



Lernpotenziale und -herausforderungen Digitaler Zwillinge in der Betriebsphase

19

Julia Franz und Camilla Wehnert

Zusammenfassung

Mit der Entwicklung und dem Einsatz Digitaler Zwillinge in Industrieunternehmen wird eine Veränderung der Lernumwelten prognostiziert. Insbesondere für formale und non-formale Formate der betrieblichen Weiterbildung können daraus sowohl Potenziale als auch Herausforderungen abgeleitet werden. Vor diesem Hintergrund werden im folgenden Beitrag Lernpotenziale und -herausforderungen für Lernende und Lehrende in den Blick genommen und aus erwachsenenpädagogischer Perspektive reflektiert. Abschließend wird der Frage nachgegangen, inwiefern didaktische Prinzipien als Reflexionsmöglichkeit zum Umgang mit Herausforderungen genutzt werden können.

19.1 Einführung

Digitalisierungsprozesse in Industrieunternehmen werden in interdisziplinären Diskursen im Kontext von Industrie 4.0 (vgl. z. B. [1]) oder Smart Factory [2] aufgegriffen. Im Entwicklungsprozess des Maschinen- und Anlagenbaus sowie auf Basis der Entwicklung eines vernetzten „Internet of Things“ (z. B. [3]) entstehen digitale Assistenz- und Steuerungsprogramme (vgl. [4]), die zu einer immer stärker wachsenden Automatisierung und Optimierung der Prozessabläufe eingesetzt werden. In diesem Zusammenhang haben „Digitale Zwillinge“ im Kontext der Produktionsautomatisierung im Produktlebenszyklus von der Planung über die Inbetriebnahme bis hin zum Recycling und der Entsorgung (vgl.

J. Franz (✉) · C. Wehnert

Professur für Erwachsenenbildung und Weiterbildung, Otto-Friedrich-Universität Bamberg,
Bamberg, Deutschland

E-Mail: Julia.Franz@uni-bamberg.de

© Der/die Autor(en) 2024

A. Verl, S. Röck und C. Scheifele (Hrsg.),

Echtzeitsimulation in der Produktionsautomatisierung,

https://doi.org/10.1007/978-3-662-66217-5_19

349

[5, 6, 7, 8, 9]) in den letzten Jahrzehnten an Bedeutung gewonnen. Reale Anlagen und Maschinen erhalten ihr virtuelles, digitales Abbild, das wiederum in unterschiedlichen Formen an Steuerungsmechanismen gekoppelt werden kann (vgl. [10, 11, 12]).

Aus einer erwachsenenpädagogischen Perspektive erscheinen diese Entwicklungen insofern interessant, als dass davon ausgegangen werden kann, dass sich dadurch informelle Lernumwelten in Betrieben deutlich verändern werden (vgl. [13]). So können am Digitalen Zwilling unterschiedliche Szenarien und Prozesse gefahrlos simuliert oder das Innere von Anlagen und Maschinen visualisiert werden. Insbesondere im Kontext der Mixed Reality können damit neuartige informelle Lernerfahrungen für alle Beteiligten ermöglicht werden. Über diese Lernerfahrungen ist in der erziehungswissenschaftlichen und erwachsenenpädagogischen Forschung bislang relativ wenig bekannt. Mit Digitalen Zwillingen entstehen aber auch Potenziale für formale und non-formale Formate der betrieblichen Weiterbildung, die im Kontext des BMBF-Projekts „Hybrides Interaktionskonzept für Schulungen mittels Mixed-Reality-in-the-Loop Simulation“ (Förderkennzeichen 16SV8348) im Mittelpunkt stehen. In diesem Projekt geht es konkret darum, Digitale Zwillinge für Schulungszwecke mit Methoden der Mixed Reality zur Mixed Reality-in-the-Loop Simulation (MRiLS) zu kombinieren. Ziel ist es, nicht nur wie bisher auf zweidimensionalen Computerbildschirmen das dreidimensionale Simulationsmodell zu beobachten, sondern mittels moderner Endgeräte – wie Virtual Reality (VR)- und Augmented Reality (AR)-Brillen oder Tablets und Smartphones – neue, flexible Interaktionsmöglichkeiten zu generieren (vgl. [14]), u. a. indem das Simulationsmodell beispielsweise in den realen Raum gestellt werden kann.

