

Themenheft Nr. 56: Making & more: gemeinsam Lernen gestalten.

Herausgegeben von Bernadette Spieler, Manuela Dahinden, Klaus Rummler  
und Tobias M. Schifferle

## Didaktische Szenarien im Bereich Produktionstechnologien

**Eine explorative Erhebung zur Nutzung von neun Lehr- und Lernräumen in  
Wien und Niederösterreich**

Christoph Braun<sup>1</sup> , Matthias Steinböck<sup>2</sup> , David Haselberger<sup>2</sup>  und Fares Kayali<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Fachhochschule St. Pölten

<sup>2</sup> Universität Wien

### Zusammenfassung

*Dieser Artikel beschreibt die Ergebnisse einer explorativen Studie zur aktuellen Nutzungssituation von neun an Hochschulen in Ostösterreich angesiedelten Lehr- und Lernräumen im Bereich der digitalen Produktionstechnologien. Leitfadengestützt führten Forschende, die selbst in der Laborlehre, -gestaltung und -organisation eingebunden sind, bis zu einstündige semi-strukturierte Interviews mit den jeweiligen Lab-Expert:innen. Die damit erhobenen Daten wurden danach im Rahmen einer qualitativen inhaltlichen Analyse den Komponenten didaktischer Szenarien nach Reinmann (2015) zugeordnet. Daraus ergab sich sowohl, welche (teils spielerischen) Formen von Vermittlung, Aktivierung, Betreuung und Überprüfung zur Kompetenz- bzw. Wissensaneignung angewendet werden, als auch welche Alternativen aufgrund der Coronapandemie zur Online-Laborlehre geschaffen wurden. Die Untersuchung zeigt, dass sich die Nutzungssituation zwar bedingt durch inhaltliche Schwerpunkte und Zielgruppenausrichtung unterscheidet, jedoch die angewendeten Lehr-Lernszenarien vergleichbar sind. Dabei steht der spielerische Charakter des Ausprobierens und Kennenlernens im Vordergrund. Erkannt wurde ebenfalls, dass – aufgrund hohen organisatorischen, personellen und infrastrukturellen Aufwands – aktuell nur wenige tatsächlich durchführbare Online-Settings (z. B. Distanzlaborlehre) bestehen. Zudem erkennen die Autoren der Studie ein ungenutztes Potenzial der Labore in der zielgruppenübergreifenden Nutzung. So werden etwa die Labore zumeist nur für lediglich einige wenige bzw. ähnliche Zielgruppen (z. B. kleine und mittlere Unternehmen oder Lehrpersonen) genutzt. Die Autoren stellen in diesem Artikel beispielhaft dar, wie diese Räume weiteren Zielgruppen wie Schüler:innen, Studierende, Lehrende etc. für Aktivitäten im Wissenstransfer gemeinsam nutzbar gemacht werden können. Dazu werden abschliessend Empfehlungen hinsichtlich einer Nutzung für mehrere Zielgruppen sowie zur Integration von virtuellen und spielerischen Ansätzen in Form eines Beispielszenarios mit Praxisüberlegungen beschrieben. Dieses soll ein Angebot für bestehende Labs sein,*

*heterogenere Lerngruppen in Betracht zu ziehen, und die Ausgangsbasis für weitere empirische Untersuchungen hinsichtlich der Anwendbarkeit dieses Szenarios für diversere Gruppen darstellen.*

### **Didactic Scenarios in the Field of Production Technologies. Exploring the Usage of Teaching and Learning Spaces in Vienna and Lower Austria**

#### **Abstract**

*This article presents the results of an explorative study of the current situation to the usage of nine teaching and learning spaces located at universities in the East of Austria in the field of digital production technologies. Researchers who are themselves involved in laboratory teaching, design and organization conducted up to one-hour semi-structured interviews with the respective lab experts. The data collected this way were then assigned to the components of didactical scenarios according to Reinmann (2015). The outcomes showed which (partly playful) forms of transfer, activation, support, and assessment are used for the gaining competence and knowledge, as well as which possibilities were created for online laboratory teaching due to the corona pandemic. The study shows that although the premises differ in terms of content and target group orientation, the teaching-learning scenarios used are comparable. The playful character of playing and trying out is emphasized. It was also recognized that due to high organizational, personnel and infrastructural challenges, there are currently only few actually feasible online settings (e.g., distance laboratory teaching). In addition, the authors of the study recognize an untapped potential of the laboratories in the target group-oriented use. For example, laboratories are usually used for a few or similar target groups (e. g., small and medium-sized enterprises or teachers). In this article, the authors present how these spaces could be used for other target groups such as pupils, students, teachers, etc. for knowledge transfer activities. For this purpose, final recommendations regarding usage for several target groups, as well as for the integration of virtual and playful approaches, are described in the form of an example scenario with practical considerations. The article should be an offer to existing labs to consider more heterogeneous learning groups and provide the basis for further empirical investigations regarding the applicability of the practical example scenario for more diverse groups.*

#### **1. Einleitung**

Makers' Lab, FabLab oder Pilotfabrik – diese Bezeichnungen stellen nur einen Auszug an Benennungen von aktuell in Österreich an Hochschulen vorzufindenden und speziell für Produktionstechnologien gestalteten Lehr- bzw. Lernräumen dar. Die

häufig als eine Art Werkstatt dargestellten Räume sollen, wie Gerlich (2014) bereits schreibt, «effektiv» gestaltet sein, um damit gemeinschaftliche, aktive und kompetenzorientierte Lernsettings zu fördern. Die technische Ausstattung der Räume orientiert sich dabei neben Handwerkzeug auch an digitalen Produktionstechnologien. Wie Bohne (2013) darstellt, sind dies z. B. 3D-Drucker oder Lasercutter. Es finden sich aber mittlerweile auch Themen wie Roboter oder Augmented und Virtual Reality, welche dem Thema der Industrie 4.0 zugeordnet werden können, in diesen Räumen wieder (Verein Industrie 4.0 Österreich 2017). Wie auch Hirsch-Kreinsen et al. (2019) beschreiben, werden zudem sogenannte «Maker-Spaces» als Raum empfohlen, um neue Technologien der Industrie 4.0 auszuprobieren bzw. bewusst durch spielerisches Anwenden kennenzulernen. Je nach konkreter Ausstattung, werden dazu ebenfalls Lehr-Lernszenarien, z. B. als Workshopformat, für die jeweiligen Zielgruppen angeboten und in den Räumen abgehalten (Blikstein et al. 2019). Dabei werden zumeist Lehreinheiten zum allgemeinen Kennenlernen der Ausstattung bzw. der Technologien und zur Einschulung auf den Maschinen angeboten. Die Teilnehmenden sollen dabei zur selbstständigen Nutzung bzw. zur Inanspruchnahme der Technologien motiviert und für weitere Projektumsetzungen unterstützt werden.



**Abb. 1:** Foto des Makers' Lab der Fachhochschule St. Pölten, Österreich.

### **1.1 Ausgangslage und Problemstellung**

Bezogen auf die österreichischen Bundesländer Niederösterreich und Wien bestehen aktuell mehrere der beschriebenen Räume. So betreibt die Fachhochschule St. Pölten (Abbildung 1) etwa das «Makers' Lab» und die Universität Wien das «Computational Empowerment Lab». Die Ausstattung dieser hier stellvertretend genannten Labs orientiert sich an den von Bockermann et al. (2021) aufgelisteten Empfehlungen zum Grundinventar an Werkzeug und Maschinen. Wie ebenfalls von Dittert und Krannich (2013) beschrieben, zählen dazu die bereits genannten Technologien zur digitalen Fertigung wie Laserschneidemaschine, 3D-Drucker, Computer und

Tablets. Auch Werkbänke, Werkzeuge und Maschinen zur handwerklichen Bearbeitung von Werkstücken und Elektronikarbeitsplätzen inkl. Lötstation befinden sich in Kombination mit der beschriebenen Ausstattung in den Räumen. Die Autoren dieses Artikels bezeichnen das genannte Inventar als technologische Vergleichsbasis der Räume.

Die wesentliche Nutzung der Räume bildet deren Einbindung in hauseigene Lehrveranstaltungen und Projekte. Obwohl das Thema Making wie von Landwehr Sydow, Åkerfeldt und Falk (2021) geschrieben, bereits zielgruppenübergreifend gedacht wird, schreiben jedoch Braun, Kayali und Moser (2022) dass zumindest im «Makers' Lab» der FH St. Pölten bisher nur erste wenige Wissenstransferaktivitäten für weitere Zielgruppen wie Kinder, Jugendliche oder Unternehmen angeboten werden und diese lediglich einen geringen Anteil der Nutzung ausmachen. Eine Herausforderung in der Förderung der Nutzung dieser Räume durch weitere Zielgruppen stellt die jeweilige Gestaltung der Lehreinheiten dar. Beispielsweise bedarf es wie von Kaar und Sary (2019) untersucht, auch im Bereich dieser Labs eines didaktischen Konzepts zur Wissensvermittlung. Die Autoren verwenden in diesem Artikel dazu den Begriff des «didaktischen Szenarios». Auch wenn dieser Begriff in der Vergangenheit wie z. B. von Schulmeister (2006) oder auch von Hasanbegovic (2004) eine etwas variierende Definition erfahren hat, wird in diesem Artikel von einem praktisch orientierten Plan zur Abhaltung von Lehreinheiten nach der Strukturierung von Reinmann (2015) ausgegangen. Wie in ihrem Studententext beschrieben, beinhaltet ein didaktisches Szenario zumindest Informationen zu Einsatz und Gestaltung von Lehrmaterialien (Komponente Vermittlung), Aufgaben (Komponente Aktivierung) und begleitenden Kommunikationsmassnahmen (Komponente Betreuung).

