oder Aufgabenstellungen bereitgestellt werden. Hier können Medieninhalte wie Text, Bilder, Videos und Audiodateien beliebig kombiniert werden. Bilder, Videos und Audiodateien werden für diesen Zweck global im Gamebook angelegt und können unter Angabe der selbst vergebenen Kennung in beliebig vielen Template-Knoten eingesetzt werden. Für den templatespezifischen Teil stehen sieben unterschiedliche Templates zur Verfügung.

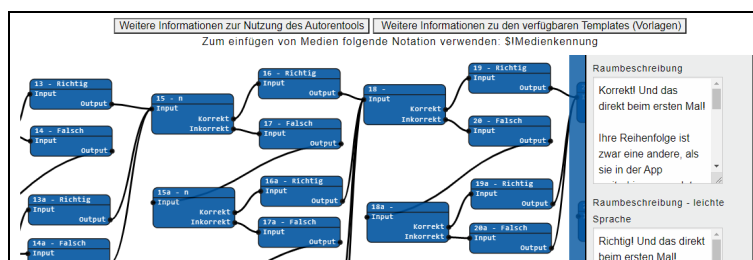


Abb. 1 - Ausschnitt eines Gamebooks im Gamebook-Editor

Dieser Beitrag und die Demonstration zeigen, wie Ausbildungspersonal mithilfe eines Gamebook-Editors bei der Erstellung von digitalen Gamebooks unterstützt werden können. Konkretes Ziel des Gamebook-Editors ist, das Ausbildungspersonal ohne Programmierkenntnisse zu befähigen, Lerninhalte in Form von digitalen Gamebooks für ihre Auszubildenden aufzubereiten, um dem Paradigma des Prinzips der Handlungsorientierung in der beruflichen Bildung nachzukommen, individuelle Lernpfade zu ermöglichen und insbesondere zielgerichtetes Feedback zur Unterstützung der Auszubildenden bei der Bewältigung der Aufgabenstellungen bereitzustellen.

Literaturverzeichnis

- [MB18] Möslin-Tröppner, B.; Bernhard, W.: Digitale Gamebooks in der Bildung, Springer Fachmedien Wiesbaden, 2018.
- [Ri04] Riedl, A.: Didaktik der beruflichen Bildung, Franz Steiner Verlag, 2004.

I AM A.I. – Fünf Exponate zur Künstlichen Intelligenz als Online-Adaption des informellen Lernorts Ausstellung

Fabian Graap¹

Abstract: Entwurf und Realisierung von Ausstellungen sind herkömmlich an einem Präsenzbetrieb orientiert. Eine für die Öffentlichkeit frei zugängliche und verkleinerte Online-Variante der Ausstellung *I AM A.I. – Künstliche Intelligenz erklärt* bietet die Gelegenheit für informelle Lernprozesse im Web. Diese Version der Ausstellung umfasst die didaktisch reduzierte Darbietung von Grundlagenwissen, Methoden und Anwendungen und wird durch verschiedene interaktive Komponenten und ausführliche Informationsangebote in Text- und Videoform ergänzt. Über seine Konzeption als Corona-Ausweichstrategie hinaus leistet der Webauftritt einen Beitrag zur Erschließung digitaler Medien als Plattform für Ausstellungen.

Keywords: Informelles Lernen, Online-Ausstellung, Künstliche Intelligenz, Informatische Bildung
Museen und Ausstellungen sind bereits seit mehreren Jahrzehnten als Lernorte anerkannt [GN09]. Ausgewählte Objekte und Inhalte werden von Kuratorinnen und Kuratoren zum Zweck der Vermittlung (als eine der Kernaufgaben von Museen) aufbereitet und in Ausstellungen präsentiert [Wa16]. Der Besuch einer Ausstellung bietet daher in besonderer Weise Gelegenheiten zur Entstehung von Situationen informellen Lernens. Falk und Dierking erarbeiteten für den Kontext der Museen und anderer öffentlicher Orte den Begriff *free-choice learning*, welches intrinsische Motivation voraussetzt und durch umfangreiche Wahlmöglichkeiten sowie die Kontrolle über Lernsituationen seitens der Rezipienten gekennzeichnet ist [FD00].

Im Rahmen eines Ausstellungsbesuchs ist der Grad an Selbststeuerung besonders hoch, da die Gäste jederzeit entscheiden können, ob und wie lange welchen Exponaten Beachtung geschenkt wird. In welchem Maß das Potential eines Besuchs von Computer- und Informatikausstellungen hinsichtlich informatischer Bildung genutzt werden kann, ist bisher wenig erforscht. Dabei beziehen sich bislang erzielte Erkenntnisse auf konkrete und in Präsenzform abgehaltene Ausstellungen (z.B. [Ga09]). Inwiefern Ausstellungen im Online-Format sinnstiftende Lernsituationen ermöglichen und damit einen Beitrag zu informatischer Bildung leisten können, ist weitestgehend unerprobt.

