

Künstliche Intelligenz (KI) in der Weiterbildung

Yves Gensterblum und Manfred Wannöffel

1. Einleitung

Goethes *Zauberlehrling* aus dem Jahr 1797 erzählt die Geschichte eines Zauberlehrlings, der einen Zauberbesen zu Hilfe ruft, um Wasser zu holen, ihn dann jedoch nicht mehr stoppen kann, wodurch das ganze Haus unter Wasser gesetzt wird.

Goethe hat mit dem Zauberlehrling in der Zeit dem beginnenden ersten Maschinenzeitalter (Industrie 1.0)¹ ein zeitloses Bild gezeichnet. Es sind die Befürchtungen und Ängste, dass der technische, bisweilen magisch anmutende Fortschritt auch zu unkontrollierbaren Folgen, dass mangelnde Kontrolle und Verständnis über die eingesetzten Mittel zu katastrophalen Ergebnissen führen können – in diesem Fall zu Chaos in der Lebenswelt des Lehrlings. Die Macht der Maschine über den Menschen; eine Macht, die schließlich bei Goethe nur durch das Eingreifen des Meisters, der den Zauber rückgängig macht, zu bewältigen war. Goethe hat uns mit dem Zauberlehrling eine zeitlose Lektion mitgegeben. Was einst als Warnung vor unkontrollierbaren Mächten des ersten Maschinenzeitalters galt, gilt ebenso für den Eintritt in das zweite Maschinenzeitalter, das Zeitalter der Computer und künstlichen Intelligenz (Brynjolfsson & McAfee 2014)). Befeuert werden derartige Befürchtungen in der aktuellen Phase immer wieder durch breit zitierte, jedoch methodisch oft kritisierte Studien zu den Folgen der fortschreitenden Digitalisierung auf Arbeit, Wirtschaft und Gesellschaft, deren Empirie sich vornehmlich auf die USA bezogen (Frey/ Osborne 2013, siehe auch den Beitrag zu Sabine Pfeiffer im Sammelband). Demnach lassen sich diese Annahmen nicht direkt auf die besonderen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, in denen Wirtschaft und Arbeit in Deutschland eingebettet sind, übertragen. Desgleichen gilt auch für empirische Studien und Prognosen von einflussreichen Unternehmensbe-

¹ Die Autoren verwenden bewusst nicht die Bezeichnungen der Industriellen Revolutionen, weil diese in ihrer schrittweisen Differenzierung eine evolutionäre und keine disruptive Innovationsstufen beschreiben.

ratungen, die eher ökonomische Interessen verfolgen (N=2770, Bringmann, Fach, Becker, Schamberger & Wendland und Hazan, Madgavkar, Chui, Smit, Maor, Dandona & Huyghues-Despointes 2024). Laut dieser Prognose können in Deutschland bis zum Jahr 2030 annähernd drei Millionen Jobs, also ca. 6,5 % der Arbeitsplätze von der Transformation durch die Einführung von Künstlicher Intelligenz (KI) betroffen sein. Dies ist eine wesentlich geringere Zahl als die prognostizierten 12 % nach Bonin, Gregory, Zierahn 2015. Viele Studien beschreiben das Automatisierungsrisiko. Dieses ist jedoch nicht direkt gleichzusetzen mit der Wahrscheinlichkeit eines Arbeitsplatzverlustes, aber eine Anpassung der persönlichen Kompetenz erfordert. Es würde auch die Nachfrage nach qualifizierten Arbeitskräften in den Bereichen der Mathematik, der Datenwissenschaft und der KI-Entwicklung steigen. Während repetitive, einfache Tätigkeiten zunehmend von Algorithmen übernommen werden können, bleibt der Mensch unersetzlich in kreativen, empathischen und sozialen Berufen (siehe auch den Beitrag von Ittermann und Mayland in diesem Band).

Vor einem so umrissenen Hintergrund verfolgt der vorliegende Beitrag zwei Zielsetzungen: Im ersten Teil wird die Weiterbildung für Mitarbeiter und Interessenvertreter im Umgang mit Künstlicher Intelligenz (KI) fokussiert. Im zweiten Teil wird der zunehmende Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) bei der Weiterbildung selbst zum Gegenstand der Betrachtung.

2. Künstliche Intelligenz (KI) in Wirtschaft und Arbeit

Wir stehen an der Schwelle eines fundamentalen Wandels in der Arbeitswelt – einem Wandel, der nicht weniger revolutionär ist als der Eintritt in das sogenannte „erste Maschinenzeitalter“. Damals, im 18. Jahrhundert, ermöglichte die Verbesserung der Dampfmaschine durch James Watt (1712) die Mechanisierung von Arbeit und leitete die industrielle Revolution ein. Arbeitskraft und -leistung, die zuvor allein von Menschen und Tieren erbracht wurden, wurden durch Maschinen ersetzt, was zu einer nie dagewesenen Produktivität und schließlich auch gesellschaftlichen Transformation führte. Als Folge kam es, gut 100 Jahre nach der Erfindung der Dampfmaschine, zur „Maschinenstürmerei“ in England (Yorkshire, Lancaster und Nottingham) von 1811 bis 1817, wo viele Webstühle zerstört wurden. Diese zerstörten Webstühle verdeutlichten das soziale Elend in dem niedergehenden Weberhandwerk.

Heute befinden wir uns an der Schwelle zum „zweiten Maschinenzeitalter“, einem Begriff, den Erik Brynjolfsson und Andrew McAfee prägten. Während das erste Maschinenzeitalter die körperliche Arbeitskraft ersetzte, charakterisiert das zweite Maschinenzeitalter die Digitalisierung und die, zumindest in Teilen, Ersetzung der kognitiven Leistung des menschlichen Gehirns. Durch Fortschritte in der Künstlichen Intelligenz (KI) können Maschinen Aufgaben übernehmen, die bislang nur Menschen vorbehalten waren: komplexe Analysen, Entscheidungsfindung (autonomes Fahren) und sogar kreative Prozesse (Musikkomposition, Bild- und Videogeneratoren).

Wie bei jeder industriellen Revolution besteht das Risiko des Arbeitsplatzverlustes aus zwei Dimensionen: dem Verlust an globaler Wettbewerbsfähigkeit oder durch technologische Substitution, wenn die neuen notwendigen Mitarbeiterkompetenzen nicht schnell genug angepasst werden können. Durch die im Februar 2025 in Kraft getretenen Regelungen des EU AI Act vom Juni 2024 haben die Unternehmen nunmehr die Pflicht zur Sicherstellung von KI-Kompetenzen für Anbieter und Anwender im Betrieb. Bereits bei der Planung von KI-Tools im Unternehmen sind Mitarbeiter:innen und Interessenvertreter:innen verpflichtend im Umgang mit Künstlicher Intelligenz (KI) zu schulen, bevor die Künstliche Intelligenz (KI) im Unternehmen überhaupt zur Anwendung kommt (Art. 4). Darüber hinaus regelt Artikel 5 des EU AI Act das generelle Verbot von KI-Systemen mit einem inakzeptablen Risiko für die Mitarbeiter*innen. Hierunter fällt insbesondere die Verwendung von KI-Tools, die in die Persönlichkeitsrechte von Mitarbeiter*innen sowohl am Arbeitsplatz als auch bei Bildungsmaßnahmen eingreifen, wie dies z. B. bei gängigen Funktionen von MS Co-Pilot der Fall ist (Viva Insights). Folglich verstärkt der EU AI Act seit Februar 2025 mit Artikel 4 zentrale Mitbestimmungsrechte in der Weiterbildung, die in Deutschland bereits durch das Betriebsverfassungsgesetz (BetrVG) geregelt sind. Dies betrifft die Mitbestimmungsrechte des Betriebsrates bei der Durchführung betrieblicher Bildungsmaßnahmen nach § 98 Abs. 1 BetrVG und das Mitbestimmungsrecht nach § 97 Abs. 2 BetrVG bei Veränderungen der Tätigkeitsprofile durch Künstliche Intelligenz (KI), wenn Kenntnisse und Fähigkeiten der Beschäftigten nicht mehr zur Erfüllung der Aufgabe ausreichen. Artikel 5 unterstreicht schließlich das Mitbestimmungsrecht nach § 87 Abs. 1. Nr. 6 BetrVG, wenn KI-Programme potenziell geeignet sind, das Verhalten oder die Leistung der Beschäftigten zu überwachen. Dies betrifft in der Weiterbildung manche Funktionen von Learning-Analytics and Learning- Managementsystemen.

