




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

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

Integration der Maker Education in die Lehramtsausbildung – das Digitallabor der Universität Osnabrück

**Aufbau und konzeptionelle Weiterentwicklung eines Makerspaces mit
Blick auf die Anbahnung von Digitalkompetenz bei Lehramtsstudierenden**

Alina Stolzenburg¹, Alexander Beste¹ , Alexander Piwovar¹, Katharina Schurz¹  und
Tobias Thelen¹ 

¹ Universität Osnabrück

Zusammenfassung

Der folgende Beitrag stellt das Konzept eines universitätsweiten Digitallabors der Universität Osnabrück vor, das in seinem Aufbau an Makerspaces und Fablabs angelehnt ist, insbesondere Lehramtsstudierende bei der Entwicklung von Digitalkompetenz fördert und Impulse für die Verwirklichung innovativer Lehr- und Lernsettings liefert. Es handelt sich um einen offenen Lernort mit mehreren Räumen für selbstorganisiertes Lernen, z. B. einem Maschinenpark sowie Podcast- und Videostudios. Da in Bezug auf Kompetenzentwicklungsmodelle, die die Anbahnung von Digitalkompetenz bei angehenden Lehrer:innen modellieren, eine Forschungslücke besteht, werden derzeit auf Basis von DigComp und DigCompEdu curriculare und extracurriculare Angebote im Digitallabor konzipiert, die der Zielgruppe den intrinsisch motivierten Zugang und das Entwickeln eines sich durch Digitalkompetenz auszeichnenden Profils ermöglichen sollen. Parallel zum Lernen vor Ort vermitteln praxisvorbereitende extracurriculare Online-Selbstlernmodule grundlegendes Technikwissen, wie am Beispiel des 3D-Drucks gezeigt wird. Der curriculare Ansatz basiert auf einem didaktischen Methodenmix inkl. eines E-Portfolios. Die Lernbegleiter:innen schaffen in Anlehnung an das Cognitive Apprenticeship-Modell einen geeigneten Rahmen, um authentische Probleme mit Lebensweltbezug im Sinne situierten Lernens abzubilden und intrinsische Motivation zu erzeugen. Ziel des Digitallabors ist es, so die Anbahnung von Digitalkompetenz in die Erfahrungswelt der Lernenden zu implementieren und Transferprozesse für spätere Herausforderungen anzustossen.

Integration of the Maker Education into Teacher Training – The Digital Laboratory at Osnabrück University. Establishment and Conceptual Further Development of a Makerspace with Regard to Initiating Digital Competence among Teacher Training Students

Abstract

The following article presents the concept of the university-wide digital laboratory at Osnabrück University, which is based on the concepts of Makerspaces and Fablabs. The aim is to support student teachers, particularly in the development of digital literacy, by providing impulses for the realization of innovative teaching and learning scenarios. The Digitallabor is an open learning space with several rooms for self-organized learning, e.g., a machine park, a podcast studio and a video studio. Since there is a research gap in terms of digital literacy development models among student teachers, curricular and extracurricular courses are currently being designed based on DigComp and DigCompEdu to enable the target group to gain intrinsically motivated access and to develop a profile characterized by digital literacy. Parallel to on-site learning, extracurricular online self-learning modules provide basic technology knowledge, e.g., in terms of 3D-printing. The curricular approach is based on a didactic mix of methods, including an e-portfolio. Based on the Cognitive Apprenticeship Model, the learning guides create a suitable framework for depicting authentic problems in connection with everyday life in the sense of situated learning and generating intrinsic motivation. The goal of the Digitallabor is to implement the introduction of digital literacy into the learners' working and living environment and to initiate transfer processes for later challenges.

1. Einleitung

Hochschulen sind aufgefordert, zukünftige Lehrpersonen als wichtige Multiplikator:innen für zukünftige Schüler:innengenerationen in der Entwicklung digitalisierungsbezogener Kompetenzen zu fördern (KMK 2016). Neben Wissen über die Nutzung digitaler Medien und Werkzeuge ist auch eine entsprechende Einstellung und Haltung zum Einsatz dieses Wissens in Lehr-/Lernkontexten notwendig (bspw. dargestellt im DigCompEdu, Redecker 2017).

Die aus der Maker-Bewegung (Halverson und Sheridan 2014) hervorgegangenen Werkzeuge und Methoden sind für die digitalisierungsbezogenen Kompetenzen in der Lehramtsausbildung von grossem Interesse. Sie bergen die Möglichkeit, neue, interdisziplinäre Formen des Kompetenzerwerbs der Schüler:innen kooperativ zu gestalten und neue didaktische Konzepte zu erproben.

An der Universität Osnabrück waren erste Maker-Ansätze schon vor 2020 in verschiedenen Fächern mit Lehramtsbezug wie etwa der Physik oder dem Textilen Gestalten vorhanden. Um eine flächendeckende Verankerung in allen Fachbereichen zu ermöglichen, wurde 2020 im Rahmen eines hochschuldidaktischen Innovationsprojekts mit dem Aufbau eines hochschulweiten *Digitallabors* begonnen.

Mit ca. 14.000 Studierenden handelt es sich bei der Universität Osnabrück um eine mittelgrosse Hochschule mit einem traditionell starken Lehramtsschwerpunkt. Da die Universität eine grosse Bandbreite an Lehramtsstudiengängen anbietet, bilden die Studierenden eine sehr heterogene Gruppe. Das Digitallabor versteht sich als nicht-exklusiver Raum, der allen Universitätsangehörigen und damit ausdrücklich allen Fachbereichen und Statusgruppen (Professor:innen, Mitarbeitenden und Studierenden) offensteht. Im Vergleich mit anderen Makerspaces an deutschen Universitäten ist er nicht spezifisch aus Studiengängen hervorgegangen, in denen Making, z. B. im Sinne von Prototypen- oder Modellbau, als Teil einer Fachkultur verstanden werden kann, sondern wurde im Rahmen eines hochschulweiten Projekts eingerichtet. Ebenso wenig besteht hier eine kommunale Anbindung wie bei Makerspaces, die öffentlichen Bibliotheken angegliedert sind, oder ein Bezug zu Existenzgründungsinfrastrukturen.

Das Digitallabor ist konzeptionell in seinem Aufbau an Makerspaces und Fablabs (Cavalcanti 2013) angelehnt: Studierende als Hauptzielgruppe können selbstbestimmt oder mithilfe fachlicher Anleitung verschiedene technische Geräte ausprobieren und für konkrete Anwendungszwecke nutzen. Die Verwendung des Begriffs «Labor» verweist auf den experimentellen Charakter der Einrichtung, wo sich jede:r in einem geschützten Raum selbst ausprobieren darf. Zusätzlich können sich Studierende vor ihrer individuellen Anwendung online und zeitsouverän in praxisvorbereitenden Selbstlerneinheiten, sogenannten *Mikromodulen*, Grundlagenwissen über im Digitallabor eingesetzte Geräte und Softwareanwendungen aneignen. Vor Ort im Digitallabor erhalten Studierende eine auf individuelle Vorerfahrungen angepasste Einführung in die Geräte und Softwareanwendungen.

Der vorliegende Beitrag geht der Frage nach, wie ein solches Digitallabor zur Anbahnung von Digitalkompetenz von Lehramtsstudierenden beitragen kann. Er beschreibt exemplarisch, wie die Universität Osnabrück die Integration der *Maker Education* konzeptionell umsetzt und nimmt damit insbesondere die theoretische Fundierung, die technische Ausstattung, die didaktische Implementierung und die individuellen Erfahrungen im Prozessverlauf in den Blick.

2. Theoretischer Bezugsrahmen

Um den Beitrag des Digitallabors zur Kompetenzanbahnung von angehenden Lehrpersonen einordnen zu können, gibt dieses Kapitel einen kurzen Überblick über relevante Begrifflichkeiten, Modelle und zugrundeliegende didaktische Konzepte.

