

Digi4VET Handbuch



**Neue Technologien in berufliche
Ausbildungsprogramme
integrieren**

Copyright © The Digi4VET Partnership 2019

<http://digi4vet.com/>

Verfasst von Stan Lester im Namen der Digi4VET-Partner.

Version 3 – 6. August 2019.

Die Digi4VET Partners sind: SBG-Dresden (DE), Zone College (NL), Confederatie Bouw (BE), SCP-Serv (CY), and SLD (UK).



Kofinanziert durch das
Programm Erasmus+
der Europäischen Union

Digi4VET wurde vom Erasmus+ Programm der EU unterstützt. Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, welcher nur die Ansichten der Verfasser wiedergibt, und die Kommission kann nicht für eine etwaige Verwendung der darin enthaltenen Informationen haftbar gemacht werden.



Dieses Dokument darf in seiner ursprünglichen und ungekürzten Form für nicht-kommerzielle Zwecke verwendet und verbreitet werden (CC BY-NC-ND). Eine andere öffentliche Wiedergabe dieses Dokuments oder die Veröffentlichung von Auszügen daraus, mit Ausnahme von kurzen zugeschriebenen Zitaten, ist nicht gestattet, es sei denn, es liegt eine Genehmigung der Autoren vor und es wird auf das Quelldokument verwiesen.

Inhalt

Einführung	5
Übersicht über die einzelnen Themen	8
1. Definieren des Berufs	16
2. Untersuchung der Auswirkungen von Technologie auf die Arbeit.....	22
3. Lernbedarfe und Lernkontext	27
4. Entwicklung formaler Inhalte	32
5. Evaluation von Technologien für Lehre und Lernen	35
6 Entwicklung des Unterrichts- und Lernprozesses.....	43
7 Evaluation.....	52
8 Qualifizierung der Ausbilder.....	57
Anhang A: Bewertung der Auswirkungen von Technologie auf ein Berufsfeld	61
Anhang B: Tools zur Durchführung komparativer Evaluationen.....	64
Anhang C: Der DigComp 2.1 - Rahmenplan	70
Anhang D: Kompetenzrahmen für Unterricht und Ausbildung mit Technologie.....	71
Quellen.....	73

Vorwort

Bei der sogenannten „vierten industriellen Revolution“ oder „Industrie 4.0“ geht es um vernetzte, „smarte“ digitale Technologien, von denen angenommen wird, dass sie Arbeitsorganisation und Arbeitsabläufe grundlegend revolutionieren werden. Man geht davon aus, dass Entwicklungen wie Augmented Reality, Machine Learning, mobile Roboter und das „Internet of Things“ zu signifikanten Veränderungen bei Arbeitsaufgaben führen werden, wobei einige Aufgaben komplett wegfallen oder automatisiert werden, andere durch neue Geräte oder Software aufgewertet werden sowie komplett neue Aufgaben entstehen. Dieser Prozess hat bereits begonnen. Die genannten Veränderungen machen neue und verbesserte Qualifikationen erforderlich und schaffen dabei gleichzeitige neue Möglichkeiten, sowohl im Unterricht als auch am Arbeitsplatz Lerninhalte zu vermitteln und Lernprozesse zu unterstützen.

Ziel des Projekts Digi4VET ist es, Hilfestellung bei der Einführung neuer Technologien in der beruflichen Ausbildung zu leisten. Dies geschieht auf zwei Arten – durch Untersuchung der Auswirkungen von Technologie auf Arbeitsplätze und der damit verbundenen neuen Ausbildungsbedarfe und Ausbildungsinhalte sowie durch die Integration geeigneter Technologien in den Unterrichts- und Ausbildungsprozess. Digi4VET fokussiert drei Arten neuer Technologien für den Einsatz im Unterricht und in der Ausbildung – Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR) und 3D-Druck (3DP). Wir gehen jedoch davon aus, dass die jeweiligen Prinzipien auch auf andere neuartige Technologien anwendbar sind.