Da der innerbetriebliche Einsatz von manchen KI-Tools in der Weiterbildung der Mitbestimmung unterliegt und jegliche Einführung von technischen Innovationen regelbasiert zwischen Geschäftsführungen und Betriebs- oder Personalrat bzw. alternativen Vertretungsorganisationen (siehe auch den Beitrag von Alexander Ranft im Sammelband) verhandelt werden muss, werden im folgenden Abschnitt zunächst ausgewählte Ergebnisse des arbeitssoziologischen Forschungsstandes der annähernd 15 Jahren andauernden Digitalisierungsdebatte vorgestellt. Daraufhin werden in einem zweiten Schritt die besonderen Herausforderungen der Mitbestimmung, der Mitgestaltung sowie die besonderen Qualifikationsanforderungen an die Mitarbeiter:Innen und die Interessenvertretungen bei geplanten Einsatzten von Künstlicher Intelligenz (KI) im Unternehmen umrissen. Wie das Potenzial von KI-basierten Learning Managementsystemen schließlich für die Weiterbildung genutzt werden kann, ist Gegenstand des dritten Abschnittes. So können auch Weiterbildungsformate für Mitarbeiter*innen und Interessenvertretungen entwickelt werden, die sich flexibel an die individuellen und organisationalen Herausforderungen von Unternehmen und Lernenden anpassen und vor dem Hintergrund der beschleunigten technischen Entwicklung lebenslanges Lernen der Mitarbeiter*innen fördern.

Während über die Einführung von KI-Technologien in Unternehmen und bei Weiterbildung bislang nur geringe empirische Erkenntnisse vorliegen (Krzywdzinski, Gerst, Butollo, 2023; Haipeter, Wannöffel, Daus, Schaffarczik, 2024) existieren jedoch umfangreiche Ergebnisse aus der Digitalisierungsforschung. Diese Erkenntnisse kann sich die Forschung über den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) in Unternehmen und in der Bildung zunutze machen. Von besonderer Wichtigkeit für eine erfolgreiche und konfliktarme Einführung technischer Innovationen ist die Kommunikation über die Erwartungen des Unternehmens in einem spezifischen Markt- und Wettbewerbsumfeld, die mit dem Einsatz digitaler Technik verbunden sind und wie diese mit den Perspektiven der Beschäftigten in Einklang gebracht werden (Haipeter, Schilling 2023). Dieser doppelte Aspekt zielt auf die institutionellen und regulatorischen Rahmenbedingungen, in welche die Unternehmen eingebettet sind. Diese Regelungen stellen wichtige Machtressourcen dar. Auf dieser Grundlage entwickeln Interessenvertretungen und Beschäftigte arbeitspolitische Strategien, die in Aushandlungsprozessen mit dem Management über den Einsatz von neuen Technologien in spezifischen Bereichen des Unternehmens mit ihren jeweils tätigkeitsbedingten Eigenheiten (Produktion, Vertrieb oder Verwaltung) münden. Für den bundesdeutschen Kontext gilt, dass die Nutzung digitaler Techno-

logenien und die damit verbundenen Einsatzkonzepte in der Weiterbildung immer durch die gewachsenen Arbeits- und Personalstrukturen und das Erfahrungswissen der Beschäftigten beeinflusst werden. Deshalb spricht die arbeitssoziologische Forschung von der Pfadabhängigkeit technologischer und organisatorischer Innovationen in Unternehmen (Haipeter, Wannöffel et. al. 2024). Insbesondere dieser letzte empirische Befund verweist auf die besondere Bedeutung von fachlichen und methodischen Weiterbildungsmaßnahmen im Kontext der Einführung neuer Technologien.

3. Qualifizierung der Interessenvertretung im Kontext von KI-Einführungen

Der zu beobachtende Einsatz von digitalen Techniken und KI-Programmen in Unternehmen und Verwaltungen erfordert zukünftig die Erweiterung einer pro-aktiven Arbeitspolitik sowie Unternehmens- und Qualifizierungsstrategie, die den Beschäftigten und ihren Interessenvertretungen die Möglichkeiten einräumt, den gesamten Einführungszyklus von Künstlicher Intelligenz (KI) ab der Erstinformation über die Absichten des Unternehmens bis schließlich zum Einsatz der KI-Programme zu verstehen und zu begleiten, wie es auch durch § 90. Abs. 1, Nr. 3 BetrVG (Unterrichtungsrecht) geregelt ist (Haipeter, Wannöffel et. al 2024). Die pro-aktive Begleitung des gesamten Prozesses hat neben dem Betriebsverfassungsgesetz nun durch den EU-AI Act eine weitere, verbindliche, rechtliche Grundlage erhalten. Über die bekannten Instrumente der Technologiefolgenabschätzung hinaus erfordert die Einführung von Künstlicher Intelligenz (KI) die Partizipation und die Qualifizierung der Interessenvertretung sowie der Beschäftigten, die perspektivisch mit KI-Anwendungen am Arbeitsplatz konfrontiert sind. Was soll das KI-Modell können, wer trägt die Verantwortung und die Haftung? Unterstützt die Künstliche Intelligenz (KI) die Mitarbeitenden oder handelt die Künstliche Intelligenz (KI) eigenständig? In einem ersten Schritt (1) geht es unter Berücksichtigung des § 90.2 BetrVG (Beratungsrecht) um das gemeinsame Verständnis über die Zielsetzungen, die das Unternehmen mit dem KI-Modell verbindet; gefolgt von einer Situationsbewertung, der gemeinsamen Bestimmung analytischer Bewertungskriterien bis zur Auswahl eines Pilotbereiches im Unternehmen (§ 91 BetrVG). Bei Veränderungen der Tätigkeitsprofile im Pilotbereich, wenn Kenntnisse und Fähigkeiten der Beschäftigten nicht mehr zur Erfüllung der Aufgabe ausreichen, greift die Mitbestimmung mit § 97 Abs. 2 BetrVG. Die damit zusammenhängenden Berufsbildungsmaßnahmen sind nach § 98 Abs. 1