Diese Demo stellt das Online-Angebot der Wanderausstellung *I AM A.I. – Künstliche Intelligenz erklärt* vor, das als zusätzliche Veröffentlichungsvariante hinsichtlich der pandemisch bedingten Verschiebung der Eröffnung durch die Organisatoren (IMAGINARY²) implementiert wurde. Die frei zugängliche Webseite www.i-am.ai ermöglicht die Interaktion mit fünf der 14 Exponate der Ausstellung. Damit stellt dieses

¹ Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fakultät für Mathematik und Informatik, Abteilung Didaktik, Ernst-Abbe-Platz 2, 07743 Jena, fabian.graap@uni-jena.de

² <https://about.imaginary.org/>

Webangebot einen Sonderfall in der Ausstellungslandschaft dar. Die zum Thema *Künstliche Intelligenz* (KI) präsentierten Inhalte weisen starke Gegenwarts- und Zukunftsbezüge auf. Analog zu einer Präsenzausstellung ist es den Nutzerinnen und Nutzern möglich, jedes Exponat in vollem Funktions- und Informationsumfang zu bearbeiten oder an einer Führung teilzunehmen, welche drei Online-Exponate genauer vorstellt und durch Videomaterial mit Redebeiträgen unterstützt wird. Insofern sind die Web-Versionen der Exponate von im Internet in Vielzahl verfügbaren einfachen informativen Darstellungen oder Tools abzugrenzen, da eine vermittlungsorientierte Einbettung in das Rahmenthema KI besteht.

Die Online-Ausstellung zeigt verschiedene Aspekte zur KI auf. Das Exponat *Bastle deine eigene KI* basiert auf der Grundlage des Zwei-Personen-Spiels Nim und stellt eine Vereinfachung dar, wie eine KI hinsichtlich möglichst optimaler Spielentscheidungen trainiert werden kann. Außerdem wird eine mit analogen Mitteln ausführbare Anleitung eines stark vereinfachten Trainingsprozesses angeboten. Die Exponate *Piano Genie* und *Neural Numbers* beinhalten KI-Anwendungen, die ausprobiert werden können. *Gradient Descent* ist ein einfaches Spiel zur Visualisierung des Gradientenverfahrens (eine abhängige Variable). Lesende des Comics *KI, wir müssen reden* benötigen kein technisches Vorwissen und erhalten einen Überblick zu verwendeten Technologien und (auch) aktueller Forschung.

Es zeigt sich, dass eine digitale Adaption einer Ausstellung nicht nur als pandemisch bedingte Alternative dienen kann. Durch den hohen Grad an Wahlfreiheit und Eigenaktivität sowie der einfachen Zugänglichkeit am eigenen Endgerät bietet die Online-Version von *I AM A.I.* eine geeignete Plattform für informelle Lernprozesse. Damit kann ein Besuch der Webseite als Freizeitbeschäftigung aktivierend wirken und Gelegenheiten zur Förderung informatischer Bildung bieten. In Ergänzung zur Online-Ausstellung bietet IMAGINARY Workshops für verschiedene Zielgruppen (Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler, allgemeines Publikum) in verschiedenen Sprachen und Längen (von 90 Minuten bis 4 Tagen) an und stellt die zugehörige Konzeption mit allen interaktiven Inhalten unter einer offenen Lizenz zur Verfügung. Einige als digitale Führungen angelegte Workshops enthalten auch weitere Adaptionen bisher unveröffentlichter Exponate.

Literaturverzeichnis

- [FD00] Falk, J. H.; Dierking, L. D.: Learning from Museums. Visitor Experiences and the Making of Meaning. AltaMira Press, Walnut Creek, 2000.
- [Ga09] Gallenbacher, J.: Abenteuer Informatik – „Informatik begreifen“ wörtlich gemeint. In (Koerber, B., Hrsg.): Zukunft braucht Herkunft – 25 Jahre »INFOS – Informatik und Schule«. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn, S. 28–37, 2009.
- [GN09] Graf, B.; Noschka-Roos, A.: Stichwort: Lernen im Museum. Oder: Eine Kamerafahrt mit der Besucherforschung. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 12/1, S. 7–27, 2009.
- [Wa16] Walz, M.: Handbuch Museum. Geschichte, Aufgaben, Perspektiven. J. B. Metzler Verlag, Stuttgart, 2016.

Codescape - Entwicklung und Einsatz eines Programmierlernspiels

Paul Gamper¹, Birte Heinemann² und Ulrik Schroeder²

Abstract: In diesem Beitrag wird das Serious Game Codescape vorgestellt. Das Lernspiel wird vorlesungsbegleitend in drei Einführungsveranstaltungen mit über 2800 Studierenden und unterschiedlichen Einsatzszenarien benutzt um den Einstieg in die Programmierung zu erleichtern. Das Lernspiel ist browserbasiert und wird von zuhause gespielt, setzt somit keine Installation voraus, was die Hürden für die Einsteiger senken soll.

