

SABINE SEUFERT

KI-basierte Anwendungsfälle für die Lernortkooperation

Gestaltung eines digitalen Ökosystems in der Berufsbildung

AI-based Use Cases for Learning Location Cooperation

Shaping a Digital Ecosystem in Vocational Education and Training (VET)

KURZFASSUNG: Der Beitrag untersucht die Möglichkeiten der digitalen Transformation, um die Lernortkooperation (LOK) zu stärken und die Potenziale der KI zu nutzen. KI-basierte Anwendungsfälle auf Makro-, Meso- und Mikro-Ebene wurden entwickelt und mittels Expert:innenbefragung validiert. In einer Online-Umfrage haben Berufsbildungsakteure ($n = 111$) den Nutzen von elf entwickelten Anwendungsfällen eingeschätzt und kommentiert, insbesondere um die Lernortkooperation zu stärken. Ein Digitales Ökosystem wird als notwendige Rahmung betrachtet, um KI-Anwendungen als Services in einem Kooperationsmodell zu ermöglichen (Zukunftsmodelle LOK). Ziel ist es, einen Beitrag zur aktuellen Forschungsdiskussion zu leisten und Potenziale und Risiken von KI-Anwendungen in der Berufsbildung aufzuzeigen. **Schlagworte:** Künstliche Intelligenz (KI), Lernortkooperation, Digitales Ökosystem, Data Science, Learning Analytics

ABSTRACT: The aim of the study is to explore the potential of digital transformation in strengthening the learning location cooperation and utilizing the potentials of artificial intelligence (AI). To this end, AI-based application cases were developed and validated through a comprehensive literature analysis, expert interviews, and an online survey with vocational education actors ($n=111$), which assessed and commented on the usefulness of eleven developed application cases, particularly in terms of strengthening the cooperation. A digital ecosystem is considered a necessary framework for enabling AI applications as services in a cooperative model. The study contributes to the current research discussion by providing insights into the potentials and risks of AI applications in vocational education.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), cooperation of locations of learning, Digital Ecosystem, Data Science, Learning Analytics

1. Einführung

Die Einführung von ChatGPT hat dazu beigetragen, dass die Thematik der Künstlichen Intelligenz (KI) in der öffentlichen Diskussion zum Mainstream geworden ist. Die Leistung dieses Tools der KI hat zu weltweitem Erstaunen sowie auch der weit

verbreiteten Befürchtung geführt, zahlreiche bislang dem Menschen vorbehaltene Tätigkeiten erledigen zu können (KASNECI et al., 2023). In den ethischen Leitlinien für Lehrkräfte über die Nutzung von KI ist folgende Definition zu finden (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2022, S. 10):

Wenn wir von KI-Systemen sprechen, meinen wir Software in Computern oder Maschinen, die mit dem Ziel programmiert wurde, Aufgaben auszuführen, die normalerweise menschliche Intelligenz erfordern, z. B. Lernen oder logisches Denken. Bestimmte KI-Systeme können anhand von Daten „trainiert“ werden, um Vorhersagen zu treffen, Empfehlungen zu geben oder Entscheidungen zu treffen, manchmal ohne jede menschliche Beteiligung.

Im Gegensatz zu früheren, regelbasierten KI-Ansätzen versuchen die heutigen, statistischen Verfahren nicht mehr menschliche Regeln abzubilden, sondern Entscheidungen auf der Basis des maschinellen Lernens durch Optimierung und statistische Verfahren zu treffen (HIGH-LEVEL EXPERT GROUP ON AI, 2019).

Die Nutzung von KI-Systemen im Bildungssystem birgt viele Potenziale (MIAO et al., 2021). KI-Systeme können dabei helfen, individuelle Lernbedürfnisse zu identifizieren und maßgeschneiderte Lernprogramme zu erstellen, die auf den Bedarf des jeweiligen Lernenden zugeschnitten sind. Außerdem können sie dazu beitragen, den Lernfortschritt zu überwachen und Feedback in Echtzeit zu geben, um die Lernergebnisse zu verbessern. Dies kann insbesondere in der beruflichen Bildung von Vorteil sein, da spezifische Kompetenzen und Fähigkeiten für bestimmte Berufe erforderlich sind und die Anforderungen an die Arbeitskräfte aufgrund der fortschreitenden Technologisierung und Digitalisierung ständig steigen (SEUFERT/GUGGEMOS/IFENTHALER, 2021).

Bezogen auf das Beschäftigungssystem wird nach Meinung zahlreicher Expert:innen KI eine disruptive Wirkung auf die Arbeitsmärkte haben (MASSMANN/HOFSTETTER, 2020; OECD, 2020, STÄNDIGE WISSENSCHAFTLICHE KOMMISSION DER KULTUSMINISTERKONFERENZ, 2022). Nicht nur, dass einige Arbeitsplätze gefährdet sind und wahrscheinlich neue Arbeitsplätze geschaffen werden (SHIOHIRA, 2021). Weiter wird es auch zu veränderten Aufgaben und Rollen innerhalb der Arbeitsplätze kommen (MEIER/SEUFERT, 2020).

Die aktuelle Diskussion über ChatGPT verdeutlicht jedoch auch die potenziellen Risiken von KI-Systemen (KASNECI et al., 2023). Erforderlich sind oft die Verarbeitung großer Mengen von personenbezogenen Daten, was zu einem erhöhten Risiko von Datenschutzverletzungen und Verletzungen der Privatsphäre führen kann. Zudem können KI-Anwendungen beispielsweise aufgrund von unvollständigen oder ungleichen Daten zu verzerrten Empfehlungen führen, die bestimmte Gruppen von Menschen diskriminieren oder benachteiligen könnten. Risiken des Missbrauchs und des unangemessenen oder unethischen Einsatzes, Verlust der Integrität (keine vertrauenswürdige und zuverlässige KI) können ebenso angeführt werden (KASNECI et al., 2023).

Die transformativen Auswirkungen der KI betreffen die berufliche Grundbildung daher in doppelter Hinsicht: Die Veränderungen des Bildungs- und des Beschäftigungssystems sind gleichermaßen in den unterschiedlichen Lernorten zu berücksichtigen. Die berufliche Grundbildung findet in den Lernorten Ausbildungsbetrieb, Berufsschu-

le und überbetriebliche Kurse (üKs) in der Schweiz bzw. überbetriebliche Bildungsstätte (ÜBS) in Deutschland statt. Die Lernorte umfassen somit verschiedene Erfahrungsbereiche – Betrieb, Unternehmen sowie (Hoch-)Schulen (APREA/SAPPA/TENBERG, 2020). Nach TIPPELT und REICH-CLAASSEN (2010, S. 11) sind Lernorte in einem weiteren Sinne alle räumlichen Einheiten, die Lernende pädagogisch stimulieren – sowohl im Kontext formal-organisierter Einrichtungen als auch im Rahmen informeller Lernprozesse. EULER (2004, S. 13) erweitert den Lernortbegriff um pädagogisch gestaltete Einheiten in den Institutionen; so lassen sich beispielsweise Lehrwerkstatt, Übungsfirma oder neuerdings Lernfabriken 4.0 in unterschiedlichen Institutionen finden. Auch die Verlagerung spezifischer Lernphasen in Formen des online Lernens oder hybride Lernformen lassen sich mit einem solchen Zugang leichter erfassen (ROHS, 2020). Auch DEHNBOSTEL (2020, S. 13) plädiert dafür, Lernorte neu zu definieren: „Lernorte sind örtlich und räumlich zusammenhängende Einheiten, in denen in formalen, nicht formalen und informellen Lernkontexten gelernt wird.“

Eine gelingende Lernortkooperation (LOK) zwischen den Lernorten gilt in der Berufsbildung als eine wesentliche Voraussetzung für eine hohe Ausbildungsqualität (WENNER, 2018; DEHNBOSTEL, 2020). Unter LOK wird originär ein kooperatives Bildungsmanagement verstanden, welches „das technisch-organisatorische“ und „das pädagogisch begründete Zusammenwirken des Lehr- und Ausbildungspersonals, der, an der beruflichen Bildung beteiligten Lernorte“, bezeichnet (PÄTZOLD 2003, S. 72). Als normative Orientierung für die integrierende Kompetenzentwicklung im Rahmen der Lernortkooperation ist dabei der Lernende zusammen mit seinem sozialen Netzwerk ins Zentrum zu rücken, um eine integrierende Kompetenzentwicklung an unterschiedlichen Lernorten und zur Verbindung von formalem, non-formalem und informellem Lernen im Kontext des lebenslangen Lernens zu organisieren (SEUFERT, 2018).

Nach PÄTZOLD (1995, 2003) herrschen in der Ausbildungspraxis eher die niedrigschwelligen, pragmatischen Kooperationsverständnisse vor. Das wird durch zahlreiche empirische Studien bestätigt (z. B. WENNER, 2018, RAUNER/PIENING, 2015; EULER, 2004). Interessant erscheint der Befund, dass die Qualität der Lernortkooperation kritischer bewertet wird, wenn die Lernenden über ein hohes Kompetenzniveau verfügen und sie die Ausbildungsqualität insgesamt (sehr) positiv bewerten. Werden Lehrbetriebe befragt, ergibt sich im Vergleich zu den Auszubildenden ein ähnliches Bild (GESSLER, 2017). Die Ergebnisse aus empirischen Untersuchungen spiegeln übereinstimmend wider, dass die Zusammenarbeit zwischen den Lernorten nicht die erwartete Qualität aufweist. Mehrheitlich gibt es entweder keinen Kontakt zwischen den verschiedenen Lernorten, der Kontakt beschränkt sich auf organisatorische Angelegenheiten oder die Zusammenarbeit erfolgt nur gelegentlich bei auftretenden Problemen.

Neuere Forschung untersucht Bedingungen gelingender Lernortkooperationen im Kontext der Digitalisierung in der beruflichen Bildung (DAUER et al., 2021). Für neue Formen der Lernortkooperation in der Berufsbildung mittels KI liegen erste konzeptuelle Überlegungen vor, die als Fluchtpunkt ein digitales Ökosystem in der Berufsbildung aufzeigen (SEUFERT/GUGGEMOS, 2021). Das Ökosystem-Konzept schafft somit eine Grundlage für die Zusammenarbeit und den Austausch zwischen den Akteuren in

der Berufsbildung und fördert die Entstehung von neuen, effektiven und nachhaltigen KI-Services in der Berufsbildung. Im vorliegenden Beitrag sollen nun diese Überlegungen anhand des Designs von konkreten KI-basierten Anwendungsfällen konkretisiert werden. Diese dienen als Grundlage für den Aufbau eines digitalen Ökosystems in der Berufsbildung.

2. Forschungsfrage und Methode

Die Kooperation der Lernorte in der dualen Ausbildung wird auf vielfältige Weise von der digitalen Transformation beeinflusst. Forschungsprojekte wie z. B. LOK-DIBB (Bedingungen gelingender Lernortkooperationen im Kontext der Digitalisierung in der beruflichen Bildung (DAUER et al., 2021)) zeigen einerseits auf, dass die Einführung neuer Technologien und die Nachfrage nach entsprechenden Fähigkeiten eine Neugestaltung erfordert. Andererseits bieten Vernetzung und mobile Endgeräte Möglichkeiten, die Kooperation zwischen den Lernorten zu verbessern und neu zu gestalten. Durch eine gesteuerte und verbindliche Zusammenarbeit sowie belastbare persönliche Beziehungen, die auf gegenseitiger instrumenteller und emotionaler Unterstützung beruhen, können die Ausbildungspartner Synergien erzeugen. Eine solche intensivere Kooperation der Lernorte entfaltet ihre Vorteile insbesondere durch lernort- und fachbereichsübergreifende Projekte sowie durch die gemeinsame Nutzung von Lernplattformen und kostenintensiver technischer Infrastruktur wie Lernfabriken (FASSHAUER, 2018, ROLL/IFENTHALER, 2020). Die technologischen Entwicklungen der KI können hier mit skalierbaren und effizienten Lösungen für neue Formen der digitalen Kollaboration sorgen (SEUFERT/GUGGEMOS, 2021). Derzeit besteht jedoch ein Forschungsdesiderat zu den Veränderungen der Lernortkooperation (LOK) im Zuge der digitalen Transformation (FASSHAUER, 2018). Dabei wird „die Rolle der lernortintegrativen Kompetenzentwicklung in einer vernetzten (Arbeits-)Welt immer zentraler“ (ROLL/IFENTHALER, 2020, S. 205).