2.1 Digitalkompetenz

Lehrpersonen sind spätestens nach der Covid-19-Pandemie damit konfrontiert, ihr Lehrhandeln auch in und mit digitalen Umgebungen stattfinden zu lassen. Die dafür notwendigen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Einstellungen – die nach Ferrari (2012) unter dem Begriff der *Digitalkompetenz* zusammengefasst wurden – helfen, ihr Lehrhandeln an den sich verändernden Kontext anzupassen. Digitalkompetenz befähigt Individuen, Aufgaben zu bewältigen, Probleme zu lösen, zu kommunizieren, Informationen zu managen, zusammenzuarbeiten, Content zu entwickeln und zu teilen, Wissen effektiv, effizient, kritisch, ethisch und flexibel, autonom und reflektiert für Arbeit sowie Freizeit zu lernen und gesellschaftliche Teilhabe aufzubauen (vgl. Ferrari 2012, 3f.). Im Hochschulumfeld umfasst Digitalkompetenz eine Vielzahl von akademischen und beruflich relevanten Aktivitäten, die durch sich laufend verändernde Technologien unterstützt werden (Holdener, Bellanger, und Mohr 2016).

Im Lehramtsstudium können und müssen die digitalen Inhalte der späteren fachspezifischen Handlungsfelder sowohl zum Gegenstand des Lernens als auch zum Inhalt medienkritischer, -gestalterischer, -technischer und -kundlicher Frage- und Aufgabenstellungen werden – auch in extracurricularen Angeboten. Nur so wird es angehenden Lehrpersonen möglich sein, Digitalkompetenz bei Schüler:innen anzubahnen (vgl. Friese 2021, 39ff.).

Die Modellierung der Digitalkompetenz von Lehrpersonen in Form von allgemeingültigen Kompetenzrastern und -modellen ist vor dem Hintergrund der thematischen Komplexität eine wichtige Voraussetzung für die curriculare Umsetzung und strukturierte Anbahnung der Digitalkompetenz in der Lehrer:innenbildung (vgl. Sgolik, Ziegler, und Kirchhoff 2021, 23), die auch fächer- und phasenübergreifend erfolgen muss (vgl. ebd., 46). Analog zur Begriffsdefinition der Digitalkompetenz unterscheiden sich Kompetenzmodelle bspw. hinsichtlich ihres Zwecks, ihrer Zielgruppe, nach der Form des Kompetenzmodells, dem Konstruktionshintergrund oder der Reichweite (vgl. ebd., 32). Bezüglich der Nutzung eines theoretischen Rahmens, der die professionellen Handlungskompetenzen von Lehrpersonen im Kontext der Digitalisierung umfassend beschreibt und der empirisch abgesichert ist, besteht allerdings noch kein Konsens (Lorenz und Endberg 2019).

Im Rahmen dieses Beitrags erscheint die Betrachtung insbesondere des TPACK-Modells (Schmid und Petko 2020), DigComp (Vuorikari, Kluzer, und Punie 2022) und DigCompEdu (Redecker 2017) sowie des M³K-Modells (Herzige et al. 2016) und

DILBES-Modells (Stolzenburg et al. 2023) lohnenswert. Die Auswahl der genannten Modelle erfolgt aufgrund ihrer allgemeinen Bedeutsamkeit (TPACK, DigComp[Edu]) sowie der besonderen Passung des Modells im Hinblick auf die erste Phase der Lehrer:innenbildung (M³K-Modell, DILBES-Modell). In Bezug auf die Anbahnung von Digitalkompetenz im Digitallabor wären Kompetenzentwicklungsmodelle von herausgehobenem Interesse, die diesen Prozess modellieren. Allerdings stellt das Vorhandensein von Modellen dieser Art im Bereich der Digitalkompetenz Lehrender eine Forschungslücke dar.

Im Rahmen der Konzeptentwicklung für den Aufbau des Digitallabors in Anlehnung an einen Makerspace wurden an der Universität Osnabrück der DigComp (Vuorikari, Kluzer, und Punie 2022) sowie der DigCompEdu (Redecker 2017) zugrunde gelegt. Diese Setzung wurde vorgenommen, da es sich bei den auf die erste Phase der Lehrer:innenbildung ausgerichteten Modellen (M³K und DILBES) um noch nicht ausreichend empirisch untersuchte Modelle handelt bzw. das Testinstrument des M³K-Modells den Gütekriterien nicht zufriedenstellend genügt (vgl. Martin 2020, 81). Das DILBES-Modell bezieht sich ausserdem vorrangig auf das berufliche Lehramt. Das TPACK-Modell ist weit verbreitet, allerdings bleibt hier die Beschreibung der einzelnen Teilkompetenzen auf einer allgemeinen Ebene.

Der DigCompEdu eignet sich durch seine im Vergleich zum TPACK-Modell eher handlungsorientierte Perspektive (vgl. Sgolik, Ziegler, und Kirchhoff 2021, 45) gut als Bezug zu den theoretischen Grundlagen des Maker-Ansatzes (s. Kap. 2.2).

Der DigComp in der Version 2.2, also der europäische Referenzrahmen für Digitalkompetenz, richtet sich an alle Bürger:innen und ist somit nicht spezifisch für Lehrpersonen konzipiert worden. Es handelt sich um ein Kompetenzniveaumodell, welches mit dem Ziel konzipiert wurde, die Selbsteinschätzung der Digitalkompetenz zu nutzen und Digitalkompetenz im Rahmen des Europäischen Arbeitsmarktes nachzuweisen (Carretero, Vuorikari, und Punie 2017).

Der Kompetenzrahmen besteht aus fünf Bereichen, welche 21 Kompetenzen umfassen (vgl. Vuorikari, Kluzer, und Punie 2022, 4):

1. Information and data literacy,
2. Communication and collaboration,
3. Digital content creation,
4. Safety,
5. Problem solving.

Der Europäische Rahmen für die Digitale Kompetenz von Lehrpersonen (DigCompEdu) stellt die notwendige bildungsspezifische Weiterentwicklung des DigComp dar und zeigt inhaltliche Verbindungen zum KMK-Strategiepapier (vgl. Sgolik, Ziegler, und Kirchhoff 2021, 31). Im *Monitor Digitale Bildung* zeigt sich, dass insbesondere Lehramtsstudierende im Gegensatz zu Studierenden anderer Fachdisziplinen

digitalen Medien gegenüber skeptisch eingestellt sind (Schmid, Goertz, und Behrens 2017). Somit muss neben dem DigCompEdu auch der grundlegendere DigComp als Kompetenzrahmen für die Digitalkonzeptentwicklung herangezogen werden, um auch etwaige fehlende Vorerfahrungen und Basiskompetenzen adressieren zu können.

Der DigCompEdu umfasst 22 Kompetenzen in sechs Kompetenzbereichen (Re-decker 2017):

1. Berufliches Engagement,
2. Digitale Ressourcen,
3. Lehren und Lernen,
4. Evaluation,
5. Lernorientierung,
6. Förderung der digitalen Kompetenzen der Lernenden.

Darunter finden sich für das Digitallabor elementare Teilkompetenzen wie das Erstellen und Anpassen digitaler Ressourcen, kollaboratives Lernen, die Differenzierung und Individualisierung sowie die aktive Einbindung der Lernenden. Da die Formulierung der Kompetenzen auf bereits im Bildungsbereich tätige Lehrpersonen ausgerichtet ist, müssen sie allerdings auf die Lernziele für die erste Phase der Lehrer:innenbildung heruntergebrochen werden.

Im Digitallabor sollen intrinsisch motivierte Lehramtsstudierende die Möglichkeit erhalten, im Zugriff auf ein extracurriculares, weniger reglementiertes Angebot ein eigenes digitalkompetentes Profil zu entwickeln.

Diese Modellierung von Digitalkompetenz wird dem Konzept des Digitallabors auf der Zielebene zugrunde gelegt. Die Frage der Umsetzung dieser Modellierung im Rahmen didaktischer Konzepte und Methoden wird im Folgenden erläutert.

