

Haack, Matthias; Jambor, Thomas N.

Seamless Learning im problembasierten Flipped Classroom mit einem Remote Lab

Müller Werder, Claude [Hrsg.]; Erlemann, Jennifer [Hrsg.]: *Seamless Learning - lebenslanges, durchgängiges Lernen ermöglichen*. Münster ; New York : Waxmann 2020, S. 101-110. - (Medien in der Wissenschaft; 77)



Quellenangabe/ Reference:

Haack, Matthias; Jambor, Thomas N.: Seamless Learning im problembasierten Flipped Classroom mit einem Remote Lab - In: Müller Werder, Claude [Hrsg.]; Erlemann, Jennifer [Hrsg.]: *Seamless Learning - lebenslanges, durchgängiges Lernen ermöglichen*. Münster ; New York : Waxmann 2020, S. 101-110 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-265516 - DOI: 10.25656/01:26551

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-265516>

<https://doi.org/10.25656/01:26551>

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-License: <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 Studiengang 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

<i>Matthias Haack und Thomas N. Jambor</i> Seamless Learning im problembasierten Flipped Classroom mit einem Remote Lab.....	101
--	-----

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

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

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

Kurzbeiträge

<i>Svenja Bedenlier und Claudia Schmidt</i> Digitalisierung hochschulischer Lehre und der <i>third space</i> : Hochschulprofessionelle als WegbereiterInnen für <i>seamless learning</i> ?	145
--	-----

<i>Clément Compaoré</i> Entwicklung eines Blended-Learning-Konzepts für den Sprachunterricht an der Volkshochschule München im coronabedingten Notbetrieb	151
---	-----

<i>Gregor Damnik, Sindy Riebeck, Fritz Hoffmann, Christin Nenner und Nadine Bergner</i> Lehramtsstudierende mit Mikrofortbildungen aktiv auf den Beruf vorbereiten	159
--	-----

<i>Luci Gommers</i> Seamless learning through students' eyes A qualitative case study on students' perception of seams in cross-contextual learning	165
--	-----

<i>Kai Matuszkiewicz und Franziska Weidle</i> Neue Welten erkunden Die (hochschul-)didaktischen Potenziale der Welthaftigkeit virtueller Medienumgebungen	171
--	-----

<i>Claude Müller, Christian Rapp, Jennifer Erlemann, Jakob Ott, Andrea Reichmuth und Daniel Steingruber</i> <i>myScripting</i> – 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

Seamless Learning im problembasierten Flipped Classroom mit einem Remote Lab

Zusammenfassung

In diesem Beitrag werden ein fachdidaktisches Konzept erläutert und die Evaluationsergebnisse vorgestellt. Das Konzept ermöglicht die Aktivierung von großen Kohorten in einem Hörsaal. Im Rahmen von problemlösungsorientierten Lernsituationen planen, realisieren und kontrollieren die Studierenden selbstständig Problemlösungen. Die einzelnen Phasen finden dabei sowohl in der Universität als auch zu Hause statt. Ein webbasiertes Lernsystem unterstützt das kollaborative Arbeiten während des gesamten Problemlöseprozesses an den unterschiedlichen Lernorten. Mit dem *Remote Lab Management System* haben die Studierenden die Möglichkeit, implementierte Lösungen aus der Ferne an dem realen Produkt zu kontrollieren und die einzelnen Phasen standortunabhängig durchzuführen. Die Evaluationsergebnisse zeigen, dass die Studierenden sich stärker im Mittelpunkt der Lernsituation fühlen und eine bessere Verknüpfung zwischen Theorie und Anwendung herstellen können.

1. Einleitung

Seit der Jahrtausendwende ist die Zahl der Studienanfänger/-innen in den Ingenieursfächern an deutschen Universitäten gestiegen (Statistisches Bundesamt, 2018). Durch die steigenden Zahlen ergeben sich Herausforderungen bei der Gestaltung universitärer Lehrveranstaltungen mit mehreren Hundert Teilnehmenden. Die Interaktion zwischen Lernenden und Lehrenden ist dabei eine mögliche Form der Aktivierung. Die Bedeutung der Aktivierung der Lernenden wird an mehreren beobachtbaren Phänomenen deutlich (z.B. steigende Aufmerksamkeit und Motivation von Lernenden) (Haack & Jambor, 2018).