Am Projekt sind Partner aus drei verschiedenen Bereichen – der Chemieindustrie, dem Malerhandwerk und der Floristik – beteiligt. Das Projekt fokussiert sowohl Berufsprofile, die in etwa dem Level 4 des EQF entsprechen als auch die Unterstützung von Lehrern und Ausbildern in berufspädagogischen Zentren und in der Industrie.

Das vorliegende Handbuch führt Kursplaner und Ausbilder durch einen umfassenden Prozess zur Erstellung neuer oder verbesserter Programme, die technologische Veränderungen aufgreifen und neue Technologien einsetzen.

Einführung

Der in diesem Handbuch beschriebene Prozess setzt sich aus bis zu acht Schritten zusammen und wird in Abbildung 1 veranschaulicht. Darauf folgen Zusammenfassungen jedes Schritts auf je einer Seite – die „blauen Seiten“. Lesen Sie diese zuerst, wenn Sie sich einen Überblick über die behandelten Inhalte verschaffen möchten oder falls Sie lediglich eine kurze Einführung in eines dieser Themen möchten. In der zweiten Hälfte des Handbuchs folgt eine vertiefte Auseinandersetzung mit den einzelnen Schritten; darüber hinaus sind für den Fall, dass Sie sich weitergehend damit beschäftigen möchten, Literaturhinweise angegeben. Das Handbuch wurde so entworfen, dass Sie sich lediglich mit den für Sie relevanten Abschnitten beschäftigen müssen – beispielsweise werden Kursplaner ggf. alle Abschnitte lesen, während Lehrer und Ausbilder sich vielleicht eher auf die Abschnitte 5, 6 und 7 konzentrieren möchten.

Der Prozess beginnt mit einer Analyse aus einer an beruflichen Bedarfen und Lernbedarfen orientierten Perspektive, um das betrachtete Berufsfeld bzw. die betrachtete Arbeitsstelle klar zu definieren, die Auswirkungen neuer Technologien zu analysieren und Lernbedarfe zu identifizieren, die nicht mehr durch bestehende berufspädagogische oder Personalentwicklungsprogramme abgedeckt werden (Abschnitt 1-3). Dies bildet die Grundlage für die Entwicklung von formalen Inhalten (4), die entweder Veränderungen von oder Ergänzungen zu bestehenden berufspädagogischen Programmen oder aber eigenständige Kurse, beispielsweise zur Aufqualifizierung der gegenwärtigen Belegschaft, darstellen können.