BetrVG vom Betriebsrat (BR) mitzustimmen. In einem zweiten Schritt (2) erfolgt das gemeinsame Verständnis von Daten. Was sind die Datenquellen, wie ist die Datenqualität beschaffen, sind die Daten vollständig und welche Informationen, Klassen und Fälle können aus den Daten gewonnen werden. Dieser Aspekt betrifft auch ethische Aspekte und tangiert § 87 Abs. 1. Nr. 6 BetrVG, d. h. dieser Vorgang ist mitbestimmungspflichtig. Der folgende Schritt (3) ist der zeitaufwendigste und betrifft den Prozess der Datenaufbereitung, die Auswahl der Daten, die Transformation in brauchbare Datenformate, die künstliche Erweiterung der Daten und schließlich die Entscheidung, welche Daten zum Training, zur Validierung und zum Testen der Künstlichen Intelligenz (KI) genutzt werden sollen. Wenn dieser Vorgang weitgehend abgeschlossen ist, geht es im folgenden Schritt (4) um die Auswahl der Künstlichen Intelligenz (KI)-Modelle, die im Unternehmen verwendet werden sollen, wobei die Daten nun an verschiedenen Modellen getestet werden. Im fünften Schritt erfolgt eine erste Evaluierung, ob das ausgewählte Modell die Zielsetzung der KI-Implementation erreicht hat. Wenn nicht, warum? Falls der KI-Einsatz nicht erfolgreich war und die Ziele nicht erreicht wurden, verständigen sich Management und Betriebsrat darüber, zum ersten Prozessschritt zurückzukehren. Sollten jedoch die Ziele im Pilotbereich erfolgreich erreicht worden sein, erfolgt in einem letzten Schritt (6) die Umsetzung der KI-Anwendung in den Alltagsbetrieb mit kontinuierlicher Prozessüberprüfung. Was könnte noch verbessert werden und wie kann die KI-Anwendung mit kontinuierlichen Daten-upgrads aktualisiert werden?

Dieser umfassende KI-Gestaltungsprozess ist sowohl für die betroffenen Beschäftigten als auch für die Interessenvertretungen äußerst weiterbildungsintensiv, aufgrund der Regelungen des EU AI ACT seit Februar 2025 für die Unternehmen seitdem obligatorisch. Das Konzept zu diesem Gestaltungsprozess ist im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten, regionalen Kompetenzzentrums „humaine“ an der Ruhr-Universität Bochum (RUB) durch Mitbestimmungsdialoge zwischen Managementvertretern und Betriebsräten aus Partnerbetrieben entwickelt worden.² Diese Mitbestimmungsdialoge stellen selbst einen kontinuierlichen Qualifizierungssprozess für alle Beteiligten dar und führen schließlich zum Abschluss Betriebsvereinbarungen „Künstliche Intelligenz (KI)“ nach § 77 BetrVG. Diese Vereinbarungen sind betriebsverfassungsrechtliche Verträge zwischen Arbeitgeber und Betriebsrat und regeln so-

² Siehe: <https://humaine.info/toolbox/> (letzter Abruf 19. 3. 2025).

wohl die Anwendung von KI-Tools in der Weiterbildung als auch die Maßnahmen zur beruflichen Weiterbildung der Beschäftigten nach §§ 97 und 98 BetrVG. Die kontinuierliche KI-Kompetenzentwicklung der Mitglieder des Betriebsrates wird schließlich nach § 37, 6 BetrVG geregelt.

4. Transformation der Weiterbildung durch Künstliche Intelligenz (KI)

Die fortschreitende Digitalisierung und der Einzug Künstlicher Intelligenz haben jedoch nicht nur Einfluss auf die Arbeits- und Organisationsstrukturen in Unternehmen, sondern auch auf die Art und Weise, wie Menschen lernen und sich weiterbilden. Während die Implementierung von Künstlicher Intelligenz (KI) in Unternehmen eine umfassende Weiterbildung der Beschäftigten und Interessenvertreter erfordert, verändert Künstliche Intelligenz (KI) gleichzeitig auch die Weiterbildung selbst grundlegend. In einer Zeit, in der Informationen unbegrenzt und frei verfügbar sind, verschiebt sich auch die Rolle der Weiterbildungsanbieter von reinen Wissensvermittlern hin zu Lernbegleitern, Kuratoren und Zertifizierungsstellen. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an Weiterbildungsformate: Flexibilität, Individualisierung und Adaptivität sowie eine hohe Anschlussfähigkeit an bestehende Kompetenzen sind entscheidende Faktoren für den Erfolg beruflicher Weiterbildung. Die zentralen Transformationsfelder lassen sich in vier Hauptkategorien unterteilen:

1. Verändertes Lernverhalten, Lernbedarfe und Lerngewohnheiten

- Die unbegrenzte Verfügbarkeit von Wissen führt zu einem Wandel der Lernziele: Statt reiner Wissensvermittlung rücken Problemlösestrategien, kritisches und analytisches Denken und die Fähigkeit, KI-gestützte Systeme zu verstehen und sinnvoll einzusetzen, in den Fokus.
- Informelles und selbstgesteuertes Lernen über Online-Plattformen, Massive Open Online Courses (MOOCs) und digitale Ressourcen gewinnen an Bedeutung und erfordern eine neue Rolle der Bildungsanbieter.
- Die Anschlussfähigkeit von informellen Bildungsprozessen an formale Fortbildung muss konzeptionell berücksichtigt werden.
- Neue Prüfungs- und Zertifizierungsformate sind erforderlich, um individuell erworbene Kompetenzen messbar zu machen und eine transparente Validierung informeller Lernprozesse zu gewährleisten.

2. Flexibilität, Personalisierung und Adaptivität durch innovative, hybride Formate

- Hybride Weiterbildungsformate mit einem intelligenten Lernmanagementsystem (z. B. Moodle) ermöglichen eine individualisierte Weiterbildung, bieten maßgeschneiderte Lernpfade, die sich an bestehende Kompetenzen und Berufserfahrungen anpassen. Sie bieten adaptive Lernassistenz, Echtzeit-Feedback und binnendifferenzierte Inhalte, um die Effizienz und Motivation der Lernenden zu steigern.
- Intelligente LMS mit Learning-Analytics-Methoden können dazu beitragen, Lernfortschritte unter den Bedingungen des Datenschutzes zu analysieren und gezielt Maßnahmen zur Optimierung der Lehr-Lernarrangements abzuleiten.

3. Transferwirksamkeit

- Weiterbildung sollte sich stärker darauf konzentrieren, den Wissenstransfer in die berufliche Praxis und in das Unternehmen bereits konzeptionell sicherzustellen.
- Unternehmen, Bildungsinstitutionen und politische Akteure müssen zusammenarbeiten, um die Weiterbildung an reale Arbeitsanforderungen anzupassen und eine nachhaltige Kompetenzentwicklung zu fördern.

4. Bildungsrendite

- Da die kontinuierliche Weiterentwicklung der Kompetenzen eine Notwendigkeit für die individuelle Erwerbssicherung und für Unternehmen die Sicherung von Wettbewerbsfähigkeit darstellt, müssen der Ressourcenaufwand sowie der Ertrag aus einer Weiterbildung evaluiert und kontinuierlich verbessert werden.
- Eine zentrale Herausforderung bleibt die kontinuierliche Verbesserung der Bildungsrendite, also der messbare Mehrwert, die Wirksamkeit von Weiterbildungsmaßnahmen im Verhältnis zum notwendigen Ressourcenaufwand (real und empfunden). Moderne Technologien bieten hier großes Potenzial, indem sie personalisierte Lernwege ermöglichen, den Lernfortschritt datengestützt analysieren und gezielte Maßnahmen zur Kompetenzentwicklung ableiten. Entscheidend ist, dass Bildung nicht nur zugänglich und flexibel bleibt, sondern auch den tatsächlichen Anforderungen einer dynamischen Arbeitswelt gerecht wird.