Neben der Aktivierung der Studierenden müssen sowohl Gründe für Studienabbrüche als auch Anforderungen an zukünftige Ingenieurinnen und Ingenieure bei der Entwicklung innovativer didaktischer Konzepte für Universitäten berücksichtigt werden. Auf der einen Seite bricht jede/r dritte Studierende an einer deutschen Universität in den Ingenieurwissenschaften sein/ihr Studium ab. Zu den häufigsten Gründen gehören u. a. mangelnde Studienmotivation und der Wunsch nach mehr Anwendungsbezug (Heublein et al., 2017). Auf der anderen Seite steigen die Anforderungen an Ingenieurinnen und Ingenieure. Von ihnen werden gute Selbstlern- und Kooperationskompetenzen als auch Problemlösefähigkeiten erwartet (Die Bundesregierung, 2020).

In diesem Beitrag stellen die Autoren ein lernendenzentriertes fachdidaktisches Konzept sowie die Evaluationsergebnisse der ersten Erprobung vor. Das Konzept basiert auf dem Problembasierten Lernen (PBL) und hat das Ziel, eine große Kohorte an

Studierenden in einem Hörsaal zu aktivieren. Die Lernsituation findet im Hörsaal sowie zu Hause bei den Studierenden statt. Sie wird von multimedialen Lernmaterialien, mobilen Endgeräten und einem Lernsystem unterstützt.

Im Folgenden werden zunächst aktuelle, für das Konzept relevante Forschungsergebnisse vorgestellt. Anschließend wird das von den Autoren entwickelte fachdidaktische Konzept und Lernsystem (inkl. Remote Labor (RL)) vorgestellt. Das Kapitel schließt mit einer Diskussion der Übertragbarkeit des Konzeptes auf andere Disziplinen ab. Im Anschluss werden das Forschungsdesign, die Evaluationsergebnisse und die daraus resultierenden Schlussfolgerungen erläutert. Der Beitrag endet mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick auf weitere Forschungsaktivitäten.

2. Stand der Forschung

Im Folgenden werden zunächst der Begriff RL definiert sowie Vor- und Nachteile erläutert. Abschließend werden das Konzept des Flipped Classroom Models (FCM) und PBL vorgestellt sowie relevante Forschungsergebnisse dargelegt.

2.1 Remote Labore

Ein RL ist ein Versuchsaufbau, bei dem Lernende über eine grafische Benutzeroberfläche im Internet/Intranet die Möglichkeit haben, ein örtlich entferntes Experiment durchzuführen. Die Fernsteuerung beinhaltet dabei die Elemente der Konfiguration, Steuerung, Beobachtung und Auswertung des Experiments (Mendes et al., 2016 und Hoffmann et al., 2016).

Als Vorteile eines RL sind die zeitliche und örtliche Verfügbarkeit (on demand) zu nennen. Diese Entgrenzung entspricht im Sinne des Seamless Learning mit Bildungstechnologien einer formellen Lernsituation außerhalb der Bildungseinrichtung (Typ II nach So, Kim & Looi, 2008). Ferner sei auf die motivierende Wirkung von RL auf Studierende sowie die größere Sicherheit für den Menschen verwiesen. Nachteil eines RL ist die eingeschränkte Sinneswahrnehmung gegenüber Präsenzveranstaltungen (Ma & Nickerson, 2006).

2.2 Flipped Classroom

Im FCM sind die Lernorte gegenüber dem traditionellen Ansatz vertauscht. Die Lernenden arbeiten sich zu Hause individuell in ein Thema ein (Lage, Platt & Treglia, 2000). In der Lehrveranstaltung werden die Aufgaben kollaborativ gelöst. Ziel des Konzeptes ist es, die gemeinsame Zeit in der Veranstaltung für interaktive Aktivitäten optimal zu nutzen (Papadopoulos & Roman, 2010).

Mason et al. zeigen, dass die Studierenden im FCM bessere Leistungen beim Problemlösen erbringen (Mason, Shuman & Cook et al., 2013). Der Lernerfolg der Ler-

nenden im FCM kann jedoch von der Zielgruppe abhängen (Bland, 2010). Mit steigender Komplexität und Abstraktion des Inhalts ist es schwieriger, sich selbstständig in ein Thema einzuarbeiten. Ein Problem dieses Ansatzes ist die Tatsache, dass sich einige Studierende nicht auf die Präsenzveranstaltung vorbereiten (Kellogg, 2009).

2.3 Problembasiertes Lernen

Das PBL ist eine ganzheitliche Methode, bei der die Lernenden im Mittelpunkt der Lernsituation stehen (Şendağ & Odabaşı, 2009). Sie identifizieren, modellieren, lösen und überprüfen selbstständig Probleme in einer Lernsituation. Beim PBL werden fachliche (Vosinakis et al., 2011), personale und methodische Kompetenzen gefördert (Almulla, 2019).