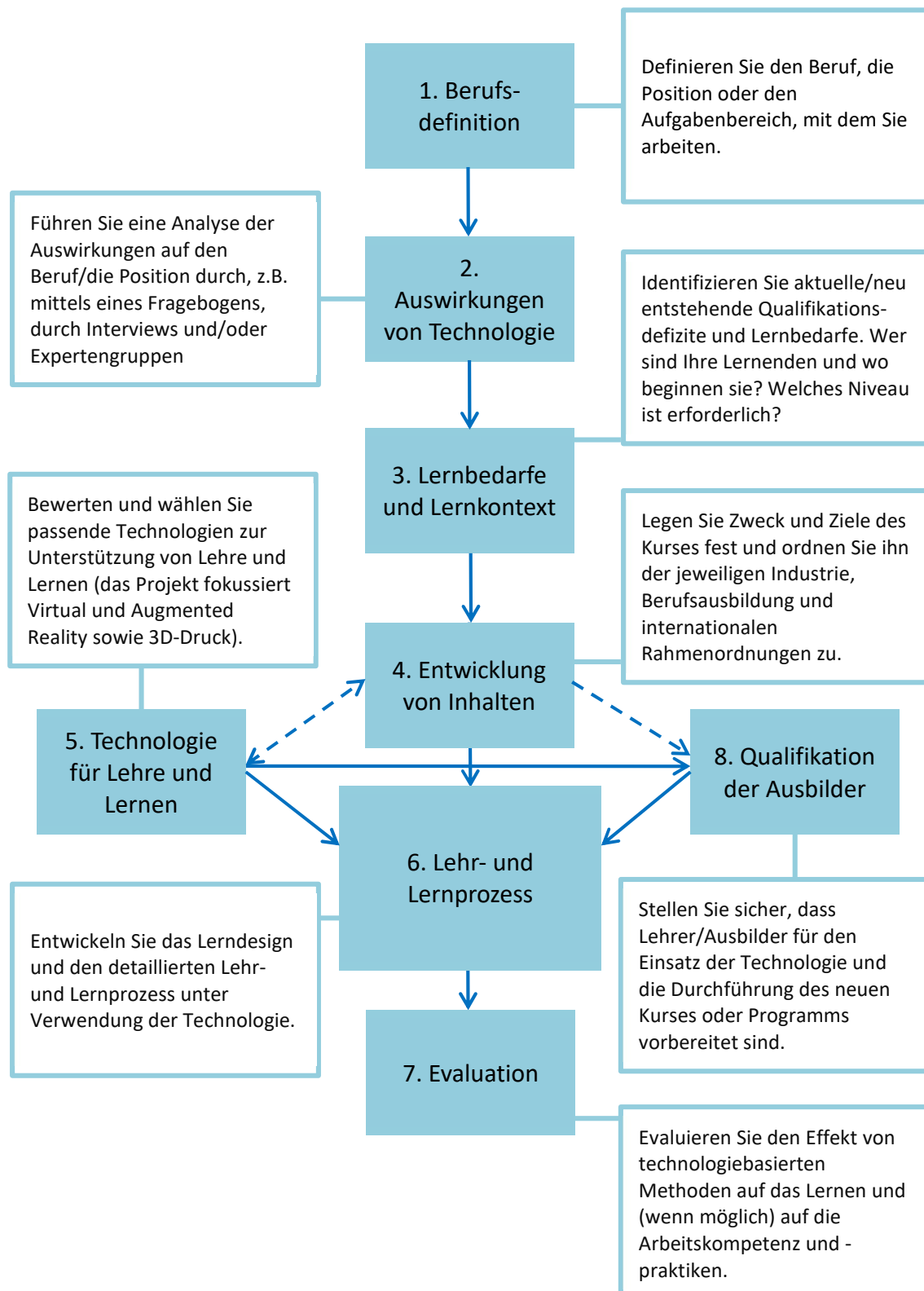
Ein weiterer Ansatzpunkt besteht darin, neue Technologien zur Unterstützung des Lernprozesses zu untersuchen und zu evaluieren (5). Dies kann sich zum einen auf im Beruf verwendete Technologie beziehen (z.B. Einsatz von Virtual Reality auf dem Bau, um einen „Gang“ durch ein geplantes Gebäude zu ermöglichen) oder zum anderen auf Technologie, die eingesetzt wird, um das Erlernen 'nicht-technischer' Fertigkeiten zu unterstützen (wie etwa das Simulieren von Malertätigkeiten, um Handfertigkeiten zu trainieren). Digi4VET konzentriert sich auf drei Technologien, die zurzeit erschwinglicher und einem größeren Kreis zugänglich werden: Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) und dreidimensionales Drucken (3DP). Verschiedene Prinzipien wurden von früheren Innovationen in technisch gestütztem Lernen entlehnt und können auch auf andere, neu entstehende Technologien angewendet werden.

Der nächste Schritt besteht darin, die Technologie in Unterricht/Ausbildung und Lernen zu integrieren (6). Das Ergebnis dieses Schritts kann von Richtlinien zur Benutzung ungewohnter oder neuer Technologie bis zu einem detaillierten Set von Unterrichtsplänen zur Durchführung eines Kurses oder Moduls reichen. Ein angemessenes Design der Lernaktivitäten, Unterstützung und Orientierung für die Lernenden sowie Feedback sind hierfür essentiell, insbesondere wegen der Möglichkeit, diese Prozesse in die Technologie zu integrieren.