Mit der fortschreitenden Digitalisierung und dem zunehmenden Einsatz von KI verändern sich auch die Anforderungen an Qualifikationen und Lernziele. Lebenslanges Lernen wird zu einer zentralen Voraussetzung für die Erhaltung der Erwerbsfähigkeit, da sich Kompetenzen kontinuierlich

und in immer kürzeren Zyklen wandeln. Dies erfordert neue Weiterbildungsformate, die beispielsweise anschlussfähig an bestehende Kenntnisse, adaptiv auf Lernbedarfe eingehen können und effizient in der Wissensvermittlung sind. Diese Entwicklung erfordert eine fundamentale Neuausrichtung der Lern- und Kompetenzziele in der Aus-, Fort- und Weiterbildung.

4.1 Neue Lernziele und Lehr-Lernformate durch Künstliche Intelligenz (KI)

Diese veränderten Kompetenzanforderungen machen deutlich, dass Wissen allein nicht mehr ausreicht – vielmehr kommt es darauf an, KI-Technologien als Assistenz intelligent zu nutzen und aktiv in den Arbeitsalltag zu integrieren (siehe auch den Beitrag von Sabine Pfeiffer im Sammelband zur Technologieakzeptanz). Die grenzenlose Verfügbarkeit von Informationen ist ungleich komplexer und tiefgreifender als frühere technologische Umbrüche wie die Einführung des Taschenrechners in der Schule oder des ersten PCs im Büro. Eine Weiterbildung, die nicht nur Fachwissen vermittelt, sondern vor allem darauf ausgerichtet sein muss, Beschäftigte und Interessenvertretungen auf die Zusammenarbeit mit Künstlicher Intelligenz (KI) vorzubereiten und sie zu befähigen, die Potenziale von Künstlicher Intelligenz (KI) optimal auszuschöpfen. Nur durch die gezielte Entwicklung neuer Kompetenzen können Menschen in einer zunehmend KI-gestützten Arbeitswelt souverän agieren, technologische Möglichkeiten verantwortungsvoll nutzen und sich kontinuierlich an neue Herausforderungen anpassen.

4.2 Die zunehmende Bedeutung des informellen Lernens

Die erleichterte und nahezu unbegrenzte Verfügbarkeit von Informationen durch das Internet hat das Lernen bereits grundlegend verändert. Plattformen wie MOOCs, E-Learning-Portale, digitale Bibliotheken (z. B. Wikipedia) und Online-Tutorials ermöglichen es Lernenden, auch unabhängig von traditionellen Bildungsinstitutionen zu lernen. Bereits heute werden 70–80 % der Bildungsprozesse informell abgedeckt (Cross 2007) – sei es durch informelles, kollegiales Lernen am Arbeitsplatz, Online-Tutorials oder selbstgesteuerte Weiterbildung mit digitalen Ressourcen. Diese Entwicklung hat weitreichende Auswirkungen auf das Verständnis von

Bildung, insbesondere im Bereich des Lebenslangen Lernens (L³). Während formale Bildung weiterhin ein wichtiges Fundament bildet, ist es entscheidend, dass sie an die bereits informell erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten der Lernenden anknüpft. Zudem setzen die kostengünstigen oder sogar kostenlosen Online-Angebote den Typ Präsenzveranstaltungen traditioneller Bildungsanbieter zunehmend unter wirtschaftlichen Druck. Gleichzeitig eröffnen sie jedoch neue Chancen, indem sie Bildung zugänglicher machen und zur Chancengleichheit beitragen. Die Herausforderung für Bildungsanbieter liegt darin, formale Weiterbildungsformate so zu gestalten, dass sie die wachsende Bedeutung des informellen Lernens berücksichtigen und effektiv integrieren.

4.3 Notwendigkeit neuer Prüfungs- und Zertifizierungsformate

Da ein großer Teil des Lernens außerhalb traditioneller Bildungswege stattfindet, stellt sich die Frage, wie informell erworbenes Wissen validiert und anerkannt werden kann. Klassische Zertifikate und Abschlüsse erfassen in der Regel formale Bildungsprozesse und bilden die tatsächlichen Kompetenzen eines Lernenden nicht vollständig ab. Daher bedarf es neuer Prüfungs- und Zertifizierungsformate, die flexibel und praxisorientiert sind. Eine Möglichkeit ist die Einführung von Micro-Credentials und Kompetenznachweisen, die spezifische Fähigkeiten und Kenntnisse attestieren. Diese kleineren, modular aufgebauten Zertifikate könnten es ermöglichen, Lernfortschritte nachzuweisen, ohne dass zwingend ein vollständiger Abschluss nötig ist. Digitale Kompetenztests und KI-gestützte Assessments könnten ebenfalls dazu beitragen, die Anschlussfähigkeit zwischen informellem und formalem Lernen zu verbessern, indem sie individuelle Fähigkeiten transparent bewerten und zertifizieren. Gleichzeitig stellt die Verfügbarkeit von Künstlicher Intelligenz (KI) die Prüfungsgestaltung vor neue Herausforderungen. Automatische Bewertungssysteme können Prüfungen zwar effizienter machen, werfen jedoch Fragen zur Authentizität und Fairness auf. Wie kann sichergestellt werden, dass Prüfungen nicht nur die Reproduktion von Antworten messen, sondern echte Problemlösungs- und Denkfähigkeiten der Lernenden fördern? Hier müssen Prüfungsformate angepasst werden, um die Fähigkeit zu bewerten, Künstliche Intelligenz (KI) sinnvoll einzusetzen und generierte Lösungen kritisch zu reflektieren. Solche Ansätze könnten das Lernen praxisorientierter und zukunftsgerichteter gestalten.

4.4 Personalisierte Weiterbildungsformate zur Berücksichtigung von Vorkenntnissen und Berufserfahrung

Die große Bandbreite an informell erworbenem Wissen führt dazu, dass Lernende in Weiterbildungsprogrammen sehr unterschiedliche Vorkenntnisse mitbringen. Um diesem Umstand gerecht zu werden, müssen Weiterbildungsangebote verstärkt personalisiert und adaptiv gestaltet werden. Intelligente Lernsysteme, die mittels Künstlicher Intelligenz (KI) die kognitive Belastung steuern und Wiederholungen vermeiden, können dazu beitragen, dass Lernende effizient an ihr individuelles Wissen anknüpfen können. Ein adaptives Lernmanagementsystem könnte beispielsweise bereits erworbene Kompetenzen erfassen und die Lerninhalte dynamisch anpassen. So würde vermieden, dass Teilnehmende unnötig bereits bekannte Inhalte wiederholen, während gleichzeitig gezielt Lücken geschlossen werden. Dies steigert nicht nur die Lerneffizienz, sondern auch die Motivation der Lernenden. Die Herausforderung für Bildungsanbieter besteht darin, solche Systeme zu entwickeln und in bestehende Weiterbildungsformate zu integrieren, um eine nahtlose Verbindung zwischen informellem und formalem Lernen zu gewährleisten.

