

Troike, Marie; Schwarz, Elise

Im virtuellen 360°-Labor experimentieren - Ein didaktisch aufbereitetes Lernszenario in fünf Akten

Müller Werder, Claude [Hrsg.]; Erlemann, Jennifer [Hrsg.]: *Seamless Learning - lebenslanges, durchgängiges Lernen ermöglichen*. Münster ; New York : Waxmann 2020, S. 191-195. - (Medien in der Wissenschaft; 77)



Quellenangabe/ Reference:

Troike, Marie; Schwarz, Elise: Im virtuellen 360°-Labor experimentieren - Ein didaktisch aufbereitetes Lernszenario in fünf Akten - In: Müller Werder, Claude [Hrsg.]; Erlemann, Jennifer [Hrsg.]: *Seamless Learning - lebenslanges, durchgängiges Lernen ermöglichen*. Münster ; New York : Waxmann 2020, S. 191-195 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-265625 - DOI: 10.25656/01:26562

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-265625>

<https://doi.org/10.25656/01:26562>

in Kooperation mit / in cooperation with:



WAXMANN
www.waxmann.com

<http://www.waxmann.com>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-Licence: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work or its contents. You are not allowed to alter, transform, or change this work in any other way.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de



Claude Müller Werder, Jennifer Erlemann (Hrsg.)

Seamless Learning – lebenslanges, durchgängiges Lernen ermöglichen

Claude Müller Werder, Jennifer Erlemann (Hrsg.)

Seamless Learning – lebenslanges, durchgängiges Lernen ermöglichen



Waxmann 2020
Münster • New York

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Medien in der Wissenschaft, Band 77

ISSN 1434-3436

Print-ISBN 978-3-8309-4244-3

E-Book-ISBN 978-3-8309-9244-8

<https://doi.org/10.31244/9783830992448>

© Waxmann Verlag GmbH, 2020

www.waxmann.com

info@waxmann.com

Umschlaggestaltung: Pleßmann Design, Ascheberg

Umschlagfoto: © Blue Planet Studio / Adobe Stock

Satz: Roger Stoddart, Münster

Creative-Commons-Lizenz

Namensnennung - Nicht-kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen

4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)



Inhalt

Claude Müller und Jennifer Erlemann

Seamless Learning – lebenslanges, durchgängiges Lernen ermöglichen 9

Langbeiträge

*Anne-Cathrin Vonarx, Katja Buntins, Michael Kerres, Joachim Stöter,
Olaf Zawacki-Richter und Svenja Bedenlier, Melissa Bond*

Student Engagement und digitales Lernen
Kontextuelle Validierung eines Systematic Review
mit E-Learning-Akteuren an Hochschulen 15

Bonny Brandenburger and Gergana Vladova

Technology-enhanced learning in Higher Education
Insights from a qualitative study on university-integrated
makerspaces in six European countries 27

Clarissa Braun, Lothar Fickert, Sandra Schön und Martin Ebner

Der Online-Kurs als Vorkurs einer Lehrveranstaltung
Umsetzung und Evaluation des Pre-MOOC-Konzepts
in einem technischen Studiegang 39

*Gregor Damnik, Sindy Riebeck, Fritz Hoffmann, Christin Nenner
und Nadine Bergner*

Lehren und Lernen in der digitalen Welt – ein Lernangebot für
zukünftige Lehrkräfte im Blended-Learning-Format 49

Jonathan Dyrna, Maximilian Liebscher, Helge Fischer und Marius Brade

Implementierung von VR-basierten Lernumgebungen – Theoretischer
Bezugsrahmen und praktische Anwendung 59

Ulf-Daniel Ehlers und Patricia Bonaudo

Lehren mit offenen Bildungsressourcen
Kompetenzrahmen für „open educators“ 69

Michael Eichhorn, Alexander Tillmann, Ralph Müller und Angela Rizzo

Unterrichten in Zeiten von Corona
Praxistheoretische Untersuchung des Lehrhandelns
während der Schulschließung 81