Ein weiterer wichtiger Schritt ist die Evaluierung des Lernprozesses (7). Bei der Einführung neuer Technologien und Methoden bedeutet dies normalerweise die Durchführung einer komparativen Evaluation, wobei eine Gruppe, die die Technologie benutzt, mit einer Gruppe, die sich der gegenwärtigen Methoden bedient, verglichen wird.

Und schließlich resultiert die Einführung einer neuen Technologie in einem Anstieg des Weiterbildungsbedarfs von Lehrern und Ausbildern in der Berufsausbildung, der sich auf die Technologie selbst, ihre Verwendung für Unterrichts- und Ausbildungszwecke oder ihre Verwendung für in dem oben beschriebenen Prozess entwickelten, spezifischen Anwendungen beziehen kann (8).

Abbildung 1. Schritte zum Integrieren neuer Technologien in berufspädagogische Konzepte



Jeder Schritt ist ein Abschnitt dieses Handbuchs. Im Sinne des in Abschnitt 8 beschriebenen „TPACK“ Modells (Technological Pedagogical Content Knowledge) geht es in den Schritten 1-4 hauptsächlich um Inhalte (CK, obwohl sich hier auch um technologische Inhalte handeln kann), Schritt 5 beschäftigt sich mit Technologie im Unterrichts- oder Ausbildungskontext (TK), Schritt 6 und 7 mit technologievermittelter Pädagogik (TPK) und Schritt 8 mit der Integration (TPCK).

Übersicht über die einzelnen Themen

Die „blauen Seiten“ liefern eine Zusammenfassung der acht im Handbuch behandelten Bereiche. Sie können als durchgängig gelesene Einführung in den gesamten Prozess oder als kurze Übersicht über die verschiedenen Themen verwendet werden.

1. Definition des Berufs

In diesem ersten Schritt geht es darum, sich über das betrachtete Beschäftigungsprofil, den Beruf oder Arbeitsbereich klar zu werden, um die Auswirkungen neuer Technologien darauf sowie die Einsatzmöglichkeiten von Technologie in Unterricht und Ausbildung zu untersuchen.

Es ist lediglich eine kurze Beschreibung– ca. eine halbe Seite – der jeweils typischen Aktivitäten und Verantwortlichkeiten erforderlich. Diese kann häufig in den folgenden Quellen gefunden werden:

- existierende Ausbildungsordnungen
- ESCO oder das jeweilige nationale Äquivalent (<https://ec.europa.eu/esco/portal/occupation>)
- der jeweilige Branchen-, Gewerbe- oder Berufsverband.

Stellen Sie sicher, dass die Beschreibung aktuell ist und die berufliche Realität in der betreffenden Branche widerspiegelt.

Bei Bedarf stehen verschiedene Leitfäden zur Entwicklung oder Überarbeitung von Berufsbeschreibungen zur Verfügung, siehe beispielsweise <http://www.comprocom.eu/products/43-methodological-manual>. Dabei müssen Sie jedoch in der Regel nicht derart ins Detail gehen, wie es dort geschieht: gerade ausreichend, damit Praktiker in der Branche, Lehrer und Ausbilder sich über den Beruf oder den Arbeitsbereich, mit dem Sie arbeiten, im Klaren sind.

>> Mehr auf Seite 16

Untersuchung der Auswirkungen von Technologie auf den Arbeitsplatz

Dieser Schritt beschäftigt sich mit der Analyse der Auswirkungen neuer Technologien auf den Beruf. Er mündet in der Analyse des Ausbildungs- und Weiterbildungsbedarfs (Abschnitt 3). Beide Schritte können in derselben Untersuchung oder Erhebung erfasst werden.