2.2 Didaktische Implikationen für ein Digitallabor

Das Digitallabor der Universität Osnabrück als Lernort mit digitalen Selbstlernangeboten, fachlicher Beratung und fundierter Lernbegleitung versteht sich als Ort, an dem Konzepte und Methoden im Sinne des Digitalkompetenzerwerbs erprobt und auf das spätere Lehrhandeln übertragen werden können. Sein Konzept orientiert sich am *Cognitive Apprenticeship*-Modell nach Collins (1991), dem ein Meister-Schüler-Verhältnis zugrunde liegt. Lernende werden nach anfänglicher Lernbegleitung an die eigene Selbstständigkeit herangeführt. Grundlegendes Wissen und Verhalten sowie Fähigkeiten sollen so erworben und selbst gesteuert sowie selbst kontrolliert genutzt werden (vgl. Strittmatter 2000).

Die Methode ist durch vier aufeinander aufbauende Phasen gekennzeichnet. Die erste Phase, das *Modeling* (Vorführen), umfasst das Bereitstellen der grundlegenden Informationen als Vorstufe für die Praxis.

Die demonstrative und im Weiteren selbstständige Durchführung der Arbeitsschritte stellt die zweite Phase dar, das *Scaffolding* (begleitete Durchführung). Diese Phase bildet das Gerüst, das den Lernprozess in einem geschützten Rahmen stützt.

Im *Fading* (Reduktion der Hilfestellung) ziehen sich die Lernbegleiter:innen zurück und reduzieren mit zunehmenden Kompetenzerwerb der Lernenden ihre Hilfestellung.

In der vierten Phase, dem *Coaching* (Beobachtung) greifen die Lernbegleiter:innen nur selten ein und überwachen die Arbeitsschritte der Lernenden. Diese Phase bietet den Lernenden die Möglichkeit, ihren eigenen Lernprozess in drei Schritten selbstreflektiert zu hinterfragen.

«Im Schritt der Artikulation soll das erworbene Wissen benannt werden. Die Reflexion [...] dient dem Bewusstwerden und der Bewertung des Gelernten. Im letzten Schritt, der «Exploration», agiert der Lernende ohne Hilfe des Experten.» (Stangl 2011)

In der Umsetzung ist dieses Vorgehen weniger hierarchisch angelegt als es zunächst erscheint. Dass Gelerntes lediglich nachahmend umgesetzt wird, kann umgangen werden, indem das Cognitive-Apprenticeship-Modell um andere Lehr-Lern-Methoden ergänzt wird, die stärker das selbstgesteuerte Lernen mit intrinsischer Motivation fokussieren.

Die Definition von Kompetenzen als Selbstorganisationsdispositionen – also die Fähigkeit, in offenen Problem- und Entscheidungssituationen selbstorganisiert und kreativ zu handeln (vgl. Faix 2012, X) – stellt Lernende und Lernbegleiter:innen gleichermaßen vor didaktische Herausforderungen.

Im curricularen Setting können mit Lern- und Entwicklungsportfolios individuelle Lernfortschritte, aber auch offene Fragen und weiterführende Gedanken themenbezogen dokumentiert und reflektiert werden, was im Rahmen der Professionalisierung in der Lehrer:innenbildung als lernförderlicher Ansatz gilt (vgl. Schmidt 2022, 7). Die Aufgabe der Lernbegleiter:innen besteht darin, das Material für das selbstgesteuerte Lernen zu konzipieren, zur Verfügung zu stellen und die Lernenden bei seinem Einsatz zu beraten. Sie überprüfen Lernerfolge und regen durch ihr Feedback Prozesse der Selbstreflexion an (s. Kap. 4). Ein Methodenmix ist auch deshalb entscheidend, weil sich technische Voraussetzungen, strukturelle Anforderungen, Akteure und Situationen im steten Wandel befinden. Zielgruppen- und zukunftsorientierte Methoden anwenden zu können, bedeutet, Methoden zu kennen,

fortlaufend zu bewerten und mit der Cognitive-Apprenticeship-Methode kombinieren zu können. Diese ist zwar notwendig und grundlegend, aber alleine nicht ausreichend (Reich 2007).

Tulodziecki und Herzig (2004) konstatieren, dass es sinnvoll und folgerichtig erscheint, an der Lebens- und Lernsituation der lernenden Individuen anzusetzen und möglichst authentische komplexe Probleme für den Lehr-Lernprozess zu formulieren. Die *Maker Education* bietet somit einen geeigneten Rahmen für einen Methodemix, da sie authentische Probleme und Lebensweltbezug im Sinne eines situier-ten Lernens abbilden und intrinsische Motivation erzeugen kann.

Die Idee ist es dabei, Ziele der Lernenden im gemeinsamen Prozess zu definieren und iteratives, experimentelles und selbstgesteuertes Problemlösen zu ermöglichen.

Die Maker Education verfolgt zwei wesentliche Ziele (Schön, Ebner, und Narr 2016):

1. Didaktisch-methodisch ein Lernen «wie in einem Makerspace» zu ermöglichen, d. h. ein offenes Lernsetting zu schaffen, welches interessengeleitete Arbeit an konkreten Projekten erlaubt.
2. Ein Lernen zu ermöglichen, in dem unter anderem digitale Technologien sowie der Austausch und die Kooperation zwischen den Akteur:innen eine wichtige Rolle spielen.

In einem Makerspace übernehmen Akteur:innen Verantwortung für die Problemlöseprozesse und können diese gegenüber sich selbst und anderen verantworten. Als Lernort

«stellen Maker Spaces Orte des kreativen gemeinschaftlichen Schaffens und die Keimzelle innovativer Ideen und Produkte dar. Maker/innen treffen dort aufeinander und realisieren ihre eigenen Projekte in einem kollaborativen und kreativen Umfeld mit Hilfe von Fertigungstechnologien» (Ismer und Mietzner 2019, 80).

Durch die Zielsetzung der Lernenden wird das Verständnis von Zweck, Nutzung und Steuerung digitaler Technik weniger als Lerngegenstand, sondern stärker als Mittel zur Zielerreichung verstanden. Früh forderten Baacke et al. (1999) ein Verständnis von Medienkompetenz, das das kritische Hinterfragen und Ausloten von Grenzen gängiger Technologien beinhaltet. Die intrinsisch motivierte Nutzung der digitalen Werkzeuge im Makerspace kann als *inzidentelles Lernen*, also beiläufige Wissensaneignung verstanden werden, die eine positive Fehlerkultur beinhaltet. Die Lernbegleiter:innen übernehmen dabei eine besondere Verantwortung, denn sie müssen den sicheren Betrieb der Gerätschaften gewährleisten, aber den Lernenden

ausreichend Freiraum geben, um an Fehlern zu lernen. Eben jene erlernten Kompetenzen und erlebten Situationen tragen dazu bei, dass die Studierenden selbst zukünftig als souveräne Lernbegleiter:innen agieren können.

Cognitive Apprenticeship und Maker Education verweisen in diesem Zusammenspiel parallel auf einen Mix aus Methoden, um den Digitalkompetenzerwerb zu ermöglichen und um Lehramtsstudierende auf ihre Rolle als Multiplikator:innen vorzubereiten. Je nach Fachinteressen und -kultur eignen sich verschiedene Methoden für die Integration in die Lehramtsausbildung. Eine ausführliche Betrachtung führt hier zu weit, jedoch lassen sich exemplarisch Methoden nennen, welche interdisziplinär die Fächerbedarfe adressieren.