Gerald Geier, Sandra Schön, Martin Ebner und Clarissa Braun

Der Ansatz von Citizen Science bei der Erstellung
von Lehr- und Lernmaterialien in einem Hochschulprojekt 91

Matthias Haack und Thomas N. Jambor
Seamless Learning im problembasierten Flipped
Classroom mit einem Remote Lab.....101

Barbara Meissner, Felix Streitferdt und Andreas Pazureck
Inverted Classroom in der Studieneingangsphase – individualisiertes
Lernen als Hilfe beim Einstieg ins Studium.....111

Christian Schachtner
Educating Sustainable Development (ESD)
in the Context of Public Management
Conceptual Considerations for the Design of a
Collaborative Educational Format for Local Sustainability.....121

Ariane S. Willems, Angelika Thielsch und Katharina Dreiling
Mit *Seamless Learning* den Brüchen zwischen
Studium und beruflicher Praxis begegnen
Ein *Flipped-Classroom-Beispiel* aus der Lehrerbildung.133

Kurzbeiträge

Svenja Bedenlier und Claudia Schmidt
Digitalisierung hochschulischer Lehre und der *third space*:
Hochschulprofessionelle als WegbereiterInnen für *seamless learning*?145

Clément Compaoré
Entwicklung eines Blended-Learning-Konzepts für den Sprachunterricht
an der Volkshochschule München im coronabedingten Notbetrieb151

*Gregor Damnik, Sindy Riebeck, Fritz Hoffmann, Christin Nenner
und Nadine Bergner*
Lehramtsstudierende mit Mikrofortbildungen
aktiv auf den Beruf vorbereiten159

Luci Gommers
Seamless learning through students' eyes
A qualitative case study on students' perception of seams in
cross-contextual learning165

Kai Matuszkiewicz und Franziska Weidle
Neue Welten erkunden
Die (hochschul-)didaktischen Potenziale der Welthaftigkeit
virtueller Mediumumgebungen171

*Claude Müller, Christian Rapp, Jennifer Erlemann, Jakob Ott,
Andrea Reichmuth und Daniel Steingruber*
myScripting – Entwicklung eines digitalen Educational-Design-Assistenten.....177

<i>Christian Rapp, Otto Kruse and Ueli Schlatter</i> The impact of writing technology on conceptual alignment in BA thesis supervision	183
--	-----

<i>Marie Troike und Elise Schwarz</i> Im virtuellen 360°-Labor experimentieren – Ein didaktisch aufbereitetes Lernszenario in fünf Akten.....	191
---	-----

<i>Roger Seiler und Stefan Koruna</i> Kurzbeitrag Mixed Reality (MR) in der Lehre: Eine Übersicht mit Exkurs zu ersten Anwendungen in der Wirtschaftsinformatik	197
--	-----

Poster

<i>Aline Bergert</i> „Digitalisierung? Machen wir schon ewig.“ Eine rekonstruktive Studie zu Orientierungsmustern Lehrender im Umgang mit digitalen Medien im Hochschulalltag.....	207
---	-----

<i>Ralf-Dieter Schimkat, Rainer Mueller, Simon Huff, Tobias Keh, Michael Lang, Georg Mohr und Marco Trippel</i> Praxisrelevantes, agiles Lehren an Hochschulen mit integrativer Einbindung von Unternehmen.....	213
Nahtloser Übergang in Lehrveranstaltungen zwischen Hochschulen und Unternehmen.....	213

<i>Andreas Engel und Elise Schwarz</i> Die Campus-App als persönliche Lernumgebung.....	217
--	-----

Workshops, Demos und Tutorials

<i>Ellen Rusman, Christian Papp, Bernadette Dilger and Luci Gommers</i> Workshop “Seamless learning ecosystem”: past, present and future relevance for research and practice in tailored lifelong learning	221
---	-----

<i>Claudia Börner, Anna Seidel, Franziska Weidle, Marlen Dubrau, Thomas Müller, Lukas Flagmeier und Matthias Tylkowski</i> Projekt Learn&Play: Personalisierung und Adaptivität in einem Serious Game	225
--	-----