Auswirkungen auf Arbeitsplätze

Neue Technologien können sich in vielfältiger Weise auf den Arbeitsplatz auswirken, bspw.:

- Automatisierung oder Ersetzen (Substitution) von Arbeitsaufgaben – betrifft unter Umständen auch komplette Arbeitsplätze, z.B. Fließbandarbeiter, Schreibkräfte oder Telefonisten
- Einfachere, effektivere und effizientere Gestaltung von Aufgaben
- Schaffung neuer Aufgaben – für die Arbeit mit der Technologie sowie Tätigkeiten, die vorher nicht möglich oder nicht kosteneffektiv waren
- Transformation von Arbeitsplätzen durch Schaffen neuer Verantwortlichkeiten, Möglichkeiten und Arbeitsmodelle.

Durchführung einer Analyse

Bevor Sie mit der Analyse beginnen, berücksichtigen Sie die folgenden Punkte:

- Ausgangssituation im Berufsfeld – welche Technologien und technologischen Kompetenzen sind momentan verbreitet?
- Den zeitlichen Rahmen, den Sie untersuchen möchten – 1 Jahr, 2-3 Jahre, 5 Jahre, 10 Jahre?
- Wie schnell neue Technologien in verschiedenen Bereichen der Branche und in Unternehmen unterschiedlicher Art und Größe übernommen werden.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten eine Analyse durchzuführen, abhängig von der Struktur der Branche bzw. des Berufsfeldes sowie davon, wer über aktuelles Fachwissen dazu verfügt und wie viel Zeit und welche Ressourcen Ihnen zur Verfügung stehen. Es kann sowohl sinnvoll sein, sich auf eine kleine Expertengruppe zu beschränken als auch eine umfassende Befragung durchzuführen. Zu den Methoden, die dazu verwendet werden können, gehören u.a.:

- Literatur- oder Online-Recherche – insbesondere Fachzeitschriften, Blogs, Online-Diskussionsforen etc.
- Expertengremien, Fokus- oder Delphi-Gruppen – nutzen Sie das Know-how einer kleinen Gruppe von Personen mit umfassendem, aktuellem Insiderwissen
- Erhebungen mittels Fragebögen – Vorteile hiervon sind u.a. eine große Reichweite und einfache Auswertung, Nachteile sind u.a. niedrige Antwortraten und Probleme bei der Umsetzung tiefergehender Analysen
- Einzelinterviews – zeitaufwändig, ermöglichen jedoch Themen im Detail zu untersuchen
- Besuche am Arbeitsplatz, um Arbeitsprozesse und Technologien zu sehen und zu diskutieren – wiederum zeitaufwändig, aber potentiell aufschlussreich.

In einigen (insbesondere konservativen) Branchen sind sich Angestellte und Geschäftsinhaber eventuell neuer Entwicklungen nicht bewusst. Dies muss bei den für die Analyse verwendeten Methoden berücksichtigt werden.

>> Mehr auf Seite 22

3. Lernbedarfe und Lernkontexte

Wie im vorhergehenden Abschnitt erörtert, dürfte es einfacher sein, Lern- und Weiterbildungsbedarfe zeitgleich mit den Auswirkungen neuer Technologien zu untersuchen. Technologie kann Lernbedarfe schaffen, die sich auf folgende Punkte beziehen:

- Benutzung der Technologie und Arbeit mit der Technologie
- Einsatz der Technologie beim Durchführen bestimmter Aufgaben
- Neue oder geänderte Aufgaben
- Anpassung an neue Verantwortlichkeiten und Arbeitsweisen.

Durch Technologie können bestimmte vorhandene Kompetenzen eventuell überflüssig werden. Bei Berufsausbildungs-Programmen (weniger bei unternehmensspezifischen Aus- und Weiterbildungen) ist jedoch Vorsicht beim Streichen von Kompetenzen aus dem Lehrplan geboten.