Keywords: Lernspiel, Game-Based Learning, Einführung in Programmierung, Informatikunterricht

1 Konzept & Implementierung

Viele Anfänger haben Schwierigkeiten beim Einstieg in die Programmierung. Neben einer geeigneten Lernumgebung, benötigt es ein didaktisches Szenario, welche motiviert und in dem sie selbständig Programmieren lernen und vor allem üben können. Der vorlesungsbegleitende Einsatz eines auf Anfänger zugeschnittenes Programmierlernspiels verspricht Abhilfe.

Codescape wurde 2016 an der RWTH entwickelt und verfolgt den Digital Game-Based Learning Ansatz [Pr03]. Das Serious Game ist modular aufgebaut, so dass die Inhalte auf die Vorlesung angepasst werden können. Eine zeitliche Freischaltung der Inhalte fördert das kontinuierliche Lernen und ermöglicht eine gute Verzahnung des Lernspiels mit der Vorlesung.

Als Spielerin oder Spieler erkundet man ein außer Kontrolle geratenes Raumschiff. Das Raumschiff ist in 7 Decks aufgeteilt, die aus 32 Räumen und Minispielen bestehen und den Lernstoff inhaltlich und zeitlich gruppieren. In den Codescape-Räumen (Abb. 1) sollen die Studierenden einen robotischen Begleiter (RB) in Form eines Hundes, mithilfe der Programmiersprache Java von einem Start- zu einem Zielpunkt navigieren und unter dem Befehlslimit zu bleiben. Dabei gibt es Hindernisse zu überwinden, wie z. B. rote Laser, die zufällig an und ausgehen können. Bei jeder Betätigung einer Start-Schaltfläche wird das Java-Programm serverseitig kompiliert, ausgeführt und die Bewegung des RBs durch den Raum in Form einer Animation visualisiert. Um den Wiederspielwert zu erhöhen und auch mehr Herausforderungen für erfahrene Studierende zu bieten, wurden zusätzlich Energiezellen als Sekundärziel eingeführt. Die Energiezellen sind in den

¹ RWTH Aachen, Medien für die Lehre, Kackertstraße 15, 52072 Aachen, gamper@medien.rwth-aachen.de

² RWTH Aachen, Informatik 9 (Learning Technologies), Ahornstr. 55, 52074 Aachen, {heinemann|schroeder}@informatik.rwth-aachen.de

Räumen so platziert, dass sie nur durch den Einsatz fortgeschrittener Programmierkonstrukte eingesammelt werden können. Durch Minispiele können zusätzliche Aufgaben abgebildet werden, die schlecht als Raum abbildbar sind. Die Storytelling-Komponente mit Avataren und Dialogen rundet das Serious Game ab.

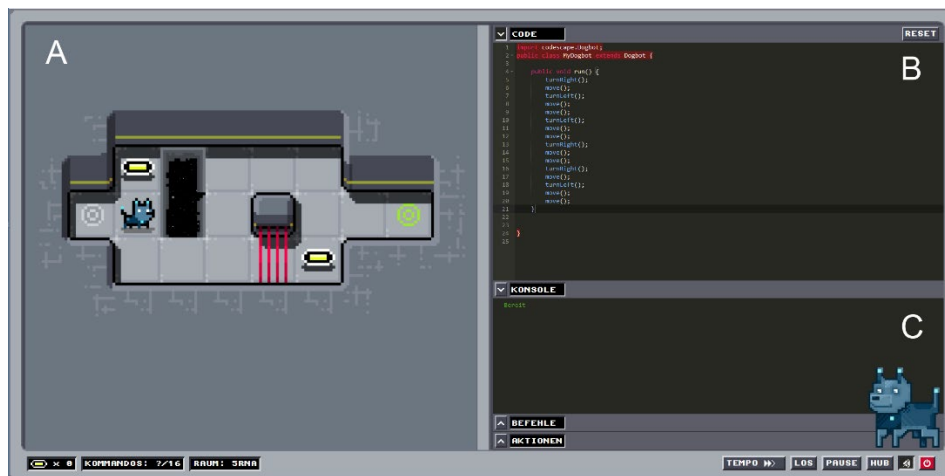


Abb. 1: Ein Codescape Raum: a) die Spielkarte, b) Code-Editor, c) Compiler/Fehler Konsole

Die Programme der Studierenden werden serverseitig in Docker-Containern kompiliert, ausgeführt und analysiert. Zur Kompilierung wird je nach Sprache ein üblicher Compiler verwendet sowie Tools zur Programmanalyse wie z.B. ANTLR Parser oder checkstyle. Es werden Java, Python und JavaScript unterstützt. Durch Einsatz von Docker, weitere Sprachen relativ einfach einbinden.



Codescape kommt sowohl bei den Studierenden aber auch bei Dozierenden gut an. Um die 70% der Befragten gaben an, dass das Spiel ihnen geholfen hat den Vorlesungsstoff besser zu verstehen.