Diese neuen Interaktions- und Visualisierungsmöglichkeiten bestehen beispielsweise auch darin, mithilfe einer AR-Brille ergänzende Komponenten zu einer real existierenden Anlage hinzuzufügen, wie beispielsweise einen Industrieroboter zu einem Förderband, und damit zu interagieren. Die Bedienung einer Maschine könnte auch mit einer VR-Brille in einer komplett virtuellen Umwelt erlernt werden. Diese Beispiele verweisen auf neue Interaktionsmöglichkeiten zwischen Mensch und Maschine, indem durch AR- und VR-Technologien eine interaktive Durchdringung der Maschinen und Anlagen ermöglicht werden kann. Gleichzeitig besteht ein weiteres Potenzial auch darin, dass in Schulungen zeitgleich mehrere Schulungsteilnehmende mit unterschiedlichen Endgeräten (z. B. AR-/VR-Brillen oder Tablets) miteinander interagieren können (vgl. [14]).

Vor dem Hintergrund wird in diesem Beitrag die Frage thematisiert, welche Chancen und Herausforderungen für solche Lernszenarien bestehen und wie diese aus einer erwachsenenpädagogischen Perspektive reflektiert werden können. In der Bearbeitung dieser Frage beziehen wir uns auf die aktuellen Forschungsdiskurse sowie auf die ersten Ergebnisse einer Bedarfsanalyse im Rahmen des MRiLS-Projekts. Hier wurden zehn leitfadengestützte Interviews mit den Projektpartnern geführt. Die Erkenntnisse aus den Interviews werden für diesen Beitrag illustrierend genutzt.¹ Um die Chancen und

¹ Weitere Informationen zur Bedarfsanalyse können bei der korrespondierenden Autorin nachgefragt werden.

Herausforderungen genauer zu erfassen, wird zunächst der Blickwinkel der Lernenden eingenommen (19.2), bevor der Blick auf die Schulungsleitungen gerichtet wird (19.3). Aus beiden Sichtweisen werden jeweils spezifische Herausforderungen abgeleitet. Diese werden schließlich aus erwachsenenpädagogischer Perspektive reflektiert (19.4). Konkret soll hier danach gefragt werden, welche genuin didaktischen Prinzipien bei der Bearbeitung dieser Herausforderungen in virtuellen und augmentierten Lernumgebungen genutzt werden können.

19.2 Herausforderungen und Chancen aus der Perspektive Lernender

Im Diskurs scheint bislang großer Konsens darüber zu bestehen, dass das Potenzial der Schulungsarbeit mit Digitalen Zwillingen vor allem in drei Aspekten besteht. Einerseits wird immer wieder die gefahrlose Übungsmöglichkeit für Lernende hervorgehoben. Fehlerszenarien und irreguläre Abläufe können virtuell exploriert werden, ohne Gefahr zu laufen, Mensch oder Maschine zu beschädigen. Als zweites Potenzial wird eine Zeit- und Kostenersparnis gesehen. Abläufe können bereits am Digitalen Zwilling erlernt und erprobt werden, ohne dass die reale Maschine vorhanden sein müsste, was gerade im Kontext der Inbetriebnahme eine immense Zeitreduktion bedeuten kann, da bereits vor der Inbetriebnahme Schulungen durchgeführt werden können. In anderen Fällen können Szenarien erprobt werden, ohne dass die reale Anlage ausgeschaltet werden muss, was durch den Produktionsstopp wiederum hohe Kosten verursachen würde. Zum Dritten wird immer wieder betont, dass Digitale Zwillinge es ermöglichen würden, in das Innere von Maschinen und Anlagen hineinschauen zu können, was hinsichtlich der realen Maschinen nicht realisierbar ist, wie folgendes Zitat verdeutlicht: *„Digitale Medien, vor allem VR, sind gute Alternativen zu den selbst erstellten Modellen und theoretischen Erklärungen, um die inneren Teile einer Maschine sichtbar zu machen. Die mediale Präsentation erleichtert nachweislich den Aufbau eines für das Verständnis der Technik unerlässlichen ‚mentalen Modells‘ bei den Technikern.“* ([15], S. 41). Auf diese Weise könne der Lerngegenstand intensiver betrachtet sowie ein tieferes Verständnis für die Abläufe in einer Maschine erlangt werden.

Diese drei Aspekte stellen sicherlich große Chancen bereit. Gleichzeitig ergeben sich aber auch eine Reihe von differenzierten Herausforderungen für Lernende, die bei der Entwicklung entsprechender Lernszenarien berücksichtigt werden sollten.