<i>Simon Huff, Tobias Keh, Michael Lang, Georg Mohr, Marco Trippel, Rainer Mueller und Ralf Schimkat</i> Seamless-Learning-Plattform Digitale Unterstützung der Lehrenden bei der Konzipierung, Entwicklung, Erstellung von und der Suche nach Lehr-/Lernkonzepten.....	231
--	-----

Christian Rapp and Otto Kruse
Thesis Writer 2.0 – a system supporting academic writing,
its instruction and supervision235

Marie Troike und Andreas Brandt
Digitales Peer-Feedback zur Schärfung wissenschaftlicher
Genauigkeit in verschiedenen Fachdisziplinen241

Autorinnen und Autoren.....245

Veranstalter und wissenschaftliche Leitung.....261

Steering Committee261

Gutachterinnen und Gutachter261

Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft (GMW e.V.)262

Im virtuellen 360°-Labor experimentieren – Ein didaktisch aufbereitetes Lernszenario in fünf Akten

Zusammenfassung

Das praktische Experimentieren in Laboren als Teil der Hochschullehre ist vor allem in ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen fest verankert. Die Umsetzung wird jedoch durch die steigende Heterogenität Studierender sowie durch fehlende personelle und materielle Ressourcen erschwert. Eine geeignete Lösung bietet der Einsatz virtueller Labore als zeitgemäßes Lernsetting im Hochschulkontext (EDUCAUSE, 2019). An der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg (BTU) wurde ein virtuelles 360°-Labor für die Zellbiologie entwickelt, in welchem die Lernenden den gesamten Prozess der Zellkulturherstellung als ein komplexes Lernszenario in fünf Levels durchlaufen. Das 360°-Labor im Onlinekontext flexibilisiert den Lernprozess. Dies begünstigt den nahtlosen Wissenstransfer in das reale Laborsetting.

Bei dem hier vorgestellten 360°-Labor, als Browseranwendung ohne Nutzung einer VR-Brille, steht die didaktische Ausarbeitung zur Führung durch die Lernanwendung im Fokus. Dies umfasst die Einbettung von Storytelling, die Navigation der Lernenden, Interaktionen sowie Feedback zum Lernfortschritt. Als Alleinstellungsmerkmal der Anwendung ist hervorzuheben, dass es sich um eine fotografische Abbildung genau des Labors handelt, in welchem später auch das Laborpraktikum stattfindet. Zudem wird sich nicht auf das Einblenden von Informationen oder die Durchführung einzelner Experimente beschränkt, sondern es wurde ein umfassendes aufeinander aufbauendes Anwendungsszenario mit mehreren Handlungsschritten an unterschiedlichen Orten und Geräten im Labor entworfen.

Studien zur Nutzung erstellter 360°-Lernräume belegen, dass das Lernen zu einem Erlebnis wird. Die stärkere Einbindung der Lernenden in das Geschehen steigert die Motivation, sich mit dem Lerngegenstand auseinanderzusetzen (Blaser, 2019; Klingauf et al., 2019). Allerdings blieb der Zuwachs des Lernerfolges aus, was auf die fehlende didaktische Gestaltung zurückgeführt werden kann (Blaser, 2019; Hebbel-Seegeer, 2018). An diesem Forschungsdefizit setzt das hier vorgestellte 360°-Labor an.

1. Virtuelle Labore – Stand der Forschung

Der Begriff der virtuellen Labore umfasst eine Bandbreite an realen Umsetzungsszenarien. Im vorliegenden Beitrag wird er, in Abgrenzung zu Remote- und teilvirtualisierten Laboren, für komplett digitale und virtuelle Laborräume verwendet.¹ Virtuell wird als Synonym für eine simulierte oder einfach digitale Darstellung von Abläufen oder Gegenständen verwendet. In deutschsprachigen Hochschulen wurden vor allem

1 https://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/virtuelles_Labor/index_html#virtuell

drei Einsatzszenarien virtueller Labore ausgemacht: 1. Webseiten mit multimedialen Inhalten wie Videos und Quiz, 2. PC-basierte 360°-Rundgänge mit anklickbaren Zusatzinformationen und 3. computersimulierte Labore als Browseranwendung, in welchen die Lernenden sich frei bewegen und einzelne Experimente durchführen können.² Das hier vorgestellte virtuelle Labor ist eine 360°-Panoramatur, die das reale Labor der Hochschule abbildet. Die Lernenden können sich über eine Browseranwendung am eigenen PC navigieren und werden mit Hilfe multimedialer Elemente durch mehrere Handlungsschritte eines umfassenden didaktisch aufgearbeiteten Anwendungsprozesses geleitet und zu eigenem Handeln aktiviert.