- Forschendes Lernen forciert das anwendungsbezogene, kollaborative Lernen unter Verwendung innovativer Technologien im kreativen Raum.
- Problem-Based Learning nach Barrows (vgl. Reich 2007) greift als Lernform auf die Impulse zurück, die vom Problemlösungsprozess ausgehen, um Lernende intrinsisch motiviert an Produktionsverfahren mit neuen Medien und Werkzeugen heranzuführen. Im Sinne der Maker Education kann hier sowohl Einzel- als auch Gruppenarbeit dazu beitragen, grundlegende Kompetenzen in den Bereichen Kollaboration, Kommunikation, Kreativität und kritisches Denken auszubilden.
- Design Thinking im Verständnis von Allert und Richter (vgl. 2011, 7) eignet sich mit Blick auf die besondere Nutzerfokussierung für den multidisziplinären Einsatz. Die Lernenden fokussieren Zielgruppen und müssen schon zu Beginn eine empathiegeleitete Perspektive einnehmen. Eine Aufgabenstellung kann zum Beispiel so gewählt werden, dass Studierende ein Lehr-Lernkonzept entwickeln, das digitale Technologien inkludiert. Hierzu erproben sie zunächst selbst die Nutzung, Steuerung und Bedienung der Gerätschaften von der Datenaufbereitung bis zu Produktion. Sie übertragen dies in ihr Lehrkonzept und überführen es in eine Testphase.

Kapitel 3 beschreibt die Operationalisierung der hier geschilderten theoretisch-methodischen Konzepte im Digitallabor und greift dabei insbesondere das Beispiel des Führerscheins für den 3D-Drucker auf.

3. Das Digitallabor der Universität Osnabrück

Das Digitallabor der Universität Osnabrück bietet allen Angehörigen dieser Universität einen Ort, um ihre Kreativität und Kompetenz im Zeitalter der Digitalisierung zu erkennen und zu stärken. Das Angebot umfasst die kostenlose Nutzung neuartiger Technik, die praktische Anwendung digitaler Programme zur Gestaltung digitaler und physischer Objekte sowie das begleitete Kennenlernen der Geräte und ihrer Möglichkeiten, auch ohne Vorerfahrung.

Die unterschiedlichen Nutzungsszenarien des Labors werden in einem inkrementellen Prozess weiterentwickelt. Eine eindeutige Zuordnung – beispielsweise anhand einer der drei didaktischen Perspektiven von Makerspaces nach Schön und Ebner (2020) – lässt sich nicht trennscharf vornehmen. Das Digitallabor nimmt Anleihen bei allen drei von den Autor:innen identifizierten Varianten, die sich unweigerlich verzahnen, wie hier kurz ausgeführt wird. Schnell etabliert hat sich die Nutzung als informeller, eigentlich didaktikfreier, individueller Lernraum mit starken Peer-Learning-Tendenzen. Diesen intrinsisch motivierten Zugang erfassen die Autor:innen mit der ersten Perspektive. Parallel dazu wird – entsprechend der zweiten Perspektive – ein Experimentierraum für Maker Education aufgebaut, der die Zielgruppe der Lehramtsstudierenden anspricht. Getreu der dritten Perspektive nach Schön und Ebner (2020) wird auch die Zielgruppe der Lehrenden anvisiert, und zwar mit dem Ziel, den Makerspace als formellen Lernraum in der Lehre zu verankern. Hieraus resultiert das von Schön und Ebner (2020) benannte didaktische Paradoxon, dass Studierende diese stärker formalisierten Angebote möglichst nicht als Zwang erleben sollen. Die aktuellen Ansätze, dieser Herausforderung zu begegnen, werden in Kapitel 4 unter Bezug auf die Anbahnung von Digitalkompetenz bei Lehramtsstudierenden näher vertieft.

Ebenso variantenreich wie die genannten didaktischen Zugänge sind auch die nutzendenzentrierten Ausrichtungen von Makerspaces im Allgemeinen. Universitäre Makerspaces sind häufig fachkulturell geprägt und darauf ausgerichtet, einzelne Studiengänge spezifisch zu unterstützen bzw. in Kooperation mit ihnen entstanden (vgl. Späth, Seidel, und Heinzl 2019) – wie im Fall der Hochschule Magdeburg-Stendal, die ein psychologisches Labor und ein Designlabor im Bereich Industrial Design betreibt (Hochschule Magdeburg-Stendal 2023). Das Digitallabor der Universität Osnabrück verfolgt ein klares didaktisches Konzept, welches die Lehramtsausbildung interdisziplinär als Fachkultur betrachtet und im Folgenden dargestellt wird.

3.1 Einrichtung und Ausstattung des Digitallabors

Die Suche nach einem physischen Raum für das Digitallabor erwies sich als komplex. Das lag nicht nur an der blossen benötigten Raumgrösse, sondern auch an der Notwendigkeit, technische und infrastrukturelle Voraussetzungen für die Umsetzung eines hochfunktionalen Makerspaces zu erfüllen und ausserdem einen Ort zu finden, der für die Studierenden leicht zu erreichen ist. Der schliesslich für das Digitallabor gewonnene Raum (Grundriss in Abb. 1) wurde nach Baumassnahmen, die die technische Infrastruktur betrafen, unter anderem mit den folgenden Maschinen ausgerüstet:

- 3D-Drucker (verschiedene Modelle) [Prototypenerstellung aus Kunststoff]
- Diodenlaser und CO2-Laser-Cutter [Materialtrennung, Gravur]

- Druck- und Schneideplotter, Schneidemaschine [Folienbeschriftungen, Schablonenherstellung und Grossformatdrucke]
- Digitale Stick- und Nähmaschine
- Thermotransferpresse für Sublimationsdrucke [auf Textil, Keramik etc.]
- Vakuum-Tiefziehmaschine [z. B. Herstellen von Gussformen]
- Leistungsstarke PCs mit Software für die Erstellung von CAD- und Vektorzeichnungen als Produktionsvorstufe

Im Bereich der Audio- und Videoproduktion stehen ein grosses Aufnahmestudio mit Regie, ein One-Button-Studio für einfaches Self-Recording sowie mehrere Büros mit Videoschnittplätzen zur Verfügung. Hinzu kommt ein funktionales Podcast-Studio mit hochwertiger Mikrofonie, ergonomischem Mobiliar und angepasster Raumakustik.

Im Studio für Virtual- und Augmented Reality stehen eine physische Bewegungsplattform inkl. leistungsstarker Hard- und Software sowie mobile VR- und AR-Systeme für den Verleih bereit.

In der Werkstatt (separater *Mudroom*) kann mit einer CNC-Fräse sowie weiteren Hand- und Elektrowerkzeugen gearbeitet werden.

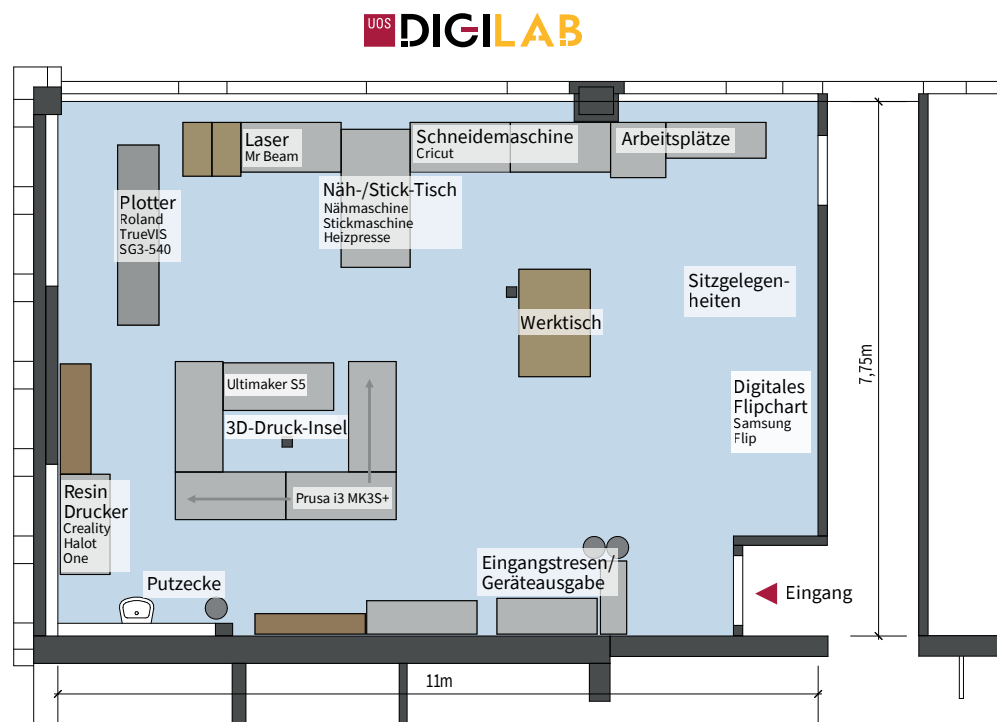


Abb. 1: Digitallabor-Grundriss mit Maschinen (Ersteller: Johannes Hanneken, Universität Osnabrück).