1. *Komponente Vermittlung*: Hierbei handelt es sich um die Art der Übertragung bzw. den Transfer oder auch um die Darbietung der Inhalte an die Lernenden. Die Autoren verstehen darunter z. B. die Lerninhalte sprachlich, bildhaft oder auch interaktiv an die Lernenden zu vermitteln. Die Alternativen sind vielfältig, wobei sich dazu ebenfalls eine Auseinandersetzung mit den Grundlagen zu rezeptiven Lernprozessen wie z. B. bei Modellen von Mayer (2005) oder auch Schnotz (2005) im Bereich des multimedialen Lernens empfiehlt.
2. *Komponente Aktivierung*: Der Begriff selbst kann beschrieben werden als Gestaltung von Massnahmen, die der Motivierung, Einladung und Bindung von Lernenden zur produktiven und reproduktiven Auseinandersetzung mit den Lehrmaterialien dienen (Reinmann 2015). Die Massnahmen können dabei je nach Zielen, Inhalten und Materialien wieder unterschiedliche Formen aufweisen. Einzel- oder Gruppenarbeiten in Form von Diskussionen, Schnitzeljagden, Lückentexte, Quiz, Design- oder Projektaufträge sollen hierbei nur stellvertretend als Überblick für die Fülle an Alternativen zur Aufgabengestaltung genannt werden.

3. *Komponente Betreuung*: Ziel ist dabei, den Lernprozess für Lernende durch abgestimmte Elemente der Kommunikation zu fördern. Die Komponente beinhaltet Massnahmen, z. B. Instruktionen zum Erlernen der Bedienung einer Maschine in der Werkstatt oder die Abhaltung von Besprechungen zu erarbeiteten Aufgabenergebnissen und Massnahmen zur Unterstützung von kooperativen Lernsettings (Gruppenarbeiten). Es handelt sich um eine Art Bindeglied zwischen Vermittlung und Aktivierung, wobei Kommunikation in sehr unterschiedlichen Formen auftreten kann. So können Lehrende nach Reinmann (2015) beispielsweise als tutorielle und problemlösende Personen im didaktischen Szenario auftreten, oder auch feedbackgebende, soziale und weitere Rollen einnehmen.

Die einzelnen Bestandteile (Komponenten) des didaktischen Szenarios sollen sich laut dem Studientext von Reinmann (2015) an den zu Beginn der Planung einer Lehrereinheit definierten Zielgruppen und deren Lehr-Lernzielen orientieren. Ebenfalls sollte im Szenario ein dem Format adäquates Vorgehen zur Überprüfung der Erreichung der Lehr-Lernergebnisse (Assessment) bedacht werden. Buxton, Kay und Nutbrown (2022) verdeutlichen hierzu, dass das gewählte Prüfungsformat auch für den Bereich Making geeignet sein sollte.

### **1.2 Ziel und Forschungsfrage**

Aufgrund der im vorangegangenen Unterkapitel beschriebenen Herausforderung in der Gestaltung von didaktischen Szenarien und der damit bestehenden Barriere zur Nutzung von Lehr-Lernräumen für unterschiedliche Zielgruppen führten die Autoren dieses Artikels eine Untersuchung zu an Hochschulen in Wien und Niederösterreich angesiedelten Lehr- und Lernräumen zum Thema digitaler Produktionstechnologien durch. Ziel war es, einen aktuellen Überblick zur technischen Ausstattung sowie deren didaktischer Gestaltung und Anwendung zu erhalten. Aufgrund des gewählten explorativen Charakters stellten die Forschenden dazu folgende Forschungsfrage:

Wie gestalten sich aktuelle didaktische Szenarien in bestehenden Lehr-Lernräumen im Bereich der digitalen Produktionstechnologien an Hochschulen in Niederösterreich und Wien?

In den folgenden Kapiteln werden nun die methodische Herangehensweise sowie Erkenntnisse und Empfehlungen beschrieben. Lehrende, Laborverantwortliche und Forschende sollen damit in der Entwicklung neuer didaktischer Szenarien unterstützt und dadurch die Nutzung von bereits bestehenden Labs hinsichtlich diverser Zielgruppen gestärkt werden. Die Autoren möchten damit den Lesenden einen praxisorientierten Überblick zu aktuell praktizierten didaktischen Szenarien in diesen häufig – wie auch von Stickel et al. (2019) – als Maker- oder FabLab bezeichneten

Räumen liefern. Der Artikel soll somit die Umsetzung neuer bzw. weiterer Szenarien, aber auch den Aufbau- und weiteren Entwicklungsprozess derartiger Räume an Hochschulen unterstützen.

## **2. Methodik**

Von der Forschungsfrage (siehe 1.2) ausgehend wurden Lehr- und Lernräume in Wien und Niederösterreich in neun hochschulbildenden Institutionen (im Folgenden «Labs») über Onlinerecherchen und das soziale Umfeld der Forschenden identifiziert. Methodologisch wurden dabei mit einer Datenerhebung und einer Datenanalyse zwei Tätigkeitsbereiche unterschieden. Für die Datenerhebung wurden die Phasen Vorbereitung, Recherche, Erhebung und Aufbereitung durchlaufen. Für die Datenanalyse wurden drei Analyseschritte gesetzt. Die spezifischen Methoden wurden theoretisch informiert: Das leitfadengestützte Expert:inneninterview durch Gläser und Laudel (2010) und die qualitative Inhaltsanalyse durch Kuckartz (2018).

### **2.1 Datenerhebung**

Die Datenerhebung erfolgte in vier Phasen: Vorbereitung, Recherche, Erhebung und Aufbereitung.

1. In der zu Beginn der Studie startenden *Vorbereitungsphase*, wurde ein Leitfragebogen ausgearbeitet. Drei Forscher entwickelten gemeinsam 42 Fragen, die in Teile gegliedert wurden. Der erste, allgemeine Teil, umfasst vier Fragen zur Person, wie die selbstverstandene Rolle und Funktion, die Vorerfahrung, welche Formate die Person im Lab anbietet und die persönliche Motivation. Der zweite Teil enthält elf Fragen zu Didaktik und Kompetenzentwicklung. Unter anderem wurde hier gefragt, welche Vorstellungen die Lab-Nutzer:innen vom Lab haben, was sie mitnehmen oder welche Kompetenzen sie entwickeln können. Weiters wurde gefragt, welche Aktivitäten bereitgestellt werden, welche Assessmentformate es gibt und ob bzw. welche Angebote es speziell für Lehramtsstudierende gibt. Der dritte Teil geht auf virtuelle und hybride Formate ein und enthält 13 Fragen. Es wurde gefragt, ob und wie Distanz-Lehre angeboten wird und was besonders gut funktioniert hat oder was sich als herausfordernd herausstellte. Bei Labs, die noch keine virtuellen oder hybriden Formate anbieten, wurde nach den Herausforderungen, Hürden sowie den erwarteten Nach- und Vorteilen gefragt. Unterschiede in der Didaktik zwischen Online- und Offline-Formaten wurden eingeholt. Der vierte und letzte Teil umfasst 14 Fragen zu spielerischen Ansätzen im Lab. Diese Fragen wurden unter diesem Begriff geführt, um keine Vorkategorisierung durch eine Differenzierung von *Game Based Learning* und *Gamification*

- vorzunehmen. Anschliessend wurde gefragt, was «das Spielerische» an den angebotenen Methoden ausmache sowie ob und wie die Auseinandersetzung mit Computerspielen oder spielerischen Ansätzen auch in die Bewertung einfluss.
2. In der *Recherche*phase wurden Bildungsinstitutionen aus unterschiedlichen Hochschulbereichen aus Niederösterreich und Wien erfasst und für eine Interviewanfrage wie folgt ausgewählt: Es wurden Fachhochschulen, Pädagogische Hochschulen, sowie Universitäten berücksichtigt, während solche Hochschulen ausgeschlossen wurden, die keine Lehr-/Lernangebote im Lab öffentlich bewarben. Die Lehre musste für die Auswahl über die reine Bereitstellung der Produktionstechnologien oder Hardware hinausgehen, also didaktische Konzepte umsetzen oder (weiter)entwickeln. Die inhaltlichen Schwerpunkte der Labs lagen in Industrie- und KMU-Orientierung sowie einer Ausrichtung auf Lehrpersonen in der Ausbildung oder im Beruf. Somit zeigte sich bereits während der Recherche eine Differenzierung der Angebote für verschiedene Zielgruppen. Im technischen Angebot differenzieren sich die Labs mit Fokus auf *Making* (3D-Druckmaschinen, Lasercutter), *Robotik* (programmierbare Roboter), *Medien* (Videoerstellung, Fotografie, Virtual und Augmented Reality), *Programmierung* oder *Anwendungsdemonstrationen* für KMUs und Industrie (Produktionslinien). Schliesslich wurden Expert:innen für didaktische Aspekte im jeweiligen Lab ausgewählt. Für alle Labs wurden Expert:innen recherchiert und Interviewtermine vereinbart.
  3. Zu Beginn der *Erhebungs*phase wurden die zu befragenden Personen unter Bereitstellung von Informationen zum Interviewthema «Didaktik, Hybrid-Settings und spielerische Ansätze» um ihr Einverständnis zur Befragung gebeten. Alle Teilnehmenden stimmten zu. Von elf Interviewpartner:innen in neun Interviews waren fünf gleichzeitig mit der Leitung des Labs betraut. Alle Personen trugen Verantwortung für Lehr-Lernszenarien, die in den jeweiligen Labs umgesetzt wurden. Die Szenarien reichen von unterhaltsamen offenen Formaten bis zu ganzsemestrigen Lehrveranstaltungen mit eigenständigen oder geführten Laborteilen mit abschliessender Beurteilung. Zwei Interviews wurden mit zwei Personen geführt, da bei diesen Labs die Leitung eine gesonderte Rolle einnimmt. Da die Interviewstudie während Corona geplant war, wurden sechs von neun Interviews online und drei ohne Zuhilfenahme digitaler Kommunikationsmittel geführt. Bei den nicht digitalen Interviews nutzten manche Expert:innen die Chance, Anekdoten und Erzählungen einzubringen, was dem Interviewablauf wie auch den erhobenen Daten einen leicht narrativen Charakter gab.
  4. Die Datenerhebung abrundend, wurde in der *Aufbereitung*sphase das gesammelte Material für die Analyse vorbereitet. Insgesamt wurden 6 Stunden und 19 Minuten Audiomaterial aufgenommen. Für die manuelle Transkription der Audioaufnahmen wurde ein Transkriptionsleitfaden mit 14 Regeln erstellt. Beispiele dafür sind etwa, dass Dialektausdrücke möglichst sensibel durch Ausdrücke der

Standardsprache ersetzt wurden und Sprache und Interpunktion leicht geglättet wurde, um der Schriftsprache nahezukommen. Der Zeitverlauf während des Interviews wurde mittels Zeitangaben auf Sekundenebene festgehalten und an Stellen dokumentiert, an welchen die hauptsächlich sprechende Person wechselte. Interviewpartner:innen wurden anonymisiert. Wurden von den Interviewern direkt Fragen aus dem Fragebogen gestellt, wurde dies mittels farblicher Hervorhebung markiert.