Neue hybride Weiterbildungsformate können digitale Selbstlernphasen mit multimodalen Lernmaterialien kombinieren, also flexible, selbstgesteuerte Lernphasen für die Wissensaneignung mit synchronen, diskursiven und kollaborativen Lernphasen der Methodenanwendung. Solche Formate erlauben es, die Flexibilität digitaler intelligenter Lernmanagementsysteme mit den Vorteilen persönlicher Interaktion, bspw. bei der Anwendung der erlernten Methode auf eine Fallstudie und dies in Kleingruppen zu diskutieren, zu verbinden. Künstliche Intelligenz (KI) in Kombination mit Learning Analytics-Methoden spielen hierbei eine Schlüsselrolle, indem sie die digitale und online-gestützte Lernphase individualisiert und personalisiert gestalten. Gleichzeitig bleibt der menschliche Austausch ein zentraler Bestandteil, insbesondere bei der Entwicklung eines tieferen Verständnisses des Erlernten sowie von sozialen und methodischen Kompetenzen.

Die Modularisierung von Weiterbildungsangeboten spielt dabei eine zentrale Rolle. Durch Micro-Learning-Ansätze können Lernende oder auch KI-gestützte Lernmanagementsysteme Inhalte flexibel kombinieren und sich gezielt weiterbilden, ohne an starre Kursformate gebunden zu sein. Transferwirksame Formate wie problem- oder projektbasiertes Lernen mit unternehmenseigenen Pilotprojekten sorgen dafür, dass das Gelernte direkt in der Praxis anwendbar ist. Ergänzend dazu steigern bildungspychologische

sche Methoden wie Gamification oder adaptive Lernpfade die Motivation und den langfristigen Lernerfolg.

In der Erwachsenenbildung sollten die übergeordneten Ziele stets darauf ausgerichtet sein, Lernprozesse möglichst effizient, effektiv und nachhaltig zu gestalten. Dies ist für die berufsbegleitende Weiterbildung besonders bedeutsam, um den Ressourcenaufwand und die Belastung in ein vernünftiges Verhältnis zur Bildungsrendite zu setzen. Diese Ziele stellen besondere Anforderungen an die didaktische, methodische und technische Gestaltung von Lernangeboten, insbesondere in der Erwachsenenbildung. Erwachsene Lernende sind häufig durch berufliche und private Verpflichtungen eingespannt, was zu einer limitierten Ressourcenverfügbarkeit (zeitlich, energetisch und motivational) und einem hohen Bedarf an Selbstregulation führt. E-Learning-Angebote bieten zwar zeitliche und räumliche Flexibilität, aber auch spezifische Herausforderungen wie eine geringere soziale Interaktion und unmittelbare Unterstützung durch Lehrende. Diese Rahmenbedingungen unterstreichen den Bedarf einer individuellen Unterstützung, die gezielt auf die spezifischen Bedürfnisse und Lernvoraussetzungen abgestimmt ist.

4.5 Adaptive Unterstützung in hybriden Weiterbildungsformaten

Die Gestaltung und die adaptive Unterstützung in der hybriden Weiterbildung haben sich durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) erheblich weiterentwickelt. Adaptivität ermöglicht eine personalisierte Lern erfahrung, die sowohl die individuellen Bedürfnisse als auch die unterschiedlichen Ausgangsvoraussetzungen der Lernenden berücksichtigt. Die Integration von Künstlicher Intelligenz (KI) in adaptiven Lernsystemen stützt sich dabei auf bewährte Lerntheorien und bietet eine innovative Möglichkeit, effektive und motivierende Lernumgebungen zu schaffen.

Implementationsebenen von Adaptivität

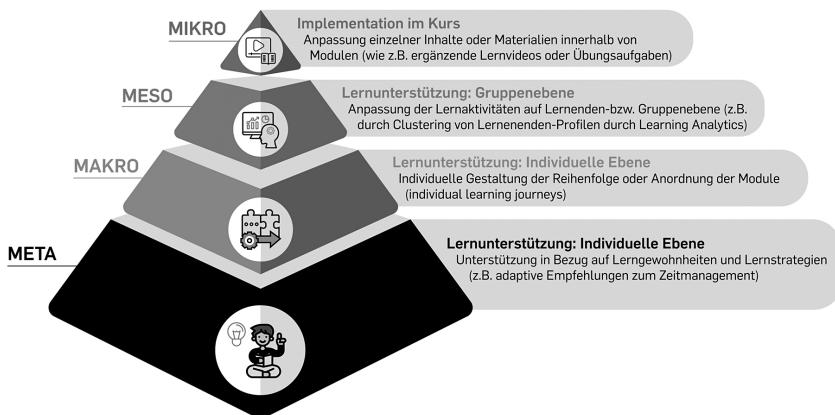


Abbildung 1: *Implementationsebenen von KI-gestützter Adaptivität und Personalisierung (Teich, Gensterblum 2025).*

Mikroebene: Anpassungen innerhalb von Lerneinheiten

Auf der Mikroebene steht die unmittelbare Interaktion zwischen Lernenden und Lernmaterialien im Fokus. Hier können KI-Systeme durch die Echtzeitanalyse des Lernfortschritts die Inhalte dynamisch anpassen, um die kognitive Belastung zu optimieren (Sweller 1988). Die Cognitive Load Theory legt nahe, dass die Arbeitsgedächtniskapazität der Lernenden nicht überfordert werden sollte. Beispielsweise kann ein adaptives Lernsystem nach dem Modalitätsprinzip (Mayer 2001) visuelle und auditive Inhalte gezielt kombinieren, um die Informationsaufnahme zu verbessern. Studien wie die von Mayer und Moreno (2003) zeigen, dass multimodale Lernmaterialien die Lernleistung signifikant steigern können. Darüber hinaus ermöglichen KI-gestützte Lerntutorensysteme, wie sie von Winkler und Söllner (2018) untersucht wurden, personalisiertes Feedback und dynamische Hilfestellungen, die Motivation und Engagement fördern. Solche Ansätze basieren auf Vygotskys (1978) Konzept der Zone der proximalen Entwicklung (ZPD), das die Bedeutung von gezielter Unterstützung im Lernprozess hervorhebt und die weitere Integration und Umsetzung von konstruktivistischen Lerntheorien ermöglicht.

Mesoebene: Implementierung über mehrere Lerneinheiten

Auf der Mesoebene konzentriert sich die Gestaltung adaptiver Systeme auf die Strukturierung und Wiederholung von Inhalten über mehrere Lerneinheiten hinweg. Ein zentraler Ansatz ist die Methode des verteilten Übens (Spacing Effect), die darauf abzielt, Wissensrückhalt durch zeitlich gestaffelte Wiederholungen zu maximieren (Cepeda, Pashler, Vul, Wixted, & Rohrer 2006). KI-Systeme können individuelle Wiederholungsintervalle berechnen und somit die langfristige Wissensspeicherung verbessern.

Motivationsstrategien, die auf der Selbstbestimmungstheorie (Deci & Ryan 1985) basieren, sind ein weiterer zentraler Bestandteil der Mesoebene. Durch den Einsatz von Gamification-Elementen wie Belohnungen, Fortschrittsanzeigen oder virtuellen Abzeichen können adaptive Systeme das Engagement der Lernenden steigern. Studien von Dörnyei (2001) haben gezeigt, dass individualisierte Motivationsstrategien die intrinsische Motivation der Lernenden signifikant erhöhen können.