3.2 *Das Digitallabor als offener Lernort für selbstorganisiertes Lernen*

Den Studierenden soll gemäss der vorgestellten Konzeption interdisziplinäres und selbstgesteuertes, insbesondere situiertes und inzidentelles Lernen ermöglicht werden. Der Weg dorthin führt weg vom Frontalunterricht, hin zu offenen Aufgaben, die durch Unbestimmtheit, Experimentierfreude und Selbstwirksamkeit geprägt sind, um später auch bei anderen digitalen Aufgabenstellungen angstfrei und entdeckend vorgehen können.

Essenziell für die technologisch-inhaltliche Lernerfahrung, also die Erfahrung, wie Technologie verwendet werden kann und welche Möglichkeiten sie bietet, um neue Unterrichtsinhalte zu vermitteln, ist, dass die *Iteration* im Design Thinking verstanden wird: Das Erstellen physischer Objekte geht immer mit Material- und Produktionstoleranzen einher und bedarf immer wieder der Anpassung, Umgestaltung und Verbesserung, um schliesslich ein nutzbares Produkt entstehen zu lassen. Dies bedingt einen steten Wechsel zwischen den Phasen Prototyp bauen und Prototyp testen. Möglicherweise geht dies so weit, dass Problemfelder neu bewertet und neue Ideen entwickelt werden. Technologisch geben die Lernbegleiter:innen so viel Orientierung wie nötig, nehmen eine offene Haltung ein und ermutigen zur Exploration. Bei Studierenden des Lehramts zielt diese Haltung insbesondere auf die Reflexion des Gelernten hinsichtlich didaktisch sinnvoller Anwendungsszenarien in ihren Fächern.

Parallel zum Lernen vor Ort wird durch praxisvorbereitende Online-Selbstlernmodule, sogenannte *Mikromodule*, grundlegendes Technikwissen vermittelt. Sie werden im nächsten Unterkapitel beschrieben.

3.3 *Mikromodule*

Die *Mikromodule* der Universität Osnabrück sind ein extracurricularer, informeller und niedrighschwelliger Ansatz, um Studierende gezielt bei der selbstregulierten Anbahnung individuell relevanter Kenntnisse und Kompetenzen zu unterstützen. Es handelt sich um interaktive multimediale Online-Selbstlernerheiten mit einer Bearbeitungsdauer von ca. 90 Minuten. Die Erwartung in Bezug auf das Digitallabor ist, interessierte Nutzer:innen auf einen einheitlichen Wissensstand zu den Möglichkeiten der Geräte und im Umgang mit ihnen zu bringen. Die thematische Ausrichtung der *Mikromodule* wurde auf der einen Seite in einem Austauschprozess mit Lehrenden und durch eine Bedarfserhebung unter Studierenden festgelegt. Auf der anderen Seite ergab sich ein ganz pragmatischer Bedarf zum Einstieg in die Ausstattung des Digitallabors. Alle *Mikromodule* sind innerhalb des Lernmanagementsystems der Universität frei abrufbar – für zeitsouveränes Bearbeiten im individuellen Lern-tempo.

Lehrende können für sie relevante *Mikromodul*-Inhalte als Open Educational Resources (OER) ganz oder teilweise in ihre eigene Lehre integrieren und bei Bedarf inhaltlich anpassen. Enthalten sind interaktive Texte, Grafiken bzw. Abbildungen, Audiodateien und Videos sowie Selbsttests in Form von Quiz- und Transferaufgaben. Aufbau, Umfang und Inhalte des nachfolgend beschriebenen 3D-Druck-Mikromoduls zeigen exemplarisch, wie online zu den Digitallabor-Angeboten hingeführt wird.

Beispiel: Mikromodul «3D-Druck Führerschein (Filament)»

Umfang: Etwa 90 Minuten | Niveau: Einsteiger:innen

1. Willkommensseite mit Begrüßungsvideo, Funktionshinweisen und Lernzielen
2. Betonung der Relevanz: Voraussetzung für die selbstständige Maschinennutzung
3. Die ersten der insgesamt neun Kapitel liefern Erläuterungen und Erklärvideos mit Basiswissen: Arten, Funktionsprinzipien, Materialkunde u. v. m.
4. Weitere orientieren sich an im Digitallabor verfügbaren Maschinentypen und Materialien, z. B.: «Lerne die Sprache des 3D-Druckers»
5. Es wird durch den gesamten Prozess inkl. Vor- und Nachbereitung geführt
6. Konkrete Beispiele behandeln herstellbare Produkte und lösbare Probleme
7. Sicherheitseinweisung
8. Abschlussquiz

Das Mikromodul «Einführung in 3D-Design» mit CAD erweitert das 3D-Druck-Themenspektrum. Prozessorientiert betrachtet dient es der vorbereitenden Erstellung von Dateien, die den Druckern mittels SD-Karte übergeben werden können, wenn eigene Werkstücke erzeugt und nicht auf Dateien z. B. von Onlineplattformen zurückgegriffen werden soll. Die bereits fertiggestellten *Mikromodule* decken die von den Lernbegleiter:innen als vordringlich identifizierten Bedarfe der Zielgruppen im Rahmen von Geräteführerschein ab. Als relevanter Bestandteil der Zulassungsvoraussetzung zur Arbeit im Digitallabor werden sie basierend auf den vor Ort verfügbaren Geräten kontinuierlich erweitert und aktualisiert.

Die Digitallabor-Mikromodule setzen am *Vorführen* und der *begleiteten Durchführung* und damit an den ersten beiden Phasen des Cognitive-Apprenticeship-Modells an. Sie stellen den theoretischen Teil des Geräteführscheins für die jeweilige Maschine dar. Das Absolvieren des Mikromoduls inkl. Abschlussquiz ist die Voraussetzung für den *Praxischeck* im Digitallabor. Während dieser Einführung kann seitens der Lernbegleiter:innen auf die individuellen Vorerfahrungen und die betreffende Maschine eingegangen werden. Hier können auch Fragen bezüglich weiterer Möglichkeiten im Digitallabor beantwortet werden. Ist auf diese Weise beispielsweise der 3D-Druck-Geräteführerschein in Theorie und Praxis absolviert, können die

im Labor vorhandenen 3D-Drucker selbstständig genutzt und kann in die weiteren Cognitive-Apprenticeship-Phasen *Reduktion der Hilfestellung* und *Coaching* übergegangen werden.

Zu betonen ist, dass für das Absolvieren der *Mikromodule* bislang keine Leistungspunkte vergeben oder vergleichbare Anreizsysteme geschaffen wurden, so dass die Relevanz für die Studierenden unmittelbar über die Inhalte herzustellen ist.

4. Der Beitrag des Digitallabors zur Anbahnung von Digitalkompetenz bei Lehramtsstudierenden

Das Digitallabor der Universität Osnabrück befindet sich zum Zeitpunkt dieses Beitrags noch im Aufbau. Daraus resultierend können in diesem Kapitel nur erste Beobachtungen und Konzepte in Bezug auf die erwartete Anbahnung von Digitalkompetenz bei Lehramtsstudierenden und damit der Beantwortung der Fragestellung skizziert werden.

Allgemein kann zwischen einem vom Individuum ausgehenden und einem veranstaltungsbezogenen Zugang unterschieden werden. Im Folgenden wird der Beitrag zur Kompetenzanbahnung bei Lehramtsstudierenden anhand dieser Zugänge verdeutlicht.