In unterschiedlichen Studien wird gezeigt, dass PBL einen positiven Einfluss auf die Motivation, die Neugier und den Informationsaustausch der Lernenden hat (Şendağ & Odabaşı, 2009 und Almulla, 2019). Des Weiteren kann PBL einen positiven Einfluss auf die Leistung der Studierenden haben (Almulla, 2019).

2.4 Fachdidaktisches Konzept

Im Folgenden wird das fachdidaktische Konzept erläutert und begründet. Die Umsetzung wird durch ein Lernsystem ermöglicht, welches anschließend präsentiert wird. Abschließend folgt eine Diskussion zur Übertragbarkeit des Konzeptes.

2.5 Lernendenzentrierte aktivierende Lehre

Das Konzept hat das Ziel, große Kohorten von Studierenden (ca. 100 und mehr) mit inhomogenen Vorkenntnissen in einem Hörsaal zu aktivieren. Das Konzept basiert auf einem FCM- und PBL-Ansatz. Der Ausgangspunkt der Lernsituation (vgl. Abb. 1) ist daher eine (technische) Problemstellung, die sich auf ein Problemprodukt (z. B. eine Fabrikanlage) bezieht.

Zu Hause *informieren* sich die Studierenden über die Problemstellung sowie das Problemprodukt. Über ein Lernsystem (vgl. Kap. 3.2) stellt die Lehrperson dazu multimediale Lernmaterialien (Texte, Videotutorials und Präsentationen) bereit. Die Studierenden können mit einem Webbrowser auf dem Laptop, Tablet oder Smartphone auf das Lernsystem zugreifen. Anschließend folgt die Phase der *Vorbereitung*. Sie umfasst dabei die zwei Schritte der Planung von Problemlösungen (z. B. ein Zeitablaufdiagramm) und der Entscheidung zwischen verschiedenen Lösungsansätzen. Die Entscheidung wird durch automatisch auswertbare Quiz im Lernsystem unterstützt. Ferner können die Studierenden im Lernsystem Lerngruppen bilden. Studierende der gleichen Lerngruppe können gegenseitig hochgeladene Planungsergebnisse sowie Quizergebnisse einsehen. Diese Vorbereitung findet außerhalb der Präsenzveranstaltung

statt und wird als Home-Setting bezeichnet. Die Präsenzveranstaltung wird dagegen als University-Setting bezeichnet.