Die Demo gibt einen Überblick über das Codescape, die Spielelemente, Programmieraufgaben und verwendete Technologien. Das Lernspiel ist unter <https://codescape.medien.rwth-aachen.de/demo> erreichbar.

Literaturverzeichnis

[Pr03] Prensky, M: Digital game-based learning. Computers in Entertainment, 1(1), 21-21, 2003

Inside the Router: Ein interaktives VR Lernspiel zur Vermittlung von Routing in Netzwerken im Informatikunterricht

David Baberowski ¹, Lanea Lilienthal², Niklas Keerl², Maximilian E. J. Rieske²,
Thiemo Leonhardt ¹



Abstract: Informatiksysteme bleiben, aufgrund ihre Komplexität und der fehlenden Möglichkeit ablaufende Prozesse sichtbar zu machen, für die Allgemeinheit eine Blackbox. Die VR-Lernanwendung Inside the Router versucht in einem systemorientierten Ansatz die Lernenden die Aufgaben eines Heimrouters im Netzwerk aktiv übernehmen zu lassen. Dazu werden die Themen Paketweiterleitung, IP-Adressen, Routingtabelle, NAT-Tabelle und WAN in einem spielerischen Ansatz durch das aktive Weiterleiten von IP-Paketen des Lernalers aufgegriffen und eingeübt.

Keywords: Lernspiel, Informatikunterricht, VR, Routing

1 Konzept und Design

Die VR-Applikation Inside the Router ist ein interaktives Lernspiel zur Vermittlung der Aufgaben eines klassischen Heimrouters. Die lernende Person führt Aufgaben eines Heimrouters (Pakete weiterleiten, Routingtabelle befolgen, NAT-Tabelle anlegen, Portverwaltung) selber durch, indem ankommende Pakete entgegengenommen, Informationen ausgelesen und dann Zuordnungen vorgenommen werden. Diese Tätigkeit wird auf verschiedenen Schwierigkeitsgraden (Geschwindigkeit, Komplexität) eingeübt und zielt demnach auf das Erreichen der Niveaustufen Verstehen und Anwenden nach Blooms überarbeiteter Taxonomie nach Krathwohl [Kr02] ab.

Das Lernspiel wurde für den Informatikunterricht entwickelt, um als methodische Ergänzung des Themas Netzwerke und Routing zu fungieren. Der Ansatz des Heimrouters ermöglicht ein Anknüpfen an Alltagserfahrungen von Jugendlichen. Ein Heimrouter verknüpft lokale Clients wie Smartphones, Drucker und Laptops, auf denen z.B. Messagingdienste und Streamingdienste ausgeführt werden, mit dem Internet über einen WAN Port. Der Router hat die Aufgabe Datenpakete an und von den Clients entsprechend einer Routingtabelle weiterzuleiten. Da Pakete von einem Server im Internet immer nur an die öffentliche Adresse des Routers adressiert werden können, muss der Router

¹ TU Dresden, Didaktik der Informatik, Nöthnitzer Straße 46, 01187 Dresden, {david.baberowski | thiemo.leonhardt}@tu-dresden.de, { <https://orcid.org/0000-0001-6308-4334> |  <https://orcid.org/0000-0003-4725-9776>}

² TU Dresden, Didaktik der Informatik, Nöthnitzer Straße 46, 01187 Dresden, {lanea.lilienthal | niklas.keerl | maximilian_emil_julius.rieske}@mailbox.tu-dresden.de

außerdem eine Zuordnung von eingehenden Paketen zu den einzelnen Clients vornehmen (NAT). Die Lernenden müssen beide Aufgaben ausführen.

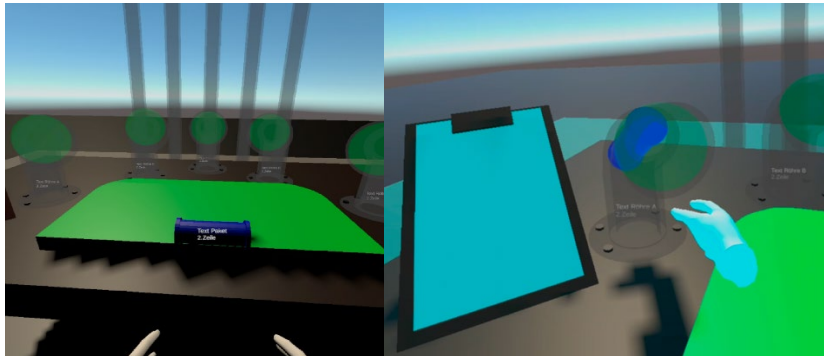


Abb. 1: Tisch-Rohr-Metapher (links) und Zuordnung eines Pakets zu einer Röhre (rechts)

Die virtuelle Umgebung besteht aus einem Raum mit einem Tisch. Auf diesem Tisch steht ein Monitor, der aktuelle Informationen zum Spielablauf anzeigt. Außerdem befinden sich die Öffnungen von Rohren an dem Tisch, die jeweils für die Verbindung zu einem Client oder dem WAN Port stehen. Jede Röhre kann wie in einem Rohrpostsystem Pakete senden und empfangen. Sobald ein Paket empfangen wird, muss es entsprechend der Routing- und NAT-Tabellen dem korrekten Rohr zugeordnet und abgeschickt werden.