Der vom Individuum ausgehende Zugang zum Digitallabor stellt zurzeit die am häufigsten vorkommenden Anbahnung dar. Studierende, die das Digitallabor besuchen, tun dies häufig mit der intrinsischen Motivation, ein bestehendes Problem, resultierend aus ihrem Studium oder dem Privatbereich, lösen zu wollen. Einfache Beispiele für privat induzierte Anwendungen sind 3D-gedruckte Laptopständer oder Kopfhörerhalter. Im Fall von Studienprojekten aus den Fachbereichen werden regelmäßig VR-Brillen ausgeliehen und genutzt, z. B. für die Visualisierung von virtuellen Gegenständen, die mit 3D-Scannern oder 3D-Modellierungssoftware in Seminaren erstellt wurden. Die Studierenden lernen also überwiegend explorativ und intrinsisch motiviert anhand von Problemen mit Lebensweltbezug.

Die Nutzung der 3D-Drucker ist das derzeit häufigste Szenario im Digitallabor. Anhand der Produktion einer sogenannten Konsumpyramide durch Bachelorstudierende des Fachgebiets «Textiles Gestalten», nutzbar um Strategien für bewussteren Konsumententscheidungen (kaufen, leihen, tauschen) aufzuzeigen, lässt sich die erwartete Kompetenzanbahnung mit Verweis auf DigComp und DigCompEdu skizzieren. Die Studierenden ...

- suchen nach Informationen zur Problemlösung und filtern diesbezüglich digitalen Content (siehe DigComp 1.1; vgl. Vuorikari, Kluzer, und Punie 2022, 25)
- entwickeln und überarbeiten im Digitallabor digitalen Content (siehe DigComp 3.1, 3.2; vgl. ebd., 27ff.)

- schützen mithilfe der digitalen und persönlichen Einweisung ihre eigene Gesundheit beim Umgang mit den digitalen Anwendungen (siehe DigComp 4.3; vgl. ebd., 9)
- lösen technische Probleme mit den digitalen Anwendungen unter Anleitung der Mitarbeiter:innen des Digitallabors (siehe DigComp; vgl. DigComp 5.1; vgl. ebd., 43)
- nutzen die Technik des Digitallabors auf kreative Art und Weise, um Produkte herzustellen (vgl. DigComp 5.3; vgl. ebd., 47)
- reflektieren ihre eigene Digitalkompetenz und identifizieren bestehende Lücken (siehe DigComp 5.4; vgl. ebd., 49)

Ausserdem werden durch die Arbeit im Digitallabor verschiedene Kompetenzbereiche des DigCompEdu angesprochen. Einschränkend bleibt zu sagen, dass die Teilbereiche des DigCompEdu hier in der ersten Phase der Lehrer:innenbildung adressiert werden. Damit können sie noch nicht auf die tatsächliche Lehrtätigkeit bezogen werden, sondern bewegen sich auf Ebene der Kenntnis und der Reflexion. Die Studierenden ...

- wählen geeignete digitale Ressourcen für ihr Vorhaben aus (siehe DigCompEdu 2.1; vgl. Redecker 2017, 24)
- kreieren und modifizieren digitale Ressourcen (siehe DigCompEdu 2.2; vgl. ebd.)

Bei den genannten Kompetenzbereichen aus DigComp und DigCompEdu handelt es sich um auf Grundlage der konzeptionellen Überlegungen angenommene Kompetenzanbahnungen, die je nach individuellen Voraussetzungen auf unterschiedlichen Niveaustufen stattfinden.

Der folgende veranstaltungsbezogene Zugang wurde erstmals im Sommersemester 2023 implementiert. Das Konzept wurde im Rahmen der Veranstaltung «Grundlagen des digitalen Lehrens und Lernens» im Bachelorstudiengang *Berufliche Bildung* umgesetzt, deren Kompetenzziele unter anderem Folgendes umfassen: «Die Studierenden ...

- ordnen Entwicklungen im Bereich der Digitalisierung aus fachlicher und fachdidaktischer Sicht ein und übertragen Möglichkeiten und Grenzen der Digitalisierung auf schulische und ausserschulische Kontexte unter Berücksichtigung inklusiver und heterogener Aspekte.
- präzisieren Medien ihrer Fächer bzw. Fachrichtungen und begründen die Anwendung fachspezifischer digitaler Medien und Werkzeuge.
- identifizieren Medien und bestimmen Einsatzkontexte zur Unterstützung fachlicher Lernprozesse im Kontext der fachrichtungsbezogenen Anforderungen ...» (Universität Osnabrück 2021, 21).

Die Kompetenzziele der Veranstaltung weisen damit eine hohe Passung zu den bereits im Bereich des individuellen Zugangs angesprochenen Kompetenzbereichen des DigComp und DigCompEdu auf. Die Reflexion in Bezug auf die eigene Digitalkompetenz und die spätere Lehrtätigkeit wird durch die Veranstaltung selbst in den Vordergrund gestellt.

Die veranstaltungsbegleitende Studienleistung ist ein *E-Portfolio*. In diesem Kontext erhalten die Studierenden die zeitlich flexible Aufgabe, im Digitallabor z. B. VR-Brillen, Podcastaufnahmen oder 3D-Druck zu erproben. Anschliessend dokumentieren und reflektieren sie ihre Erfahrungen in Bezug auf ihren eigenen Kompetenzerwerb sowie die spätere Lehrtätigkeit, was anhand vorbereiteter Fragen sowie in einem freien Teil erfolgt.

5. Diskussion der Gelingensbedingungen für die nutzer:innenzentrierte Integration von Maker Education-Ansätzen in der Lehramtsausbildung

Die primären Herausforderungen für den Aufbau des Digitallabors liegen in der beständigen Weiterentwicklung unter Einbezug der Nutzenden, der Evaluation sowie in der darauf aufbauenden Schaffung von passenden Angeboten für die unterschiedlichen Fachbereiche und Institute der Universität Osnabrück.

Da es sich um einen explorativen Raum handelt, der darauf ausgelegt ist, an die Bedarfe und Anforderungen der verschiedenen Zielgruppen, insbesondere der Lehramtsstudierenden angepasst und stetig weiterentwickelt zu werden, sind verschiedene Massnahmen geplant, die Impulse zur evidenzbasierten Weiterentwicklung der pädagogischen Arbeit liefern sollen. Im Rahmen dieser Vorgehensweise liefern die Prinzipien des Design-Based Research (Reinmann 2005, 2014) einen methodologischen Rahmen mit wertvollen Hinweisen bzgl. der iterativen und partizipativen Erprobung, Evaluierung und sukzessiven Verbesserung einer Intervention – in diesem Fall des Digitallabors. Im Rahmen der Evaluationsmassnahmen werden das beschriebene Konzept sowie die dargelegten Aktivitäten auf ihre Wirksamkeit überprüft. Die regelmässige und mehrwellige Evaluation fokussiert u. a. die Qualifizierung von Lehramtsstudierenden an der Universität Osnabrück. Sie berücksichtigt die fachdidaktische und technische Expertise der Initiatoren und involvierten Lehrenden sowie die Bedürfnisse der nutzenden Studierenden. Die Analyse von Datenspuren (z. B. Nutzendenstatistiken, Logfiles der Geräte, Bewegungsprofile der Studierenden) liefert ergänzende Hinweise zu den Arbeitsprozessen. Die aus der Evaluation gewonnenen Erkenntnisse dienen, neben der statistischen Datengewinnung, dem Rückschluss auf und der Verbesserung der Anbahnung der Digitalkompetenz von Lehramtsstudierenden sowie der Steigerung der Lehrqualität durch die fachdidaktische Integration der Qualifizierungsangebote.

Eine geplante regelmässige *Kurzbefragung von Nutzenden* sowie die Durchführung von *Fokusgruppen mit Studierenden* bieten die Möglichkeit, sowohl Rückmeldungen über die Zufriedenheit mit dem Angebot und der Betreuung des Digitallabors zu erhalten als auch Impulse für dessen künftige Ausrichtung an den Bedarfen insbesondere von Lehramtsstudierenden zu bekommen, um damit eine partizipative Weiterentwicklung des Digitallabors zu ermöglichen.