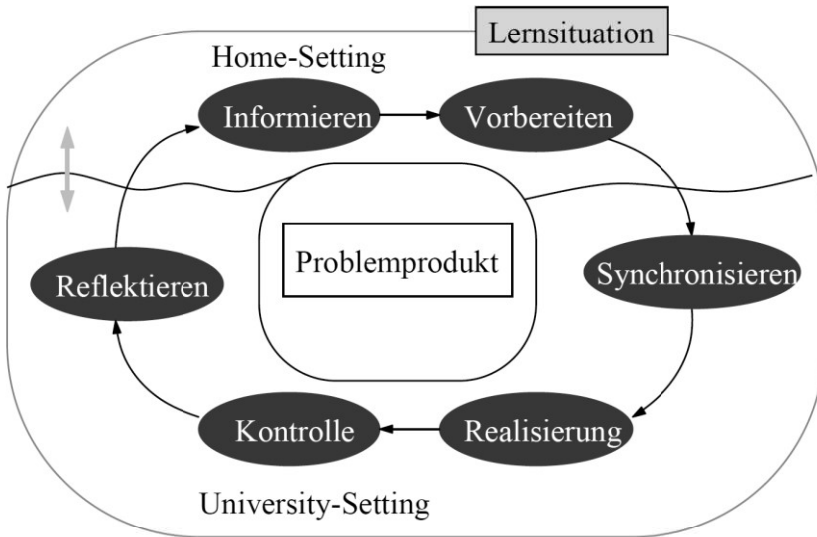


Abb. 1: Fachdidaktisches Konzept

Im University-Setting bespricht die Lehrperson in der Phase *Synchronisieren* mit den Studierenden im Plenum die Ergebnisse der Vorbereitung. Sie geht dabei speziell auf häufig falsch beantwortete Quizfragen ein. Ferner diskutiert sie im Plenum unterschiedliche Planungsergebnisse. Anschließend *realisieren* die Studierenden ihre Lösung in Gruppen. Sie nutzen dafür ihre Planung bzw. die im Plenum ausgewählte Planungsoption. Die Realisierung erfolgt ggf. unter Zuhilfenahme mobiler Endgeräte (z. B. zur Implementierung eines Programms). Die Lehrperson unterstützt die Lernenden bei Problemen. Danach werden im Plenum exemplarisch Lösungen von Studierenden vorgestellt und somit *kontrolliert*. Die Lehrperson bringt dazu ein Modell des Problemprodukts mit in den Hörsaal und wendet die Lösung der Studierenden auf das Problemprodukt an (z. B. Ausführung eines Steuerungsprogramms). Durch Beobachtung der Reaktion des Problemprodukts wird die Lösung in einer echten Umgebung kontrolliert. Die Studierenden diskutieren im Plenum die Lösung und schlagen ggf. Verbesserungen vor. Das University Setting schließt mit einer Reflexionsphase ab. Die Studierenden *reflektieren* den Prozess des Problemlösens. Hierfür werden Tools im Lernsystem genutzt. Aufgrund der großen Kohorte können nicht alle Programme vor Ort im Hörsaal kontrolliert werden. Daher ist das Problemprodukt Teil eines RL. Somit können alle Studierenden auch von zu Hause ihre Lösungen über das RL an dem Problemprodukt kontrollieren.

In Abhängigkeit vom Umfang der Problemstellung kann eine Learning Unit mehrere University- und Home-Settings umfassen. Daher kann es vorkommen, dass die Vorbereitung im University Setting und eine Realisierung, Kontrolle oder Reflexion im Home-Setting stattfindet. In Abb. 1 wird diese Flexibilität durch einen vertikalen

Doppelpfeil zwischen den beiden genannten Settings dargestellt. Diese Flexibilität ist im klassischen FCM nicht vorgesehen und stellt daher ein Alleinstellungsmerkmal des Konzeptes dar. Die Umsetzbarkeit dieser örtlichen und zeitlichen Entgrenzung der Phasen wird durch das Lernsystem ermöglicht, welches in Kap 3.2 erläutert wird. Im Folgenden wird das vorgestellte Konzept begründet.

Die Autoren haben den PBL-Ansatz gewählt, da die Tätigkeiten eines Ingenieurs aus komplexen Problemstellungen (z.B. einem Lasten- und Pflichtenheft) hervorgehen. Dies hat sich in anderen Untersuchungen bereits bewährt (Gomes & Bogosyan, 2009).

Neben dem PBL-Ansatz ist der Ablauf der Lernsituation an die Makromethode und das fachdidaktische Konzept der Handlungsorientierung angelehnt. Die Handlungsorientierung ist ein ganzheitlicher Ansatz, bei der die Lernenden im Zentrum der Lernsituation stehen. Das Handeln der Lernenden ist in allen Phasen bezogen auf ein Handlungsprodukt und hat einen Bezug zur späteren Tätigkeit als Ingenieur/in bzw. Naturwissenschaftler/in. Dies ist ein Wunsch, der häufig von Studienabbrechern geäußert wird. Die Verwendung eines Handlungsproduktes, welches exemplarisch für ein reales Modell steht, verdeutlicht diesen Bezug. Zudem fördert es die intrinsische Motivation (Almulla, 2019).

Überdies ist das FCM Bestandteil des fachdidaktischen Konzeptes. Der Grund hierfür ist, dass in universitären Lehrveranstaltungen Studierende aus unterschiedlichen Studiengängen teilnehmen. Daher sind die Vorkenntnisse häufig inhomogen. Durch eine individuelle Vorbereitung können die Studierenden sich selbstgesteuert in das Thema einarbeiten. Ferner werden durch die Bereitstellung multimedialer Lernmaterialien unterschiedliche Lerntypen berücksichtigt. Dies hat sich in anderen Untersuchungen der Autoren bereits bewährt (Haack & Jambor, 2017). Darüber hinaus kann die gemeinsame Zeit im Hörsaal so für kollaboratives Lernen genutzt werden.

2.6 Lernsystem

Zur Umsetzung des Konzeptes wird ein selbstentwickeltes Lernsystem verwendet. Dies besteht aus mehreren Teilsystemen, welche im Folgenden erläutert werden.

Ein zentrales Teilsystem ist das *Remote Lab Management System*. Über dieses System haben die Studierenden die Möglichkeit, ihre Ergebnisse aus der Phase Realisieren hochzuladen und auf das Problemprodukt anzuwenden. Nach der Ausführung steht den Studierenden eine Video- und Fehlermeldungsdatei zur Verfügung. Studierende derselben Lerngruppe haben die Möglichkeit, diese Feedbackdaten untereinander einzusehen. Dieses Teilsystem ermöglicht somit kollaboratives Lernen an unterschiedlichen Lernorten. Darüber hinaus ermöglicht die durchgängige zeitliche Verfügbarkeit des RL ein *Learning on Demand* für die Studierenden. Überdies hat die Lehrperson die Möglichkeit, den Zugriff auf das RL zu steuern, Warteschlangen zu verwalten und Diagnoseprogramme zu starten.