Ziel des Forschungsprojektes „Zukunftsmodelle der Lernortkooperation“ ist es daher, die Implikationen der digitalen Transformation für die Lernortkooperation zu untersuchen und darauf aufbauend neue Modelle der LOK zu entwickeln. Ein besonderer Fokus liegt auf den Potenzialen der fortgeschrittenen Digitalisierung, die sich mit Data Science und Entwicklungen der Künstlichen Intelligenz (KI) ergeben. Diese gilt es für Bildungsprozesse nutzbar zu machen. Die übergreifende Fragestellung des Forschungsprojekts lautet daher: *Welche (neuen) Möglichkeiten entstehen im Kontext der digitalen Transformation, die Lernortkooperation zu stärken und insbesondere die Potenziale der fortgeschrittenen Digitalisierung (Data Science und Künstlichen Intelligenz) zu nutzen?*

Basierend auf Expertenworkshops im Projekt „FUTURE MEM“ mit dem Schweizer Verband der Schweizer Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie (Swissmem) sowie dem vom Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) geförderten Projekt „Zukunftsmodelle LOK (Lernortkooperation)“ wurden erste Handlungsempfehlungen entwickelt, um die digitale Transformation der LOK mit dem Zu-

kunftsbuild eines digitalen Ökosystems für die Berufsbildung zu gestalten. In einer ersten Konzeptionsphase des geförderten Projektes wurde eine intensive Literaturstudie zu theoretischen Ansätzen und empirischen Befunden zur LOK sowie zu KI und Learning Analytics im Bildungsbereich durchgeführt. Als Ergebnis dieser Phase liegt der mehrperspektivische Bezugsrahmen für Zukunftsmodelle LOK (s. Abschnitt 3.2) vor.

Für das Design konkreter KI-basierter Anwendungsfälle wurde in einer zweiten Phase als übergreifende Konzeption der Aufbau eines Ökosystems in der Berufsbildung herangezogen. Die Anwendungsfälle beziehen sich daher auf einzelne Problemlösungen in diesem Kontext. Interviews mit Expert:innen aus dem Bereich Data Science, NLP (Natural Language Processing), Ecosystems und Berufsbildungsforschung (mit insgesamt 8 Expert:innen) wurden hierzu durchgeführt. Die Anwendungsfälle wurden im Rahmen des SBFI geförderten Forschungsprojektes mit dem strategischen Steuerungsgremium der Berufsbildung diskutiert sowie eine erste Priorisierung vorgenommen. Basierend auf den Erkenntnissen wurden 11 Anwendungsfälle zur weiteren Validierung spezifiziert.

In einer dritten Phase fand diese breitere Validierung unter Berufsbildungsakteuren statt. Aus diesem Grund wurde eine Online-Umfrage durchgeführt, um die entwickelten Anwendungsfälle von Akteuren in der Berufsbildung (Schulleitung, Lehrbetriebe, üKs, Verbundpartner, etc.) validieren zu lassen ($n = 111$). Jeder KI-basierte Anwendungsfall wurde jeweils nach Nützlichkeit sowie auch danach beurteilt, inwieweit die Lernortkooperation damit gestärkt werden könnte. Dieser Beitrag dient dazu, die Ergebnisse dieser Studie aufzuzeigen und die konkreten KI-basierten Anwendungsfälle für den Aufbau eines digitalen Ökosystems in der Berufsbildung zur Diskussion zu stellen. Der vorliegende Beitrag ist folgendermaßen strukturiert:

- *Kapitel 3* dient als theoretisches Fundament, um die fortgeschrittene Digitalisierung, insbesondere KI, für den Bildungsbereich zu spezifizieren sowie den mehrperspektivischen Bezugsrahmen (Makro-, Meso- und Mikroebene) für die KI-basierten Anwendungsfälle als institutionellen Rahmen der Untersuchung kurz einzuführen.
- *Kapitel 4* stellt die Ergebnisse der Design Studie zu *KI-basierten Lösungen* vor, um die Anwendungsfälle zur Diskussion zu stellen. Dabei ist dieses Kapitel nach der Makro-, Meso- und Mikro-Ebene unterteilt.
- *Kapitel 5* präsentiert die Ergebnisse der Online-Umfrage, wie Akteure in der Berufsbildung die skizzierten KI-basierten Anwendungsfälle einschätzen, insbesondere bezogen auch auf die angenommene Wirkung einer gelingenden LOK.
- *Kapitel 6* liefert mit dem Konzept des *Digitalen Ökosystems in der Berufsbildung* die notwendige Rahmung für eine *KI-basierte Lernortkooperation* in der Berufsbildung. Die skizzierten Anwendungsfälle können in Rahmen dieser Synopse im digitalen Ökosystem der Berufsbildung verortet werden. Perspektiven für weiterführende Forschungsfragen und erste Handlungsempfehlungen runden den Beitrag ab.

Die Ergebnisse sollen dazu dienen, a) einen orientierenden Beitrag zur aktuellen Diskussion in der Forschung zu leisten und b) mittel- sowie langfristige Potenziale für die Entwicklung einer KI-basierten Lernortkooperation in einem digitalen Ökosystem zu

identifizieren sowie Gestaltungsmaßnahmen auf der Makro-, Meso- und Mikroebene der Berufsbildung abzuleiten.

3. Theoretischer Hintergrund

3.1 Digitalisierung der Bildung

Zunächst soll grundgelegt werden, wie der weitgefasste Begriff der fortgeschrittenen Digitalisierung mittels KI für den Bildungsbereich spezifiziert werden kann. Der Megatrend Digitalisierung ist dabei nicht neu. Bereits ab den 1970er Jahren begründete die Digitalisierung die dritte industrielle Revolution und damit vor allem die Einführung der ersten (digitalen) Informationstechnologie (BAUER/GANSCHAR, 2014).

SYRING, BOHL und LACHNER (2022) konstatieren einen inflationären Gebrauch des Begriffes Digitalisierung im Kontext von Schule, was nach Ansicht der Autoren zu einem diffusen Verständnis beiträgt. Unter Digitalisierung kann ein Wandlungsprozess verstanden werden, der sich im engeren Sinne auf digitale Medien und Technologien bezieht, die „zunehmend bisherige analoge Unterrichtsprozesse ergänzen und neue Möglichkeiten bezüglich der Realisierung von Lern- und Lehrprozessen erlauben“ (LACHNER et al., 2020, S. 67). Unter Digitalisierung werden im Schulkontext darüber hinaus vor allem auch Forschungen subsumiert, um die Nutzung digitaler Medien als (fach-)didaktisches Instrument, mit dem Ziel eines Mehrwertes für das Erreichen fachlichen Lernens, zu untersuchen (didaktischer Medienbegriff nach PETKO, 2019). In einem weiteren Verständnis wird die gesellschaftliche Perspektive von Digitalisierung hervorgehoben und damit neue Herausforderungen, deren Bewältigung eine umfassende Medienbildung von Schülerinnen und Schülern voraussetzen (SEUFERT/TARANTINI, 2022).

Unter „Digitalisierung der Bildung“ versteht KERRES (2016) in diesem Zusammenhang „eine Kurzformel für den grundlegenden Transformationsprozess der Bildungsarbeit, der – anders als E-Learning – die gesamte Wertschöpfung der Wissenserschließung in den Blick nimmt“ (S. 3). Kern der Diskussion ist dabei, dass es nicht mit einem additiven „Ergänzen“ von Lernangeboten um soziales und mobiles Lernen getan ist, sondern dass neue Geschäftsmodelle, ein Kulturwandel und veränderte Leistungsprozesse nötig sind (HOFHUES/SCHIEFNER-ROHS, 2017). Dabei können analog zur ersten und zweiten Digitalisierungswelle nach WAHLSTER (2017) Entwicklungsstufen für die digitale Transformation konkretisiert werden, wie die nachfolgende Abbildung zunächst im Überblick darstellt.

	Ziele / Inhalte	Methoden Lehr-Lernformen	Methoden Data Science für Bildungsprozesse	Lernräume
Erste Digitalisierungs- welle	Digitale Kompetenzen: Computer als ein Tool / Rationalisierung	Digitale Medien / digitale Tools zur Unterstützung, Organisation von Lernprozessen	Learning Analytics: deskriptive Analysen von online Daten (Verhaltensdaten)	Physische Lernräume, online Lernräume Hybride Lernräume
Zweite Digitalisierungs- welle / KI NLP (Natural Language Processing)	KI Kompetenzen: Computer als Tool / Assistenzsystem / Partner Neue Formen der Zusammenarbeit	KI-basierte Methoden und Tools für personalisiertes Lernen (z.B. Echtzeit- Feedback) NLP-spezifisch: Assistenz-/Dialogsysteme für Lernende, Lehrende	Learning Analytics + Empfehlungen + Adaptive LA + Prognosen + multimodale Daten NLP-spezifisch: «SkillsTech» Lösungen, z.B. Generierung von Kompetenzmodellen	Smarte Lernräume, Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), Mixed Realities, Embodied Intelligence / Umgebungsintelligenz

Abbildung 1: Digitalisierung der Bildung (eigene Darstellung)

Neben neuen *Lernzielen* (digitale Kompetenzen, vermehrt auch KI-Kompetenzen) sowie neue *Methoden mit digitalen Medien*, die zunehmend KI-basierte Funktionalitäten beinhalten, ist noch ein neuer, dritter Strang dazugekommen, um Bildungsprozesse auf der Grundlage von Data Science zu organisieren. Hierfür wird auch der Begriff des „*Learning Analytics*“ verwendet: Analyse von Bildungsdaten in der Berufsbildung (vgl. hierzu IFENTHALER/GREIFF, 2022). „Mit Learning Analytics werden allgemein sozio-technologische Data-Mining-, Analyse- und Interventionspraktiken bezeichnet, die das Ziel verfolgen, Bildungsprozesse individuell und systematisch zu unterstützen“ (ebenda, S. 13). Darüber hinaus verändern sich auch *Lernräume* und können zunehmend auch als pädagogische, „*smarte Agenten*“ betrachtet werden, die teilweise auch „embodied intelligence“ („Umgebungsintelligenz“) mit integrieren.

In den letzten Jahren hat im Bereich der KI vor allem auch das Natural Language Processing (NLP) erhebliche Fortschritte zu verzeichnen. Die Verarbeitung natürlicher Sprache mittels NLP versetzt Computer in die Lage, mit Menschen in deren Sprache zu kommunizieren und weitere sprachbezogene Aufgaben zu bewältigen. So können Computer mithilfe von NLP beispielsweise Texte lesen, gesprochene Sprache hören, diese interpretieren, Sentimentanalysen durchführen und ermitteln, welche Teile wichtig sind. Für didaktische Tools ergeben sich dadurch neue Möglichkeiten, Dialog- und Assistenzsysteme für die Bildung zu entwickeln, die auf natürlicher Sprache basieren. Auch für die Organisation von Bildungsprozessen und Kompetenzmanagement, wie z. B. die automatisierte Generierung von Kompetenztaxonomien, können Textanalysen und -visualisierungen mittels NLP nutzbringend eingesetzt werden (sogenannte „Skills Tech“ Lösungen, vgl. hierzu MEIER/SEUFERT, 2022).

Die KI-basierten Anwendungsfälle in diesem Beitrag beziehen sich somit auf die technologischen Entwicklungen der zweiten Digitalisierungswelle. Im nächsten Abschnitt wird der Strukturrahmen für Gelingensbedingungen von LOK eingeführt, um die Anwendungsfelder für KI-basierte Lösungen in der Berufsbildung spezifizieren zu können.