Um Rückschlüsse auf die Digitalkompetenz ziehen zu können, bieten sich mehrstufige Nutzer:innenbefragungen an. In der aktiven Nutzung des Digitallabors bedarf es der Beobachtung der Arbeitsprozesse anhand von standardisierten Beobachtungsbögen. Ein regelmässiger *Arbeitskreis* – bestehend aus Mitarbeitenden des Digitallabors und Lehrenden verschiedener Fachrichtungen mit Lehramtsbezug – gibt von Beginn an Hinweise zur pädagogisch-didaktischen Gestaltung der technischen Ausstattung, der pädagogischen Begleitung sowie der Ausgestaltung der Mikromodule. Eine Auslagerung eben dieser konzeptionellen Überlegungen bspw. an Serviceeinrichtungen der Universität ist aufgrund der Limitierung der zeitlichen und personellen Ressourcen des Digitallabors zu empfehlen.

Die Mikromodule, die sich momentan noch in der Pilotphase befinden, werden durch einen *Online-Feedbackbogen* evaluiert, der allen Teilnehmenden am Ende der Kursdurchführung vorgelegt wird. Die Rückmeldungen ermöglichen eine gegebenenfalls notwendige Anpassung der Inhalte und des didaktischen Designs der Selbstlerneinheiten. So legen nach ersten Ergebnissen die Studierenden Wert auf eine abwechslungsreiche und anschauliche Präsentation der Inhalte. Theorie- und Praxisteil sollten passend aufeinander abgestimmt sein. Noch unzureichend wird die Reflexion in Bezug auf die eigene Digitalkompetenz und den pädagogischen Nutzen erhoben. Diese reflexive Ebene kann bei Lehramtsstudierenden jedoch als zentral angesehen werden.

Insgesamt werden im Digitallabor zentrale Anknüpfungspunkte für das *Erleben der digitalen Realität als gestaltbare Realität* geschaffen. Viele Studierende haben bislang nie die Erfahrung gemacht, Werkzeuge und komplexere Abläufe an eigene Bedürfnisse anpassen zu können. Mithilfe des Digitallabors werden Angebote bereitgestellt, die positive digital-gestalterische Erfahrungen ermöglichen. Dabei steht die Anschlussfähigkeit an eigene Erlebnisse, Bedarfe und Herausforderungen im Vordergrund. In Bezug auf die benannten Herausforderungen wäre hier insbesondere der Austausch mit anderen Makerspaces (s. Kap. 3) mit ähnlicher Ausgestaltung von Interesse, um das Konzept des Osnabrücker Digitallabors weiterzuentwickeln.

6. Fazit und praktische Implikationen

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die konzeptionellen Überlegungen zur Ausgestaltung des Digitallabors eine gute Passung zu bestehenden, relevanten Digitalkompetenzmodellen aufweisen. Hierdurch konnte ein theoriegeleiteter, begründeter Aufbau des Digitallabors erfolgen.

Um die Idee der Maker Education erfolgreich in die Schulen hineinzutragen, bedarf es der Multiplikator:innen. Die ersten Erfahrungen und das wachsende Interesse an den Angeboten des Digitallabors der Universität Osnabrück zeigen, dass mit einer Fokussierung auf die Lehramtsausbildung diesem bisherigen Mangel längerfristig entgegengewirkt werden kann.

Um das Leistungsspektrum des Digitallabors in Gänze auszuschöpfen, werden weitere Mikromodule entwickelt, die zunächst zur selbstständigen Nutzung und Bedienung aller Gerätschaften und Angebote befähigen und auf eingebundene Geräteführerscheine vorbereiten. Anschliessend gilt es, vertiefende Selbstlernangebote zu konzipieren, um den Kompetenzerwerb weiter zu steigern und das Portfolio über die Grundlagenangebote hinaus interessant zu gestalten.

In Kooperation mit den Fachdidaktiken gilt es, Lehr-Lernkonzepte zu entwickeln, die das Angebot des Digitallabors integrieren und den beschriebenen Digitalkompetenzerwerb in besonderem Masse adressieren. Diesbezüglich gilt es, vor allem eine lebendige Feedbackkultur anzuregen und zu etablieren. Die beschriebenen Anforderungen an innovative Lernkonzepte bieten multiperspektivische und multidisziplinäre Optionen, Lehramtsstudierende für den Einsatz digitaler Medien zu begeistern und sie zu befähigen, in ihrem zukünftigen beruflichen Umfeld Transferprozesse einzuleiten.

Zentral ist die Frage, wie sich Lernerfolge, Kompetenzerwerb und vor allem Verhaltensänderungen in weitgehend selbstgesteuerten Settings messbar machen lassen. Die bereits erwähnten und etablierten Evaluationsmassnahmen der Mikromodule liefern erste Hinweise, können die Handlungskompetenzen sowie die kognitiven und emotional-motivationalen Lernziele jedoch noch nicht umfassend abbilden.

Ein erstes Feedback auf Studierendenebene deutet an, dass Mehrwert in Gestalt von Leistungspunkten oder Zertifikaten für die erfolgreiche Absolvierung der Mikromodule bzw. für ein Engagement im Digitallabor gewünscht wird. Elementar sei auch, dass die Angebote in Zugang und Umfang zunächst niederschwellig gehalten werden. Besonders Lehramtsstudierenden fällt es schwer, Freiräume in ihrem eng strukturierten Studienverlaufsplan zu schaffen, sodass überschaubare Angebote einen weiteren Anreiz darstellen.

Auf Grundlage der zu erwartenden Erfahrungen aus den lehramtsspezifischen Veranstaltungen können weitere Konzepte erwachsen, die nicht nur die Lehramtsausbildung, sondern auch Fort- und Weiterbildungsangebote für Lehrkräfte

berücksichtigen. Da hier spezielle Bedarfe und Herausforderungen für die Entwicklung bestehen, ist anzunehmen, dass vor allem Fragen der Anrechnungsfähigkeit und Zertifikatvergabe zu klären sowie Workshopangebote mit angepassten Selbstlernmaterialien zu entwickeln sind.

Literatur

- Allert, Heidrun, und Christoph Richter. 2011. «Designentwicklung. Anregungen aus Designtheorie und Designforschung». In *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien (L3T)*, herausgegeben von Ebner, Martin und Sandra Schön, 1–14. Bad Reichenhall: BIMS e.V. <https://l3t.tugraz.at/index.php/LehrbuchEbner10/article/view/50/>.
- Baacke, Dieter, Susanne Kornblum, Jürgen Lauffer, und Lothar Mikos. 1999. *Handbuch Medien: Medienkompetenz – Modelle und Projekte*. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung.
- Barrows, H.S. 2005. *The minimal essentials for Problem -Based Learning. Generic Problem-Based learning essentials*.
- Carretero, Gomez, Stephanie, Riina Vuorikari, und Yves Punie. 2017. *DigComp 2.1: the digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use*. Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union. <https://doi.org/10.2760/38842>.
- Cavalcanti, Gui. 2013. «Is it a hackerspace, Makerspace, techshop, or fablab.» *Make*, May 22 (2013). <https://makezine.com/article/education/the-difference-between-hackerspaces-Makerspaces-techshops-and-fablabs/>.
- Collins, Allan. 1991. «Cognitive Apprenticeship and Instructional Technology.» In *Educational Values and Cognitive Instruction: Implications for Reform*, Idol, herausgegeben von Lorna Idol, und Beau Fly Jones, 121–38. Hillsdale, NJ.: L. Erlbaum. <https://doi.org/10.4324/9781315044392>.
- Faix, Werner G. 2012. *Kompetenz. Festschrift Prof. Dr. John Erpenbeck zum 70. Geburtstag*. Band 4. Stuttgart: Steinbeis-Edition. <https://www.steinbeis-edition.de/shop/out/pictures/media/9783943356076.pdf>.
- Ferrari, Anusca. 2012. *Digital Competence in Practice: An Analysis of Frameworks*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2791/82116>.
- Friese, Marianne. 2021. *Care Work 4.0. Digitalisierung in der beruflichen und akademischen Bildung für personenbezogene Dienstleistungsberufe*. Bielefeld: wbv. <https://doi.org/10.3278/6004710w>.
- Halverson, Erica Rosenfeld, und Sheridan, Kimberly M. 2014. «The maker movement in education». *Harvard educational review* 84.4: 495–504. <https://www.makersempire.com/wp-content/uploads/2018/02/The-Maker-Movement-in-Education-Halverson-14.pdf>.
- Herzig, Bardo, Niclas Schaper, Alexander Martin, und Daniel Ossenschmidt. 2015. «Verbund: M³K - Modellierung und Messung medienpädagogischer Kompetenz: Teilprojekt: Medienerzieherische und mediendidaktische Facetten und handlungsleitende Einstellungen. Schlussbericht». Paderborn: Universität Paderborn. <https://doi.org/10.2314/GBV:870179926>.