Die VR-Anwendung erlaubt einen systemorientierten Einblick in die Abläufe eines Routers, die in der realen Welt nicht zugänglich wären. Die direkte Interaktion mit den Komponenten des Routers könnte nach Johnson-Glenberg [Jo19] einen positiven dauerhaften Lerneffekt bewirken. Dem Immersionsprinzip nach Mayer [Ma21] folgend, wurde versucht die negativen Effekte der Immersion auf den Lerneffekt zu minimieren, indem die virtuelle Umgebung reizarm gehalten und die Aufmerksamkeit dadurch auf die wesentlichen Komponenten gelegt wurde.

2 Literaturverzeichnis

- [Jo19] Johnson-Glenberg, M. C.: The Necessary Nine: Design Principles for Embodied VR and Active Stem Education. In (Díaz, P. et al. Hrsg.): Learning in a Digital World. Springer Singapore, Singapore, 2019; S. 83–112.
- [Kr02] Krathwohl, D. R.: A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. In Theory Into Practice, 2002, 41; S. 212–218.
- [Ma21] Mayer, R. E.: Multimedia learning. Cambridge University Press, Cambridge, 2021.

Dashboards für Lehrende zur Darstellung von Lerndaten anhand eines kollaborativen Informatik-Lernspiels für die Grundschule


Anne Hamann ¹, Thiemo Leonhardt ²


Abstract: Kollaborative digitale Lernsettings ermöglichen die Echtzeitdatenanalyse von Lerndaten und können Lehrkräfte bei digitalgestützten Gruppenarbeiten mit zusätzlichen Informationen über allgemeine oder individuelle Lernfortschritte unterstützen. In diesem Kontext wurde ein Lehrendendashboard für ein kollaboratives digitales Lernspiel, das die strukturierte Zerlegung als fundamentale Idee der Informatik für Grundschul Kinder aufbereitet, entwickelt.

Keywords: Dashboard, Learning Analytics, Computergestütztes kollaboratives Lernen

1 Design und Konzeption

Kollaborative digitale Lernanwendungen ermöglichen es klassische Gruppenarbeiten mit automatischem Feedback sowie mit interaktiven und spielerischen Elementen zu erweitern. Neben diesen positiven Effekten ist das direkte Erfassen und Auswerten von Lerninteraktionsdaten möglich und kann einer betreuenden Lehrkraft schon während des Unterrichts ermöglichen, den Unterrichtsverlauf, anhand der Übersicht über den Lernprozess der Lernenden, anzupassen. Zur Erforschung dieses Settings wurde ein Lehrendendashboard (Abb. 1) beispielhaft für ein kollaboratives Lernspiel zum Erlernen der Strukturierten Zerlegung als fundamentale Idee der Informatik, das hauptsächlich die Hierarchisierung thematisiert, für Grundschul Kinder [Le11] entwickelt. Optimiert ist die webbasierte Umsetzung für Touchgeräte der Größen 10“ Tablet bis 84“ Multitouchtische.

¹ Technische Universität Dresden, Didaktik der Informatik, Nöthnitzer Straße 46, 01187 Dresden,
anne.hamann@tu-dresden.de,  <https://orcid.org/0000-0002-7546-0998>

² Technische Universität Dresden, Didaktik der Informatik, Nöthnitzer Straße 46, 01187 Dresden,
thiemo.leonhardt@tu-dresden.de,  <https://orcid.org/0000-0003-4725-9776>