Virtuelle Labore können nicht die Erfahrungen mit Experimenten in der realen Laborumgebung ersetzen, sondern bieten vor allem den Mehrwert der beliebigen Exploration und Manipulation. So werden Szenarien ermöglicht, die in der realen Welt zu teuer, zu gefährlich oder auch technisch und zeitlich nicht umsetzbar wären (Hebel-Seeger, 2018). Virtuelle Labore werden häufig als Vorbereitung realer Laborpraktika eingesetzt und schaffen so eine leichtere Orientierung im Reallabor. Sie tragen maßgeblich zu einer sichereren Durchführung von Experimenten mit weniger Fehlversuchen bei, wodurch Zeit und Materialkosten reduziert werden. Durch exploratives Lernen kann das bereits vorhandene Faktenwissen durch prozedurales Wissen erweitert werden, indem die Lernenden unmittelbar in den Prozess der Erkenntnisgewinnung involviert sind. Insbesondere die multimediale Aufbereitung von Inhalten ermöglicht eine anschauliche, tiefergehende Auseinandersetzung mit der Thematik. Zusätzlich werden die Lernenden durch direktes Feedback zu ihren Aktionen unterstützt, was mit einer positiven Lernleistung einhergeht (Fleuren, 2016).

2. Konzeption des virtuellen 360°-Labors

In der Bachelor- und Masterausbildung im Studiengang Biotechnologie an der BTU werden die heterogenen Lernenden in den Grundlagenfächern, wie der Zellbiologie, aufgrund von materieller und personeller Ressourcenknappheit primär theoretisch ausgebildet. Methodisch anspruchsvolle und komplexe Arbeitsschritte der Zellkulturtechnik erfordern allerdings ein intensives Training zur Verinnerlichung der Arbeitsabläufe. Um Lernende auf die Arbeit im realen Labor vorzubereiten und den genannten Herausforderungen zu begegnen, wurde entschieden, ein didaktisch untersetztes virtuelles 360°-Labor zu entwickeln.

Das hier vorgestellte 360°-Lernangebot fördert exploratives Lernen. Im Vergleich zu komplexeren VR-Entwicklungen ist es technisch unkompliziert umsetzbar und in der Erstellung kostengünstiger. Der einfache Zugang sowie eine intuitive Bedienung, bildschirmbasiert ohne VR-Brille, bieten eine niedrigschwellige, orts- und zeitunab-

2 vgl. u. a. **Open MINT Labs** (Verbundprojekt der Hochschulen Kaiserslautern, Koblenz, Trier), <https://www.openmintlabs.de/>; **Lab 360**, Hochschule Wismar, <https://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings259/1027.pdf>; **Virtuelles Labor für Chemie**, Universität Göttingen, http://www.stalke.chemie.uni-goettingen.de/virtuelles_labor/de.html; **Labster** (Einsatz an mehreren dt. Hochschulen), <https://www.labster.com/>

hängige Lerngelegenheit im Zuge der geforderten Flexibilisierung der Hochschullehre (Clemens et al., 2019; Rupp et al., 2019).