## 2.2 Datenanalyse

Die Auswertung erfolgte in einer mehrstufigen qualitativen Inhaltsanalyse.

1. In der *ersten Stufe* wurden die Interviewtranskripte nach Kuckartz (2018) durch drei Forschende in Gedankeneinheiten geteilt und offen kodiert. Zusätzlich wurden kürzere oder längere Interviewabschnitte erfasst, um Zusammenhänge sichtbar zu machen, die über einzelne Gedankeneinheiten hinausgehen. In Abstimmungstreffen wurden die Codes besprochen und schliesslich übergeordnete Codes gefunden, wodurch eine zweistufige Codehierarchie entstand und eine inhaltliche Reichhaltigkeit in den Themengebieten «Zielgruppe», «Lehr- Lernziele» und «Prüfungsformat» festgestellt werden konnte. Für diese und die folgende Stufe kam eine Online-Tabellenverwaltungsprogramm zum Einsatz.
2. Diese Reichhaltigkeit wurde in einer *zweiten Analysestufe* genutzt, indem die drei identifizierten Themen auf die gleiche Stufe wie die drei Hauptkomponenten didaktischer Szenarien nach Reinmann (2015) gestellt wurden. Zwei Forschende ordneten 457 Interviewausschnitte drei Komponenten didaktischer Szenarien nach Reinmann «Vermittlung», «Aktivierung» und «Betreuung» sowie den erkannten Komponenten «Zielgruppe», «Lehr- Lernziele» und «Prüfungsformat» zu. In regelmässigen Abstimmungstreffen diskutierten die zwei Forschende die Zuordnungen und prüften besonders Mehrfachzuordnungen und Interviewausschnitte, bei denen keine Zuordnung möglich war.
3. Abschliessend wurden in einer *dritten Analysestufe* die Ausschnitte innerhalb einer Komponente durch zwei Forschende erneut offen in einer Ebene kodiert (keine Codehierarchie wie in der ersten Stufe). Ausschnitte wurden teilweise mehreren Codes zugeordnet. Die so gewonnenen Kernaussagen innerhalb der Komponenten und die Labs übergreifende Aussagen wurden somit zusammengefasst. Dafür wurde eine digitale Online-Pinnwand (padlet.com) genutzt.

### 2.3 Ausarbeitung der Empfehlungen

Um für die sechs identifizierten Bereiche Empfehlungen für Labs zu erarbeiten, wurden je nach Zusammenhang drei Gegenüberstellungen herangezogen: der Vergleich der Aussagen verschiedener Labs zu den jeweiligen Aussagen anderer Labs, der Vergleich der Aussagen verschiedener Labs mit der Literatur und der Vergleich mit eigener Erfahrung als Lehrende in den Labs der FH St. Pölten und dem Computational Empowerment Lab der Universität Wien.

### 3. Ergebnisse

Insgesamt wurden aus den mit neun Hochschulen abgehaltenen Interviews 457 Textpassagen in Form von einzelnen oder zusammenhängenden Sätzen ausgewählt und wie bereits beschrieben im Analyseprozess den einzelnen Komponenten eines didaktischen Szenarios zugeordnet, wobei es ebenfalls zu Mehrfachzuordnungen kam. Beispielsweise lässt sich eine schlichte abgehaltene Laborführung bereits als eine Art der Betreuung, aber auch als Art der Vermittlung bezeichnen. So kam es, dass in der Auswertung aufgrund der doppelten oder mehrfachen Zuordnung der Textpassagen eine Ausgangsbasis von 96 Aussagen zur Zielgruppe, 81 zu Lehr-Lernzielen, 231 zur Vermittlung und 119 zur Aktivierung sowie 89 zur Betreuung und lediglich 24 Aussagen zur Kategorie Prüfungsformate erreicht wurde. Inhaltlich zeigte sich, dass alle untersuchten Räume (Labs) an die tatsächliche thematische Ausrichtung der Hochschule sowie an einzelne Studiengänge und deren Studierende angepasst sind. So gibt es etwa einen Raum, der eher in Richtung professionelle Industrietechnik für technische Studiengänge ausgerichtet ist, wie auch Räume, in denen es verstärkt um Medientechnik wie Kamera, Tablet und Medienbearbeitungssoftware geht. Zudem bestehen Räume, wo tatsächliches handwerkliches Arbeiten bzw. Arbeiten in Unterstützung von Maschinen wie Standbohrmaschinen im Vordergrund steht. Die Zielgruppe der Studierenden einer Hochschule stellt jeweils den grössten Teil der anwendenden Personen dar. Je nach Ausrichtung waren dies Lehrende und Lernende aus den Bereichen von Industrie- und Automatisierungstechnik über Elektronik und Maschinenbau bis hin zu Pädagogik bzw. Lehramtsstudierende. Für weitere Zielgruppen werden nur vereinzelt in Form von Rundgängen und kurzen Workshops für Schulen bzw. auch als Weiterbildung für Lehrpersonal Angebote abgehalten. Dabei gaben fünf Hochschulen an, von keinen über eine bis hin zu drei Aktivitäten pro Jahr in deren Labs durchzuführen. Hier lässt sich aber auch unterscheiden, dass Labs mit Schwerpunkt im Bereich Lehramtsausbildung wesentlich mehr Angebote dieser Art anbieten und durchführen. Obwohl die inhaltliche wie auch die technische Ausrichtung der untersuchten Räume Varianten zeigen, ähnelt sich doch die Gestaltung der abgehaltenen Lehr-Lernszenarien. Wie bereits im Kapitel 1.1 dargestellt, gaben hier alle in die Befragung einbezogenen Hochschulen an,

dass zumindest Lehr-Lernziele, welche z. B. der Taxonomie nach Krathwohl, Bloom und Masia (1978) im Bereich «Erinnern» und «Verstehen» einzuordnen sind, für die Szenarien definiert wurden. Erste Grundkompetenzen sollen hierbei zu aktuellen Technologien und deren Einsatz- bzw. Anwendungsgebieten vermittelt werden. Dabei sollen etwa Mitarbeiter:innen von Unternehmen erkennen, wo die Technologien in den eigenen Geschäftsfeldern eingesetzt werden können oder Lehrpersonal in der Anwendung von Technologien für deren eigenen Unterricht trainiert werden muss. Die Räume werden dabei von den befragten Hochschulen hauptsächlich für die praktische Anwendung der Technologien eingesetzt. Zusammengefasst werden Begriffe wie «Ausprobieren», «praktische Erfahrung», «Demo», «Erproben» oder auch «hands on» von allen Hochschulen genannt, wobei auch «Spielen» oder «spielerisch» in diesem Zusammenhang genannt wurde. Die genannten Begriffe beziehen sich zunächst auf die Komponente der Aktivierung im didaktischen Szenario. Eine deskriptive Auswertung (zweite Analysestufe) zeigte jedoch, dass 65 Aussagen (54 %) zur Aktivierung auch als Element der Komponente der Vermittlung verstanden wurden. Zudem zeigte eine weitere Auswertung auch, dass 61 Aussagen (68 %) zur Komponente Betreuung während der Analysephase ebenfalls in der Komponente Vermittlung erfasst wurden. Die Abgrenzung dieser drei Komponenten ist somit nach dieser Auswertung als übergreifend zu verstehen. Dies ist dadurch erklärbar, dass Lehr-Lerninstallationen (z. B. eine Roboterstation, Abbildung 2) sowohl inhaltlich von Lehrenden im Vortrag als auch von Studierenden zum Ausprobieren genutzt werden können, das wiederum von Lehrenden betreut wird.



**Abb. 2:** Lehr-Lernstation zum Thema Robotik.

Als Herausforderung für Labor-Lehrende und laborverantwortliche Personen (Lab-Expert:innen) wurde die Covid-19-Situation und deren Auswirkung von fünf Hochschulen im Sinne einer Nichtbetretbarkeit oder einer eingeschränkten Nutzung angegeben. Alternative Lehrangebote gab es damals kaum und die Umstellung von

Präsenz zur vollständigen Distanz-Laborlehre passierte z. B. – wie von Gabriel und Pecher (2021) beschrieben – in Form einer kurzfristigen nichtplanmässigen Umstellung. Diese Umstellung hatte zur Folge, dass an den Hochschulen nun auch verstärkt in der Laborlehre zumindest erste Überlegungen zur Gestaltung von online durchführbaren didaktischen Szenarien stattfanden. Eine weitere Herausforderung, die auch die Gestaltung neuer Online-Szenarien sowie allgemein die Abhaltung von Präsenzlehre den Räumen für weitere Zielgruppen betrifft, stellt der aufwendige Prozess zur Erstellung neuer Szenarien dar. Dazu gaben sechs Hochschulen an, dass aufgrund von Zeitmangel – z. B. «[...] wenn wir mal Zeit haben dazu [...]» – die Ausarbeitung neuer didaktischer Szenarien bzw. Angebote für weitere Zielgruppen wenig forciert wird.

In den folgenden Unterkapiteln werden diese deskriptiv beschriebenen Ergebnisse nun in Form einer Gliederung in die bereits beschriebenen Kategorien Zielgruppe, Lehr-Lernziele, Vermittlung, Aktivierung, Betreuung und Prüfungsformate dargestellt. Damit soll ein detaillierterer Einblick sowohl in die Ergebnisse der qualitativen Analyse der Aussagen gegeben als auch von den Autoren daraus abgeleitete Kernaussagen definiert werden. Die Aussagen werden dabei als Zitate der Hochschulen mit der Kennzeichnung A, B, C, D, E, F, G, H und I inkl. der zugehörigen Kennzahl der Textpassage eingefügt. Abschliessend enthält das Kapitel ein Beispielszenario für den Bereich 3D-Druck, das die praktische Anwendung der Empfehlungen präsentieren soll.