- Hochschule Magdeburg-Stendal. 2023. «Experience-Maker-Labor (XperiMaker-Lab). Projekt h2d2». <https://www.h2.de/hochschule/innovative-hochschullehre/projekt-h2d2/experience-maker-labor-magdeburg-x-lab-md.html>.
- Holdener, Anita, Silke Bellanger, und Seraina Mohr. 2016. ««Digitale Kompetenz» als hochschulweiter Bezugsrahmen in einem Strategieentwicklungsprozess». In *Digitale Medien: Zusammenarbeit in der Bildung*, herausgegeben von Josef Wachtler, Martin Ebner, Ortrun Gröbinger, Michael Kopp, Erwin Bratengeyer, Hans-Peter Steinbacher, Christian Freisleben-Teutscher, und Christine Kapper, 65–74. Münster, New York: Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:15780>.
- Ismer, Eva, und Dana Mietzner. 2019. «Mit Kollaboration zu individuellen Kompetenzziele – Der Maker Space als neuer Lernort». In *Wissenschaftliche Beiträge*, Technische Hochschule Wildau, 79–86. Wildau. https://doi.org/10.15771/0949-8214_2019_11.
- Kultusministerkonferenz – KMK. 2016. «Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08. Dezember 2016)». https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf.
- Lorenz, Ramona, und Manuela Endberg. 2019. «Welche professionellen Handlungskompetenzen benötigen Lehrpersonen im Kontext der Digitalisierung in der Schule? Theoretische Diskussion unter Berücksichtigung der Perspektive Lehramtsstudierender». *MedienPädagogik (Occasional Papers)*: 61–81. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2019.10.16.X>.
- Martin, Alexander. 2020. «Digitalisierung und Lehrerbildung. Kompetenzmodellierung und empirische Befunde.» In *Beiträge zur Lehrerbildung und Bildungsforschung: Vol. 5. Digital?!: Perspektiven der Digitalisierung für den Lehrerberuf und die Lehrerbildung*, herausgegeben von Rothland, Martin, und Simone Herrlinger, 69–86. Münster: Waxmann.
- Redecker, Christine. 2017. European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. No. JRC107466. Joint Research Centre (Seville site). <https://ideas.repec.org/p/ipt/iptwpa/jrc107466.html>.
- Reich, Kersten. 2007. «Methodenpool». Zuletzt geändert am 03. Februar 2017. <http://methodenpool.uni-koeln.de>.
- Reinmann, Gabi. 2005. «Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung». *Unterrichtswissenschaft, Zeitschrift für Lernforschung* 33 (1): 52–69. <https://doi.org/10.25656/01:5787>.
- Reinmann, Gabi. 2013. «Didaktisches Handeln – Die Beziehung zwischen Lerntheorien und Didaktischem Design». In *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien (L3T)*, Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien (2. Auflage), herausgegeben von Martin Ebner, und Sandra Schön. <https://doi.org/10.25656/01:8338>.
- Reinmann, Gabi. 2014. «Entwicklungsfrage: Welchen Stellenwert hat die Entwicklung im Kontext von Design Research? Wie wird Entwicklung zu einem wissenschaftlichen Akt». *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik. Design-Based Research* 27: 63–78. https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2018/06/Reader_DBR_Juni2018.pdf.

- Schmid, Mirjam, und Dominik Petko. 2020. «Technological Pedagogical Content Knowledge» als Leitmodell medienpädagogischer Kompetenz». In *MedienPädagogik* (Jahrbuch Medienpädagogik) 17: 121–40. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb17/2020.04.28.X>.
- Schmid, Ulrich, Lutz Goertz, und Julia Behrens. 2017. *Monitor Digitale Bildung: Die Weiterbildung im digitalen Zeitalter*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung. <https://doi.org/10.11586/2018007>.
- Schmidt, Jennifer. 2022. «Implementierung eines Makerspaces an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg». *Ludwigsburger Beiträge zur Medienpädagogik* 22. <https://doi.org/10.21240/lbzm/22/23>.
- Schön, Sandra, und Martin Ebner. 2020. «Ziele von Makerspaces: Didaktische Perspektiven.» In *Lernwelt Makerspace: Perspektiven im öffentlichen und wissenschaftlichen Kontext*, herausgegeben von Viktoria Heinzl, Tobias Seidl, und Richard Stang, 33–47. Berlin, Boston: De Gruyter Saur. <https://doi.org/10.1515/9783110665994-004>.
- Schön, Sandra, Martin Ebner, und Kristin Narr. 2016. *Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen: Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten* (2. Auflage). Norderstedt: Books on Demand.
- Sgolik, Julia, Thorsten Ziegler, und Petra Kirchhoff. 2021. «Medienpädagogische und fachdidaktische Kompetenzmodellierungen für das Lehren und Lernen mit und über digitale Medien.» In *Bildung, Wissen und Kompetenz(-en) in digitalen Medien: Was können, wollen und sollen wir über digital vernetzte Kommunikation wissen?*, herausgegeben von Markus Seifert und Sven Jöckel, 19–54. Berlin: Freie Universität Berlin. <https://doi.org/10.48541/dcr.v8.0>.
- Späth, Katharina, Tobias Seidl, und Viktoria Heinzl. 2019. «Verbreitung und Ausgestaltung von Makerspaces an Universitäten in Deutschland». *o-bib. Das offene Bibliotheksjournal/Herausgeber VDB* 6.3: 40–55. <https://doi.org/10.5282/o-bib/2019H3S40-55>.
- Stangl, Werner. 2011. «Cognitive Apprenticeship». *Lexikon für Psychologie und Pädagogik*. <https://lexikon.stangl.eu/225/cognitive-apprenticeship>.
- Stolzenburg, Alina, Tim Herzig, Jacob Wujciak-Jens, Birgit Babitsch, und Ursula Walkenhorst. 2023. «DILBES – Ein Modell zur Entwicklung berufsbezogener Digitalkompetenz an berufsbildenden Schulen in der ersten Phase der Lehrer:innenbildung». *Zeitschrift für Hochschulentwicklung* 18 (2): 299–316. <https://doi.org/10.3217/zfhe-18-02/16>.
- Strittmatter, Peter, und Helmut M. Niegemann. 2000. *Lehren und Lernen mit Medien: Eine Einführung*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Tulodziecki, Gerhard, und Bardo Herzig. 2004. *Mediendidaktik. Medien in Lehr- und Lernprozessen*. Reihe Handbuch Medienpädagogik. Bd. 2 von 5. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Universität Osnabrück. 2021. «Modulbeschreibungen für die Lehreinheit <Gesundheitswissenschaften> – Fach Gesundheitswissenschaften». https://www.uni-osnabrueck.de/fileadmin/documents/public/ordnungen/Modulbeschreibungen_GW-Gesundheitswiss_2021-10.pdf.
- Vuorikari, Riina; Stefano Kluzer, und Yves Punie. 2022. *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens. With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union. <https://doi.org/10.2760/115376>.