Um ein erfolgreiches Programm zu gestalten, werden weiterhin zusätzliche Informationen benötigt. Dazu kann bspw. gehören:

- Das erforderliche Kompetenzniveau – die Verwendung eines Tools, wie beispielsweise das Kompetenzmodell von Dreyfuss (vom Novizen zum Experten), kann hier von Vorteil sein
- Der Kontext bzw. die Kontexte der Lernenden – z.B. Vollzeitstudent/-schüler, Auszubildender/dualer Auszubildender, Vollzeitbeschäftigter
- Vorhandene Kompetenzen der Lernenden im Umgang mit verschiedenen Arten von Technologien sowie das allgemeine Niveau ihrer digitalen Kompetenzen
- Mögliche Lernhindernisse – besonders wichtig für Arbeitnehmer, die in jüngster Zeit nur wenig an Fortbildungen teilgenommen haben und relative unveränderliche, repetitive Arbeiten machen
- Eventuell die verschiedenen Arbeitsumgebungen, in denen die Lernenden tätig sind, die Organisation von Arbeitsabläufen, die Lernmöglichkeiten, die sich daraus ergeben und die Technologien, die tatsächlich genutzt werden.

>> Mehr auf Seite 27

4. Entwicklung formaler Inhalte

Nach der Untersuchung der Lernbedarfe und des Lernkontextes besteht der nächste Schritt darin, Inhalte für das Programm oder die Ausbildungsanforderungen zu entwickeln. Dazu gehören in der Regel:

- Das übergeordnete Ziel – ausgerichtet darauf, was die Lernenden am Ende in der Lage sein sollen zu tun
- Für wen die Inhalte bestimmt sind, einschließlich aller Annahmen über deren jeweilige Ausgangssituation
- Die von den Lernenden zu erreichenden Ziele
- Einen groben Zeitplan sowie ggf. wie die Zeit beispielsweise zwischen Unterricht, eigenständigem Lernen und Lernen am Arbeitsplatz aufgeteilt wird.

Formale Berufsausbildungs-Programme erfordern in der Regel auch:

- Eine Aufstellung darüber, wie der Kurs, das Modul oder Programm in Bezug auf bestehende Ausbildungen und Qualifikationen im selben Bereich zu verorten ist
- Eine Einstufung im nationalen Qualifikationssystem und im Europäischen Qualifikationsrahmen
- Angaben zum zeitlichen Umfang und den Leistungspunkten
- Details dazu, wie der Lernfortschritt bewertet wird.

Gelegentlich resultiert die Einführung einer neuen Technologie in höheren Aus- und Weiterbildungsbedarfen. Wundern Sie sich also nicht, wenn neue oder überarbeitete Kurse und Module zu höheren Lernbedarfen als existierende Programme führen.

Ein nützliches Tool, um technologiebezogene Kompetenzen in einem größeren Rahmen zu verorten, ist DigComp 2.1. DigComp 2.1 kann beim Formulieren von Lernzielen, Identifizieren des Niveaus technologie-bezogener Kompetenzen sowie bei Identifizieren von digitalen Kompetenzen, die bei der Analyse des Lernbedarfs möglicherweise übersehen wurden, helfen.

[>> Mehr auf Seite 32](#)

5. Evaluation von Technologie für Unterrichten und Lernen

Beginnen Sie mit der Überlegung, wie Technologie den Unterrichts- und Lernprozess unterstützen und verbessern kann – und nicht aus Sicht der Funktionsweise der Technologie (obwohl es wichtig ist, auch diese zu verstehen). Mit der Technologie zu beginnen kann bedeuten, dass Aus- und Weiterbildung verändert werden, um mit der Technologie zu arbeiten – aber nicht unbedingt zum Besseren.

Ein einfaches Modell zur Beurteilung von Technologien ist:

- **Kosten** – ist die Technologie im Vergleich zu existierenden Methoden kosteneffektiv?
- **Lernende** – ist sie für die Zielgruppe zugänglich und geeignet?
- **Anwendbarkeit** – bietet sie eine effektive und ansprechende Art, die geforderten Lernziele zu erreichen?
- **Branchenbezug** – wie passt sie zur Branchenpraxis?
- **Resilienz** – wie schnell veraltet sie?