### 3.1 Zielgruppe

Wie bereits beschrieben, stellen aufgrund der an Hochschulen angesiedelten Räume die eigenen Studierenden die hauptsächliche Zielgruppe der nutzenden Personen dar. Dies gaben alle neun befragten Labs an. Unterschiede zeigen sich dann aber in der Nutzung der Labore für externe bzw. weitere Zielgruppen. Hier gibt es eine Bandbreite von Angaben wie Familien, Kinder, Schulklassen und Lehrpersonal aller Schulstufen bis hin zu kleinen, mittleren aber auch Grossunternehmen und sogar Vereinen, darunter ein Seniorenverein. Ein Blick auf die Zielgruppen zeigt, dass Angebote für Unternehmen sowie Schulklassen der Sekundarstufen verstärkt angeboten werden. So gaben sechs Hochschulen an, dass diese bereits erste Angebote für Schulklassen und Lehrpersonal anbieten.

Hier kamen Aussagen wie «[...] wenn wir mal Zeit haben dazu, dass wir für die Schulen Führungen machen [...]» oder auch «[...] bei Schulen [...] ist es leider etwas schwierig [...]» (Hochschule B, 142, 161) und «[...] gar nicht im Moment [...] wir haben wie gesagt, diese kleine Kooperation [...] mit ein paar ausgesuchten Schulen» (Hochschule E, 31) und «[...] es waren auch schon Schülergruppen da [...]» (Hochschule D, 62).

Für Unternehmen zeigt die Analyse, dass hier im Bereich der technisch ausgerichteten Labore bzw. Räume Angebote stattfinden. Zum Beispiel stellen Hochschulen für Unternehmen Lehrangebote in den Bereichen Produktion und Automatisierungstechnik, Elektronik und Maschinenbau bereit. Hingegen ist aus den Analysen nicht ersichtlich, ob Hochschulen im Bereich Lehramtsausbildung überhaupt derartige Wissenstransferaktivitäten für Unternehmen anbieten, diese wurden als Zielgruppe nicht genannt.

Zusammengefasst kommen die Autoren dieser Studie zur Erkenntnis, dass die Zielgruppen neben den eigenen Studierenden zwar breit aufgestellt sind, es allerdings aufgrund zu hoher Arbeitsauslastung von Laborexpert:innen und Lehrenden nur zu wenigen Aktivitäten bzw. geringer Nutzung der Räume zugunsten von Schüler:innen, Lehrpersonal oder Unternehmen kommt. Die Motivation scheint auch nicht vorhanden zu sein, um derartige Angebote weiter zu forcieren oder auszubauen. Es besteht zudem eine Barriere in der Kommunikation zwischen Hochschulen und weiteren externen Zielgruppen. Wie bereits Braun, Kayali und Moser (2023) beschreiben, bestehen bei KMUs in Niederösterreich nur wenig Kenntnisse zur Existenz dieser Labs oder zu den dort angebotenen Aktivitäten. Diese Kommunikationsbarriere könnte auch gegenüber anderen Zielgruppen bestehen. Die Empfehlung der Autoren lautet daher vorerst, die Kommunikation zu Schulen, Unternehmen und weiteren als wichtig erachteten Zielgruppen auf dem direkten Weg zu intensivieren, z. B. durch eine direkte Einladung für einen Workshop am Vormittag oder ähnliches. Werden diese Angebote lediglich auf einer allgemeinen Informationsplattform dargestellt, besteht hier bereits in diesem frühen Stadium die Barriere, dass Angebote dieser Plattform nicht wahrgenommen werden. Die Planung der Workshops, Führungen etc. soll erst dann gestartet werden, wenn die Anfragen zu Lehr-Lernaktivitäten vorliegen; die Laborbeauftragten und Lehrenden sind daher bis zu diesem Zeitpunkt nicht mit den weiteren Zielgruppen beschäftigt. Die Lehrangebote für weitere Zielgruppen beschränken sich aber nicht nur auf die an technischen Hochschulen angesiedelten Räume, sondern könnten ebenfalls von Hochschulen mit Schwerpunkt Lehramtsausbildung für Unternehmen ausgehen. Die technische Ausstattung – Kamera, Audio-Videoaufzeichnung, Apps und Tablets etc. – ist dabei vergleichbar. Etwa kann ein kleines Unternehmen davon profitieren, erste praktische Kompetenzen im Bereich der Videoproduktion zu erlernen – etwa für den Social Media-Auftritt.

### 3.2 Lehr-Lernziele

Die mit dieser Untersuchung identifizierten Lehr-Lernziele, die im Vorfeld bzw. in der Gestaltungsphase einer Lehrveranstaltung oder eines Lernangebots beachtet und nach dem Abschluss bzw. der Durchführung nachhaltig erreicht werden sollten,

lassen sich im Bereich dieser in diesem Artikel beschriebenen Labore bzw. Lehr-Lernräume anhand der bereits beschriebenen Taxonomie in die Stufen Wissen/ Kenntnisse (Stufe 1), Verständnis (Stufe 2) und Anwendung (Stufe 3) einteilen.

Mit Aussagen wie «[...] wissen, wofür so eine Technik momentan einsetzbar ist [...]» (Hochschule E, 42), «[...] Kennen aktuelle Technologien aus Forschung Projekten und Industrie [...]» (Hochschule D, 64) und «[...] was geht und was ist technisch machbar? Wo sind die Einschränkungen? [...]» oder auch «[...] Erfahrung sammeln. Also Theorie und Praxis. Zum Beispiel im Umgang mit Brillen oder 3D-Drucker und anderen Maschinen. [...]» (Hochschule C, 99, 100) und «[...] es geht immer darum, an Artefakten, an digitalen Artefakten diese komplexe Welt begreifbar zu machen. [...]» (Hochschule H, 401, 426).

Dabei soll mit der Stufe 1, Wissen z. B. zur Existenz der Technologien vermittelt werden, mit der Stufe 2 das Verständnis der Lernenden hinsichtlich Einsatzgebiet und Nutzen von Technologien aufgebaut und zudem mit praktischen Übungen erste Erfahrungen im Umgang mit der Technologie gemacht werden. Die Analyse zeigt, dass die Lehr-Lernziele wenige auf die Zielgruppe abgestimmte Eigenschaften aufweisen. So gibt es etwa für Studierende der Automatisierungstechnik ebenso das Lehr-Lernziel zur Erlangung von Grundlagen im Bereich 3D-Druck und Lasercutter wie auch für Studierende in der Lehramtsausbildung oder auch bei Unternehmen, die diese Technologie für sich entdecken möchten. Alle befragten Hochschulen gaben an, dass bedingt durch die Covid-19-Situation beobachtet wurde, dass Lehr-Lernziele nicht oder nur teilweise erreicht werden können, wenn der Raum im Zutritt beschränkt ist. Jedoch gab es keine Aussagen darüber, dass Lehr-Lernziele aufgrund dieser aussergewöhnlichen Situation angepasst wurden.

Zusammengefasst interpretieren die Autoren die Ergebnisse dieser Exploration so, dass die untersuchten Räume jenen wie z. B. von Assaf et al. (2019) beschriebenen Anwendungszwecken für ein effektives Lernen – im Sinne von zusehen, selbst ausprobieren und selber machen – bereits entsprechen. Wie in 3.1 erwähnt, werden die didaktischen Szenarien hauptsächlich für die eigenen Studierenden durchgeführt, wobei die Autoren die Empfehlung abgeben, dass diese ebenfalls mit geringfügigen Adaptierungen weitere Zielgruppen – z. B. das Kennenlernen eines 3D-Druckers – ermöglichen könnten. Ebenfalls soll das Angebot bzw. sollen die Szenarien im Bereich Online- oder Distanzlaborlehre effektiver als auch effizienter gestaltet werden. Lehr-Lernziele sollten neu definiert oder adaptiert bzw. im Vorfeld dazu Überlegungen angestellt werden, wie sich die Ziele ändern oder welches Potenzial und welche Herausforderung eine Distanzlehre birgt. Beispielsweise können mit im Internet asynchron abrufbaren Lernmaterialien auch Kompetenzen im Bereich von Medien und Kommunikation dezentral und ortsunabhängig angeeignet werden.

### 3.3 Komponente Vermittlung

Die am Anfang des Ergebnisteils aufgezeigte Überschneidung von Aktivierung und Betreuung deutet an, dass die Komponententrennung schwierig war, aber dennoch Abgrenzungen möglich und sinnvoll sind. Aussagen wie «soll ja sich auch keiner genieren, dass er das nicht kennt» (Hochschule D, 71) oder «einfach die Lust drauf machen zu experimentieren» (Hochschule I, 446) und «Ein Erlebnis, das ihn idealerweise neugierig macht» (Hochschule E, 48) zeigen die Schwierigkeit in der Trennung von Aktivierung und Vermittlung. Viele Nennungen gab es zu (interaktiven) teils online, teils hybrid, teils offline angebotenen Settings. Eine wesentliche Rolle spielen ausserdem die Gestaltung von Sprache und Raum sowie der Umgang mit Gefühlen und Wahrnehmungen. Allgemeine Herausforderungen werden darin gesehen, die «Digitalisierung sichtbar zu machen» (Hochschule D, 65). «Viele Dinge sind nicht so einfach digitalisier- oder virtualisierbar» (Hochschule C, 113). Online- und Hybridformate erschweren die «haptische» und «sensorische» Wahrnehmung und «wenig funktioniert hat der ganze soziale Kontakt» (Hochschule G, 273). In Gruppen ist es herausfordernd, «dass jeder etwas macht» (Hochschule B, 137). Virtual Reality ist als Technologie nicht für alle zugänglich, ohne Übelkeit und Schwindel in Kauf zu nehmen. Besonders für länger andauernde Lehr- bzw. Lerneinheiten sind VR-Umgebungen aktuell ungeeignet. Eine grosse Herausforderung und gleichzeitig ein grosses Potenzial wird von mehreren Interviewpartner:innen in der sprachlichen Gestaltung gesehen. Aussagen wie «Es wird auf Verständlichkeit geprüft» (Hochschule D, 80), «Texte, die dem, der sie geschrieben hat, sehr klar sind, dann doch nicht klar oder missverständlich sind» (Hochschule F, 198), «man muss echt aufpassen, wie man tut und wie man formuliert» (Hochschule F, 199) heben das Potenzial der Sprache heraus, spezifische Zielgruppen leichter zu erreichen. Nachfolgend werden die Codes «Vermittlungs-Konzepte», «Technologien zur Vermittlung», «Zusammenarbeit», «Raum» und «spielerische Ansätze» ausgeführt. Diese Darstellung wurde für diese Komponente gewählt, da sie mit 231 Zuordnungen die meisten Textstellen umfasste.