3.2 Mehrperspektivischer Bezugsrahmen für LOK

Im Kontext der digitalen Transformation gestalten sich die Gelingensbedingungen einer Lernortkooperation auf mehreren Ebenen. Als theoretischer Hintergrund dient der neuere Forschungsstrang „School-Workplace Connectivity“ zur Beschreibung mehrdimensionaler und mehrstufiger Prozesse einer gelingenden LOK, in denen pädagogische und institutionelle Aspekte des beruflichen Lernens miteinander verbunden sind (APREA/SAPPA, 2015; APREA et al., 2020). Der Strukturrahmen für eine gelingende Lernortkooperation unterscheidet nach Makro-, Meso- und Mikro-Ebene (SEUFERT/GUGGEMOS, 2021):

- Die *Makro-Ebene* fokussiert vor allem die Gestaltung der Arbeitsmarkt- und Berufsbildungspolitik. Die Konnektivität bezieht sich auf eine systemische Einbettung in das Bildungssystem und den Arbeitsmarkt. Um die Koppelungsintensität zu intensivieren, sind nach RENOLD et al. (2015) Prozesse zu identifizieren, in denen Akteure des Bildungs- und Beschäftigungssystems miteinander kommunizieren können und sollen. Darüber hinaus werden notwendige Rahmenbedingungen für eine stärker personalisierte Kompetenzentwicklung mit flexibleren Karrierewegen grundgelegt. Die Makro-Ebene liefert somit die systemischen Rahmenbedingungen einer gelingenden LOK.
- Die *Meso-Ebene* betrifft die institutionelle und organisationale Ebene für ein lernortintegrierendes Kompetenzmanagement. Die Konnektivität bezieht sich auf die organisationalen Strukturen und Bedingungen von Lernumgebungen in den Lernorten für eine integrierende Kompetenzentwicklung.
- Die *Mikro-Ebene* ist schließlich die Ebene, in der die Personen agieren, die an den Lernorten arbeiten und die Kooperation vollziehen. Sie bezieht sich auf die Zusammenarbeit der Akteure in der Berufsbildung. Die Konnektivität der LOK bezieht sich auf die Kooperationsintensität zwischen den Akteuren in der Berufsbildung.

Auf die einzelnen Ebenen wird in den nachfolgenden Abschnitten näher eingegangen, indem jeweils exemplarisch KI-basierte Anwendungsfälle skizziert werden, um die Gelingensbedingungen von LOK zu fördern.

4. LOK Zukunftsmodelle: KI-basierte Anwendungsfälle

4.1 Überblick

Als Ergebnis des Forschungsprojektes „LOK Zukunftsmodelle“ liegen insgesamt 22 Anwendungsfälle auf der Makro-, Meso- und Mikro-Ebene vor, wie die nachfolgende Abbildung zunächst im Überblick aufzeigt:

Makro-Ebene	Meso-Ebene	Mikro-Ebene
▪ Koppelungsintensität zwischen Beschäftigungs- & Bildungssystem 01 KI-basierte Arbeitsmarktinformationen 02 KI-basierte Kompetenzmodelle 03 KI-basierte Feedbackformen ▪ Rahmenbedingungen für Personalisierte Kompetenzentwicklung 04 Learning Experience Plattformen 05 Adaptive, bildungsstufenübergreifende Förderinstrumente 06 MOOCs, OER für transversale Kompetenzen 07 Personalisierte Empfehlungen für Weiterbildung / Karrierepfade	▪ Personalisierte Kompetenzentwicklung (PKE) 08 PKE für Lernende 09 PKE für Lehrbetrieb 10 PKE für Berufsfachschule 11 PKE für überbetriebliche Kurse ▪ Lernortintegrierende Kompetenzentwicklung 12 Management von Kompetenzen 13 Authentische Lern- und Testumgebungen 14 Validierung von Kompetenzen ▪ Learning Analytics zur Weiterentwicklung 15 Evaluation Lernressourcen 16 Evaluation Kompetenzprofile	▪ Formen der Zusammenarbeit mit KI-Systemen 17 KI als Helfer zur Entlastung von Routinearbeiten 18 KI als Assistenzsysteme am Arbeitsplatz 19 KI zur Vernetzung / Matching von Lernenden / Berufsbildungsakteuren 20 KI zur Förderung von Kreativität und Co-Creation ▪ Learning Analytics zur Weiterentwicklung 21 Datenbasierte Entscheidungsunterstützung 22 Datenbasierte Unterstützung für LOK Praxisgemeinschaften

Abbildung 2: Überblick über Anwendungsfälle (eigene Darstellung)

Die entworfenen Anwendungsfälle haben exemplarischen Charakter und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr ist es als ein Ansatz zu verstehen, um ein möglichst breites Spektrum für den Einsatz von KI für die Berufsbildung aufzuzeigen. Aufgrund der Rückmeldungen mit dem Steuergremium des SBFI wurden die folgenden 11 Anwendungsfälle priorisiert und für eine nähere Analyse ausgewählt:

Makro-Ebene

1. Aufbau „Arbeitsmarkt-Intelligenz“ (Datenzentriertes Ökosystem),
2. Datenbasierte Generierung von Kompetenzmodellen,
3. Learning Experience Plattform als Lernportal (Lernenden-zentriertes Ökosystem),
4. Bildungsstufenübergreifende Förderinstrumente, adaptive Lern- und Textsysteme (Sprachen, Mathe),
5. Open Education Strategien für ABU und transversale Kompetenzen (Ökosystem für Lernressourcen und Open-Source-Software),

Meso-Ebene

6. KI-basiertes Management von Kompetenzen,
7. KI-basierte authentische Lern- und Testumgebungen,
8. KI-basierte modularisierte Prüfungen und integrierte HKO-Schlussprüfung,
9. KI-basierte Portfolio-Systeme für die Validierung von Kompetenzen,
10. Learning Analytics für die Evaluation von Kompetenzprofilen,

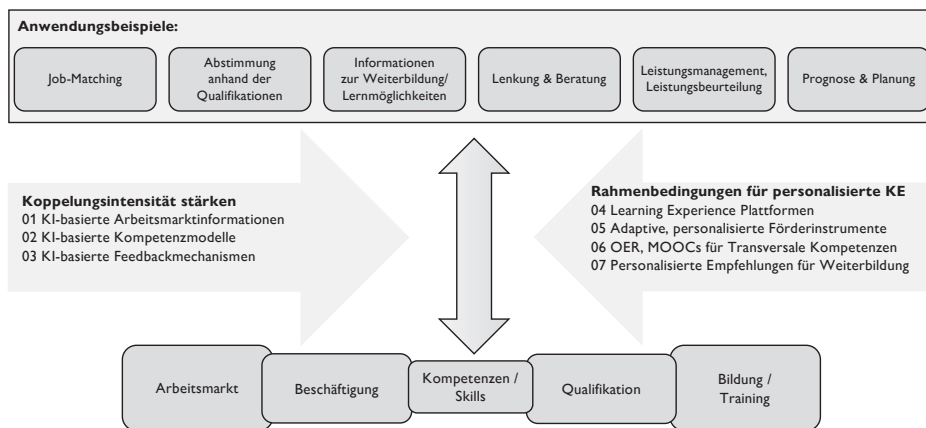
Mikro-Ebene

11. KI-basierte Support Systeme für Berufsbildungsakteure.

Auf die einzelnen Ebenen sowie die ausgewählten Anwendungsfälle wird nachfolgend näher eingegangen.

4.2 LOK-Zukunftsmodelle: Makro-Ebene

Auf der Makro-Ebene kann die Lernortkooperation in der Berufsbildung mit zwei Ziel- ausrichtungen unterstützt werden: 1) Koppelungsintensität zwischen Beschäftigungs- und Bildungssystem zu stärken, und 2) Rahmenbedingungen für eine personalisierte Kompetenzentwicklung zu fördern. Für diese beiden Zielrichtungen sind insgesamt 7 Anwendungsfälle ausgearbeitet, wie die nachfolgende Abbildung zunächst im Überblick aufzeigt:



Widyawati, H. (o.D.). ESCO A tool to facilitate (online) skills matching throughout Europe [PowerPoint Folien]. SlidePlayer. <https://slideplayer.com/slide/15410823/>

Abbildung 3: Überblick über Anwendungsfälle: Makro-Ebene (Widyawati, o. D.)

In Anlehnung an das ESCO¹-Konzept (WIDYAWATI, o.D.) dienen Kompetenzen als Bindeglied zwischen Beschäftigungs- und Bildungssystem. Während in der ersten Zielrichtung „Koppelungsintensität stärken“ vom Arbeitsmarkt vorgegangen wird, setzen Rahmenbedingungen für eine stärker personalisierte Kompetenzentwicklung im Bildungssystem an.

1 ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations) ist die europäische mehrsprachige Klassifizierung von Kompetenzen, Qualifikationen und Berufen. ESCO funktioniert wie ein Wörterbuch, das Berufe und Kompetenzen beschreibt, identifiziert und klassifiziert, die für den EU-Arbeitsmarkt und die allgemeine und berufliche Bildung relevant sind.

Koppelungsintensität stärken

Anwendungsfall: Aufbau „Arbeitsmarkt-Intelligenz“

Mit KI-basierten Methoden lassen sich Trendbeobachtungen auf der Basis von Echtzeitdaten realisieren. Sowohl in der EU als auch in den USA werden KI-Technologien zur Arbeitsmarkt-Datenverarbeitung verwendet, um 1) die aktuelle Arbeitsmarktsituation abzubilden, 2) gefragte „Kompetenzprofile“ zu ermitteln und um 3) aufzuzeigen, welche dieser Profile in Zukunft wichtig und nachgefragt sein werden (MEZZANZANICA/MERCORIO, 2019; COLOMBO/MERCORIO/MEZZANZANICA, 2019). KI bietet diverse Potenziale dahingehend, dem Arbeitsmarkt durch die Verarbeitung und Repräsentation von Daten wertstiftende Erkenntnisse zu liefern. Dabei liegt die Hauptfunktion intelligenter Technologien darin, eine hohe Quantität an Rohdaten zu verarbeiten, um Entscheidungshilfen zu produzieren. Technisch gesehen können solche intelligente Entscheidungshilfen mit sogenannten Arbeitsmarkt-Informationen-Systemen (engl. Labour Market Information System (LMIS), MEZZANZANICA/MERCORIO, 2019, S. 8) generiert werden.

Regelmäßige aktuelle und künftige Qualifikations- und Arbeitsmarkttrends können politischen Entscheidungsträgern, Arbeitgebern, Berufsbildner:innen, Lehrpersonen und Einzelpersonen helfen, sich auf die Veränderungen bei Arbeitsplätzen und Qualifikationen infolge der Automatisierung vorzubereiten. Damit können auch zeitnah wertvolle Erkenntnisse zur Anpassung und Verbesserung der Relevanz und Qualität von Ausbildungsprogrammen auf effiziente Art und Weise gewonnen werden.

Anwendungsfall: KI-basierte Kompetenzmodelle für Curriculum-Design

Derzeit finden Experten-kuratierte Kompetenzmodelle für das Curriculum-Design von Bildungsgängen in der Berufsbildung Verwendung. Diese Entwicklungsprozesse sind zunehmend sehr komplex und ressourcenintensiv. Zumindest ergänzend könnte die datengetriebene Entwicklung von Kompetenzmodellen eine Entscheidungsunterstützung bieten. Im Rahmen der europäischen Initiative ESCO wurde beispielsweise ein Pilotprojekt durchgeführt, um die Verknüpfung von Lernergebnissen bzw. Qualifikationen mit ESCO-Kompetenzen anhand einer KI-basierten Lösung (NLP-Analysen) aufzuzeigen und hierarchische Kompetenztaxonomien anhand der Analysen zu verbessern (CEDEFOP, 2022). Datenbasierte Kompetenzprofile können als Entscheidungshilfe in der Berufsentwicklung dienen. Die Verwendung von Stellenanzeigen soll sicherstellen, dass die „Kompetenzsprache“ von Arbeitgebern verwendet wird. Die Aktualisierung und Pflege von Kompetenzmodellen werden durch (teil-)automatisierte Prozesse zunehmend erleichtert sowie die Komplexität reduziert.