Makroebene: Personalisierung des gesamten Kursverlaufs

Auf der Makroebene wird die gesamte Lernreise der Teilnehmenden betrachtet. Hier spielen personalisierte Lernverläufe eine zentrale Rolle, die durch die Analyse von Vorkenntnissen und Lernzielen optimiert werden. Adaptive Systeme können beispielsweise diagnostische Tests einsetzen, um Inhalte basierend auf dem Konzept der ZDP zu priorisieren (Shute & Towle 2003). Dies ermöglicht eine differenzierte Anpassung des Curriculums, um Überforderung oder Unterforderung zu vermeiden. Ein weiterer wichtiger Ansatz auf der Makroebene ist die konstruktivistische Gestaltung von Lernumgebungen (Duffy & Cunningham 1996). KI-Systeme können hierbei problemorientierte Szenarien bereitstellen, die es den Lernenden ermöglichen, Wissen aktiv zu konstruieren und in unterschiedlichen Kontexten anzuwenden.

Metaebene: Systemische Anpassung und übergeordnete Kompetenzen

Die Metaebene umfasst systemische Ansätze zur Förderung von metakognitiven Lernprozessen und persönlichen Lernfähigkeiten. KI-gestützte Lernplattformen können Lernstrategien analysieren und Empfehlungen geben, um die Selbstregulation zu unterstützen (Schraw & Dennison 1994). Studien von Spiro et al. (1991) zeigten bereits, dass adaptive Szenarien, die auf der kognitiven Flexibilitätstheorie basieren, die Anwendung von Wissen in komplexen Kontexten fördern.

Die Integration von Künstlicher Intelligenz (KI) in die Gestaltung adaptiver Unterstützungssysteme für die hybriden Weiterbildungsformate bietet ein hohes Potenzial zur Individualisierung und Optimierung des Lernprozesses. Durch die Verknüpfung mit fundierten Lerntheorien und empirisch belegten Interventionsansätzen kann eine nachhaltige Steigerung der Lernwirksamkeit, Motivation und langfristigen Wissensspeicherung erreicht werden. Die differenzierte Betrachtung auf Mikro-, Meso-, Makro- und Mettaebene zeigt, wie vielseitig KI-basierte Systeme eingesetzt werden können, um Lernende in ihrer Entwicklung optimal zu unterstützen.

5. Einsatzszenarien und Entwicklung von Künstlicher Intelligenz (KI) in der Weiterbildung

KI, häufig in Kombination mit Learning Analytics-Methoden und Plattformarchitekturen, revolutioniert den Bereich der Weiterbildung und des Lebenslangen Lernens, indem personalisierte, effiziente und adaptive Ansätze ermöglicht werden. Die spezifischen Einsatzszenarien und deren Mehrwert lassen sich im Vergleich zu klassischen Ansätzen wie folgt beschreiben:

Empfehlungssysteme und Beratungssysteme

KI-gestützte Empfehlungssysteme analysieren individuelle Präferenzen, Vorkenntnisse, Lernziele und Karrierepläne, um maßgeschneiderte Weiterbildungsangebote vorzuschlagen. Sie dienen als Orientierungshilfe und unterstützen bei der Auswahl sowohl informeller als auch formalisierter Weiterbildungsprogramme.

- Mehrwert gegenüber klassischen Ansätzen:
 - Personalisierung: Künstlicher Intelligenz (KI) kann durch den Einsatz von Algorithmen und Learning Analytics aus großen Datenmengen passende Kurse, Materialien oder Lernpfade identifizieren.
 - Effizienz: Zeitaufwendige Recherchen werden minimiert.
 - Zugänglichkeit: Dynamische Anpassungen an wechselnde Bedürfnisse und berufliche Anforderungen sind möglich.
 - Langfristige Entwicklung: Künstliche Intelligenz (KI) kann den Lernenden nicht nur bei der aktuellen Weiterbildung unterstützen, sondern durch die Analyse historischer Daten auch vorhersagen, welche

thematische Weiterbildung zielführend ist, und damit langfristige Karriere- und Weiterbildungsstrategien entwickeln.

Lernassistenzsysteme

Lernassistenzsysteme unterstützen Lernende während des Lernprozesses, indem sie relevante Inhalte bereitstellen, Verständnisfragen klären und Feedback geben.

- Mehrwert gegenüber klassischen Ansätzen:
 - Echtzeit-Unterstützung: Künstliche Intelligenz (KI) kann sofortige Hilfe leisten, zum Beispiel durch Chatbots oder digitale Assistenten.
 - Motivation: Adaptive Systeme können den Lernenden motivieren, indem sie Fortschritte visualisieren und Herausforderungen an das Niveau des Lernenden anpassen.

Intelligente Lerntutoren

KI-basierte Lerntutoren simulieren einen persönlichen Lehrenden, der den Lernenden durch den gesamten Lernprozess führt, Schwächen identifiziert und gezielte Übungen vorschlägt.

- Mehrwert gegenüber klassischen Ansätzen:
 - Individualisierung: Intelligente Lerntutoren berücksichtigen die individuellen Lerngewohnheiten und bieten maßgeschneiderte Unterstützung.
 - Skalierbarkeit: Ein Lerntutor kann eine große Anzahl von Lernenden betreuen, ohne an Qualität zu verlieren.
 - Feedback-Qualität: Durch kontinuierliche Analysen des Lernfortschritts kann präziseres Feedback gegeben werden.

Adaptivität durch intelligente Lernmanagementsysteme (LMS)

Der Einsatz intelligenter Lernmanagementsysteme, die durch Künstliche Intelligenz (KI) unterstützt werden, erlaubt eine Personalisierung der Lerninhalte und -formate, sodass diese präzise auf die spezifischen Bedürfnisse und das Vorwissen der Lernenden abgestimmt sind. Diese Systeme sind fähig, Lernhemmnisse frühzeitig zu erkennen, gezielt Interventionen auszuführen, dadurch Spalten der kognitiven Belastung zu glätten und maßgeschneiderte Lernressourcen bereitzustellen, um individuelle Hürden effektiv zu überwinden. Dadurch wird eine signifikante Steigerung sowohl der Lerneffizienz als auch der Lerneffektivität erzielt, da die Lernenden nicht länger durch standardisierte Inhalte ausgebremst werden, die nicht

ihrer persönlichen Lernsituation oder ihrem beruflichen Erfahrungshorizont entsprechen (Gensterblum und Böcker 2021). Durch die spezifische Anpassung und Anknüpfung an den persönlichen Erfahrungshorizont erfährt der Lernprozess eine hohe Relevanz und eine verbesserte Motivation.

- Mehrwert gegenüber klassischen Ansätzen:
 - Adaptivität: Das System passt Lerninhalte und -methoden an das Niveau, die Geschwindigkeit und die Präferenzen der Lernenden an.
 - Lernprozessoptimierung: Mithilfe von Learning Analytics können Lernschwierigkeiten frühzeitig erkannt, personalisierte Maßnahmen vorgeschlagen und Interventionen ausgeführt werden.
- Datengestützte Entscheidungen: Learning Analytics liefert wertvolle Erkenntnisse über Lernverhalten, Fortschritte und Hindernisse, die in Echtzeit von KI-Systemen genutzt werden können.
- Effizienzsteigerung: Klassische Ansätze bieten oft nur standardisierte Inhalte. KI-gestützte Systeme optimieren den Lernprozess durch gezielte Fokussierung auf relevante Themen.
- Förderung von Chancengleichheit: Durch die individuelle Anpassung der Inhalte wird Lernen für diverse Zielgruppen zugänglicher und inklusiver gestaltet.