Unter dem Code «Vermittlungs-Konzepte» wurden folgende Begriffe genannt: «Flipped Classroom», «learning by doing», «problem based learning», «Coaching», «one-to-one teaching», «Gruppenarbeit», «phänomenorientiertes Lernen», «Dachstuhl-Dreieck» und «challenge based learning».

Zu den eingesetzten Technologien zählen: «verschiedene Arten von Brillen und Handheld-Devices um für Industrie, aber auch für Studierende entsprechende Erfahrungen zu sammeln» (Hochschule C, 100), «Pocketlabs, wo wir die Hardware verleihen» (Hochschule F, 207), «Roboter, die vor allem dazu dienen, logisches Denken und Problemlösung zu fördern» (Hochschule H, 394), «eine digitale Miniatur Fabrik» (Hochschule C, 98), aber auch interaktive Whiteboards, Smartboards, Tablets, Laptops, Lego und viel Medientechnik (Kameras, Mikrofone, Greenscreens, Schnitt, ...).

Wo digitale Medien sinnvoll sind, werden Online-Videos oder auch 3D-Modelle (z. B. von menschlichen Organen) in AR/VR angeboten. In Online-Lehr-Lernformaten kommen Plattformen wie Moodle, GatherTown und Spatial.io zum Einsatz sowie verschiedene Kollaborations- und Quiz-Tools (teils Eigenentwicklungen). Virtuelle Demonstratoren, eine virtuelle Fabrik und ein Remote Labor sind als «aufwendige» Technologien zur Vermittlung bezeichnet worden.

Unter dem Code «Zusammenarbeit» wurden folgende Formen genannt: Studierende arbeiten in Selbstlernkursen, in Kursen mit Interaktionen, oder in Gruppen. Gruppenarbeiten werden sowohl online als auch offline durchgeführt, jedoch kann der «motivierende Faktor, wenn sie sich zu zweit austauschen» (Hochschule F, 210), verloren gehen.

Die Trennung und Gestaltung der Räume ist ein wesentlicher Faktor für die Vermittlung: «Der Raum ist so gestaltet, dass er als Lernraum immer wieder adaptiert werden kann», enthält «Tischelemente, mobile Dinge, die man immer wieder neu zusammenstellen kann», er ist «flexibel gestaltet von der Ausstattung» (Hochschule F, 376). Der Raum wird «als vierter Pädagoge» verstanden, als Ort, an dem «Lehrende und Studierende hingehen, wenn sie sich für Methoden und Tools interessieren», ist aber gleichzeitig auch ein symbolischer Ort: «Wir brauchen einen Ort, wo wir die Digitalisierung verorten» (Hochschule I, 451, 437).

Im Bereich «spielerische Ansätze» wurde trotz des Grundkonsenses, dass «wenn es ein bisschen in das Spielerische geht, dass sich da dann auch was tut» (Hochschule F, 225), kritisiert, dass es «gerade für den hochschulischen Bereich relativ wenige gute Games» gibt und dass «dieses kooperative Spielen» vielfach fehle (Hochschule I, 473, 474). Ein Skill-Quiz, das von mehreren Lehrenden gleichzeitig und für unterschiedliche Inhalte genutzt werden kann, wird als Ausnahme genannt (Hochschule A, 194).

Zusammenfassend interpretieren die Autoren die Aussagen so, dass praktisches Üben und Ausprobieren in Labs die Hauptvermittlungsstrategien darstellen und Online-Formate als Vorbereitung oder Ersatz genutzt werden. Zielgruppenorientierte Vermittlung beginnt bereits bei der Sprache bzw. bei der Formulierung sowie der Kontextualisierung der Inhalte. Sie setzt sich in der Auswahl der Technologien fort und ihre Zugänglichkeit kann durch Hürden oder Barrieren erschwert werden.

### **3.4 Komponente Aktivierung**

Bei dieser Komponente wurde, wie in der Einleitung der Resultate beschrieben, eine statistische Überschneidung zur Komponente Vermittlung ersichtlich. Neben den ähnlich zur Vermittlung genannten Konzepten «Flipped Classroom» und «Peer-Engineering» überschneiden sich hierbei ebenfalls die Sichtweisen, dass Labs Räume sind, die zum Ausprobieren und Experimentieren einladen und in diesem Setting

mit spielerischen Ansätzen aktiviert und vermittelt werden kann. Die Studierenden lösen die gestellten Probleme «mit den Werkzeugen, die man im Labor zur Verfügung hat». Durch den «problem-based-learning Ansatz, den man typischerweise im Labor hat» (Hochschule C, 106), können Verknüpfungen zur «Lebenswelt» hergestellt werden. Genannt wurde etwa, dass die Problemstellung selbst entwickelt wird, also «die Studierenden dann selbst Augmented Reality Erfahrungen erstellen» (Hochschule E, 50). Der Bezug zur Lebenswelt kann auch sprachlich durch «Aktivierung in Form eines Diskurses» oder über «Anekdoten zu unserem täglichen Leben» hergestellt werden. Das Erstellen didaktischer Szenarien, die bis hin zur Erstellung der eigenen Problemstellung zum eigenständigen Arbeiten einladen, wird als «aufwendig» beschrieben, etwa «dass sie selber was machen können, da braucht man aber didaktisch auch was» (Hochschule C, 163). Zudem «muss aber sehr viel Erfahrungswissen da sein» (Hochschule E, 29). Weiters wird mit Aussagen wie «Bewegung und Sport. Und dann rausgehen und im Park Filmaufnahmen machen, das dann analysieren» (Hochschule G, 283), Bewegung als aktivierend genannt. Auch das mobile Arbeiten, also Arbeiten an Orten, die die Studierenden für sich wählen, wird als aktivierend angegeben: «diese Pocketlabs, wo wir die Hardware verleihen, kommt sehr gut» (Hochschule F, 207). Schliesslich werden noch das Arbeiten in Gruppen und narrative Zugänge (z. B. «Erzählteppiche mit Cubetto») als aktivierend angegeben (Hochschule H, 364). Einen eigenen Anteil in der Komponente Aktivierung nehmen spielerische Ansätze ein, die mit «einfach mit Motivation in der Materie einzusteigen und den Ehrgeiz anzufachen» (Hochschule A, 192) als Möglichkeit gesehen werden. Mit Aussagen wie «speziell in der Grundlagen-Ausbildung, um einen zusätzlichen Push und Motivation für das Thema zu geben» (Hochschule C, 123) wird ebenfalls Potenzial erkannt. Hier findet sich auch das selbstständige Arbeiten und das Verknüpfen mit der Lebenswelt der Lernenden wieder, «wenn die Schüler zum Beispiel ihre Spiele selber programmieren, mit Scratch, und das dann anderen präsentieren und die das testen und überprüfen müssen und in der Critical-Friends-Gruppe machen und dann wieder Rückmeldung geben. Und dass sie dabei auch lernen, wertschätzende Kommentare abzugeben» (Hochschule G, 272). Allerdings kann dieser Ansatz auch frustrieren, beispielsweise wenn die Lernenden «zu schnell anfangen mit der eigenen Spielidee, dann sind sie frustriert in der Umsetzung, weil sie natürlich ganz andere Spiele gewohnt sind» (Hochschule H, 369).

Labs bieten sich dafür an, virtuelle oder physische Produkte zu erstellen, die von den Lehrenden in problembasierte Lernszenarien oder in praktisch orientierte Problemstellungen eingebettet werden können. Die Lernenden können durch kreative, mit dem Raum, der Umgebung, ihrer eigenen Lebenswelt oder der Praxis der Lehrenden verknüpften Aufgabenstellungen vielfältig aktiviert oder angeregt werden. Ebenfalls tragen spielerische Ansätze oder auch Einladungen dazu bei, Beiträge zu gesellschaftlich relevanten Diskursen zu leisten (Beispiel «Inklusion»). Sprache und

Verständlichkeit der zur Verfügung gestellten Materialien spielen eine wesentliche Rolle für den Erfolg im Bereich Aktivierung. Daher empfehlen die Autoren, die Materialien mit einer diversen inhomogenen Gruppe an Lernenden, durchaus auch aus unterschiedlichen Zielgruppen abzustimmen. Schliesslich empfehlen die Autoren, die zu erwartenden Aufwände und (virtuellen) Orte, an welchen Lernaktivitäten angeboten werden, transparent und in einer an die Zielgruppe(n) angepasste Sprache und Formulierung zu kommunizieren.