- *Die Heterogenität von Zielgruppen und die Affinität zu virtuellen Lerngegenständen:* Eine erste Herausforderung für die betriebliche Weiterbildung mit Digitalen Zwillingen ergibt sich hinsichtlich der unterschiedlichen Zielgruppen und deren unterschiedlicher Affinität für digitale Lernumgebungen. Während davon ausgegangen werden kann, dass

die Affinität beispielsweise bei Maschinenbedienern und Instandhaltern nicht durchweg gegeben ist, lässt sich vermuten, dass insbesondere bei Programmierern eine hohe Affinität gegeben ist. So wird in unseren ersten Interviews betont, dass *„auch viele Mitarbeiter jetzt nicht tagtäglich mit den modernsten IT-Themen in Berührung kommen. Und damit vielleicht eine gewisse Hemmschwelle oder einfach aufgrund dieses Unbekanntheitsgrades von AR/VR vielleicht zunächst mal eine gewisse Zurückhaltung besteht“* (Interview MRiLS_2, Z. 947–951). So würde gerade die Gruppe der Maschinenbediener *„eigentlich an der realen Maschine arbeiten“* (Interview MRiLS_4, Z. 548) wollen. Dieser Aspekt macht darauf aufmerksam, dass Lernende mit unterschiedlichen Voraussetzungen, Vorerfahrungen und möglicherweise auch Lernwiderständen in entsprechende Schulungen kommen werden. Gerade bei Gruppen mit geringer Affinität bedarf es sowohl einer sensiblen Einführung in digitale Lehr-Lernformate als auch einer plausiblen Begründung für das digitale Format, sodass sich der Mehrwert für die Lernenden erschließen lässt.

- *Spielerisches authentisches Erproben und die Reflexion der Ernstsituation:* Das bereits genannte Potenzial, gefahrlos die Bedienung einer Maschine zu erproben, bringt auch eine große Herausforderung mit sich. So kann es sein, dass die spielerische Erprobung am Digitalen Zwilling, bei der man beispielsweise auch gezielt das „Crashen“ der Maschine herbeiführen kann, dazu führt, dass die Gefahrensituationen im Umgang mit der realen Maschine unterschätzt werden. Die Interviewpartner betonen diesbezüglich, dass es auch wichtig sei, den lernenden Schulungsteilnehmenden bewusst zu machen *„dass das jetzt vielleicht doch eine Simulation“* (Interview MRiLS_2, Z. 603) sei, um auch die Differenz zwischen Virtualität und Realität zu markieren. Aus erwachsenenpädagogischer Sicht bedarf es dazu einer sensiblen Reflexionsperspektive für die Lernenden, um sowohl spielerische Lernerfahrungen zu ermöglichen als auch reale Gefahrensituationen verantwortungsvoll zu reflektieren.
- *Intuitive Bedienung und Eingewöhnung:* Aus der empirischen Forschung im Umgang mit virtuellen Lernsituationen ist bekannt, dass insbesondere die Usability von entscheidender Bedeutung für die Einschätzung von Lernerfahrungen ist (vgl. [16]). Im Umgang mit Wearables wie AR- und VR-Brillen kann allerdings nicht per se von einer intuitiven Nutzung ausgegangen werden, da entsprechende Technologien im Alltag noch recht wenig präsent sind. Daher wird auch in den Interviews davon gesprochen, *„dass es eine ungewohnte Umgebung ist, gerade wenn Leute das erste Mal eine VR Brille aufhaben“* (Interview MRiLS_1, Z. 133 f.). Insofern *„muss man sich auch erstmal mit den Medien auseinandersetzen“* (Interview MRiLS_1, Z. 147 f.), was *„eine gewisse Eingewöhnungszeit hat, um sich auf diese Lehrinhalte zu konzentrieren“* (Interview MRiLS_2, Z. 352 f.) und *„um diesen Neuheitsgrad zu heilen“* (Interview MRiLS_2, Z. 350). Vor diesem Hintergrund muss in entsprechenden virtuellen Lernumgebungen auch eine gewisse Eingewöhnungsphase didaktisch berücksichtigt und geplant werden, beispielsweise indem Teilnehmende durch kurze Übungen im Umgang mit dem jeweiligen Endgerät für dessen Bedienung sensibilisiert werden.