In dem 360°-Labor können Anwendende die multimedial angereicherte Umgebung im Rundumblick erkunden. Allerdings ist, zur Begünstigung des Lernerfolgs, eine didaktisch geführte Blick- und Aufmerksamkeitslenkung in Form von visuellen und auditiven Reizen notwendig. (Blaser, 2019; Sheikh et al., 2016). Daher bedarf die Konzeption und Erstellung des Prototyps als *virtueller Laborführerschein*, der Grundlagen und Prozesse vermittelt, interdisziplinärer Kompetenzen. So garantiert die Fachdidaktik das inhaltliche Wissen und den Zugang zum realen Labor, die Medientechnik ist fundiert in der Arbeit mit 360°-Software und erfahren in der Aufbereitung (audio-)visueller Darstellungen, während die Mediendidaktik die Überführung des Reallabors in eine 360°-Lernanwendung nutzerfreundlich gestaltet. In dem virtuellen 360°-Labor wird im Setting der Versuchsdurchführung der Ablauf der Zellkulturherstellung nachgestellt. Der Lernumfang beträgt 1,5 Stunden und kann durch die Einteilung in fünf Level jederzeit unterbrochen und an beliebiger Stelle fortgeführt werden. Das reale Zellkulturlabor der BTU wurde mit einer 360°-Kamera aufgenommen, deren Bilder anschließend zu mehreren Kugelpanoramen gerendert und in einer 360°-Tour miteinander verknüpft wurden. Im nächsten Schritt wurde die Tour um interaktive Elemente ergänzt (siehe Abb. 1, 2). Das Lernszenario wird von einer Story gerahmt. Als Startpunkt dient sie gleichzeitig als Quest, um das Lernen interessanter zu gestalten. Ein geplantes Tutorial als Spielanleitung soll die Handhabung der 360°-Labor-Tour durch Screen-Recording erläutern. Sie beschreibt knapp die Icons, die als Buttons in der Anwendung genutzt werden, und das Ziel des 360°-Lernszenarios – sowohl in Bezug auf den Lerninhalt als auch die geschichtliche Komponente. Im gesamten Tourverlauf wird es in der Navigationsleiste einen Schnellzugriff zu dieser Spielanleitung (Video, pdf-Datei) geben. Im Labor erhalten die Lernenden die Möglichkeit, Geräte und standardisierte Arbeitsabläufe in Prinzip und Wirkungsweise zu verstehen und potentielle Fehlerquellen zu erkennen, indem sie auf unterschiedliche Buttons treffen, die als Pop-Up jederzeit wieder schließbar sind. Diese sind an gesellschaftlich konnotierte Symbole angelehnt und dienen als Orientierungshilfe. Die Buttons umfassen textuelle/audiovisuelle Informationen, Interaktivitäten, Quiz für direktes Feedback und zum Erreichen des nächsten Levels sowie Elemente, die die Geschichte vorantreiben und Denkanstöße (z. B. Memo-Zettel eines Professors) für die weitere Arbeit im Labor geben. Des Weiteren werden Detailaufnahmen integriert, z. B. von Verbrauchsmaterialien oder Geräteeinstellungen, die das didaktische Potential erweitern.

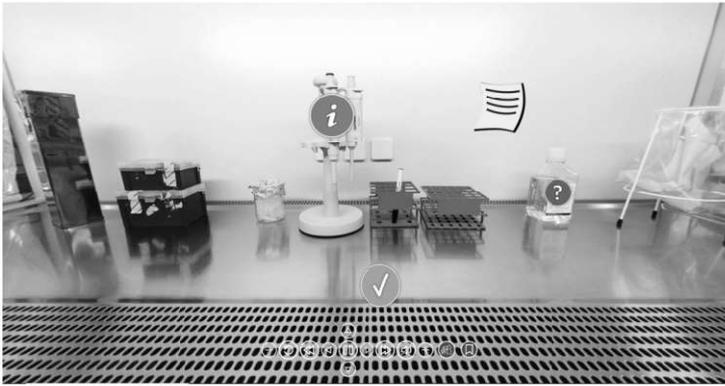


Abb. 1: Auszug aus der 360°-Tour des Labors



Abb. 2: genutzte Buttons

Die Lernenden werden linear durch den Ablauf des Experimentes geführt, leitend dabei ist die Story. Generell ist es ihnen zu jeder Zeit in der Anwendung möglich, sich jeden Ausschnitt des Labor-Panoramas anzusehen und näher an Objekte heranzutreten. Allerdings finden die Lernenden lediglich an den Bildausschnitten anklickbare Buttons, die für den aktuellen Arbeitsschritt essentiell sind.