### 3.5 Komponente Betreuung

Wie schon bei der Komponente Vermittlung beschrieben, gibt es eine starke Überschneidung zur Komponente Betreuung. Aussagen wie «unser Aspekt war einfach immer dieses Gezielte, dieses eher mehr Coaching, dieses one-to-one teaching» (Hochschule I, 441) zeigen, dass die gelebten Betreuungspraxen auch Vermittlungsanteile haben und umgekehrt. Die inhaltliche Analyse der Angaben ergab, dass die Herausforderungen und Potenziale für Betreuung im Rahmen eines Labs vielschichtig sind. Neben dem one-to-one teaching, wurden für die Betreuung von Labnutzer:innen auch Führungen auf Anfrage, Projekte und das Verleihen von Pocketlabs, ähnlich den von Braun (2021) genannten mobilen Laborkits, angegeben. Zudem war die Betreuung während Covid-19 erschwert. Aufgrund der Schwierigkeit, manche Angebote komplett zu digitalisieren oder virtualisieren, wurde versucht, ausgewählte Anteile der Angebote zu digitalisieren, um so die erforderliche Anwesenheit im Lab so zu minimieren. Die digitalisierte Betreuung, die ursprünglich grösstenteils vor Ort stattfand, war mit viel Aufwand verbunden: Anschliessend «die Runden drehen und erfragen, wo es sozusagen gehakt hat» wurde durch die Distanz erschwert. Vorbesprechungen fanden zwar online statt, denn «die Übung, Ziel der Übung, Inhalte» konnten so «schon einmal erklärt» werden (Hochschule F, 197, 267), aber dies war nicht mit allen Gruppen möglich. Bei «höheren Semestern» konnte mehr Selbstständigkeit vorausgesetzt und die Betreuung anders gestaltet werden:

«Nach einem kurzen Intro im Selbststudium das Tutorial begleitend durchmachen und dann eine eigene AR-Erfahrung erstellen und dann eine Lösung entwickeln. Die präsentieren sie dann am Ende des Labors und kriegen darauf dann die Beurteilung» (Hochschule C, 111).

Online-Plattformen wie *GatherTown* oder *spatial.io* wurden für den sozialen Austausch inklusive Betreuungsaspekte erprobt: «das war lustig, aber hat nicht den sozialen Kontakt vor Ort ersetzt» (Hochschule G, 273). Bei VR wurde angegeben, dass bei manchen Teilnehmenden «nach einer Dreiviertelstunde mit Brille» mit «Übelkeit und Schwindel» zu rechnen war, was die Betreuung in solchen Umgebungen erschwert. Die Funktion von Pausen, die gemeinschaftliche Erfahrungen zwischen den

Lab-Tätigkeiten ermöglichten, wurde in diesem Zusammenhang mehrfach genannt: «Man lernt ja irrsinnig viel auch in diesen Pausen immer wieder. Das ist extrem abgegangen und das ist natürlich schön, wenn es jetzt wieder stattfinden darf» (Hochschule G, 275). Unabhängig von Covid-19, wurden als Alternativen für einen niedrigeren Betreuungsaufwand «sehr strukturierte/geführte Unterlagen mit Lösungen, um auch immer gleich wieder Erfolgserlebnisse» (Hochschule F, 232) hervorzurufen, angegeben. Dennoch wurde die Wichtigkeit «persönliche[r] Betreuung parallel» betont. Ein Potenzial für individuellere Betreuung (im Kontext spielerischer Ansätze) wurde auch in *Learning Analytics* gesehen, «die schon im schulischen Bereich» eingesetzt werden: «Das wäre natürlich toll, wenn es das auch für die Inhalte unseres Studiums geben würde» (Hochschule I, 478). In einer Bildungsinstitution wurde die Betreuung aufgeteilt: «Zwei Kolleginnen, die vor allem sich um den Primarbereich kümmern und zwei Kollegen, die sich vor allem um den Sekundarbereich kümmern» (Hochschule H, 420).

Zusammenfassend schliessen die Autoren daraus, dass die Betreuung vor Ort unmittelbarer und dynamischer, also voraussetzungsfreier erfolgen kann. Während Covid-19 wurde erkannt, dass der soziale Aspekt, der bei den bisherigen Settings «mitgelaufen» ist, in der digitalen Betreuung bewusst gestaltet werden muss und aufgrund der Technologiewahl Einschränkungen für die Betreuung gegeben sind. Die Autoren empfehlen, die Auswahl der Technologie mit den Studierenden auf deren Bedürfnisse abzustimmen.

### 3.6 Prüfungsformat

Bereits in der Einleitung zu Kapitel 3 wurde beschrieben, dass die Komponenten eines didaktischen Szenarios Überschneidungen aufweisen. In der Analyse der Aussagen zu Prüfungsformaten, die im Zuge einer Lehr-Lernaktivität in den Labs angewendet werden, lässt sich eine Überschneidung zur Komponente Aktivierung erkennen. Von den 24 zugeordneten Aussagen zu den Prüfungsformaten wurden 13 (54%) ebenfalls der Komponente Aktivierung zugeordnet. Die inhaltliche Analyse zeigte dies ebenso mit Aussagen wie «[...] nach einem kurzen Intro im Selbststudium das Tutorial begleitend durchmachen und dann eine Lösung entwickeln, die präsentieren sie dann am Ende des Labors und kriegen darauf dann die Beurteilung.» (Hochschule C, 111), «[...] du gibst ein fertiges Stück dann ab und gibst dann halt dann dein Konzept dazu ab [...]» (Hochschule B, 140) und «[...] das klassische Labor Protokoll zu erstellen [...]» (Hochschule C, 110), «[...] Präsentation von Projekten, Erledigen von kleineren Aufgaben und ähnliches.» (Hochschule G, 334), «[...] Übung nach Aufgabenstellungen, diese selbstständig umsetzen und dokumentieren. Dieses ist die Beurteilungsgrundlage. [...]» (Hochschule F, 248, 249). Die Autoren gehen daher davon aus, dass es im Bereich dieser thematisch ausgerichteten Räume zu

vergleichbaren Prüfungsformaten in Form von Aufgabenstellungen, selbstständiger Lösungskonzeption und Umsetzung sowie der Dokumentation kommt. Darunter kommen auch spielerische Elemente wie ein Quiz inkl. passendem Belohnungssystem vor – z. B. führt eine erfolgreiche Teilnahme an einem Quiz zur Reduzierung der Prüfungsmaterialien. Erwähnt wurde in den Befragungen ebenfalls, dass die Lehrpersonen Prüfungsmaterialien bzw. auch die Aufgabenstellungen von weiteren Lehrpersonen (z. B. «[...] bei Prüfungsunterlagen, gegenlesen lassen, da die Formulierung auch ausschlaggebend ist und zu Erfolg oder Nichterfolg führen kann. [...]» (Hochschule F, 231)) als Pre-Test kontrolliert werden sollten. Zudem wurde in den Analysen erkannt, dass bereits erste Prüfungsformate auch für den Bereich der Distanz-Laborlehre angeboten und von den Lehrenden als positiv angesehen werden: «[...] Prüfungsstile auch in zeit- und ortsunabhängigen Settings. Es zeigen sich bessere Ergebnisse [...], da zuhause dieser Zeitdruck wegfällt und die Studierenden alles entspannt machen können.» (Hochschule A, 171–173). Anzumerken sei hierbei erneut, dass diese Formate lediglich bei Studierenden angewendet werden. Keine der Hochschulen überprüft die vermittelten Inhalte etwa bei Aktivitäten für externe Zielgruppen wie Führungen für Unternehmen, Lehramtsfortbildungen oder Workshops für Schulklassen.

Die Autoren des Artikels empfehlen hier ebenso die Überprüfung in Form von praktisch erarbeiteten Artefakten inkl. einer Dokumentation des Entstehungsprozesses. Wie bereits beschrieben, sollte dabei die Möglichkeit zur Kombination aus Aktivierung und Prüfungsformat angedacht werden. Aufgabenstellungen sollten jedoch zuvor in Form eines Pre-Tests überprüft und iterativ entwickelt werden. Für externe Zielgruppen, die kurze Lehr-Lernangebote besuchen, sollte ebenfalls – auch zur Überprüfung der Effektivität oder Erfolgs des Angebots – eine Art Prüfungsformat eingebunden werden. Hier würde sich z. B. auch eine orts- und zeitunabhängige Überprüfung anbieten. Etwa können Schulklassen noch während der Heimfahrt oder nach dem Workshop einen Online-Fragebogen zum Lehr-Lernangebot ausfüllen.

### **3.7 Beispiel eines didaktischen Szenarios zum Themenbereich 3D-Druck**

Eine in jedem untersuchten Lab anzutreffende Technologie stellt die sogenannte Additive Fertigung dar. Das als 3D-Druck bekannte Thema stellt heutzutage einen wichtigen Teil dieser Räume dar, wobei durch die universell anwendbare Technologie in den Laboren passgenaue Teile für Prototypen, Ersatzteile, mechanische Adapter oder generell Objekte aus der Lehre im Bereich 3D-Modellierung als haptische Artefakte erzeugt werden. Die Autoren möchten in diesem Absatz das Thema als Basis zur Darstellung eines beispielhaften didaktischen Szenarios aufgreifen. Der Fokus liegt darauf, die bereits in den Unterkapiteln 3.1 bis 3.6 vorgestellten Empfehlungen

nun praktisch und für unterschiedliche Zielgruppen anzuwenden. Dabei kann bereits der Titel der Aktivität für mehrere Zielgruppen beibehalten und beispielsweise als «Grundlagen 3D-Druck – Maschinen, Anwendung und Projekte» bezeichnet werden. In den folgenden fünf Punkten werden nun exemplarisch die zu gestaltenden Elemente bzw. Komponenten des Szenarios beschrieben.