- *Immersion und Übertragung:* Das Potenzial virtueller Lernumgebungen wird immer wieder auch hinsichtlich der Möglichkeit, „Immersion“ (vgl. z. B. [17, 18]) zu erzeugen, dargestellt. Immersion ist „*the subjective impression that one is participating in a comprehensive, realistic experience*“ ([17], S. 736). Das bedeutet, dass Lernende die virtuellen oder augmentierten Aspekte der Lernumgebung letztlich als real anerkennen müssen. Dies stellt einen hohen Anforderungsbedarf an die Gestaltung der virtuellen Umgebung dar. So müssen entsprechende Bedienfelder so real als möglich dargestellt werden, was beispielsweise auch die Farbgebung der Simulation betrifft. So sollten Schalter, Hebel und andere Interaktionsmöglichkeiten die gleiche Farbe wie bei der realen Maschine erhalten. Dadurch kann der Prozess des Lerntransfers zwischen virtueller Lernumgebung und realer Maschine erhöht werden. Gleichzeitig geht mit dem Prinzip der Immersion auch die Herausforderung einher, möglichst schnell und einfach wieder aus der virtuellen Welt austreten zu können, um mögliche Auswirkungen wie beispielsweise „*Motion Sickness*“ (Interview MRiLS_10, Z. 405) zu verhindern. In einem der Interviews wird in diesem Zuge beschrieben „*dass man da dann plötzlich durch die unterschiedlichen visuellen Wahrnehmungen mit Übelkeit zu kämpfen hat*“ (Interview MRiLS_10, Z. 405 f.) und die Wichtigkeit hervorgehoben, „*dass man quasi nicht die Brille vom Kopf reißen muss, wenn man raus will, sondern dass man einfach durch ein Kommando sofort quasi die Szene abschaltet und man rauskommt*“ (Interview MRiLS_10, Z. 400–402). Aus erwachsenenpädagogischer Perspektive bedeutet das, dass es durchaus sinnvoll wäre, den Übergang von Realität und Virtualität didaktisch zu inszenieren und explizit zu thematisieren.
- *Komplexität der Interaktion mit anderen Lernenden:* Die Idee im MRiLS-Projekt besteht auch darin, dass mehrere Lernende sich mit unterschiedlichen Endgeräten in der gleichen Lernumgebung bewegen. Dies stellt wiederum Herausforderungen an die Gestaltung der Interaktionsmöglichkeiten der Lernenden dar, wie auch in den Interviews mehrfach hervorgehoben wird. So stellt sich hier die Frage, wie die anderen Teilnehmenden jeweils wahrgenommen werden, welche Bedeutung entsprechenden Avataren zukommt oder noch etwas pauschaler, wie ein „Ich“ in der virtuellen Welt für die anderen erkennbar dargestellt wird. Daran anknüpfend stellt sich dann die Frage, in welchen Formen (Chat, Sprache, Gestik) die Lernenden untereinander Kontakt aufnehmen können, um beispielsweise an einer gemeinsamen Aufgabe in der virtuellen Lernumgebung zu arbeiten. Gerade da unterschiedliche Endgeräte im Einsatz sein werden, die selbst verschiedene Interaktionsmöglichkeiten aufweisen, ist die Herstellung der Interaktion mit anderen Lernenden als durchaus komplex und vielschichtig zu bezeichnen. Gleichzeitig stellt aber gerade diese Interaktion eine weitere Möglichkeit dar, virtuelle Lernprozesse zu bereichern und dem Lernen an der realen Maschine so nah wie möglich zu kommen.
- *Kommunikation mit Lehrenden:* Der Kommunikationsaspekt betrifft jedoch nicht nur die Kommunikation der Lernenden untereinander, sondern auch die Kommunikation zwischen den Lernenden und den jeweiligen Schulungsleitungen. Auch hier stellt sich

die Frage, welche Formate von Kommunikationsprozessen dazu beitragen können, dass sich Lernende selbstgesteuert in der virtuellen Umgebung aufhalten und in ihren jeweiligen Lernprozessen individualisiert durch die Schulungsleitungen begleitet werden können. So wird auch in den Interviews hervorgehoben, dass Dozierende weniger die Rolle des „*Belehrende[n], der das Wissen ein-einschickt, wie im Nürnberger Trichter*“ (Interview MRiLS_3, Z. 789–793) übernehmen, sondern vielmehr den Lernprozess begleiten würden. Hier könnte man beispielsweise überlegen, inwiefern informelle Anleitungsgespräche (wie zum Beispiel „Tür-und-Angel-Gespräche“) als Kommunikationsform in die Lernumgebung integriert werden können. Als weitere Möglichkeiten können über vorbereitete Erklärvideos der Schulungsleitungen, Live-Beratungen oder auch den Einsatz von Avataren als Lernbegleitung nachgedacht werden.

Zusammenfassend zeigt sich, dass hinsichtlich virtueller Lernumgebungen in betrieblichen Kontexten eine ganze Reihe von Potenzialen bestehen, die den Lernprozess unterstützen und erleichtern können, damit gleichzeitig aber auch bedenkenswerte Herausforderungen für die Lernenden einhergehen. Vor diesem Hintergrund kommt den Schulungsleitungen eine ganz besondere Bedeutung zu, auf die im Folgenden eingegangen werden soll.