Rahmenbedingungen für eine personalisierte Kompetenzentwicklung

Anwendungsfall: Learning Experience Plattformen

Viele Schulen und Lehrbetriebe benutzen mittlerweile Lernplattformen, sogenannte Learning Management Systeme (LMS) oder digitale Plattformen zur Kommunikation

und Zusammenarbeit. Nicht zuletzt aufgrund der langen Pandemie-Zeit haben auch die meisten Berufsschulen mittlerweile digitale Plattformen, um ihren Unterricht zu organisieren (STÄNDIGE WISSENSCHAFTLICHE KOMMISSION DER KULTUSMINISTER-KONFERENZ, 2022). Bei den überbetrieblichen Kursen gibt es ein sehr breites Spektrum unterschiedlicher Reifegrade (SEUFERT, 2021). Aus der Perspektive der Lernenden ergibt sich folglich ein recht heterogenes Bild an digitalen Plattformen für ihre Lernprozesse. Im Extremfall wechseln die Lernenden von Lernort zu Lernort und müssen sich jeweils in anderen Lernmanagementsystemen zurechtfinden, was eine lernortintegrierende Kompetenzentwicklung eher erschwert. Um die Lernenden ins Zentrum der Kompetenzentwicklung zu stellen, benötigt es entsprechende Unterstützung in Form von Lernenden-zentrierten Ökosystemen (BETTS et al., 2021; MIKROYANNIDIS et al., 2018), wie es sogenannte Learning Experience Plattformen zum Ziel haben.

Im Unterschied zu Learning Management Systemen steht bei Learning Experience Plattformen die Lernenden und deren (personalisierter) Lernprozess und nicht das Managen von Kursen und Daten im Vordergrund. Mit entsprechenden API-Schnittstellen können Inhalte aus unterschiedlichen Quellen, wie z. B. zu den Lernplattformen der Lernorte, kuratiert werden. Learning Experience Plattformen (LXP) dienen als attraktives Lernportal und nutzen die Möglichkeiten der KI, um Prozesse intelligent zu automatisieren und personalisierte Lernerlebnisse zu schaffen (z. B. Lernempfehlungen, Micro-Coachings). Für Lernende wird eine attraktive und einfach zu handhabende Lernlösung bereitgestellt. KI-Services für eine stärkere personalisierte Kompetenzentwicklung können entwickelt werden und gleichzeitig kann eine Systemvielfalt in den Lernorten bestehen bleiben. Derartige lerner-zentrierte Ökosysteme schaffen die Basis dafür, um sukzessive personalisierte Services (z. B. Empfehlungen, Aufzeigen von Kompetenzfortschritten, Dialogsysteme zur Beratung, etc.) für Lernende aber auch Lehrende entwickeln zu können.

Anwendungsfall: Bildungsstufenübergreifende Förderinstrumente

Sind Kompetenzlücken bei Lernenden vorhanden, so fehlen häufig integrative, personalisierte Fördermaßnahmen im Schulsystem. Betriebe sind dann häufig gefordert, entsprechend nachzuqualifizieren. Um bessere Voraussetzungen für eine LOK zu schaffen, kann auch die vorgelagerte Bildungsstufe unterstützend wirken. Der Kanton Bern hat hierzu beispielsweise eine Kompetenzenliste in den Fächern Deutsch und Mathematik für eine Vielzahl von Berufen erstellt. Lernende sollen die Möglichkeit erhalten, sich mittels Musteraufgaben auf die benötigten Kompetenzen für ihre gewählte Berufslehre vorzubereiten. Im Rahmen der Flexibilisierung der 8. und 9. Klassen können die Kompetenzraster mit den Übungsaufgaben für ein gezieltes Training eingesetzt werden (Unterrichtslektionen sind dafür vorgesehen). Der Unterricht an den Berufsschulen baut auf den Kompetenzen auf, welche im Kompetenzraster definiert sind. Diese Fördermaßnahmen könnten zusätzlich digital ausgebaut werden, z. B. in Form von adaptiven Lern- und Testsystemen, die dann auch den Berufsschulen als personalisierte Förderinstrumente zur Verfügung gestellt werden könnten. Adaptive Lerntechnologien identifizieren und verstehen die Lernmuster jedes Einzelnen. Inhalte und Schwierig-

keitsgrad passen sich automatisch und in Echtzeit an die Bedürfnisse des Lernenden an. Automatisiertes Feedback ist zeitnah und präzise. Adaptive Förderinstrumente eignen sich besonders für Mathe- und Sprachkompetenzen im Bereich ABU für ein „Mastery Learning“. Lernende gehen nicht zu neuem Material über, bevor sie nicht den vorhergehenden und grundlegenden Stoff, der als Voraussetzung dient, beherrschen. Bildungsstufenübergreifende Kooperationen können mit diesen Förderinstrumenten erleichtert werden.

Anwendungsfall: OER und MOOCs für transversale Kompetenzen

Berufsschulen können insbesondere im allgemeinbildenden Unterricht stärker auf Lernressourcen zurückgreifen, um transversale, berufsübergreifende Kompetenzen zu fördern (SCHARNHORST/KAISER, 2018). In der Berufsbildung (generell im Bildungssystem) existieren derzeit noch kaum Strategien für Open Educational Resources (OER) sowie MOOCs (massive open online courses, GUGGEMOS/MOSER/SEUFERT, 2022). Gerade in der Berufsbildung bestehen dabei jedoch erhebliche Potenziale, um insbesondere berufsübergreifende, transversale Kompetenzen in den Berufsschulen zu fördern. Die Vorteile eines MOOCs als flexibles Lerninstrument bestehen dabei insbesondere in der kostengünstigen Erstellung flexibel, einsetzbarer Lernmaterialien sowie in neuen Optionen im Bereich Data Analytics im Bildungsbereich (GRELLER/DRACHSLER, 2012; IFENTHALER et al., 2021). Die Auswertung selbst kann verschiedene Ziele verfolgen:

- Lernprozesse besser verstehen und darauf aufbauend besser unterstützen: Wie unterscheiden sich die Lernaktivitäten von erfolgreichen und weniger erfolgreichen Lernenden?
- Lernmaterialien, didaktische Designs und Lernenden-Betreuung besser gestalten: An welchen Stellen brechen viele Lernende die Betrachtung des Lernvideos ab und wie können wir das ändern?
- Lernprozesse besser personalisieren: Welche Empfehlungen zu nächsten Lernaktivitäten können für welche Lernenden ausgesprochen werden?

Die Zuordnung zu Kompetenzmodellen und transversalen Kompetenzen würde darüber hinaus die Lehrpersonen darin unterstützen, geeignete OER-Lerninhalte und MOOCs zu finden, um diese in den Unterricht in Blended Learning Szenarien (z. B. im Sinne von Flipped Classroom) zu integrieren.

Die Rahmenbedingungen für eine stärkere personalisierte Kompetenzentwicklung in der Berufsbildung sind eine wesentliche Voraussetzung dafür, die lernortintegrierende Kompetenzentwicklung im Rahmen von LOK realisieren zu können. Im nächsten Kapitel wird auf die Anwendungsfälle dieser Meso-Ebene näher eingegangen.

4.3 LOK-Zukunftsmodelle: Meso-Ebene

Auf der Meso-Ebene steht die Lernortkooperation zwischen den Lernorten mit drei Zielrichtungen im Vordergrund: 1) eine personalisierte Kompetenzentwicklung umset-

zen zu können, 2) eine lernortintegrierende Kompetenzentwicklung über die Phasen Planung, Maßnahmen zur Kompetenzentwicklung und Validierung von Kompetenzen zu organisieren sowie 3) Learning Analytics zur Qualitätsentwicklung im Rahmen von LOK einzusetzen. Insgesamt sind auf dieser Ebene 9 Anwendungsfälle entwickelt worden (vgl. nachfolgende Abbildung). Genauer analysiert werden anschließend 4 ausgewählte Anwendungsfälle:

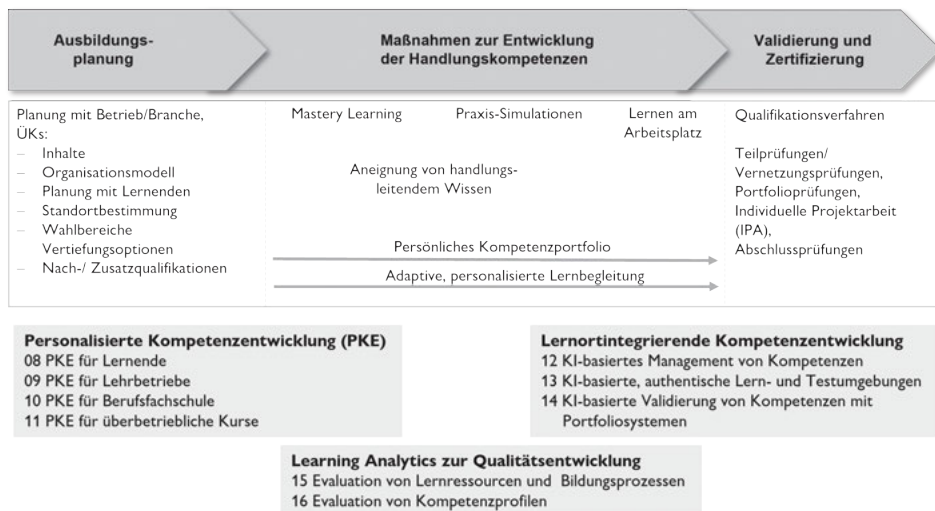


Abbildung 4: Überblick über Anwendungsfälle auf der Meso-Ebene

Lernortintegrierende Kompetenzentwicklung ermöglichen

Anwendungsfall: KI-basiertes Management von Kompetenzen

Zu den Phasen einer lernortintegrierenden Kompetenzentwicklung ist zunächst die Planung bzw. übergreifend das Management von Kompetenzen in der Grundbildung zu zählen. Die Erstellung von Grundlagendokumenten ist derzeit sehr aufwendig (z. B. Bildungsverordnungen, Rahmenlehrpläne) und „statisch“ im Gebrauch. KI-basierte Entwicklungen, die kurz unter dem Stichwort „Skills Tech“ Lösungen entstanden sind, können hierbei Nutzenpotenziale liefern, um lernortübergreifend eine gleiche Kompetenzsprache zu etablieren sowie Reformprozesse zu verschlanken. Im Alltag existieren heute separate Systeme, in Lernplattformen fehlt die Verbindung zu Kompetenzmodellen (z. B. manuelle Eingabe von Portfolio-Daten). Systematische Auswertungen in Richtung Learning Analytics sind damit nur erschwert möglich. Auch das Aktualisieren der vorhandenen Systeme in Reformprozessen ist bislang mit hohem Aufwand verbunden, so dass eine Regelzeit von weniger als 5 Jahren für die Überarbeitung von Qualifikationsprofilen nicht realistisch erscheint.

Durch die Verwendung zentraler Datenbanken kann die Entwicklung und Implementierung der Kompetenzmodelle unterstützt und maßgeblich mit entsprechenden

Werkzeugen („Skills Tech“ Lösungen) erleichtert werden. Auch könnte die Komplexität reduziert werden, da mit Kompetenztaxonomien gearbeitet werden kann (Aggregationen), die mit „statischen“ Dokumenten, die digital gespeichert sind, nicht möglich ist. Curriculum Design und Curriculum Anwendung werden gekoppelt über digitale Kompetenzmodelle, die auch in Learning Experience Plattformen integriert werden können (vgl. Anwendungsfall 4). Die Entwicklung einer gemeinsamen Kompetenzsprache kann auch damit unterstützt werden, da eine vereinfachte Eingabe mit natürlicher Sprache (mittels NLP-Verfahren) umgesetzt werden könnte.