1. *Zielgruppe und Lehr-Lernziele:* Das Thema 3D-Druck kann wie erwähnt, heutzutage auf breiter Ebene vermittelt werden. Die Technologie kann – abgesehen vom Einsatz in Hochschulen – bereits in allen Schulstufen sowie auch in Unternehmen aus sehr vielen Branchen eingesetzt werden. Da es sich jedoch noch immer um eine als neuartig bezeichnete Technologie handelt, sollte das Ziel der Aktivität sein, in Form eines Workshops erstes Bewusstsein, praktische Erfahrungen sowie theoretische Grundlagen dazu zu vermitteln. Lehr-Lernziele können daher – wie bereits in 3.2 vorgestellt – in den Bereichen Kennenlernen, Wissen, Verstehen und Können sowie in weiteren Ausprägungen dieser bereits in der Einleitung von Kapitel 3 vorgestellten Taxonomiestufen eingeordnet werden. Die Lernenden verstehen dabei den Begriff additive Fertigung, sie kennen wichtige Bestandteile eines Druckers und Druckmaterialien und wissen, wofür die Technologie praktisch sowohl in der Schule als auch in Unternehmen eingesetzt werden kann.
2. *Vermittlung:* Die Vermittlung der Inhalte kann für dieses Szenario auf sehr unterschiedlichen medialen Formaten erfolgen. Etwa kann bereits in der Vorbereitung zum Workshop ein orts- und zeitunabhängiger, asynchron abrufbarer Lerncontent angeboten werden. Dabei reichen die Optionen je nach Zeit- und Kostenaufwand sowie den für die Zielgruppe verfügbaren Endgeräten, von im Internet zu findenden Fotos, Videos und Literaturen bis hin zu selbst produzierten virtuellen Rundgängen zum Kennenlernen der tatsächlichen Räume und der darin enthaltenen Maschinen oder ähnlichen Formaten. Die Durchführung sollte, um den Raum auch effektiv zu nutzen, in Form einer synchron abgehaltenen Aktivität in Präsenz abgehalten werden. Hierbei können Grundlagen etwa mit kurzen Vorträgen in Kombination mit praktischem Ausprobieren und Zusehen oder Beobachten verknüpft werden. Etwa verschiedene Materialien besichtigen und ausprobieren oder 3D-Zeichnen, aber auch Brainstorming und Diskussionen können dabei eingesetzt werden, um den Lernenden die Inhalte spannend zu vermitteln.
3. *Aktivierung:* Damit sich die Lernenden auch mit dem Thema nachhaltig auseinandersetzen, soll passend zum Thema der neuen digitalen Technologien, auch eine spannende und kreative Aktivierung erfolgen. Aufgabenstellungen wie einen Fragebogen, ein Quiz und Ähnliches bei der Ansicht von multimedialen Online-Content ausfüllen oder Überlegungen zum Einsatz der 3D-Drucktechnik, dazu eine Videoplaylist aus im Internet recherchierten Videos zusammenzustellen, könnten dabei in der Vorbereitungsphase zur Präsenzeinheit definiert werden. Im Präsenzunterricht kann eine Aktivierung etwa durch praktisch orientierte

Aufgabenstellungen erfolgen. Zum Beispiel kann ein Ersatzteil für ein im Labor befindliches Objekt recherchiert oder entworfen werden oder können passende Materialien nach zuvor definierten Anforderungen ausgewählt werden. Dabei ist zu beachten, dass es sich lediglich um ein erstes Kennenlernen der Technologie handelt. Die Ergebnisse, z. B. Modell-Entwürfe, werden daher dementsprechend rudimentär sein. Der Lehr-Lernerfolg wird dadurch aber nicht beeinträchtigt sein.

4. *Betreuung*: Diese Komponente hat ebenfalls zwei unterschiedliche Phasen. In der Vorbereitungsphase kann eine Betreuung in Form eines Gruppenchats, Forums oder ähnlicher asynchroner Kommunikation erfolgen. Infos, Aufgabenstellungen und Materialien können dort verfügbar gemacht und die Kommunikation mit den Lernenden – z. B. Rückfragen – kann beantwortet sowie Unterstützung angeboten werden. Hierzu sollten bekannte Online-Kursmanagementsysteme oder Lernplattformen verwendet werden. Wieder gilt es hier, die Zielgruppe und deren Endgeräte näher zu kennen. In der Vor-Ort-Einheit des Workshops treten die Lehrenden als Vortragende sowie als unterstützende Personen in den praktischen Übungen auf. Eine moderierende Rolle sollte hier ebenfalls eingenommen und jederzeit auf Fragen eingegangen werden. Zudem sollen konstruktive und motivierende Diskussionen zum Thema angeregt werden.
5. *Überprüfung/Prüfungsformat*: Wie bereits in 3.6 angemerkt, sollen auch in Lehr-Lernaktivitäten für externe Zielgruppen Formate zur Überprüfung eingearbeitet sein. Diese Formate kommen einer hochschulischen Prüfungssituation, die in einen grösseren Wissensentwicklungsprozess eingebettet ist, nicht gleich. Dennoch soll ein Element zur Kontrolle der Erreichung der Lehr-Lernziele in das Szenario integriert werden. Für das dargestellte Szenario 3D-Druck kann dies etwa eine weitere Art der Aktivierung sein, z. B. durch die Aufgabenstellung zur Erstellung eines 3D-Modells – z. B. ein Werbeaufsteller für das eigene Unternehmen oder bei Schulklassen die Aufgabe, einen Stiftehalters für das Kinder- oder Jugendzimmer herzustellen. Diese Aufgaben könnten zeit- und ortsunabhängig durchgeführt und dann zum Austausch wieder auf der zu Beginn des Kapitels genannten Online-Lernplattform ausgetauscht bzw. präsentiert werden. Die Lernenden könnten dabei wieder neue Ideen generieren, zur nachhaltigen Beschäftigung mit dem Thema motiviert werden und Lehrende damit eine Erkenntnis zur Erreichung der Lehr-Lernziele erlangen.

Das in den einzelnen Elementen dargestellte und auf Basis der in der Untersuchung der Labs erhaltenen Erkenntnisse erstellte Szenario, soll einen ersten, noch nicht evaluierten Ansatz zur zielgruppenübergreifenden Gestaltung von didaktischen Szenarien zeigen. Ziel dabei war es, ein praxisnahes Beispiel zu beschreiben, welches mit wenig Aufwand von Zeit- und Personalressourcen für mehrere

unterschiedliche Zielgruppen adaptiert und durchgeführt werden kann. Sollen inhaltlich lediglich Grundlagen (z. B. 3D-Druck) vermittelt werden, so könnten dabei die Lehr-Lernziele gleich bleiben. Jedenfalls sollte dabei auf die technische Ausstattung (Endgeräte, Internetzugang etc.) und die bei den Zielgruppen bereits vorhandenen Kompetenzen zur Anwendung von Endgeräten, Apps oder Browsern geachtet werden. Zudem sollte ebenfalls die Story des Workshops an das Umfeld der Zielgruppe (3D-Druck – Vorteile für das Unternehmen, für die Schule, für den eigenen Unterricht etc.) angepasst werden. Der Einsatz von asynchron abrufbaren Materialien soll dabei ebenfalls forciert und damit ein flexibler und selbstbestimmter Zugang zu Lehr-Lernangeboten ermöglicht werden.

#### 4. Diskussion und Fazit

Die Ergebnisse aus den durchgeführten Interviews zeigen, dass es sich um ein umfangreiches und aktuelles Thema handelt. Obwohl die Hochschulen verdeutlichten, dass das Thema rund um effektiv gestaltete Lehr-Lernräume zukünftig weiterentwickelt werden soll, wird dieses Thema, wie bereits auch in 1.1 als Problemstellung aufgeführt, dennoch nur für die eigenen Studierenden gedacht. Der Fokus auf weitere Zielgruppen, für die ebenfalls Lehr-Lernszenarien angeboten werden könnten, ist aktuell nur schwach ausgeprägt. Die Autoren sehen hier jedoch Potenzial z. B. für weitere Kooperationen mit Unternehmen oder zur Bewerbung der eigenen Studiengänge z. B. bei Besuchen von Schulklassen. Ein Beitrag für die Gesellschaft wird dabei ebenso geleistet. Jedoch wird dazu eine gewisse Grundbereitschaft von Verantwortlichen bzw. Laborbetreibenden Personen nötig sein, um zukünftig die Labore für weitere Zielgruppen zugänglich zu machen. Neben der Gestaltung und Durchführung der didaktischen Szenarien für breitere Zielgruppen ist es dazu ebenfalls erforderlich, die Workshops zu bewerben und auch organisatorische Tätigkeiten (z. B. Kommunikation mit Schulklassen oder Unternehmen, Terminvereinbarungen) zu übernehmen. All dies benötigt jedoch personelle Ressourcen, welche laut den befragten Personen nur begrenzt vorhanden sind. Hinsichtlich didaktischer Szenarien und der Forschungsfrage, wie sich aktuelle Szenarien in den bestehenden Lehr-Lernräumen gestalten, konnten die Autoren mit der Kategorisierung der analysierten Daten in Kapitel 3 eine Antwort geben. Neben der genannten Haupt-Zielgruppe der Studierenden werden Lehr-Lernziele wie bereits in der Einleitung vorgestellt, im Bereich des Kennenlernens und Anwendens aktueller Technologien definiert, z. B. für 3D-Druck oder Laserschneidemaschinen. Auch wenn die Covid-Situation gezeigt hat, dass die Vermittlung der Inhalte und Betreuung der Teilnehmenden in Form einer Distanz-Laborlehre noch mit grossen Einschränkungen verbunden ist, zeigen die Hochschulen dennoch Interesse am Ausbau dieser Form, etwa im Einsatz von online abrufbaren Lernmaterialien. Die Aktivierung der Lernenden erfolgt durch

das praktische Ausprobieren in Form von definierten Aufgaben, welche im betreuten Präsenzunterricht an die Lernenden gestellt werden. Für die Lernenden ist es ebenfalls möglich, die Räume für Projekt- oder Abschlussarbeiten zu verwenden, was aus Sicht der Autoren wiederum ein Element der Aktivierung darstellt. Das Prüfungsformat stellt in der Laborlehre für Studierende häufig eine Art Protokoll oder Dokumentation und Ergebnispräsentation dar, wobei auch spielerische Ansätze wie ein Quiz inkl. Belohnungen oder Ähnliches zeigen, dass hier eine grosse Variantenvielfalt in der Beurteilung besteht. Einig waren sich hingegen die befragten Hochschulen, dass bei Szenarien für weitere Zielgruppen, welche zumeist nur kurz oder einmalig z. B. einen Workshop besuchen, ein Prüfungsformat nicht notwendig sei. Abschliessend betrachten die Autoren die Ergebnisse dieser Studie als Ausgangspunkt für weitere Detailuntersuchungen ein. Da sich die analysierten Daten geografisch auf Wien und Niederösterreich beschränken, vermitteln diese innerhalb dieser Regionen eine für den Hochschulsektor repräsentative aktuelle Basis zur Situation in derartigen Lehr-Lernräumen. Die für Studierende abgehaltenen Szenarien, welche zumindest im Bereich des «Kennenlernens und Anwendens» bzw. «Ausprobieren und erste Erfahrungen sammeln» eingeordnet werden können, könnten auch für Zielgruppen wie Unternehmen und Schulklassen oder auch Lehrpersonal angeboten werden. Die Herausforderungen seien dabei eher in der Vermarktung und Organisation erkennbar. Um zu verdeutlichen, wie ein Szenario für unterschiedliche Zielgruppen in den Laboren sich gestalten könnte, wurde bereits in 3.7 von den Autoren ein praktisches Beispiel dargelegt.