19.3 Herausforderungen aus Sicht von Schulungsleitungen

Betrachtet man die Gruppe typischer Schulungsleitungen – beispielsweise hinsichtlich der Inbetriebnahme neuer Anlagen und Maschinen – aus erwachsenenpädagogischer Perspektive, so fällt zunächst auf, dass diese grundsätzlich als pädagogische Quereinsteiger betrachtet werden können. Die Schulungsleitungen haben in der Regel keine pädagogische Qualifizierung oder systematisch didaktische Ausbildung (vgl. [15]), sondern verfügen über technische oder wirtschaftliche Ausbildungen und Qualifikationen und sind fachliche Vertreter für Steuerungstechnik, Mechatronik oder Maschinenbau. In den Interviews wird diesbezüglich thematisiert, die Schulungen als persönlichen Anreiz nutzen zu wollen, um sich auf dem unbekanntem didaktischen Fachgebiet zu verbessern: „*Und ja, persönlich erhoffe ich mir dadurch, dass ich auch hier dazulerne, wie ich eben Wissen vermittele, weil ich habe das nicht gelernt. [...] das ist meine Anforderung an mich selber, dass ich hier dann eben was mitnehmen kann, [...] damit ich eben lerne, welche Methoden gibt es, Wissen zu vermitteln und welche Methoden gibt es eben dieses Wissen zu festigen*“ (Interview MRiLS_7, Z. 1538–1546). Weiterhin wird betont, dass es „*bei uns natürlich die Entwickler die Experten wirklich [waren], die die Schulungen dann neben ihren Entwicklungstätigkeiten durchgeführt haben*“ (Interview MRiLS_4, Z. 123–124). Aus Studien zu freiberuflichen Kursleitenden der Allgemeinen Erwachsenenbildung, die ebenfalls kaum über pädagogische Qualifizierungen verfügen, weiß man inzwischen, dass insbesondere diese Auseinandersetzung und Identifikation mit einem spezifischen Inhalt das didaktische

Handeln in Schulungen prägt (vgl. z. B. [19]). Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass Schulungsleitungen in der betrieblichen Weiterbildung vor allem als Fachleute agieren und Formate der frontalen Wissensvermittlung nutzen, um beispielsweise die Mechanismen und Bestandteile von Maschinen und Anlagen oder Steuerungssystemen zu erläutern. Frontale Wissensvermittlung ist zwar grundsätzlich ein wichtiger Bestandteil didaktischen Handelns. Im Kontext der Auseinandersetzung mit einem sogenannten „Lernkulturwandel“ (vgl. z. B. [20]) lässt sich allerdings konstatieren, dass frontale Vermittlung *einen* möglichen Bestandteil der Gestaltung von Lernprozessen darstellt, jedoch bei weitem nicht die einzige oder ausschließliche Möglichkeit. Gerade im Kontext des Umgangs mit virtualisierten Lernumgebungen bedarf es zusätzlicher Gestaltungsformen.

In den Diskursen zu selbstgesteuertem Lernen wird immer wieder betont, dass die Entwicklung von Selbstlernkompetenzen ein wichtiger Baustein zur Gestaltung neuer Lernkulturen sei (vgl. [21]). Dazu gehört, dass Lehrenden zunehmend die Aufgabe zukommt, diese Selbstlernkompetenzen in entsprechenden Lernumgebungen anzuregen. Dies bedeutet beispielsweise, dass Lehrende zunehmend Materialien, wie etwa Übungsaufgaben und Szenarien entwickeln, die Lernende dann selbstständig bearbeiten. Um entsprechende Lern- und Arbeitshilfen entwickeln zu können, bedarf es allerdings Unterstützungsleistungen, etwa in Form von Handreichungen oder Weiterbildungen (vgl. [15]). Dabei nehmen Lehrende grundsätzlich weniger die Rolle der Wissensvermittler, als vielmehr die der Lernbegleitungen ein, welche die Lernenden in ihren individuellen Prozessen – beispielsweise durch Feedback- und Beratungsgespräche – unterstützen. Darüber hinaus gilt es, insbesondere in virtuellen komplexen Lernumgebungen der betrieblichen Weiterbildung, auch die Zusammenarbeit in Gruppen zu initiieren und die Kommunikationsprozesse zwischen Teilnehmenden zu moderieren und zu strukturieren. Dieser kleine Einblick in Veränderungen in Richtung einer neuen Lernkultur macht auf der einen Seite deutlich, dass gerade dieses Rollenverständnis für virtuelle Schulungen anschlussfähig erscheint. Auf der anderen Seite wird sichtbar, dass die Schulungsleitungen hier in der Bewältigung des erforderlichen Rollenwechsels professionell unterstützt werden sollten, da dies eine Abkehr von traditionellen Rollenverhältnissen in Lernprozessen impliziert, die gerade im Bereich der betrieblichen Weiterbildung häufig nur schwer selbstläufig realisiert wird.

Zusammenfassend lässt sich entsprechend festhalten, dass Schulungsleitungen in virtuellen Lernumgebungen der betrieblichen Weiterbildung mit vielfältigen Herausforderungen konfrontiert sind, für die sie selten qualifiziert sind. Vor diesem Hintergrund soll im nächsten Schritt reflektiert werden, inwiefern zentrale didaktische Prinzipien der Erwachsenenbildung Schulungsleitungen in ihren didaktischen Handlungen unterstützen können.