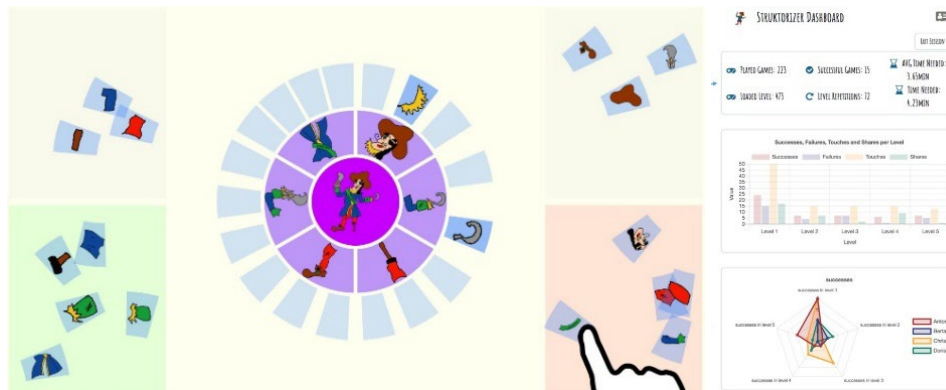



Abb. 1: Kollaboratives Lernspiel für die Grundschule mit Lehrendendashboard

Die Lerninteraktionen im Spiel werden xAPI-konform erfasst, gespeichert und parallel zum Verlauf der Anwendung ausgewertet. Das Forschungssetting stellt den parallelen Betrieb von mehreren Instanzen des Spiels als Einzelspieler an einem Tablet oder mit Lerngruppen an einem oder mehreren Multitouchtischen in den Fokus, da dies Unterrichtsszenarien unterstützt, die Individualisierung in den Mittelpunkt der methodischen Planung setzen. Eine offene Forschungsfrage ist, wie in solchen Szenarien die generierten Daten effizient und didaktisch sinnvoll der Lehrkraft zur Analyse dargestellt werden können. Als Ansatz wird hier ein instanzübergreifendes Lehrkraftdashboard zur Darstellung des aktuellen Klassenlernprozesses präsentiert, das den Orchestration Load [PSD15] minimieren und schnelle Datenanalyse erleichtern soll. Technische Hürden zur Erfassung der spielspezifischen Lerndaten werden nicht betrachtet, sondern im Einzelfall pragmatische Lösungen gesucht. Die Darstellung der Aktivitäten der Lernenden, die Unterstützungsmöglichkeiten sowie die Organisation der Lerndaten wurden unter literaturbasierten Kriterien umgesetzt und werden in Folgestudien in Unterrichtsszenarien evaluiert.

2 Literaturverzeichnis

- [Le11] Leonhardt, T. et al.: Kollaborative und altersgerechte Lernanwendung zur Vermittlung fundamentaler Ideen der Informatik. In (Rohland, H.; Kienle, A.; Friedrich, S. Hrsg.): DeLFI 2011 - Die 9. e-Learning Fachtagung Informatik. Gesellschaft für Informatik e.V, Bonn, 2011; S. 185–196.
- [PSD15] Prieto, L. P.; Sharma, K.; Dillenbourg, P.: Studying Teacher Orchestration Load in Technology-Enhanced Classrooms. In (Conole, G. et al. Hrsg.): Design for Teaching and Learning in a Networked World. Springer International Publishing, Cham, 2015; S. 268–281.

Ein Tool zur Visualisierung von Redstone-Schaltungen

André Greubel ¹, Ludwig Scheuring² und Martin Hennecke³

Abstract: In diesem Beitrag wird ein Tool zur Visualisierung von Redstone-Schaltungen vorgestellt. Das als Minecraft Forge Mod geschriebene Programm wandelt Redstone-Schaltungen in einem ausgewählten Bereich automatisch zu einem Schaltplan um. Dabei wird zu jedem Element eine logische Formel angezeigt, die beschreibt, welche Inputs aktiviert sein müssen, damit der entsprechende Output aktiviert ist.

Keywords: Minecraft, Schaltungen, Visualisierung, Redstone.

1 Einleitung

Minecraft ist ein populäres Computerspiel, das dem Genre der sogenannten Sandbox-Games angehört. In diesem Spiel kann sich der Spieler eine eigene Welt erschaffen. Diese aus Würfeln bestehende und auf einem 3D-Gitter angeordnete Welt besteht dabei sowohl aus inaktiven Komponenten (Wie Steinblöcke oder Ziegeln) und aus Blöcken, die Einflüsse auf die Umgebung ausüben (z.B. Wasser, Lava und Redstone). Von besonderer Bedeutung sind hier besonders diese Redstone-Blöcke [Da], mit denen logische Schaltungen und auch größere Technikeinheiten gebaut werden können.

In diesem Demo-Paper stellen wir ein Tool vor, das bei der Benutzung von Minecraft zu Lehrzwecken bei der Einführung logischer Schaltungen unterstützen kann. Das Tool ist quelloffen, als Minecraft-Forge Mod geschrieben und kann online kostenlos heruntergeladen und anschließend genutzt werden [GS].

2 Funktionalität

Die Kernfunktionalität des Programms besteht in der Visualisierung der Redstone-Komponenten als Schaltplan, wie in Abb. 1 gezeigt. Dabei werden aktive und inaktive Komponenten in verschiedenen Farben gekennzeichnet. Elemente, die keine Äquivalenz in Schaltplänen besitzen (z.B. Signalverstärker oder -verzögerer) werden vernachlässigt.

¹Universität Würzburg, Institut für Informatik, Mathematik West, 97074 Würzburg,
andre.greubel@uni-wuerzburg.de  <https://orcid.org/0000-0002-7915-6520>

² Universität Würzburg, Institut für Informatik, ludwig.scheuring@stud-mail.uni-wuerzburg.de

³ Universität Würzburg, Institut für Informatik, martin.hennecke@uni-wuerzburg.de

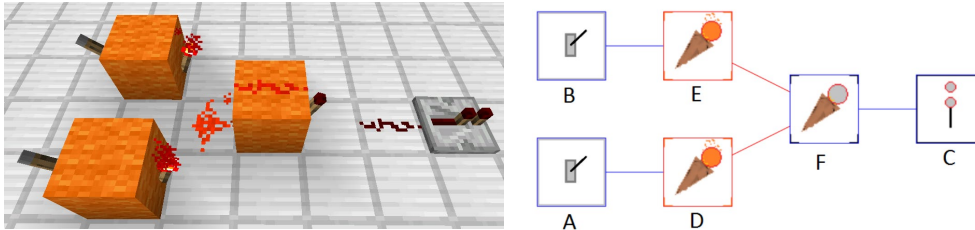


Abb. 1: Redstone-Schaltung und Darstellung im Graph.