Steigerung der Lerneffizienz

Aktuelle Studien (Froese et al. 2022, Gensterblum 2024) zeigen, dass die Integration von bildungspychologischen Interventionsmodellen, die mithilfe von einem intelligenten Lernmanagementsystem in hybriden Lernformaten zum Einsatz kommen, sowohl die Lerneffizienz als auch die Lerneffektivität signifikant steigern sowie die kognitive Belastung senken können (siehe Abbildung 2).

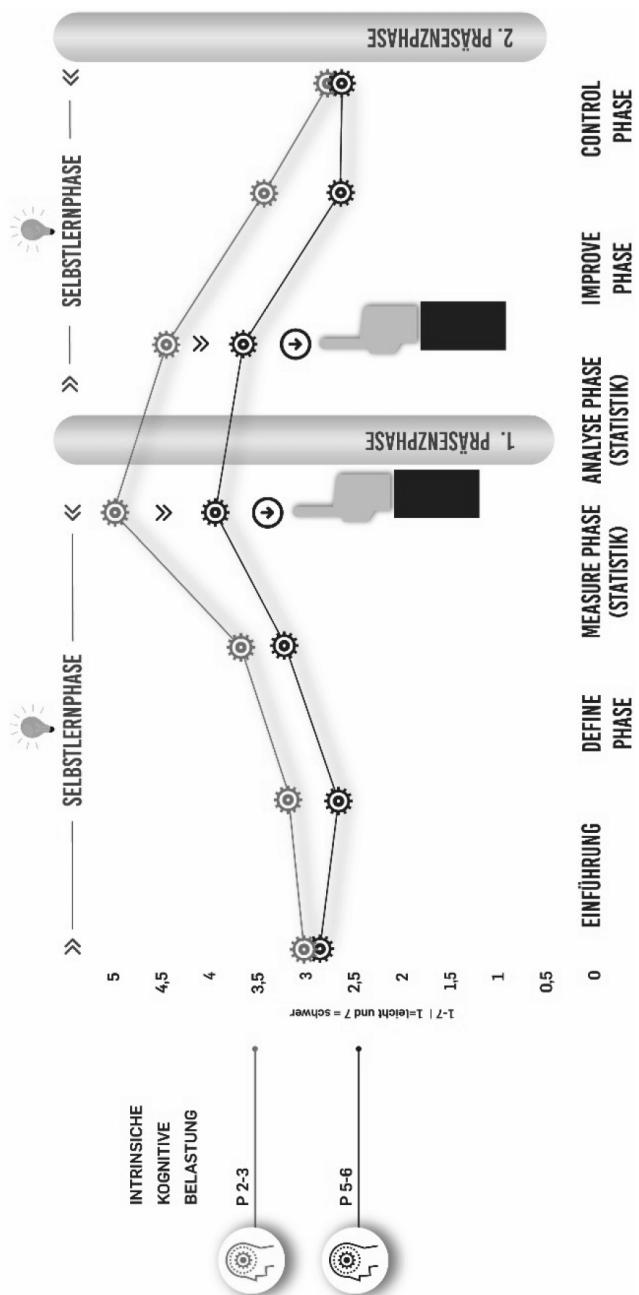


Abbildung 2: Reduzierung der kognitiven Belastung in der Selbstlernphase durch ein intelligentes Lernmanagementsystem mit bildungspychologischen Interventionsmodellen in einer hybriden Six Sigma Green Belt Weiterbildung (Beobachtungen im BMBF-Projekt WILLEN 2020–2023) (Gensterblum 2024).

Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass Lernende durch personalisierte Lernpfade und die gezielte Identifikation und Überwindung von Lernhemmnissen schneller und effektiver lernen. Die Möglichkeit, den Lernprozess an individuelle Bedürfnisse anzupassen, führt zu einer tieferen Auseinandersetzung mit den Lerninhalten und fördert ein nachhaltiges Verständnis.

Die Nutzung innovativer hybrider Weiterbildungsformate in Kombination mit einem intelligenten Lernmanagementsystem ist eine Antwort auf die wachsenden Anforderungen in der berufsbegleitenden Weiterbildung. Diese Formate ermöglichen eine flexible, individuell angepasste und effiziente Wissensvermittlung und Kompetenzentwicklung. Die Akademie der Ruhr-Universität Bochum (RUB) hat ein solches intelligentes Lernmanagementsystem aufgebaut. In einer wissenschaftlichen Studie mit randomisierten Vergleichsgruppen konnte die Steigerung der Lerneffizienz durch die Integration von bildungspychologischen Methoden von über 20 % nachgewiesen werden (Gensterblum 2024, angelehnt an Ergebnisse aus Froese et al. 2022). Dies unterstreicht das Potenzial dieser Ansätze, die berufliche Weiterbildung effektiver zu gestalten und die Lernenden optimal auf die Anforderungen des modernen Arbeitsmarktes vorzubereiten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Künstliche Intelligenz (KI) in Kombination mit Learning Analytics den Bildungsbereich transformiert, indem sie personalisierte, flexible und datengetriebene Lernlösungen ermöglichen. Im Vergleich zu klassischen Ansätzen bieten diese Technologien eine tiefere Anpassungsfähigkeit und höhere Effektivität, die den Erfolg und die Zufriedenheit der Lernenden nachhaltig steigern können.

6. Fazit und Ausblick: Weiterbildung für und mit Künstlicher Intelligenz (KI)

Dieser Beitrag hat aufgezeigt, dass der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) in der Arbeitswelt nicht nur neue Qualifikationsanforderungen an Beschäftigte wie auch an ihre Interessenvertretungen mit sich bringt, sondern zugleich die Weiterbildung selbst einem tiefgreifenden Wandel unterzieht. Zwischen diesen beiden Entwicklungslinien – dem Erfordernis, Künstliche Intelligenz (KI) zu verstehen, zu gestalten und zu regulieren, sowie dem Potenzial, durch Künstliche Intelligenz (KI) neue Lehr-Lernformate zu entwickeln – entsteht ein Spannungsfeld, das bestehende Strukturen von Arbeit, Bildung und Mitbestimmung herausfordert.

Mit dem EU AI Act ist neben dem Betriebsverfassungsgesetz eine weitere zentrale rechtliche Rahmung geschaffen worden, die Weiterbildung als Voraussetzung für den betrieblichen Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) systematisch verankert. Die Beteiligung von Belegschaften und ihren Interessenvertretungen wird dadurch nicht nur rechtlich abgesichert, sondern als integraler Bestandteil technischer Innovationsprozesse hervorgehoben. Mitbestimmung erhält in diesem Kontext eine proaktive Qualität: Betriebsräte werden zu aktiven Mitgestaltenden eines organisationalen Lernprozesses, in dem sich technologische und soziale Innovation gegenseitig bedingen.