Im *Quizsystem* können die Lernenden an automatisch auswertbaren Quizformaten (z.B. Single Choice, Multiple Choice, Sortieraufgaben) teilnehmen. Ferner können

sie nach der Teilnahme die Musterlösung und die Ergebnisse der Studierenden derselben Lerngruppe einsehen. Darüber hinaus existiert eine Top-20-Liste mit den besten Quizteilnehmern. Diese Bestenliste dient der Motivation der Studierenden. Ferner können Fehlvorstellungen durch ein frühes Feedback im Home-Setting identifiziert und vermieden werden. Auch die Rückmeldung über richtige Antworten ist wichtig, damit der/die Studierende sich sicher sein kann, dass seine/ihre Vorstellung korrekt ist. Der Dozierende kann ein Quiz erstellen, editieren und Quizstatistiken einsehen.

Das *Hörsaalsystem* unterstützt die Lehrperson im Hörsaal. Die Studierenden können auf einem Sitzplan des Hörsaals ihren Sitzplatz markieren. Ferner können sie mit einer Ampel auf Probleme aufmerksam machen. Dazu stellen sie die Farbe Grün („kein Problem“), Gelb („kleines Problem, aber ich kann weiterarbeiten“), Rot („ohne Hilfe komme ich nicht weiter“) ein. Ferner können die Studierenden ihren Bearbeitungsfortschritt auf einer Skala einstellen. Der Dozierende kann in einer Übersicht alle aktuellen Probleme der Studierenden einsehen. Somit ist es ihm möglich, priorisiert Studierende zu unterstützen. Überdies kann er eine Statistik des Bearbeitungsfortschritts sehen. Diese Funktion hilft der Lehrperson, die benötigte Bearbeitungszeit besser einschätzen zu können. Darüber hinaus haben Studierende die Möglichkeit, sich virtuell zu melden. Die Lehrperson kann von Studierenden, welche sich melden, alle hochgeladenen Lösungen einsehen und herunterladen. Dies erleichtert ihr während der Lehrveranstaltung, Lösungen von Studierenden über den Beamer zu präsentieren und auf das Problemprodukt anzuwenden.

2.7 Übertragbarkeit des Konzeptes

In diesem Kapitel wird die Übertragbarkeit des Konzeptes auf andere Disziplinen diskutiert. Dabei werden zunächst die Einschränkungen durch die wissenschaftlichen Disziplinen, in welchen das Konzept eingesetzt werden könnte, erläutert. Anschließend werden Einschränkungen genannt, welche aus der Zugriffsmöglichkeit von Studierenden auf das Problemprodukt resultieren.

Ausgangspunkt jeder Lernsituation ist eine komplexe realitätsnahe Problemstellung, die sich auf ein (immaterielles) Problemprodukt bezieht, exemplarisch für ein reales Objekt steht und aus dem zukünftigen beruflichen Tätigkeitsfeld stammt. Das Problemprodukt muss komplex und realitätsnah sein, sodass sich Lösungen von Problemstellung daran planen, realisieren und kontrollieren lassen.

Hierbei sind Problemprodukte aus den Bereichen *Informatik*, *Naturwissenschaften* und *Technik* (INT) schnell gefunden, ohne auf die Eigenschaften des Problemproduktes zu achten. In Bereichen wie z. B. *Mathematik*, *Wirtschaftswissenschaften* sowie der *Geisteswissenschaft* existieren solche Problemprodukte nicht. Insbesondere haben die beiden zuletzt genannten Disziplinen die Gesellschaft oder Individuen als nicht eindeutig kontrollierbare Variable. In der *Medizin* stehen die Patienten im Mittelpunkt der Lernsituation. Menschen oder Tiere als Versuchsobjekt (Problemprodukt) zu benutzen ist ethisch nicht vertretbar, sodass hier nur immaterielle Problemprodukte in Form von Falldarstellungen, Simulationen oder AR-/VR-Szenarien möglich sind. Die-

se erlauben jedoch keine direkte Realisierung und Kontrolle der Problemstellung. Überdies ist das Üben von psychomotorischen Fähigkeiten (z. B. Operationstechniken) in AR-Szenarien denkbar. Allerdings werden in diesem Konzept keine psychomotorischen Lernziele verfolgt. Aus diesen Gründen ist dieses Konzept für Lehrveranstaltungen der Medizin nur begrenzt geeignet.