Zusätzlich wird im Diagramm zu jeder Komponente angezeigt, wie sich die Aktivität aus den Inputs ergibt. So ist etwa in oben gezeigter Abbildung die rechte Komponente C aktiv, wenn die Fackel F aktiv ist. Diese ist jedoch inaktiv, wenn eine der Fackeln D oder E aktiv ist. Diese wiederum sind aktiv, wenn der entsprechende Schalter auf der linken Seite (benannt A bzw. B) aus sind. Damit kann dieser Zusammenhang auch als logische Formel ausgedrückt werden: C ist aktiv, wenn $\neg(\neg A \vee \neg B)$ erfüllt ist. Diese Formel wird bei einem Klick auf die Komponente C im Statusfenster angezeigt. Zusätzlich wird diese Formel auch mit einigen Heuristiken vereinfacht, sodass sie menschenlesbarer wird. Neben $\neg(\neg A \vee \neg B)$ wird daher auch das vereinfachte $A \wedge B$ angezeigt.

Dabei berücksichtigen die Formeln, ob der Output von Komponenten von deren Verhalten in einem vorherigen Tick abhängig ist, wie das z.B. in einem getakteten Zyklus vorkommt. In diesem Fall wird die Komponente als ihr eigener Input angezeigt.

Dabei wird das Verhalten der Komponenten durch das Tool selbst simuliert und nicht aus Minecraft ausgelesen. Das ist sinnvoll, um trotz Unterschiede verschiedener Minecraft-Versionen, Wettlaufbedingungen von Schaltungen, einigen Redstone-Bugs (vgl. z.B. [Mob]) und fehlenden oder falschen Block-Updates (vgl. z.B. [Moa]) einen deterministisch erzeugten Graphen anzeigen zu können.

3 Literaturverzeichnis

- [Da] Das offizielle Minecraft Wiki: Redstone.
<https://minecraft.fandom.com/de/wiki/Redstone>, Stand: 06.04.2021.
- [GS] Greubel, A.; Scheuring, L.: Redstone Visualizer Repository.
<https://go.uniwue.de/redstonerepo>, Stand: 28.06.2021.
- [Moa] Mojang Bug Tracker: Bug MCPE-59451.
<https://bugs.mojang.com/browse/MCPE-59451>, Stand: 06.04.2021.
- [Mob] Mojang Bug Tracker: Bug MC-11193.
<https://bugs.mojang.com/browse/MC-11193>, Stand: 06.04.2021.

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

Ahlers, Timo	37	Eisenmann, Maria	91
Alonso-Fernandez, Cristina	187	Elfreich, Herrmann	337
Baberowski, David.....	383	Feier, Alexia	115
Bachmann, Lisa	359	Fernandez-Manjon, Baltasar ...	187
Bade, Korinna	363	Finck, Matthias	357
Bayrak, Duygu	157	Fisler, Kathi.....	21
Bergmann, Andreas	365	Frangenberg, Marcus	187
Beschorner, Paul	193	Frese, Philip	115
Bodemer, Daniel	49, 115	Fritsche, Katrin	295
Böhnke, Stephanie	363	Funke, Florian	325
Böttcher, Meike	365	Gamper, Paul	359, 381
Borukhovich-Weis, Swantje ...	307	Geisswinkler, Hanna	175
Brinkmeier, Michael	265	Gnyp, Jennifer	351
Brocker, Annabell	373	Graap, Fabian	379
Bumann, Cassandra.....	37	Greubel, Andre.....	387
Burchart, Marc	97	Grey, Jan	307
Burkhard, Michael	319	Grimm, Paul	79
Bußler, Dirk	205	Gryl, Inga	307
Daberkow, Andreas	301	Guggemos, Josef	319
Dänzer Barbosa, Malu Amanda	295	Gutscher, Annabell	365
Dallmann, Christine	353	Haack, Matthias	61
Dierker, Julian	371	Haake, Joerg M.	97
Dietze, Andreas	79	Haase, Jennifer	181
Dobbrunz, Tabea	365	Haefs, Mathis	115
Doerner, Ralf	79	Hamann, Anne	385
Drachsler, Hendrik	229	Harrer, Andreas.....	365, 369
Draude, Claude	19	Hawlitshcek, Anja	247
Drewanz, Lydia	353	Hehl, Karin	301
Ebner, Martin	175	Hein, Rebecca	91