19.4 Didaktische Prinzipien der Erwachsenenbildung als Reflexionsmöglichkeit zum Umgang mit Herausforderungen

Die Fachdisziplin Erwachsenenbildung und Weiterbildung beschäftigt sich mit den Bedingungen des Lehrens und Lernens im Erwachsenenalter. Dabei wird in der Disziplin weniger auf eine konkrete erwachsenenspezifische Didaktik gesetzt (vgl. [22]), vielmehr werden allgemein didaktische Theorien, wie die bildungstheoretische, die lehr-lerntheoretische oder die konstruktivistische Didaktik als handlungsleitende Referenztheorien herangezogen (vgl. z. B. [23]). Noch stärker lässt sich allerdings – vor allem in den praxisorientierten Auseinandersetzungen – ein Prinzipien Diskurs beobachten. So wird davon ausgegangen, dass es verschiedene didaktische Prinzipien gibt, die als normative Kategorien genutzt werden und Lehrenden Orientierung in der Gestaltung konkreter Lehr-Lernprozesse bieten können. Im Folgenden sollen einige dieser Prinzipien kurz vorgestellt werden, bevor jeweils reflektiert wird, welche Bedeutung diesen Prinzipien im Kontext virtueller Schulungen mit Digitalen Zwillingen in der betrieblichen Weiterbildung zukommen kann.

- *Teilnehmer- und Biografieorientierung*: Teilnehmerorientierung ist sicherlich eines der traditionsreichsten didaktischen Prinzipien in der Disziplin der Erwachsenenbildung (vgl. [24]). Letztlich geht es bei diesem Prinzip darum, dass Lehr- und Lernprozesse ausgehend von den Teilnehmenden gedacht, auf sie zugeschnitten und mit ihnen ausgehandelt werden sollten. Das bedeutet, dass die Teilnehmenden bereits in der Planung von Lernarrangements „mitgedacht“ werden und diese Beteiligungsmöglichkeiten in den konkreten Lehr- und Lernsituationen enthalten sein sollten. Das Prinzip der Biografieorientierung ist eng mit der Teilnehmerorientierung verknüpft. Konkret wird damit darauf verwiesen, die (Berufs)Biografie der Teilnehmenden ernst zu nehmen, ihr Vorwissen zu reflektieren und aktiv in die Lehr-Lernsituation einzubinden. Dabei stellt sich die Frage, wie Teilnehmer- und Biografieorientierung nun in virtuellen Lernumgebungen mit Digitalen Zwillingen aussehen kann: Für die Antizipation der Lernumgebungen würde dies bedeuten, sich konkret in die jeweiligen Zielgruppen der Maschinenbediener, Instandhalter oder der Programmierer hinein zu versetzen, um danach zu fragen, über welches Vorwissen die jeweilige Zielgruppe verfügt und welche Interessen diese Zielgruppen mit dem jeweiligen Lerngegenstand konkret verbindet. Gerade im Kontext der Eingewöhnungsphase in virtuelle Lernumgebungen und bei Gruppen mit niedriger Affinität für virtuelle Lernmöglichkeiten kann Biografieorientierung eine Chance darstellen, zunächst gemeinsam mit den Lernenden zu reflektieren, welche Erfahrungen sie mit virtuellen Kontexten in ihrer Biografie bereits gemacht haben. Insgesamt spielen also die Erfahrungen in der individuell-biografischen Lebensgeschichte eine wichtige Rolle, insbesondere wenn es um Aspekte der Akzeptanz oder Hemmschwelle in Bezug auf den virtuellen Lerngegenstand geht.