Nach Abschluss des *virtuellen Laborführerscheins* können Lehrende bei den Lernenden auf ein einheitliches Basiswissen aufbauen.

3. Ausblick

Der Prototyp soll in einem nächsten Schritt finalisiert, in einem Pretest überarbeitet und anschließend in die Lehre implementiert sowie die Anwenderperspektive reflektiert werden. Da sich, basierend auf Erfahrungen, die digital aufgenommenen Substanzen und Gerätschaften selten ändern, kann das virtuelle 360°-Labor lehrstuhlübergreifend längerfristig ohne umfangreiche Anpassungen eingesetzt werden. Die technische Wartung wird durch die Medientechnik abgesichert, Wissensinhalte werden durch den Fachbereich angepasst. Als weitere Herausforderung ist zu klären, ob die Lernanwendung nur auf der universitätsinternen Lernplattform für eingeschriebene Studierende zur Verfügung steht oder auch extern darauf zugegriffen werden darf. Dies würde den Openness-Gedanken (OER) bestärken. Bei der Erstellung weiterer virtueller 360°-Labore oder anderer 360°-Lernanwendungen kann auf weitreichende Erfahrungen in der mediendidaktischen Konzeption zurückgegriffen werden. Diese Erfahrungen und Ergebnisse in Bezug auf den Erarbeitungsprozess des virtuellen 360°-Labors sollen der Forschungsgemeinschaft und Lehrinstitutionen zur Verfügung gestellt werden.

Literatur

- Blaser, N. (2019). Identifizierung von Merkmalen wissenschaftlicher 360°-Videos: Literaturüberblick und vergleichende Videoanalyse. *SCIENCE IN PRESENTATIONS Arbeitsberichte* (Nr. 8). https://wmk.itz.kit.edu/downloads/SIP_Arbeitsbericht_8.pdf (24.03.2020)
- Clemons, T.D., Fouché, L., Rummey, C., Lopez, R. E. & Spagnoli, D. (2019). Introducing the First Year Laboratory to Undergraduate Chemistry Students with an Interactive 360° Experience. *Journal of Chemical Education*, 96, 1491–1496. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00861>
- Fleuren, D. (2016). Open MINT Labs: Mit virtuellen Laboren zu höherem Lernerfolg. In S. Aßmann, P. Bettinger, D. Bücker, S. Hofhues, U. Lucke, M. Schiefner-Rohs, C. Schramm, M. Schumann & T. van Treeck (Hrsg.), *Lern- und Bildungsprozesse gestalten* (S. 141–150). Medien in der Wissenschaft. Münster, New York: Waxmann.
- Hebbel-Seeger, A. (2018). 360°-Video in Trainings- und Lernprozessen. In U. Dittler & C. Kreidl (Hrsg.), *Hochschule der Zukunft – Beiträge zur zukunftsorientierten Gestaltung von Hochschulen* (S. 265–290). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-20403-7_16
- EDUCAUSE (2019). *EDUCAUSE Horizon Report – 2019 Higher Education Edition*. <https://library.educause.edu/-/media/files/library/2019/4/2019horizonreport.pdf> (27.03.2020)
- Klingauf, A., Funk, J., Lüüs, A. & Schmidt, L. (2019). Wirkung von interaktiven 3D-360°-Lernvideos in der praktischen Ausbildung von Handwerkern: Vergleich von 3D-360°-Lernvideos mit konventionellen Lernvideos in Bezug auf den praktischen Lernerfolg auf einer Lehrbaustelle. N. Pinkwart & J. Konert (Hrsg.), *DELFI 2019* (S. 145–156). Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V.
- Rupp, M. A., Odette, K. L., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Smither, J. A. & McConnell, D. S. (2019). Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360-degree videos. *Computer & Education*, 128, 256–268. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.015>
- Sheikh, A., Brown, A., Watson, Z. & Evans, M. (2016). Directing attention in 360-degree-video. *The Best of IET and IBC 2016–2017*, 8, 43–47. <https://doi.org/10.1049/ibc.2016.0029>