Ausgehend von der Einschränkung, Lehrveranstaltungen aus INT-Studiengängen zu fokussieren, werden im Folgenden *Eigenschaften des Problemproduktes* betrachtet. Damit die Studierenden das Problemprodukt nicht nur im *University-Setting* über die Projektion des Beamers sehen, sondern dies auch als real vorhandenes System in der Lehrveranstaltung wahrnehmen, muss dieses transportabel sein. Dies schränkt insbesondere die Größe und das Gewicht ein. Ferner erhalten die Studierenden Fernzugriff auf das Problemprodukt (RL). Somit muss es möglich sein, das Problemprodukt automatisch in eine Ausgangslage zu versetzen. Des Weiteren sind Sicherheitsaspekte (chemische Reaktionen, Kurzschlüsse, mechanische Zerstörung) bei Auswahl und Aufbau des Problembezugssystems zu beachten. Ferner muss die technische Betreuung und Wartung des RL gewährleistet sein.

Weitere Einschränkungen können *fachspezifisch* auftreten. Beispielsweise lassen sich im Bereich der Nanotechnologie aufgrund der Größe nicht immer geeignete Problemprodukte für ein RL finden. Weitere einschränkende Eigenschaften von Problemprodukten sind Gewicht, Kosten, Fernzugriffsmöglichkeiten auf Geräte. Darüber hinaus sind viable Problemprodukte nicht immer eindeutig. Beispielsweise sind Motoren eindeutige Problemprodukte für die Grundlagen der elektrischen Energiewandlung. Bei den Grundlagen der Elektrotechnik könnten dies Komponenten eines Smart Home oder eines Automobils sein.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Übertragung des Konzeptes auf Lehrveranstaltungen in den Ingenieurs- und Naturwissenschaften möglich ist. Hierbei können jedoch spezielle Probleme bei dem Auffinden, der Wahl und dem Aufbau auftreten. Überdies stößt die Interaktion mit virtuellen Problemprodukten, unter technischen und motivatorischen Aspekten, an Grenzen.

3. Evaluation

In der Lehrveranstaltung Industrielle Steuerungstechnik und Echtzeitsysteme ist das Konzept im Sommersemester 2019 erstmals erprobt und evaluiert worden. An der Veranstaltung haben über 100 Studierende (Experimentalgruppe, EG) teilgenommen. Die Kontrollgruppe (KG) in dieser Untersuchung sind die Teilnehmenden aus dem Sommersemester 2018. Es wird die allgemeine universitätseinheitliche Evaluation herangezogen, um die Akzeptanz und Durchführbarkeit des Konzeptes zu bewerten. Die Evaluation fand online nach zwei Dritteln der Vorlesungszeit während des University-Settings statt.

Zur Evaluation werden die sieben Kriterien die „Struktur der Lehrveranstaltung“, das „Lernklima im Hörsaal“, der „Lernerfolg“, die „Aktivierung der Studierenden“, der „Medieneinsatz“, die „verständliche Präsentation der Lerninhalte“ sowie die „Verknüp-

fung zwischen Theorie und Praxis“ herangezogen. Jedes Kriterium konnte mit den Schulnoten eins bis fünf bewertet werden. Im ersten Schritt der Auswertung werden die Mittelwerte von EG (n=10) und KG (n=66) zu den Kriterien berechnet. Im zweiten Schritt wird die Differenz der Mittelwerte (KG–EG) berechnet und bewertet.

Abb. 2 zeigt die Ergebnisse der ausgewerteten Fragebögen. Bei den Kriterien *Struktur* und *Lernklima* lässt sich eine Differenz von -0,1 bzw. 0,1 der Mittelwerte feststellen. Die Differenz ist sehr gering, weshalb hieraus keine Schlussfolgerungen möglich sind.