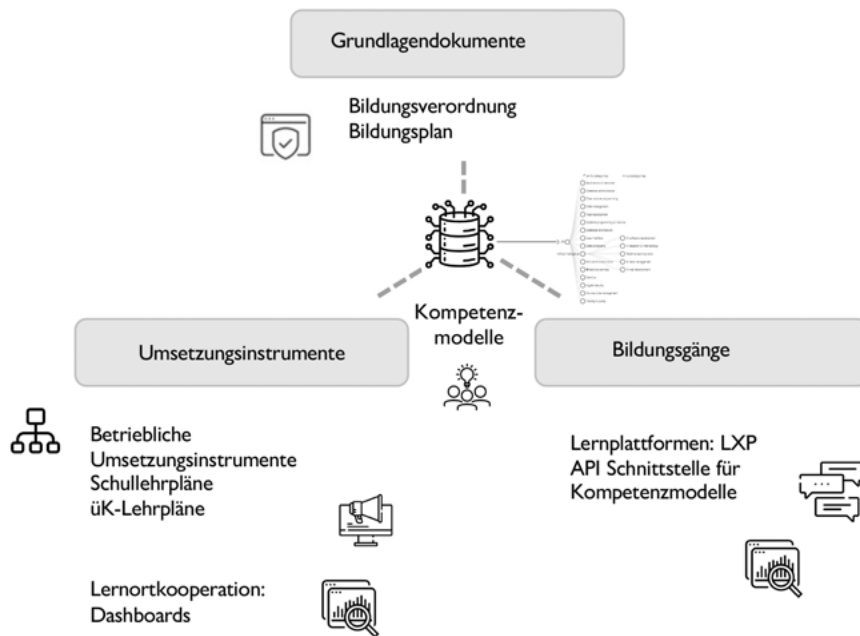


Abbildung 5: KI-basiertes Management von Kompetenzen (eigene Darstellung)

Anwendungsfall: KI-basierte, authentische Lern- und Testumgebungen

Im Zuge der zunehmenden Digitalisierung der Arbeitswelt wird der Arbeitsalltag immer stärker technologiebasiert. Das konnektive Pädagogikmodell geht über die Prinzipien dualistischer Modelle hinaus und vertritt eine grundlegend andere Annahme über Lernen und Entwicklung (SEUFERT/GUGGEMOS, 2021). Danach sind alle Formen des Lernens „situiert“ und Wissen wird in Interaktion zu einer sozialen Umwelt konstruiert und transformiert (GRIFFITHS/GUILE, 2003; TYNJÄLÄ, 2009). Authentische Lern- und Testumgebungen (z. B. Simulationssysteme oder Augmented, Virtual, Mixed Realities Anwendungen), welche konkrete Arbeitsszenarien verwenden, können diese Konnektivität zwischen den Lernorten erhöhen. Auch für die vereinfachte Erstellung von Prüfungen, um anspruchsvolle Arbeitsszenarien als Videos beispielsweise für Situational Judgement Tests entwickeln zu können, wäre der Mixed Reality Service von Vorteil (SEUFERT, 2022).

In Zukunft könnten digitale Prüfungssysteme, welche KI-Funktionalitäten beinhalten, auch offene Fragen einbinden (nicht nur Multiple Choice). Mittels KI könnten die Systeme derart trainiert werden, dass Lehrkräften eine Korrekturhilfe erhebliche Arbeitsentlastung schaffen könnte (z. B. durch Vorschläge für die Bewertung, Sortierung von Antworten, Kennzeichnung eindeutiger Fälle sowie „Borderline“ Fälle).

Die nachfolgende Abbildung zeigt Beispiele für derartige authentische Lern- und Testumgebungen im Überblick, die dem Ziel der Konnektivität der Lernorte dienen:

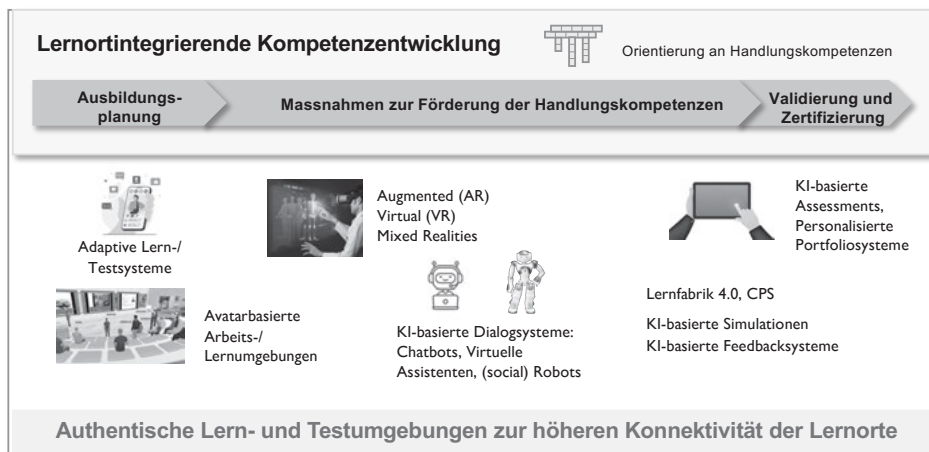


Abbildung 6: Authentische Lern- und Testumgebungen (eigene Darstellung)

Anwendungsfall: KI-basierte Validierung von Kompetenzen mit ePortfolio

Die Arbeit mit Portfolios, um die individuelle Kompetenzentwicklung aufzuzeigen, ist ein vielversprechender Ansatz in der Berufsbildung (ALBRECHT/BÖRNER/KÖHLER, 2012). Erworbene Kompetenzen werden somit im Laufe der Grundbildung sichtbar gemacht. Allerdings sind die damit verbundenen Aktivitäten sehr aufwendig. Vielen Lernenden fällt es schwer, nicht nur Erlerntes zu dokumentieren, sondern auch über die eigenen Ressourcen und Schwächen zu reflektieren und darüber zu kommunizieren. Auch für die Berufsbildungsakteure ist es eine sehr große Herausforderung, die Lernenden dabei zu unterstützen. Die Kompetenzen, Reflexionsprozesse bei Lernenden zu unterstützen und generell zu coachen, sind bei den Lehrpersonen ausgeprägter vorhanden aufgrund ihrer Qualifikation. Allerdings finden die entsprechenden Lernerlebnisse am Arbeitsplatz statt, wodurch die Berufsbildner:innen näher am Geschehen sind.

Ein ePortfolio dient zur Dokumentation und Reflexion der eigenen Kompetenzen sowie als Entwicklungsportfolio der Lernprozessbegleitung. Somit stellt es ein starkes lernortübergreifendes Instrument dar. Dieses könnte flächendeckend stärker genutzt werden, um einen gemeinsamen Erfahrungsraum zu gestalten und Lehrpersonen in ihrer Coaching-Rolle stärker einzubinden. In der Praxis sind daher bereits mehrere ePortfolio Lösungen aufzufinden, um diese personalisierten Prozesse zu unterstützen (SEUFERT, 2021). KI-basierte Portfoliosysteme können künftig somit eine zentrale Komponente einer personalisierten Lernumgebung darstellen. Mit der Blockchain Technologie könnte darüber hinaus die Dokumentation lebenslanger Lernbiografien erfolgen.

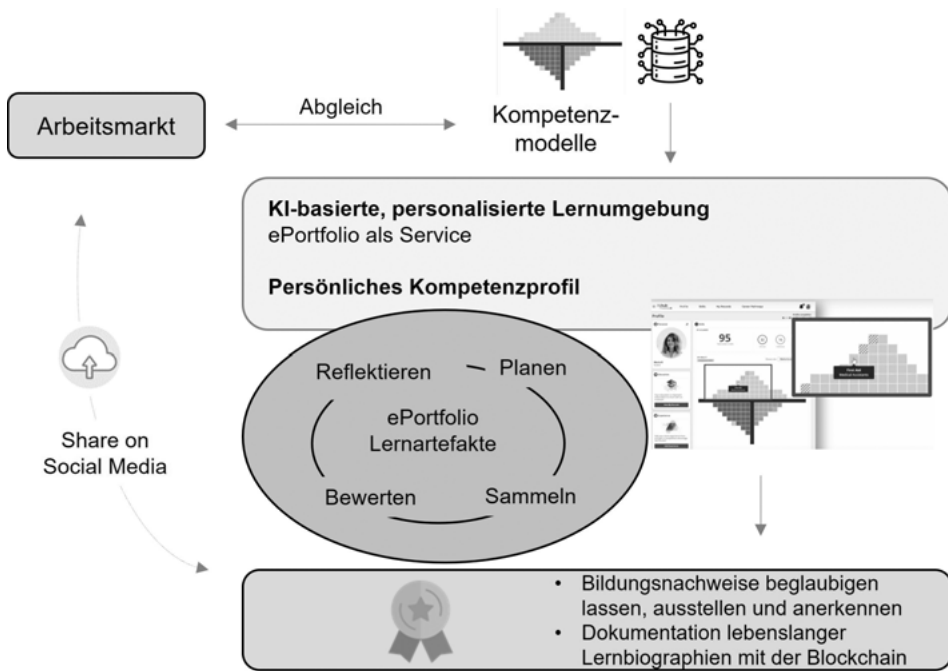


Abbildung 7: ePortfoliosysteme als Komponente personalisierter Lernumgebungen (eigene Darstellung)

Anwendungsfall: Learning Analytics zur Evaluation von Kompetenzprofilen

Ein weiteres Anwendungsfeld stellt Learning Analytics zur Analyse von Lernergebnissen, insbesondere Kompetenzprofilen dar. Wie im Anwendungsfall 03 bereits erläutert, fehlen Feedbackschleifen, um aus aggregierten Daten und Informationen Rückschlüsse und ggf. Anpassungen für Curricula vornehmen zu können. Learning Analytics könnte hierfür sinnvoll genutzt werden. Zum einen kann durch diese Evaluationsarbeit die gemeinsame Zusammenarbeit im Rahmen von LOK gestärkt werden, da die gleiche Kompetenzsprache gesprochen wird. Zum anderen könnten auf der Basis von Portfolio-Daten Aggregationen sowie Visualisierungen vorgenommen werden, um beispielsweise Auswertungen nach Bildungsgang oder auch nach transversalen Kompetenzen vorzunehmen (vgl. nachfolgende Abbildung).

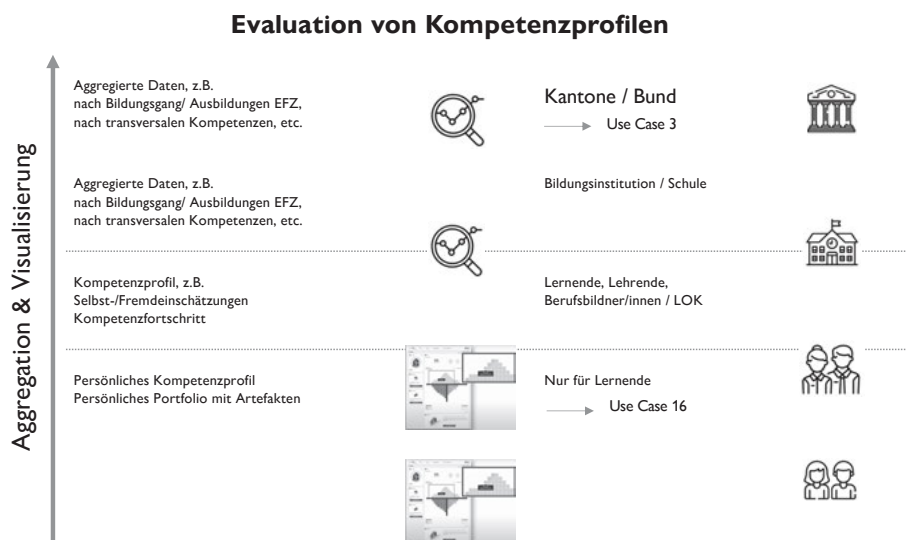


Abbildung 8: Learning Analytics Beispiele zur Evaluation von Kompetenzprofilen (eigene Darstellung)

4.4 LOK Zukunftsmodelle: Mikro-Ebene

Auf der Mikro-Ebene steht die Zusammenarbeit der Individuen im Zentrum für eine lernortintegrierende Kompetenzentwicklung im Rahmen von LOK. Die Entwicklungen mit KI zeigen hier Potenziale auf, diese Zusammenarbeit zu unterstützen, wie 4 Anwendungsfälle exemplarisch aufzeigen sollen. KI-basierte Anwendungen können als weiterer Akteur und Mediator im Rahmen von LOK betrachtet werden. Der Nutzen von Data Science bzw. Learning Analytics dient ebenfalls zur Unterstützung der Berufs-bildungsakteure und ist beispielhaft anhand von zwei Anwendungsfällen dargestellt. Die nachfolgende Abbildung gibt zunächst einen Überblick. Auf den Anwendungsfall „KI-basierte Supportsysteme“ wird anschließend näher eingegangen:

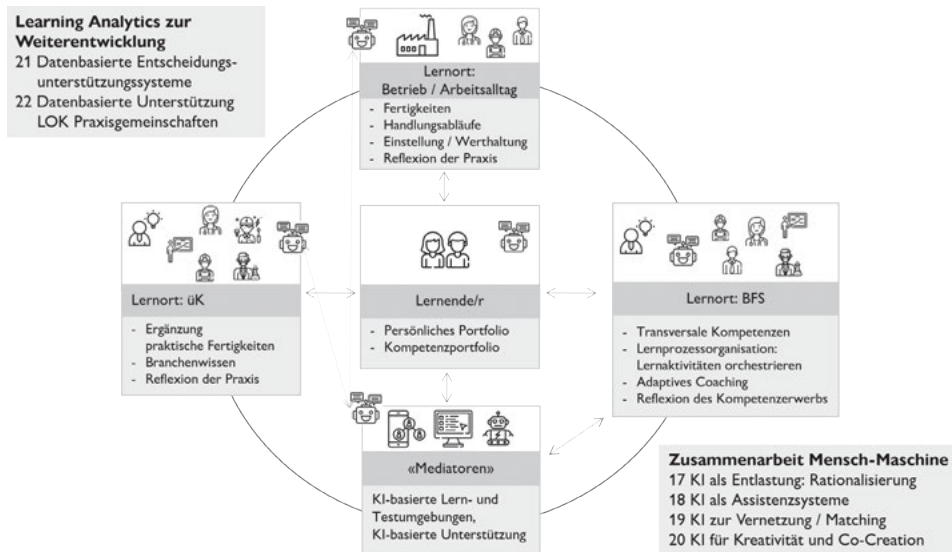


Abbildung 9: Überblick über Anwendungsfälle auf der Mikro-Ebene

Zusammenarbeit mit KI-Systemen nutzen

Anwendungsfall: KI als Assistenzsysteme für Akteure in der Berufsbildung

Lehrpersonen sowie auch Berufsbildner:innen haben vielfältige Tätigkeiten durchzuführen. Die Entwicklung von Blended Learning Designs ist nicht nur didaktisch anspruchsvoll, vielmehr sind auch aufwendige Detailarbeiten notwendig, wie z. B. Erklärvideos für Flipped Classroom zu entwickeln, ggf. müssen diese Inhalte auch in verschiedenen Sprachen erstellt werden. Auch ist es zeitintensiv, formative Assessments zur Überprüfung des Lernstandes zu entwickeln. Fachlich kann sich im Berufsfeld sehr vieles verändern und das Aktualisieren des eigenen Wissensstandes kann daher zunehmend eine große Herausforderung darstellen. KI-basierte Unterstützungstools können beispielsweise die automatische Erstellung verschiedener Übungstypen oder das avatarbasierte Generierung von Erklärvideos sein. Dadurch könnte die gemeinsame Erstellung von Inhalten an verschiedenen Schulen und Lernorten vereinfacht werden.

Smarte Dialogsysteme können beispielsweise Lern-/ Reflexionsprozesse am Arbeitsplatz (im Sinne von Micro-Coaching) unterstützen. Die Rolle der Lernbegleitung wahrzunehmen, um eine stärker personalisierte Kompetenzentwicklung der Lernenden zu unterstützen, ist eine zentrale Herausforderung für alle Berufsbildungsakteure. Ohne die zusätzliche Unterstützung durch entsprechende Instrumente und Tools ist diese Aufgabe für Lehrpersonen und Berufsbildner:innen in zunehmend heterogenen Lerngruppen kaum zu leisten. Intelligente Assistenzsysteme am Arbeitsplatz, wie z. B. KI-basierte Chatbots zur Anleitung von Reflexionen von Arbeitsprozessen, können sowohl die Lernenden unterstützen sowie auch Berufsbildner:innen entlasten. Darüber

hinaus könnten künftig derartige Dialogsysteme die natürliche Sprache zur Interaktion einsetzen, was die Hemmschwelle am Arbeitsplatz zusätzlich senken könnte. Arbeiten und Lernen könnten somit auf authentische, natürliche Art und Weise verbunden werden (vgl. Beispiel „Rebo at Work“ als ein derartiges Assistenzsystem für Lernende am Arbeitsplatz dar (SEUFERT, 2022)). Die gegenwärtigen Entwicklungen im Zusammenhang mit dem KI-basierten Chatbot „Chat-GPT“ demonstrieren die Leistungsfähigkeit von Sprachmodellen und die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten, welche diese als Assistenzsysteme (KASNECI et al., 2023).

5. Validierung der KI-basierten Anwendungsfälle

5.1 Datenerhebung

Zur Validierung der entwickelten Anwendungsfälle wurde eine Online-Umfrage im Februar 2023 durchgeführt. Der Fragebogen wurde in deutscher Sprache umgesetzt und daher überwiegend in der deutschsprachigen Schweiz umgesetzt. An der Umfrage haben insgesamt 111 Expertinnen und Experten aus der Berufsbildung teilgenommen. Davon stammt ein Großteil aus Berufsfachschulen (Schulleitungen) ca. 43 %, Lehrbetriebe mit 18 %, Berufsverbände (Organisationen der Arbeitswelt, (OdAs)) mit 13 %, Arbeitgeberverband mit 6 %, üKs mit 4 % und kantonale Ämter für Berufsbildung mit 3 %. Die Schulleitungen, OdAs sowie Ämter für Berufsbildung wurden komplett angeschrieben. Bei den Lehrbetrieben wurde ein Sample ausgewählt, mit jeweils 50 aus Großbetrieben, mittlere Unternehmen (50 bis 249 Mitarbeitende) sowie Kleinunternehmen. Nur 20 Lehrbetriebe haben geantwortet, davon die meisten aus Großbetrieben (14), mittlere Unternehmen (5) sowie ein Kleinunternehmen. Die Umfrage wurde im Zeitraum Mitte Januar bis Ende Februar 2023 durchgeführt.

5.2 Ergebnisse

Die Umfrageergebnisse zeigen, dass grundsätzlich alle 11 Anwendungsfälle positive Zustimmung erhalten. Die höchsten Mittelwerte hat der Anwendungsfall „bildungsstufenübergreifende Förderinstrumente“. Aber auch ein lernortübergreifendes Portfolio sowie Learning Experience Plattform für eine stärkere personalisierte Kompetenzentwicklung erhalten sehr hohe Zustimmung. Am wenigsten Zustimmung hat der Anwendungsfall „Datenbasierte Generierung von Kompetenzmodellen“ erhalten.

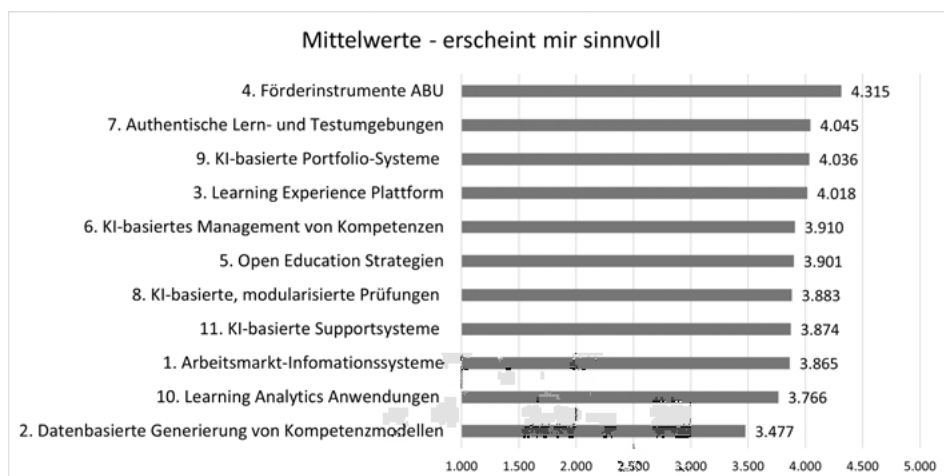


Abbildung 10: Beurteilung der einzelnen Anwendungsfälle

Die Frage, inwieweit damit auch die Lernortkooperation gestärkt wird, ist bei allen Anwendungsfällen etwas weniger stark ausgeprägt. An erster Stelle steht jedoch nach wie vor „Förderinstrumente (Sprachen, Mathe)“. Weniger überraschend ist, dass Learning Experience Plattformen für personalisierte Bildungsprozesse nun im Verhältnis stärker gewichtet werden, gleichauf mit dem Anwendungsfall des KI-basierten Managements.

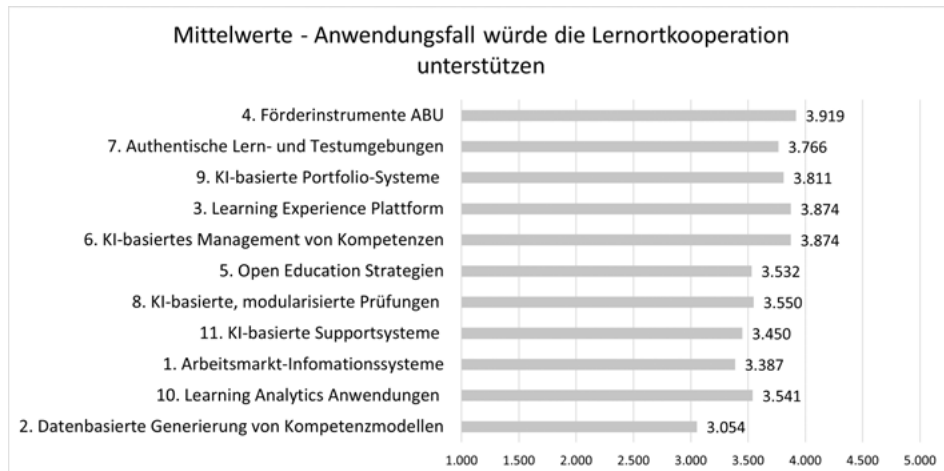


Abbildung 11: Potenzialeinschätzung des Anwendungsfall zur Stärkung von LOK

Als Stärken wird besonders herausgestellt, dass eine personalisierte Kompetenzentwicklung umgesetzt werden kann und gleichzeitig Bildungsprozesse vereinfacht in Kooperation durchgeführt werden kann. „LOK könnte durch die „lernortübergreifende Transparenz der Kompetenzen“ gestärkt werden. Die Berufsbildungsverantwortlichen erkennen so relativ rasch und einfach die Beiträge zum Ressourcenaufbau an den jeweils

anderen Lernorten“ so ein Statement eines Befragten. Auch sind die Vorstellungen, was KI grundsätzlich leisten kann, gestiegen: „Mit den jüngsten Entwicklungen rund um ChatGPT sehen wir, wie mächtig hier die KI ist und wie wir sie für neue Prüfungskulturen einsetzen müssen.“

Als Risiken wurde eine möglicherweise Überforderung der Lernenden mit Lernmedien und neuen Plattformen gleichzeitig angefügt. Einige Kommentare lassen darauf schließen, dass ein zu großer Aufwand für die Lehrbetriebe befürchtet wird: „Aufgrund der Vielzahl und der Vielgestaltigkeit der Ausbildungsbetriebe stelle ich mir einen sehr großen Aufwand vor, was die „zusätzlichen Informationen für die Lernorte“ betrifft – zumindest im gewerblich-industriellen Kontext mit vielen KMUs als Lehrbetrieben.“

Als weiteres Risiko wurde der Umgang mit personenbezogenen Daten angeführt: „Datenschutz betreffend Leistungsausweise in den jeweiligen Lernorten, welche die anderen Lernorte nicht immer zu sehen haben.“ Der Anwendungsfall „Learning Analytics“ zur Evaluation von Kompetenzprofilen wurde daher sehr polarisierend beurteilt. Kritische Positionen äußerten sich generell gegen das Portfolio als ein lernortübergreifendes Instrument („Portfolio gehört in die Arbeitswelt, gleichgesetzt wie ein Arbeitsportfolio“, „Das Portfolio darf nicht in eine Evaluation einbezogen werden“). Auch wurde die Einsatzmöglichkeit von KI in diesem Learning Analytics Bereich grundsätzlich kritisch betrachtet: „Es gibt m. E. sinnvolle Einsatzgebiete für KI (z. B. beim Kompetenzaufbau) und weniger sinnvolle (z. B. bei der Evaluation von Kompetenzprofilen). Zur Ermittlung der Arbeitsmarktfähigkeit braucht es die Interaktion mit dem Umfeld in all seinen Ausprägungen (direkter Austausch, Gespräche, Erfahrungen, Rückschläge etc.).“

Die Anwendungsfälle „KI-basierte Arbeitsmarktintelligenz“ und „Datenbasierte Generierung von Kompetenzmodellen“ wurden als weniger sinnvoll bewertet als die restlichen Fälle. Hierbei handelt es sich jeweils um eine KI-basierte Entscheidungsunterstützung, die kritisch betrachtet wird. Zum einen da es großes Misstrauen gibt aufgrund einer unzureichenden Datenbasis (z. B. „wie gut sind die Daten von Stellenanzeigen?“). Zum anderen wird aber auch die Gefahr gesehen, dass „sich Entscheidungsträger zu sehr auf KI stützen“.