#### 4.1 Limitation

Die vorgestellte Methodologie ist durch mehrere Faktoren begrenzt. *Erstens* wurden, besonders aufgrund von Forschungsressourcen, nicht alle Labore in Wien und Niederösterreich besucht. *Zweitens* war es methodisch schwierig, Nachfragen zu stellen, die über einen Begriffsklärungsanspruch hinausgehen oder Detailfragen, die eine tiefergehende Beantwortung der Forschungsfrage ermöglicht hätten. Dies steht dem explorativen Charakter dieser Studie gegenüber. *Drittens* war es schwierig, Erkenntnisse zu didaktischen Konzepten für die Zielgruppe der Lehramtsstudierenden zu erlangen, da diese nicht zur Kernzielgruppe der Labore gehören. Technisch sind alle inkludierten Labore in den Bereichen Making oder Medientechnik gut ausgestattet, moderne Ansätze wie Stricken, Smart Textiles, Smart Ink, oder Digital Game Based Learning sind nicht oder nur ansatzweise vertreten, was eine Limitation in der Breite der Ergebnisse nach sich zieht. Die Trennschärfe der Szenario-Komponenten nach Reinmann stellt als solche keine Limitation dar, da sie Teil des dichotomischen Verständnisses der Komponenten ist und somit kategorisierende

Systematiken Überschneidungen erzeugen müssen. Schliesslich besteht bei qualitativen Inhaltsanalysen auch die Möglichkeit der Verzerrung der Ergebnisse, etwa durch Interpretationsspielräume oder unbewusste persönliche Befangenheit.

#### 4.2 Ausblick

Im vorliegenden Artikel wird eine umfangreiche, auf qualitativen Analysemethoden basierende Interviewstudie ausgehend von einer breiten Forschungsfrage im Bereich didaktischer Gestaltung für Lehr-Lernräume, die für Making- und Prototyping optimiert wurden, präsentiert. Die Ergebnisse deuten an, dass Labs aufgrund ihrer Ausstattung und mit den während Covid-19 gemachten Erfahrungen für diversere Zielgruppen geöffnet und von diesen genutzt werden könnten. Die Potenziale und Herausforderungen, die dabei in den Komponenten Aktivierung, Vermittlung und Betreuung sowie in den Bereichen Lehr-Lernziele und Prüfungsformate entstehen, wurden im vorliegenden Artikel beschrieben. Als Anknüpfungspunkte an diese Arbeit bieten sich die Berücksichtigung weiterer, über den Hochschulbereich hinausgehenden Bildungsinstitutionen, sowie eine breitere regionale Anwendung der Studienmethodologie, aber auch eine Vertiefung in den untersuchten Teilbereichen sowie kritische Zielgruppenanalysen an.

#### Literatur

- Assaf, Dorit, Josef Buchner, und Andreas Jud. 2019. «Evaluating a Makerspace Visiting Program for Schools at a University of Teacher Education». In *Proceedings of the FabLearn Europe 2019 Conference*, 1–3. Oulu Finland: ACM. <https://doi.org/10.1145/3335055.3335057>.
- Blikstein, Paulo, Sylvia Libow Martinez, Heather Allen Pang, und Kevin Jarrett FabLearn Fellows Initiative. 2019. *Meaningful Making 2: Projects and Inspirations for Fab Labs & Makerspaces*.
- Bockermann, Iris, Jan Borchers, Anke Brocker, Marcel Lahaye, Antje Moebus, Stefan Neudecker, Oliver Stickel, et al. 2021. *Handbuch Fab Labs: Einrichtung, Finanzierung, Betrieb, Forschung & Lehre*. Bonn: bombini.
- Bohne, Rene. 2013. «Machines for Personal Fabrication». In *FabLab: Of Machines, Makers and Inventors*, herausgegeben von Julia Walter-Herrmann und Corinne Büching, 163–72. Cultural and Media Studies. Bielefeld: transcript.
- Braun, Christoph. 2021. «Projekt Lab4home Praxisbeispiele zur Gestaltung von Distanz-Laborlehre». In *Bildung in der digitalen Transformation*, herausgegeben von Heinz-Werner Wollersheim, Marios Karapanos, und Norbert Pengel, 155–60. Medien in der Wissenschaft. Leipzig: Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830994565>.

- Braun, Christoph, Fares Kayali, und Thomas Moser. 2022. «Einsatz von virtuellen Rundgängen in der Distanz-Laborlehre: Praxisbeispiele aus dem Projekt Lab4home». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 47 (AR/VR - Part 1): 196–219. <https://doi.org/10.21240/mpaed/47/2022.04.10.X>.
- Braun, Christoph, Fares Kayali, und Thomas Moser. 2023. «Ein virtueller Laborrundgang – Gestaltung, Entwicklung und Evaluierung: Praxisbeispiel aus dem Projekt DigiLabTour Ost». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 51 (AR/VR - Part 2): 246–67. <https://doi.org/10.21240/mpaed/51/2023.01.20.X>.
- Buxton, Alison, Louise Kay, und Beth Nutbrown. 2022. «Developing a Makerspace Learning and Assessment Framework». In *6th FabLearn Europe / MakeEd Conference 2022*, 1–7. Copenhagen, Denmark: ACM. <https://doi.org/10.1145/3535227.3535232>.
- Dittert, Nadine, und Dennis Krannich. 2013. «Digital Fabrication in Educational Contexts. Ideas for a constructionist workshop setting.» In *FabLab: of machines, makers and inventors*, herausgegeben von Julia Walter-Herrmann und Corinne Büching, 173–80. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/transcript.9783839423820.173>.
- Gabriel, Sonja, und Helmut Pecher. 2021. «Soziale Präsenz in Zeiten von CoViD-19 Distanz-Lehre». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 40 (CoViD-19): 206–28. <https://doi.org/10.21240/mpaed/40/2021.11.17.X>.
- Gerlich, Wolfgang. 2014. «Lehrräume effektiv gestalten». In *Neue Technologien – Kollaboration – Personalisierung*, herausgegeben von Johann Haag, Josef Weissenböck, Wolfgang Gruber, und Christian F Freisleben-Teutscher, 78–84. Tag der Lehre an der FH St. Pölten. Leobersdorf: druck.at. [http://skill.fhstp.ac.at/wp-content/uploads/2014/06/Tagungsband\\_TagderLehre\\_Online\\_2015-31.pdf](http://skill.fhstp.ac.at/wp-content/uploads/2014/06/Tagungsband_TagderLehre_Online_2015-31.pdf).
- Gläser, Jochen, und Grit Laudel. 2010. *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen*. 4. Auflage. Lehrbuch. Wiesbaden: VS.
- Hasanbegovic, Jasmina. 2004. «Kategorisierungen als Ausgangspunkt der Gestaltung innovativer E-Learning-Szenarien». In *E-Learning in Hochschulen und Bildungszentren*, herausgegeben von Dieter Euler und Sabine Seufert. Berlin, Boston: de Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783486593754.243>.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut, Uwe Kubach, Rainer Stark, Georg von Wichert, Simone Hornung, Lisa Hubrecht, Joachim Sedlmeir, und Steffen Steglich. 2019. «Themenfelder von Industrie 4.0 – Forschungs- und Entwicklungsbedarfe zur erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0». München: Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0.
- Kaar, Claudia, und Christian Stary. 2019. «Structuring Academic Education in Makerspaces: Consolidated Findings from the Field». In *2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 920–27. Dubai, United Arab Emirates: IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2019.8725080>.
- Krathwohl, David R., Benjamin Samuel Bloom, und Bertram B. Masia. 1978. *Taxonomie von Lernzielen im affektiven Bereich*. 2. Aufl. Weinheim Basel: Beltz.
- Kuckartz, Udo. 2018. *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. 4. Auflage. Grundlagentexte Methoden. Weinheim Basel: Beltz Juventa.

- Landwehr Sydow, Sophie, Anna Åkerfeldt, und Per Falk. 2021. «Becoming a Maker Pedagogue: Exploring Practices of Making and Developing a Maker Mindset for Preschools». In *FabLearn Europe / MakeEd 2021 – An International Conference on Computing, Design and Making in Education*, 1–10. St. Gallen Switzerland: ACM. <https://doi.org/10.1145/3466725.3466756>.
- Mayer, Richard E. 2005. «Cognitive Theory of Multimedia Learning». In *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, herausgegeben von Richard Mayer, 31–48. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.004>.
- Reinmann, Gabi. 2015. «Studientext Didaktisches Design». [https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2018/07/Studientext\\_DD\\_Sept2015.pdf](https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2018/07/Studientext_DD_Sept2015.pdf).
- Schnotz, Wolfgang. 2005. «An Integrated Model of Text and Picture Comprehension». In *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, herausgegeben von Richard Mayer, 49–70. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.005>.
- Schulmeister, Rolf. 2006. *eLearning: Einsichten und Aussichten*. München: Oldenbourg Verlag.
- Stickel, Oliver, Melanie Stilz, Anke Brocker, Jan Borchers, und Volkmar Pipek. 2019. «Fab:UNiverse – Makerspaces, Fab Labs and Lab Managers in Academia». In *Proceedings of the FabLearn Europe 2019 Conference*, 1–2. Oulu, Finland: ACM. <https://doi.org/10.1145/3335055.3335074>.
- Verein Industrie 4.0 Österreich, Hrsg. 2017. «Ergebnispapier <Qualifikation und Kompetenzen in der Industrie 4.0>». [https://plattformindustrie40.at/wp-content/uploads/2016/03/WEB\\_Industrie4.0\\_Ergebnispapier-Qualifikation-und-Kompetenzen.pdf](https://plattformindustrie40.at/wp-content/uploads/2016/03/WEB_Industrie4.0_Ergebnispapier-Qualifikation-und-Kompetenzen.pdf).