Die verbindliche Verabredung des Umgangs mit Künstlicher Intelligenz (KI) in Form von Betriebsvereinbarungen kann dabei eine zentrale Rolle spielen, um die mit dem KI-Einsatz verbundenen Herausforderungen strukturiert zu adressieren. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten regionalen Kompetenzzentrums „humaine“ wurden im Dialog zwischen betrieblichen Interessenvertretungen und Unternehmensleitungen Verfahren entwickelt, mit denen solche Vereinbarungen schrittweise und partizipativ erarbeitet werden können (siehe Abschnitt 3). Diese Erfahrungen zeigen exemplarisch, wie rechtlich verbindliche Regelungen zu einer handhabbaren, betrieblich verankerten Praxis der Mitbestimmung bei Künstlicher Intelligenz (KI) beitragen können – und zugleich ein kontinuierlicher Qualifizierungsprozess aller Beteiligten angestoßen wird.

Gleichzeitig verändert die Einführung Künstlicher Intelligenz (KI)-gestützter Lerntechnologien die Bedingungen beruflicher Weiterbildung grundlegend. Adaptive Lernsysteme, personalisierte Lernpfade und algorithmengestützte Empfehlungssysteme eröffnen neue Möglichkeiten, Weiterbildungsangebote bedarfsgerecht, anschlussfähig und barrierearm zu gestalten. In der Verbindung von technologischer Innovation mit einer partizipativen Lernkultur liegt ein bislang weitgehend unerschlossenes Potenzial: Interessenvertretungen können – durch gezielte Weiterbildung – selbst zu Moderatoren eines inklusiven, chancengerechten Lernökosystems im Unternehmen werden.

Um die damit verbundenen Herausforderungen – etwa den Mangel an Fachkräften oder die beschleunigte Transformation von Tätigkeitsprofilen – bewältigen zu können, bedarf es der engen Kooperation zwischen staatlichen und privaten Bildungsträgern. Nur durch durchlässige Bildungswege, abgestimmte Strategien und verlässliche institutionelle Rahmenbedingun-

gen kann es gelingen, berufliche Weiterbildung dauerhaft zugänglich, wirksam und praxisnah zu gestalten.

Die Konzeption zukunftsfähiger Weiterbildungsformate sollte dabei auf Modularisierung, Transferorientierung, Anschlussfähigkeit und die gezielte Integration bildungspsychologischer Erkenntnisse setzen. Dabei divergieren die Vorstellungen der beteiligten Fachdisziplinen zum Leitbild des Lernens in der Erwachsenenbildung nach wie vor erheblich. Unbestritten ist jedoch: Weiterbildung muss im Sinne des lebenslangen Lernens als kontinuierlicher, flexibler und reflexiver Prozess verstanden werden – sowohl auf individueller als auch auf organisationaler Ebene.

Ein zentrales Spannungsfeld ergibt sich aus dem Erfordernis, Weiterbildung mit den beruflichen, privaten und zeitlichen Ressourcen der Lernenden in Einklang zu bringen. Um Weiterbildungsangebote möglichst niederschwellig und ressourcenschonend in den Lebensalltag zu integrieren, bedarf es einer fortwährenden Optimierung in Bezug auf Flexibilität, Lerneffizienz, Wirksamkeit und Bildungsrendite – sowohl aus Sicht der Beschäftigten als auch im Interesse der Unternehmen und des Arbeitsmarkts.

Zukünftig wird es daher nicht mehr ausreichen, Weiterbildung lediglich als Reaktion auf technologische Entwicklungen zu begreifen. Sie sollte vielmehr als strategisches Instrument zur Stärkung von Mitbestimmung und Partizipation im digitalen Wandel verstanden werden. Die Fähigkeit, KI-Anwendungen nicht nur zu nutzen, sondern sie kompetent und kritisch mitzugestalten, wird zu einer Voraussetzung für eine resiliente Arbeitswelt und für eine humanzentrierte Gestaltung von Arbeit im Zeitalter künstlicher Intelligenz (KI).

Literatur

- Bonin, H., Gregory, T. & Zierahn, U. (2015). *Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland* (Kurzexpertise Nr. 57). Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW).
- Bringmann, B., Fach, P., Becker, S., Schamberger, M. & Wendland, P. (2024). *KI-Studie 2024: Beschleunigung der KI-Transformation*. Verfügbar unter <https://www.deloitte.com/de/de/Industries/technology/research/ki-studie.html> [abgerufen am 20.03.2025].
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York: WW Norton & company.
- Cepeda, N. J., Pashler, H., Vul, E., Wixted, J. T., & Rohrer, D. (2006). Distributed Practice in Verbal Recall Tasks: A Review and Quantitative Synthesis. *Psychological Bulletin*, 132(3), 354–380. DOI: 10.1037/0033-2909.132.3.354

- Cross, J. (2011). *Informal learning: Rediscovering the natural pathways that inspire innovation and performance*. John Wiley & Sons.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Springer Science+Business Media.
- Dörnyei, Z. (2001). *Motivational Strategies in the Language Classroom*. Cambridge University Press, <https://doi.org/10.1017/CBO9780511667343>.
- Duffy, T. M. & Cunningham, D. J. (1996). Constructivism: Implications for the Design and Delivery of Instruction. In: D. H. Jonassen (Hrsg.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology* (S. 170–198). New York: Macmillan Library Reference USA.
- Froese, L., Loock, V., Teich, K., Czach, L., Draht, S., Maier, M., Gensterblum, Y., Wannöffel, B. & Roelle, J. (2022). *Quizzing Boosts Learning Gains and Efficiency in Six Sigma Continuing Education*. Paper Presentation at the EARLI SIG 6/7.
- Gensterblum Yves (2024): „Ansätze zur Fachkräftesicherung in der Wasser- und Abfallwirtschaft“ Wasser und Abfall, Ausgabe 4/2024.
- Gensterblum, D., & Böcker, L. (2021). Hybride adaptive Lernformate – Neue Wege der digitalen Weiterbildung. *Wissenschaftsmanagement*, 27(2), 34–39. https://www.wissenschaftsmanagement-online.de/system/files/downloads-wimoarticle/Hybride%20adaptive%20Lernformate_Gensterblum_Boecker.pdf [abgerufen am 21.03.2025].
- Haipeter, T., Wannöffel, M., Daus, J.-T., Schaffarczik, S. (2024). Human-centered AI through employee participation. *Frontiers in artificial intelligence*, 7/2024, <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1272102>.
- Krzywdzinski, M., Gerst, D., Butollo, F. (2023). Promoting human-centred AI in the workplace. Trade unions and their strategies for regulating the use of AI in Germany. *Transfer: European Review of Labour and Research*, 29 (1), 53–70.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139164603>.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52, https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_6.
- Schraw, G. & Dennison, R. S. (1994). Assessing Metacognitive Awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460–475, <https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>.
- Shute, V. J., & Towle, B. (2003). Adaptive e-learning. *Educational Psychologist*, 38(2), 105–114, http://dx.doi.org/10.1207/S15326985EP3802_5.
- Spiro, R. J., Coulson, R. L., Feltovich, P. J. & Anderson, D. K. (1991). Cognitive Flexibility Theory: Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. In: V. Patel (Hrsg.), *Tenth Annual Conference of the Cognitive Science Society Proceedings* (S. 640–653). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285, https://doi.org/10.1207/s15516709cogl202_4.
- Teich, K., & Gensterblum, Y. (in press). Adaptive Unterstützung in der Online-Weiterbildung. *weiter.bilden*.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.