Abschließende Kommentare der Befragten zeigen, dass es sich beim Aufbau eines Ökosystems mit den skizzierten KI-basierten Anwendungsfällen um radikale Veränderungen handeln würde: „Wünschenswerte Stoßrichtung, aber eher Vision 2040+“, „Wir haben an unsere BFS 20 Berufe auf ca. 2000 Lernende. Ich kann mir keine effektive und effiziente Umsetzung vorstellen“, oder „Umsetzung scheint mir nicht so einfach, aber es würde die LOK sehr stärken.“ Bei der abschließenden Frage „Welche Aspekte sollte eine KI-Vision für die Berufsbildung enthalten“ erhielt „der Aufbau eines Ökosystems für die Förderung von Bildungsinnovationen“ mit 78 % (stimme sehr zu) die größte Zustimmung.

6. Zusammenfassung und Ausblick: Digitales Ökosystem

Die konstruktive und kollaborative Zusammenarbeit der drei Lernorte im Berufsbildungssystem birgt enorme Potenziale. Die digitale Transformation stellt an allen Lernorten eine große Herausforderung dar. Dies bedingt eine stärkere Zusammenarbeit der Partner in der Berufsbildung. Das Verständnis von LOK ist somit selbst einem Wandel in diesem Transformationsprozess unterworfen und erfordert eine ständige Anpassung an die sich ändernden Anforderungen und Entwicklungen. Der Wandel in diesem Transformationsprozess erfordert auch eine kritische Reflexion über die Rolle der KI in unserer Gesellschaft und die Auswirkungen auf Arbeitsplätze, Bildung und Ethik.

Als übergreifende Zielsetzung wird für den Aufbau eines digitalen Ökosystems für die Berufsbildung argumentiert, um KI-Anwendungen in Kooperation entwickeln zu können (SEUFERT/GUGGEMOS, 2021). Digitale Ökosysteme bieten in Form von offenen Lernsystemen einen neuen Gestaltungsrahmen, um die Chancen der KI in einer Netzwerkökonomie nutzen zu können (SEUFERT/GUGGEMOS/MOSER, 2019). Für die Entwicklung und kontinuierliche Weiterentwicklung von KI-Systemen sind große Datenmengen erforderlich, die auf der Basis von Plattform- bzw. Netzwerkökonomien gewonnen werden können. Darüber hinaus erscheint es auch notwendig, in die Entwicklung von KI-Systemen stärker Bildungsverantwortliche einzubinden wie (ZAWACKI-RICHTER et al., 2019) aufzeigt.

Personalisierte, intelligent gesteuerte Bildungsprozesse, bei denen die Lernenden ins Zentrum der Organisationslogik rücken, sollen damit gleichzeitig auch eine lernortintegrierende Kompetenzentwicklung ermöglichen. Die nachfolgende Abbildung zeigt nochmals zusammenfassend die konzipierten Anwendungsfälle im Gesamtzusammenhang des digitalen Ökosystems in der Berufsbildung auf:

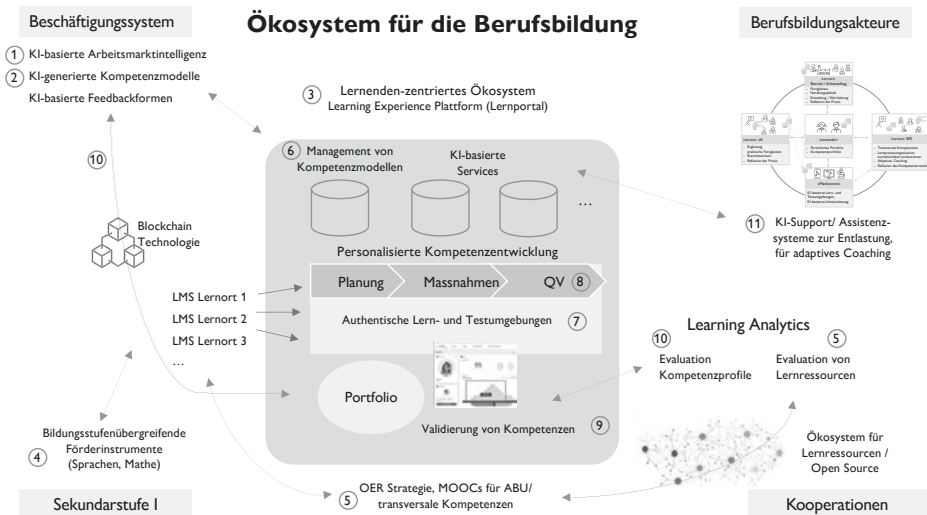


Abbildung 12: Digitales Ökosystem für LOK-Zukunftsmodelle (eigene Darstellung)

Für den Aufbau eines derartig skizzierten digitalen Ökosystems sind relevante Implementierungsfaktoren zu ermitteln, wie insbesondere Überlegungen zu Betriebs- und Finanzierungsmodellen. In föderalistischen Bildungssystemen wie in Deutschland und in der Schweiz sind entsprechende Rahmenbedingungen für den Aufbau von Plattformökonomien sehr erschwert. Daher stellt sich hier die Kernfrage, wie Modelle entwickelt werden können, die beides integrieren können, im Sinne einer „Schalen-Architektur“ für eine Rahmung föderalistischer Strukturen. Die Fachagentur Educa für schweizweiteste Grundlagen für den digitalen Bildungsraum Schweiz, wurde damit beauftragt, eine Datenföderation mit Blockchain-Architektur für die Berufsbildung zu konzipieren und die entsprechenden gesetzlichen Grundlagen hierfür vorzubereiten (MEINL/GAYVORONSKAYA, 2020).²

Die Herausforderung ist es nun, einen menschenzentrierten und vertrauenswürdigen Ansatz für KI zu fördern, der mit den Grundrechten im Einklang steht, die Risiken beherrscht und gleichzeitig die Vorteile, die KI für die gesamte Gesellschaft, Wirtschaft und auch Bildungssysteme bietet, ausschöpfen kann (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2022).

Literaturverzeichnis

- ALBRECHT, C. / BÖRNER, C. / KÖHLER, T. (2012). Ein E-Portfolio als Instrument für die berufliche Ausbildung. In: *BWP Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis*, 3, 23–25.
- APREA, C. / SAPPÀ, V. / TENBERG, R. (2020). Konnektivität und integrative Kompetenzentwicklung. Einleitung zum Themenheft. In: APREA, C. / SAPPÀ, V. / TENBERG, R. (Hrsg.), *Konnektivität und lernortintegrierte Kompetenzentwicklung in der Berufsbildung. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), Sonderheft*, 29, 9–13.
- APREA, C. / SAPPÀ, V. (2015). School-workplace connectivity: ein Instrument zur Analyse, Evaluation und Gestaltung von Bildungsplänen der Berufsbildung. In: *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP)*, 1, 27–31.
- BAUER, W. / GANSCHER, O. (2014). *Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland*. Berlin: BITKOM.
- BETTS, A. / THAI, K. P. / GUNDERIA, S. (2021). Personalized Mastery Learning Ecosystems: Using Bloom's Four Objects of Change to Drive Learning in Adaptive Instructional Systems. In: SOTILARE, R. A. / SCHWARZ, J. (Hrsg.), *Lecture notes in computer science: Vol. 12792. Adaptive instructional systems. Design and evaluation* (S. 29–52). Wiesbaden: Springer.
- BILLET, S. (2014). Integrating learning experiences across tertiary education and practice settings: a socio-personal account. In: *Educational Research Review*, 12, 1–13.
- Cedefop (2022). *Comparing vocational education and training qualifications: towards methodologies for analysing and comparing learning outcomes*. Publications Office of the European Union. <http://data.europa.eu/doi/10.2801/939766>. (letzter Zugriff am 20.04.2023).
- COLOMBO, E. / MERCORIO, F. / MEZZANZANICA, M. (2019). AI meets labor market: Exploring the link between automation and skills. In: *Information Economics and Policy*, 47, 27–37.
- DAUER, D. / FISCHER, A. / LORENZ, S. / SCHLEY, T. (2021). Digital und regional vernetzt – Ansätze zur Optimierung der Lernortkooperationen in der beruflichen Bildung Ein Leitfaden

2 Informationen unter <https://www.educa.ch/de/taetigkeiten/datenfoederation-der-berufsbildung>

- zum Online-Selbstcheck. f-bb-online, Band 2, https://www.f-bb.de/fileadmin/Projekte/LoK-DiBB/Ansätze_zur_Optimierung_der_Lernortkooperationen_in_der_beruflichen_Bildung_f-bb.pdf. 20.04.2023. (letzter Zugriff am 20.04.2023)
- DEHNBORSTEL, P. (2020). Lernorte und Lernortkooperation – Erweiterungen und Entgrenzungen nicht nur in digitalen Zeiten. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP), Sonderheft Kooperation der Lernorte*, 4, 13–18.
- EULER, D. (2004). Lernortkooperation – eine unendliche Geschichte. In D. Euler (Hrsg.). *Handbuch der Lernortkooperation* (S. 12–24). Bielefeld: wbv.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION – Generaldirektion Bildung, Jugend, Sport und Kultur (2022). *Ethische Leitlinien für Lehrkräfte über die Nutzung von KI und Daten für Lehr- und Lernzwecke*. Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/494>. (letzter Zugriff am 02.11.2022)
- FASSHAUER, U. (2018). Lernortkooperation im Dualen System der Berufsausbildung – implizite Normalität und hoher Entwicklungsbedarf. In: Faßhauer, U. / Arnold, R. / Lipsmeier, A. / Rohs, M. (Hrsg.), *Handbuch Berufsbildung* (S. 25–38). Wiesbaden: Springer.
- GESSLER, M. (2017). The lack of collaboration between companies and schools in the German dual apprenticeship system: Historical background and recent data. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 4(2), 164–195.
- GRELLER, W. / DRACHSLER, H. (2012). Translating Learning into Numbers: A Generic Framework for Learning Analytics. In: *Educational Technology / Society*, 15(3), 42–57.
- GRIFFITHS, T. / GUILLE, D. (2003). A Connective Model of Learning: The Implications for Work Process Knowledge. *European Educational Research Journal*, 2(1), 56–73.
- GUGGEMOS, J. / MOSER, L. / SEUFERT, S. (2022). Learners don't know best: Shedding light on the phenomenon of the K-12 MOOC in the context of information literacy. In: *Computers & Education*, 188. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104552>. (letzter Zugriff am 02.11.2022).
- HIGH-LEVEL EXPERT GROUP ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE (2019): *A Definition of AI: Main Capabilities and Disciplines*. European Commission. https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/ai_hleg_definition_of_ai_18_december_1.pdf. (letzter Zugriff am 02.11.2022).
- IFENTHALER, D. / GREIFF, S. (2022). Learning Analytics: Analyse von Bildungsdaten in der Berufsbildung. In: *BWP*, 51(2), 13–17. <https://www.bwp-zeitschrift.de/de/bwp.php/de/bwp/show/17813> (letzter Zugriff am 21.04.2023).
- IFENTHALER, D. / GIBSON, D. / PRASSE, D. / SHIMADA, A. / MASANORI, Y. (2021). Putting learning back into learning analytics: actions for policy makers, researchers, and practitioners. In: *Educational Technology Research and Development*, 69, 2131–2150.
- KASNECI, E. / SESSLER, K. / KÜCHEMANN, S. / BANNERT, M. / DEMENTIEVA, D. / FISCHER, F. / KASNECI, G. (2023). *ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education*. A Position Paper. <https://doi.org/10.35542/osf.io/5er8f>. (letzter Zugriff am 20.04.2023)
- KERRES, M. (2016). E-Learning vs. Digitalisierung der Bildung. Neues Label oder neues Paradigma? In: v. HOHENSTEIN, A. / WILBERS, K. (Hrsg.), *Handbuch E-Learning* (S. 61–82). Köln: Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst.
- LACHNER, A. / SCHEITER, K. / STÜRMER, K. (2020). Digitalisierung und Lernen mit digitalen Medien als Gegenstand der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In: CRAMER, C. / KÖNIG, J. / ROTH-LAND, M. / BLÖMEKE, S. (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 67–75): Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- MASSMANN, C. / HOFSTETTER, A. (2020). AI-Apocalypse now? Herausforderungen Künstlicher Intelligenz für Bildungssystem, Unternehmen und die Workforce der Zukunft. In: Fürst, R. A. (Hrsg.), *Digitale Bildung und Künstliche Intelligenz in Deutschland. Nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit und Zukunftsaagenda* (S. 167–220). Wiesbaden: Springer.
- MCKENNEY, S. / VISSCHER, A. J. (2019). Technology for teacher learning and performance. *Technology, Pedagogy and Education*, 28(2), 129–132.