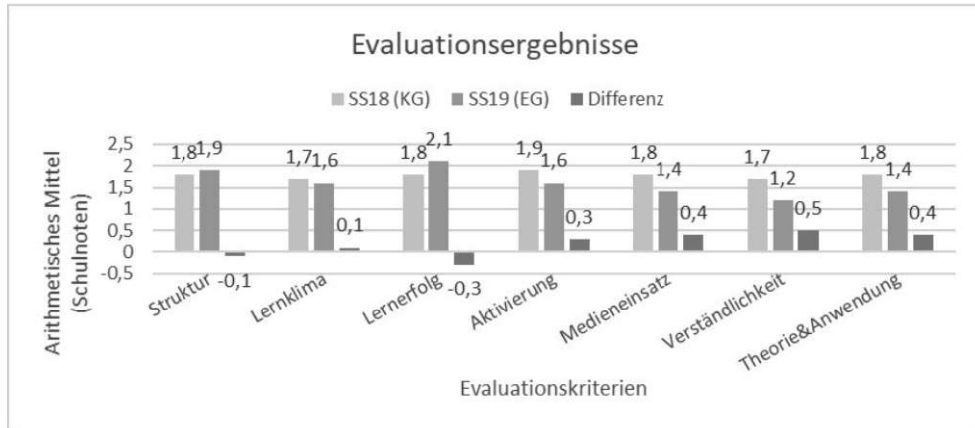


Abb. 2: Bewertung des fachdidaktischen Konzeptes

Das Kriterium *Lernerfolg* hat sich dagegen eindeutig verschlechtert (-0,3). Ursächlich hierfür sind u.E. zwei Aspekte. Zum einen ist im University-Setting zu beobachten gewesen, dass einige Studierende nicht vorbereitet erschienen. Dies führte dazu, dass es diesen Studierenden im University-Setting schwerfiel, die Problemlösung zu realisieren. Zum anderen war zu beobachten, dass nicht alle Studierenden ihre Lösung über das RL von zu Hause aus kontrolliert haben. In den letzten zwei Wochen vor der Klausur war das RL dagegen erhöht frequentiert. Insgesamt ist das RL jedoch nur von einem Drittel der Studierenden benutzt worden. Bei der Auswertung der Klausurergebnisse lässt sich zeigen, dass es eine stark signifikante Korrelation zwischen der erreichten Gesamtpunktzahl und den Benutzungsfällen des RL gibt (Haack & Jambor, 2020). Dies bedeutet, dass das Konzept zwar zu besseren Lernerfolgen führen kann, jedoch nicht von allen Studierenden genutzt wird.

Die Kriterien *Aktivierung*, *Medieneinsatz*, *Verständlichkeit* sowie der *Theorie- und Anwendungsbezug* haben sich zwischen 0,3 bis 0,5 verbessert. Aus den Ergebnissen kann geschlussfolgert werden, dass das übergeordnete Ziel, die Aktivierung von großen Kohorten in einem Hörsaal, erreicht werden kann. Ferner scheinen der Ansatz des PBL sowie Maßnahmen zur Binnendifferenzierung (FCM, multimediale Materialien) für die Verknüpfung zwischen theoretischen Inhalten und deren Anwendung im Rahmen der späteren Tätigkeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur geeignet.

4. Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag ist ein fachdidaktisches Konzept erläutert worden, das PBL unter Aktivierung von großen Kohorten in einem Hörsaal ermöglicht. Die Phasen sind dabei nach dem FCM verortet (Seamless Learning Typ I und II nach So et al., 2008). Im Mittelpunkt der Lernsituation steht ein Problemprodukt, welches Teil eines RL ist. Das RL ist in ein Lernsystem eingebunden, das nicht nur die Kontrolle der Problemlösung auf dem Problemprodukt ermöglicht, sondern auch die Planung und Realisierung in Lerngruppen unterstützt. Die Evaluationsergebnisse weisen einen positiven Effekt bei den Faktoren Aktivierung der Studierenden, Medieneinsatz, Verständlichkeit sowie Verknüpfung zwischen Theorie und Anwendung auf. Jedoch haben nicht alle Studierenden sich auf die Präsenzveranstaltung vorbereitet bzw. die Übung mit dem RL nachbereitet.

Aus diesem Grund wird das bestehende Konzept bei der erneuten Durchführung 2020 um ein Bonussystem erweitert. Die Studierenden können somit während der Vorlesungszeit Bonuspunkte für die abschließende Prüfung sammeln.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, den Zugriff auf das Lernsystem, einschließlich der Lernmaterialien, sowie den Zugriff auf das RL für jedermann zu öffnen. Dies käme einer OER-Plattform gleich und würde Seamless Learning des Typs III nach So und Looi ermöglichen (ebd.).