- *Partizipations- und Interaktionsorientierung*: Mit einer Partizipationsorientierung wird darauf aufmerksam gemacht, dass sich Teilnehmende in der Gestaltung der Lehr-Lernprozesse aktiv einbringen können, was auf mehrere Arten realisiert werden kann. Dies kann beispielsweise über den Grad der Mitsprache und Mitentscheidung im Lehr-Lernprozess erfolgen, was gleichsam eine Transparenz seitens der Lehrenden in Bezug auf die Lehrorganisation, die Inhalte und Methoden erforderlich macht (vgl. z. B. [25]). Auch geht es darum, Interaktionsmöglichkeiten und -räume für kommunikative Prozesse zu gestalten, um die Teilnehmenden aktiv in das Lehr-Lerngeschehen einbeziehen zu können und eine lernförderliche Atmosphäre zu schaffen. Besonders im Kontext virtueller Schulungen ist dies von essentieller Bedeutung, um trotz der Distanz und Unmittelbarkeit eine Lernumgebung zu schaffen, in der die Teilnehmenden nicht nur Rezipierende sind, sondern zur Partizipation aufgefordert werden. Entsprechend kommt bei der Gestaltung von Lehr-Lernsettings mit Erwachsenen auch das Prinzip der Interaktionsorientierung zur Geltung, nach dem die Kommunikation und der Austausch zwischen Teilnehmenden gefördert und ermöglicht werden sollte. Gerade im Kontext von virtuellen Schulungen spielt die komplexe und freie Interaktion an unterschiedlichen Endgeräten eine wichtige Rolle, um Lernprozesse beziehungsweise gemeinsame Handlungen im virtuellen Raum sicht- und erfahrbar zu machen. Ein gemeinsames Lernen, also mit- und voneinander lernen ist nur dann möglich, wenn Interaktionen im virtuellen Raum möglichst flexibel und niedrigschwellig gestaltet und angeboten werden. Eine gemeinsame Interaktion ermöglicht letztlich auch sogenannte „Perspektivenwechsel“, die aus einer konstruktivistischen didaktischen Perspektive (vgl. [26]) relevant erscheinen, da Lernprozesse gerade dann ermöglicht werden, wenn es gelingt, dass die Lernenden Perspektiven wechseln und Aspekte aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachten können. In virtuellen Schulungen ist dies in zweierlei Hinsicht von Bedeutung. Zum einen bedeutet es, dass in der virtuellen Umgebung Lernende auf die „Sicht“ der anderen Teilnehmenden oder der Schulungsleitung umschalten können sollten, um so im wörtlichen Sinne deren Perspektive zu übernehmen. Zum anderen kann es für die Lernenden sehr vorteilhaft sein, die Sichtweise (z. B. erfahrener) Mitlernenden einzunehmen, um auf den Lerngegenstand Maschine mit einer bislang unbekanntem Perspektive blicken zu können und so den Wissens- und Erfahrungshorizont zu erweitern.
- *Erfahrungs- und Reflexionsorientierung*: Im Sinne erfahrungsorientiert gestalteter Lehr-Lernumgebungen soll das Erfahrungswissen der Teilnehmenden bewusst, geplant und explizit einbezogen werden. So sammeln die verschiedenen Zielgruppen der Instandhalter, Bediener und Programmierer viele unterschiedliche Erfahrungen im Prozess der Arbeit, wobei eine Dokumentation dieser Erfahrungen in der Regel nicht oder kaum stattfindet. Daher kann es für die Lernenden sinnvoll und lernförderlich sein, im Rahmen von virtuellen Schulungen die individuellen Erfahrungen auszutauschen und zu reflektieren. Daran schließt auch das didaktische Prinzip der Reflexionsorientierung an, mit dem davon ausgegangen wird, dass Reflexion zu vertieften Lernprozessen führen

kann. Beispielsweise kann ein Rückblick in die eigene (Lern-)Biographie der kritischen Reflexion von Lernerfahrungen und dem Aufdecken von Kompetenzen dienen (vgl. z. B. [27]). Es geht darum, einen Raum zu schaffen, in dem praktische Erfahrungen zusammen mit fachlicher Expertise und Lernberatung seitens der Lehrenden auf einer Metaebene überdacht, reflektiert und beraten werden. Gerade im alltäglichen Betrieb an der Maschine stehen Fachkräfte häufig vor komplexen Herausforderungen, die im Rahmen von Schulungen zur Sprache gebracht werden können, um verschiedene Lösungswege aufzuzeigen und gemeinsam zu reflektieren.

19.5 Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass mit diesem Beitrag der Versuch unternommen wurde, den Einsatz von Digitalen Zwillingen in Schulungen didaktisch zu reflektieren. Insbesondere die herausgearbeiteten didaktischen Prinzipien bieten eine Orientierungsmöglichkeit für Schulungsleitungen, die entsprechende Fortbildungen neben ihrer fachlichen Tätigkeit in Betrieben anbieten. Damit wird auch die Chance eröffnet, erlebte Situationen und Herausforderungen in der Schulungspraxis didaktisch zu reflektieren und ggf. auch neue methodische Ideen für die Durchführung von Schulungen mit Digitalen Zwillingen zu entwickeln.

Literatur

1. Bothof A, Hartmann EA (2015) Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Springer, Berlin
2. Steven M, Dörseln JN (2020) Smart Factory: Einsatzfaktoren – Technologie – Produkte. Kohlhammer, Stuttgart
3. Wortman F, Flüchter K (2015) Internet of Things. Technology and value added. *Business & Information Systems Engineering* 57:221–224
4. Link M, Hamann K (2019) Einsatz digitaler Assistenzsysteme in der Produktion. Gestaltung der Mensch-Maschine Interaktion, *ZWF* 114(10):683–687
5. Winkler S, Schumann M, Klimant P (2019) Vom Digitalen zum Virtuellen Zwilling. Mehrwert der Digitalisierung in der Produktion, *ZWF* 114(10):669–672
6. Lutz M, Münch M, Turgut A, Lucke D, Palm D, Braun A, Ohlhausen P (2020) Der Digitale Zwilling entlang des Produktlebenszyklus. Aktuelle Anwendungen und zukünftige Potenziale in produzierenden Unternehmen. *ZWF* 115(6):422–424
7. Glatt M, Kölsch P, Krenkel N, Langlotz P, Siedler C, Yi L, Aurich JC (2020) Rahmenwerk zur Einordnung Digitaler Zwillinge in Produktionssystemen. *ZWF* 115(6):429–433
8. Daniel C (2020) Simulationsplattform für Automatisierungslösungen. *ZWF* 115(Special):32–35
9. Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) (2018) Wege zum Digitalen Zwilling: Simulation und Visualisierung im Produktlebenszyklus; Anwendungs- und Nutzenbeispiele aus dem Maschinen- und Anlagenbau. VDMA, Frankfurt