- MEIER, C. / SEUFERT, S. (2020). Personalentwicklung im Zeitalter von Smart Machines. In: SCHWUCHOW, K. / GUTMANN, J. (Hrsg.), *HR-Trends 2021. Strategie, Kultur, Big Data, Diversity* (1. Aufl., S. 283–293). Freiburg: Haufe Lexware.
- MEIER, C. / SEUFERT, S. (2022). AI-supported systems for integrated skills-management and skills-development: Relevance, promise, status. In IFENTHALER, D. / SEUFERT, S. (Eds.), *Artificial Intelligence Education in the Context of Work*. Cham, Switzerland: Springer.
- MEINL, C. / GAYVORONSKAYA, T. (2020). *Blockchain Hype oder Innovation*. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-61916-2>. (letzter Zugriff am 21.04.2023).
- MEZZANZANICA, M. / MERCORIO, F., (2019). *Big Data For Labour Market Intelligence. An Introductory Guide*. European Training Foundation. <https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/2019-06/Big%20data%20fo%20LMI.pdf>. (letzter Zugriff am 02.11.2022)
- MIAO, F. / HOLMES, W. / HUANG, W. / ZHANG, H. (2021). *AI and education. Guidance for policy-makers*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>. (letzter Zugriff am 02.11.2022)
- MIKROYANNIDIS, A. / BACHLER, M. / QUICK, K. (2018). *A Learner-Centred Approach for Lifelong Learning Powered by the Blockchain* [Conference Presentation]. EdMedia + Innovate Learning 2019, Amsterdam, Niederlanden.
- NATIONAL GOVERNORS' ASSOCIATION (5. November, 2021). *The Indiana Achievement Wallet* [Video]. YouTube. The Indiana Achievement Wallet – YouTube.
- OECD (2020): *Künstliche Intelligenz in der Gesellschaft*. OECD Publishing.
- PÄTZOLD, G. (1995). Kooperation des Lehr- und Ausbildungspersonals in der beruflichen Bildung – Berufspädagogische Begründungen, Bilanz, Perspektiven. In PÄTZOLD, G. / WALDEN, G. (Hrsg.). *Lernorte im dualen System der Berufsbildung* (S. 143–166). Bielefeld: Bertelsmann.
- PÄTZOLD, G. (2003). *Lernfelder – Lernortkooperationen. Neugestaltung beruflicher Bildung, 2. Auflage*. Bochum: Projekt Verlag.
- PETKO, D. (2019). Medien im Unterricht. In: KIEL, E. / HERZIG, B. / MAIER, U. / SANDFUCHS, U. (Hrsg.), *Handbuch Unterrichten in allgemeinbildenden Schulen* (S. 249–256). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- RAUNER, F. / PIENING, D. (2015). Die Qualität der Lernortkooperation. A+B Forschungsbericht Nr. 20. Bremen: Forschungsnetzwerk Arbeit und Bildung. https://www.ibb.uni-bremen.de/files/upload/documents/publications/AB_20.pdf. (letzter Zugriff am 20.04.2023).
- RENOLD, U. / BOLLI, T. / CAVES, K. M. / RAGETZ, L. / AGARWAL, V. / PUSTERIA, F. (2015). Feasibility Study for a Curriculum Comparison in Vocational Education and Training. *KOF Studies*, 80. <https://doi.org/10.3929/ethz-a-010713492>. (letzter Zugriff am 20.04.2023).
- RPHS, M. (2020). Lernortkooperation findet in den Köpfen der Lernenden statt. Interview mit Prof. Dr. Matthias Rohs zum Wandel von Lernorten und deren Gestaltung. Sonderheft Kooperation der Lernorte. In: *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP), Sonderheft Kooperation der Lernorte*, 4, 8–10.
- ROLL, M. / IFENTHALER, D. (2020). Lernortübergreifende Kompetenzentwicklung in der Industrie 4.0. Die Entwicklung digitaler Handlungskompetenz in der dualen Berufsausbildung aus der Ausbilderperspektive. In: APREA, C. / SAPPA, V. / TENBERG, R. (Hrsg.), *Konnektivität und lernortintegrierte Kompetenzentwicklung in der Berufsbildung. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), Sonderheft*, 29, 185–209.
- SAPPA, V. / APREA, C. (2014). Conceptions of Connectivity: How Swiss Teachers, Trainers and Apprentices Perceive Vocational Learning and Teaching Across Different Learning Sites. *Vocations and Learning*, 7(3), 263–287.
- SCHARNHORST, U. / KAISER, H. (2018). Transversale Kompetenzen. *Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung EHB IFFP IUFP*. <https://www.sbf.admin.ch/sbf/de/home/dienstleistungen/publikationen/publikationsdatenbank/transversale-kompetenzen.html>. (letzter Zugriff am 21.04.2023).

- SEUFERT, S. / GUGGEMOS, J. / MOSER, L. (2019). Digitale Transformation in Hochschulen: auf dem Weg zu offenen Ökosystemen. In: *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 14(2), 85–107.
- SEUFERT, S. / GUGGEMOS, J. (2021). Neue Formen der Lernortkooperation mithilfe Künstlicher Intelligenz. In: SEUFERT, S. / GUGGEMOS, J. / IFENTHALER, D. / ERTL, H. / SEIFRIED, J. (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in der beruflichen Bildung: Zukunft der Arbeit und Bildung mit intelligenten Maschinen? Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), Beiheft 31* (S. 183–214): Franz Steiner Verlag.
- SEUFERT, S. / GUGGEMOS, J. / IFENTHALER, D. (2021). Zukunft der Arbeit mit intelligenten Maschinen: Implikationen der Künstlichen Intelligenz für die Berufsbildung. In: SEUFERT, S. / GUGGEMOS, J. / IFENTHALER, D. / ERTL, H. / SEIFRIED, J. (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in der beruflichen Bildung: Zukunft der Arbeit und Bildung mit intelligenten Maschinen? Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), Beiheft 31* (S. 9–27): Franz Steiner Verlag.
- SEUFERT, S. / TARANTINI, E. (2022). Gestaltung der digitalen Transformation in Schulen. Ein Reifegradmodell für die Berufsbildung. In: *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 49, S. 301–26. <https://doi.org/10.21240/mpaed/49/2022.07.15.X>. (letzter Zugriff am 21.04.2023).
- SEUFERT, S. (2018). *Berufsbildung 2030. Flexibilisierung der Berufsbildung im Kontext fortgeschrittener Digitalisierung*. Bericht zum Mandat im Auftrag des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) https://www.sbf.admin.ch/dam/sbf/de/dokumente/webshop/2018/berufsbildung-digitalisierung.pdf.download.pdf/Bericht_SR_BB2030_Flexibilisierung.pdf. (letzter Zugriff am 20.04.2023).
- SEUFERT, S. (2021). Zukunftsmodelle der Lernortkooperation. Ergebnisse einer Good Practice Studie. Studie im Auftrag des SBFI. https://lernortkooperation.ch/wp-content/uploads/2022/10/LOK_2021_Meilenstein_2_V3.pdf. (letzter Zugriff am 20.04.2023).
- SEUFERT, S. (2022). Zukunftsmodelle der Lernortkooperation. Ergebnisse einer Good Practice Studie. Studie im Auftrag des SBFI. https://lernortkooperation.ch/wp-content/uploads/2022/10/LOK_2022_Meilenstein_3_V2.pdf. (letzter Zugriff am 20.04.2023).
- SHIOHIRA, K. (2021). Understanding the Impact of Artificial Intelligence on Skills Development. Education 2030. *UNESCO-UNEVOC International Centre for Technical and Vocational Education and Training*. <https://unevoc.unesco.org/home/UNEVOC+Publications/lang=en/akt=detail/qs=6448>. (letzter Zugriff am 21.04.2023).
- SYRING, M. / BOHL, T. / LACHNER, A. (2022). Digitalisierung in der Schule: Vorschlag eines systematisierenden Rahmenmodells aus schulpädagogischer Perspektive. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 1–16.
- STÄNDIGE WISSENSCHAFTLICHE KOMMISSION DER KULTUSMINISTERKONFERENZ (2022). Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK): Bonn: SWK.
- TYNJÄLÄ, P. (2009). Connectivity and Transformation in Work-Related Learning – Theoretical Foundations. In: STENSTRÖM, M.-L., / TYNJÄLÄ, P. (Hrsg.), *Towards integration of work and learning. Strategies for connectivity and transformation* (S. 11–33). Amsterdam: Springer.
- VAN DER SCHAAF, M. / DONKERS, J. / SLOF, B. / TEN CATE, O. (2017). Improving workplace-based assessment and feedback by an E-portfolio enhanced with learning analytics. In: *Educational Technology Research and Development*, 65, 359–380.
- WAHLSTER, W. (2017). Künstliche Intelligenz als Treiber der zweiten Digitalisierungswelle. *IM+io Das Magazin für Innovation, Organisation und Management*. http://www.wolfgang-wahlster.de/wordpress/wpcontent/uploads/KI_als_Treiber_der_zweiten_Digitalisierungswelle.pdf. (letzter Zugriff am 20.04.2023).
- WANG, Y. (2021). Artificial intelligence in educational leadership: a symbiotic role of human-artificial intelligence decision-making. In: *Journal of Educational Administration*, 59(3), 256–270.

- WENNER, T. (2018). Entwicklung eines Instruments zur Erfassung der Wechselwirkung von Lernortkooperation und Ausbildungsqualität. *Journal of Technical Education*, 6(1), 223–237.
- WIDYAWATI, H. (o.D.). *ESCO A tool to facilitate (online) skills matching throughout Europe* [PowerPoint Folien]. SlidePlayer <https://slideplayer.com/slide/15410823/>. (letzter Zugriff am 02.11.2022).
- WILLIAMSON, B. (2016). Digital education governance: data visualization, predictive analytics, and 'real-time' policy instruments. In: *Journal of Education Policy*, 31(2), 123–141.
- ZAWACKI-RICHTER, O. / MARIN, V. I. / BOND, M. / GOUVERNEUR, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? In: *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(39), 1–27.

SABINE SEUFERT

Universität St. Gallen (HSG), Institut für Bildungsmanagement und Bildungstechnologien
(IBB-HSG), St. Jakob-Strasse 21, 9000 St. Gallen, sabine.seufert@unisg.ch