Literatur

- Almulla, M. A. (2019). The Efficacy of Employing Problem-Based Learning (PBL) Approach as a Method of Facilitating Students' Achievement. *IEEE Access*, 7, 146480–146494. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2945811>
- Bland, L. (2010). Applying Flip/Inverted Classroom Model In Electrical Engineering To Establish Life Long Learning. In *Annual Conference & Exposition*.
- Caldwell, J.E. (2007). Clickers in the Large Classroom. In E.L. Dolan (Hrsg.), *CBE – Life Sciences Education* (S. 9–20). Upper Saddle: Addison-Wesley. <https://doi.org/10.1187/cbe.06-12-0205>
- Die Bundesregierung (2020). *Naturwissenschaftler und ITler gesucht*. Verfügbar unter <https://www.makc-it-in-germany.com/dc/jobs/gefragte-berufe/naturwissenschaftler-it/>, Stand vom 27. März 2020
- Gomes, L. & Bogosyan, S. (2009). Current Trends in Remote Laboratories. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 56 (12), 4744–4756, doi: 10.1109/TIE.2009.2033293
- Haack, M. & Jambor, T. N. (2017). Implementierung von Videotutorials in mathematische Vorkurse. In G. Kammasch & J. Petzhold (Hrsg.), *Die 13. Ingenieurpädagogische Regionaltagung 2017*. Ingenieur-Pädagogische Wissensgesellschaft.
- Haack, M. & Jambor, T. N. (2018). Lernendenzentrierte aktivierende Lehre in einem Hörsaal mit großen Kohorten. In A. Dederichs-Koch, A. Mohnert, G. Kammasch (Hrsg.), *Die 13. Ingenieurpädagogische Regionaltagung 2018*. Bochum: Ingenieur-Pädagogische Wissensgesellschaft.
- Haack, M. & Jambor, T. N. (2020). Influence of Problem-Based Learning on Student Performance. In *Global Engineering Education Conference* (S. 295–299).

- Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J. & Woisch, A. (2017). *Zwischen Studiererwartung und Studienwirklichkeit*. Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung, Hannover.
- Hoffmann, M., Meisen, T. & Jeschke, S. (2016). Shifting Virtual Reality Education to the Next Level – Experiencing Remote Laboratories Through Mixed Reality. In S. Frerich et al. (Hrsg.) *Engineering Education 4.0*. Springer, Cham.
- Kellogg, S. (2009) Developing online materials to facilitate an inverted classroom approach. *39th IEEE Frontiers in Education Conference*, San Antonio, TX, 2009, (S. 1–6), doi: 10.1109/FIE.2009.5350621
- Kopf, S. Scheele, N. & Effelsberg, W. (2005). *The Interactive Lecture: Teaching and Learning Technologies for Large Classrooms*. Mannheim: Institut für Informatik.
- Lage, M. J., Platt, G. J. & Treglia, M. (2000). Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. *The Journal of Economic Education*, 31 (1), 30–43. <https://doi.org/10.1080/00220480009596759>
- Ma, J. & Nickerson, J. V. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories. *ACM Computing Surveys*, 38 (3). <https://doi.org/10.1145/1132960.1132961>
- Mason, G. S., Shuman, T. R. & Cook, K. E. (2013). Comparing the Effectiveness of an Inverted Classroom to a Traditional Classroom in an Upper-Division Engineering Course. *Transaction on Education*, 56 (4), 430–435. <https://doi.org/10.1109/TE.2013.2249066>
- Mendes, L. A., Li, L., Bailey, P. H., DeLong, K. R. & Alamo, J. A. del (2016). Experiment lab server architecture: A web services approach to supporting interactive LabVIEW-based remote experiments under MIT's iLab shared architecture. *2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation* (S. 293–305). Madrid. <https://doi.org/10.1109/REV.2016.7444486>
- Papadopoulos, C. & Roman, A. S. (2010). Implementing An Inverted Classroom Model In Engineering Statics: Initial Results. In *Annual Conference & Exposition*.
- Şendağ, S. & Odabaşı, H. F. (2009). Effects of an online problem based learning course on content knowledge acquisition and critical thinking skills. *Computers & Education*, 53 (1), 132–141. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.01.008>
- Statistisches Bundesamt (2018). *Anzahl der Studienanfänger/-innen im ersten Hochschulsemester in Deutschland in den Studienjahren von 1995/1996 bis 2017/2018*. Verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/4907/umfrage/studienanfaenger-in-deutschland-seit-1995/>, Stand vom 24. Februar 2020.
- So, H.-J., Kim, I., Looi, C.-K. (2008). Seamless Mobile Learning: Possibilities and Challenges Arising from the Singapore Experience. *Educational Technology International*, 9 (2), 97–121.
- Vosinakis, S., Koutsabasis, P. & Zaharias, P. (2011). *An Exploratory Study of Problem-Based Learning in Virtual Worlds* (S. 112–119), Third International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, Athens. doi: 10.1109/VS-GAMES.2011.22.