10. Scheifele D, Eger U, Röck S, Sekler P (2010) Effizient Automatisieren mit virtuellen Maschinen. In: Schenk, Michael (Hrsg.): Forschung vernetzen – Innovationen beschleunigen: 7./8. IFF-Kolloquium, 24. April und 20. November 2009, Magdeburg. Halle, Saale, Magdeburg: Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt; IFF, S 51–64
11. Scheifele C, Verl A, Riedel O (2018) Echtzeit-Co-Simulation für die virtuelle Inbetriebnahme. Echtzeitfähige Integrations-Plattform für digitale Zwillinge. atp 60(11/12):44–55
12. Scheifele C, Verl A, Riedel O (2018) Engineering mit cyber-physischen Systemen. Vom mechatronischen zum cyber-physischen Engineering. atp 60(11/12):68–78
13. Franz J, Wehnert C (2020) Digitale Lernumwelten in produzierenden Betrieben. Hessische Blätter für Volksbildung 3:34–43
14. Schnierle M, Polak C, Röck S (2019) Mensch-Roboter-Interaktion mit Mixed Reality. atp 61(5):84–91
15. Niegemann L, Niegemann H (2018) Potenziale und Hemmnisse von AR- und VR-Medien zur Unterstützung der Aus- und Weiterbildung im technischen Service. In: Thomas O, Metzger D, Niegemann H (Hrsg) Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung. Virtual und Augmented Reality für Industrie 4.0. Springer Gabler, Berlin, S 35–48
16. Lesser K, Müller Y (2019) Evaluation der User Experience eines AR-Systems. Konzeptionierung und Anwendung einer ganzheitlichen Bewertungsmethodik. ZWF 114(10):673–678
17. Dunleavy M, Dede C (2014) Augmented reality teaching and learning. In: Spector MJ, Merrill DM, Elen J, Bishop MJ (Hrsg) Handbook of research on educational communications and technology. Springer, New York, S 735–745
18. Jadin T (2017) Die Potenziale von Mixed Reality für die betriebliche Aus- und Weiterbildung. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Hrsg) Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft, Brugg-Windisch und Zürich, Dortmund
19. Bastian H (1997) Kursleiterprofile und Angebotsqualität. wbv, Bielefeld
20. Arnold R, Schüßler I (1998) Wandel der Lernkulturen. Ideen und Bausteine für ein lebendiges Lernen. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt
21. Arnold R, Gómez Tutor C, Kammerer J (2002) Selbstgesteuertes Lernen braucht Selbstlernkompetenzen. In: Kraft S (Hrsg) Selbstgesteuertes Lernen in der Weiterbildung. Selbstgesteuertes Lernen in der Weiterbildung. Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler, S 76–89
22. Meuler E (2011) Didaktik der Erwachsenenbildung – Weiterbildung als offenes Projekt. In: Tippelt R. von Hippel A. (Hrsg) Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung. VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-94165-3_61
23. Lehner M (2009) Allgemeine Didaktik: Eine Einführung. Utb Basics
24. Breloer G, Dauber H, Tietgens H (1980) Teilnehmerorientierung und Selbststeuerung in der Erwachsenenbildung. Westermann, Braunschweig
25. Klein R (2011) Die handlungsleitenden Prinzipien von Lernberatung – Weiterungen und Konkretisierungen. In: Klein R, Reutter G (Hrsg) Die Lernberatungskonzeption. Grundlagen und Praxis. Ifak, Göttingen, S 29–40
26. Arnold R, Siebert H (2003) Konstruktivistische Erwachsenenbildung. Von der Deutung zur Konstruktion von Wirklichkeit. 4. Aufl., Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler
27. Schüßler I (2008) Reflexives Lernen in der Erwachsenenbildung – zwischen Irritation und Kohärenz. In: bildungsforschung, (5), 2, URL: <http://www.bildungsforschung.org/Archiv/2008-02/erwachsenenbildung>. Zugriffen: 2. Nov. 2020

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