Heinemann, Birte	331, 359, 381	Kersting, Nina	115
Hemmje, Matthias.....	187	Kiesler, Natalie	343
Hennecke, Martin	387	Kießling, Peter	325
Henrich, Andreas	121	Knaak, Wolfgang	301
Hermann, Elena	357	Knöchel, Mandy.....	223
Herrmann, Ines	353	Kockelkoren, Chris	229
Heßdörfer, Florian	277	Kölle, Ralph	37
Hesse, Britta	151	König-Birk, Juliane	301
Heyne, Nora	121	Kocak, Melinda.....	115
Hieronymus, Martin	357	Köbis, Laura	277
Hirmer, Tobias	121	Körner, Joshua	115
Hofmann, Sven	325	Kohlmann, Jens	49
Hölzel, Pia	115	Korth, Susanne	145, 377
Hoppe, H. Ulrich.....	17	Kosubski, Ilaria	355
Horn, Florian.....	79	Krömker, Detlef	79
Hossain, Imran	133	Küther, Tabea.....	127
Huethorst, Lara	365	Krüger, Jule Marleen	127
Iffländer Rodriguez, Maurice... 115		Kurz, Günther	301
Jambor, Thomas N.	61	Łączkowska, Ewa	307
Jebe, Mari	351	Latoschik, Marc Erich	91
Jellinghaus, Anne.....	151	Lazović, Milica	37
Jörke, Desireé	241	Leitner, Philipp	175
Joppe, Didi	229	Leonhardt, Thiemo.....	383, 385
Jozefiak, David Markus	61	Lichte, Aron	115
Judel, Sven	373	Liewald, Rebekka C.	115
Kalbreyer, Daniel	265	Lilienthal, Lanea	383
Karius, Sebastian	223	Löffler, Axel	301
Karolyi, Heike.....	97	Lohner, David	367
Karouby, Johanna	301	Lorenz, Anja	217
Kasakowskij, Regina	97	Lucke, Ulrike	193, 205, 331
Keerl, Niklas M.	383	Luderschmidt, Johannes	79

Manske, Sven	115	Röpke, René	157
Marschik, Grit	363	Rüdian, Sylvio	181
Mateen, Saba	133	Rudolf, Galina.....	247
Mehner, Caroline	277	Ruiz Ben, Esther	151
Meik, Anna	163	Rustemeier, Linda	133
Meinel, Christoph	253	Scheffel, Maren	229
Meissner, Roy	271	Scheidat, Tobias	363
Melchior, Daniel	371	Scheuring, Ludwig	387
Meussen, Bernhard	357	Schiffner, Daniel	163
Michel, Lars	193	Schmidt, Manuela	367
Molinar, Gabriela	367	Schmitz, Andrea	73
Moser, Eva	277	Schmitz, Marcel	229
Münker, Simon	351	Schnaubert, Lenka	127
Münster, Sander	295	Schneider, Jan	163
Mulders, Miriam	25, 73	Schneeweiß, Sarah	369
Neuburg, Carmen	241	Schön, Sandra	175
Noichl, Svenja	145, 199, 377	Schroeder, Ulrik.....	145, 157, 199, 331, 359, 373, 377, 381
Nowotny, Florian.....	85	Schrumpf, Johannes	109, 283
Ollesch, Lisa	49	Schulze-Achatz, Sylvia	353
Ossovski, Elisaweta	265	Seidel, Niels	97
Otto de Mentock, Lena	115	Selter, Christoph	365
Paehr , Johannes	61	Seufert, Sabine	319
Perez-Colado, Iván José	187	Sonderegger, Stefan	319
Petersen, Wiebke	351	Srbecky, Ramona	187
Pfennig, Anja	289	Stang, Marco	367
Pinkwart, Niels	181	Staubitz, Thomas	253
Pippirs, Lisa	363	Steinbeck, Hendrik	253
Pitsch, Stephan	301	Steinbock, Jeanine	91
Plötner, Kathleen.....	85	Steiner, Maribell	49
Rau, Franco.....	355	Steinert, Farina	217
Rieske, Maximilian E. J.	383		

Steinke, Leena	85
Strickroth, Sven	205, 337
Szymczyk, Natalia	115
Tasdelen, Osman	127
Temel, Dilan	115
ter Meer, Moritz	355
Thelen, Tobias	109, 283, 371
Then, Matthias	187
Thor, Andreas	271
Tillmann, Alexander	79
Thurner-Irmeler, Julia	361
Ulges, Adrian	79
van Hooijdonk, Judith	229
van Limbeek, Evelien	229
Voß-Nakkour, Sarah	133
Wallenborn, Benjamin	187
Walter, Daniel	365
Weber, Felix.....	109, 283
Wegendt, Kirsten	301
Weise, Matthias	73
Weist, Lino	133
Wefel, Sandro	223
Wienrich, Carolin	91
Wiepke, Axel	331
Wollersheim, Heinz-Werner ...	277
Zender, Raphael	25, 73
Zoerner, Dietmar.....	193
Zug, Sebastian	247