Die Kosten müssen gegen das, was durch die Technologie erreicht wird, abgewogen werden: wenn aktuelle Methoden einfach ersetzt werden, kann ein direkter Vergleich gezogen werden, eine sorgfältig ausgewählte und gestaltete technologie-basierte Aus- und Weiterbildung kann jedoch auch genutzt werden, um Lernprozesse zu transformieren und effektivere Ergebnisse zu erzielen.

Neue Technologien profitieren normalerweise von Versuchsläufen vor einer verpflichtenden Einführung. Dies bedeutet in der Regel die Entwicklung einer Anwendung mit einer Pilotgruppe, welche die Anwendung evaluiert und verfeinert, bevor sie dann mit einer Gruppe echter Lernender getestet wird.

Digi4VET konzentriert sich auf drei Arten von Technologien:

Virtual Reality (VR) – Bereitstellung einer simulierten Umgebung, mit breiter Anwendung in Unterrichts- und Lernprozessen, einschließlich:

- Visualisierung – im Endeffekt ein verbessertes Video
- Szenario- oder Game-basiertes Lernen – ideal, um mit Abläufen vertraut zu werden und Entscheidungskompetenzen zu trainieren
- Praxis-bezogene Trainings – in der Regel für manuelle und Bediener-Fertigkeiten, einschließlich hochkomplexer Abläufe

Augmented und Mixed Reality (AR) – dabei werden Informationen oder Darstellungen in der realen Umgebung eingeblendet. Die Verwendung erfolgte bisher hauptsächlich in betrieblichen Arbeitsabläufen, mittlerweile wird AR jedoch auch vermehrt in der Ausbildung eingesetzt, von einfachen Anweisungen in Echtzeit hin zur Einblendung komplexer Darstellungen und Modelle, die das Lernen unterstützen. AR-Geräte sind in der Regel teurer als die für VR, die Preise für AR-Brillen sinken jedoch allmählich, und Smartphone-/Tablet- oder Laptop-basierte AR ist leicht verfügbar.

3-dimensionales Drucken (3DP) – alle Methoden zur Herstellung eines Objekts (von einem kleinen Modell oder Bauteil bis hin zu Teilen eines vorgefertigten Gebäudes) direkt aus digitalen Vorlagen. Auch hier erfolgte der Einsatz bisher hauptsächlich in betrieblichen Arbeitsabläufen, 3DP wird jedoch vermehrt für die Design-Ausbildung und zur Erstellung von Unterrichtsmodellen verwendet.

[>> Mehr auf Seite 34](#)

6. Entwicklung des Lehr- und Lernprozesses

Bei der Integration neuer Technologien muss den pädagogischen Prinzipien besondere Beachtung geschenkt werden, da es nur zu leicht passiert, dass man sich im Prozess von der Technologie leiten lässt – mitunter auf Kosten der Lernenden und der Lernziele. So kann es beispielsweise passieren, dass durch ein traditionelles computergestütztes Training zu viel Struktur vorgegeben wird, wohingegen internetbasierte Technologien einfach in einer Art zu verwenden sind, die von einem hohen Maß an Engagement, Selbst-Regulation und Informationskompetenz ausgeht.

Zu den zu betrachtenden Aspekten zählen u.a.:

Vorbereitung

Sie sollten sich über Folgendes im Klaren sein:

- Die individuellen Charakteristika der Lernenden und wie sich diese auf ihre Nutzung der Technologie auswirken.
- Die unmittelbaren und übergreifenden Lernziele, einschließlich des zu erreichenden Kompetenzniveaus.
- Wie stark das Design (oder der Lehrer/Ausbilder) sowohl die Inhalte als auch den Lernprozess steuert vs. inwieweit dies vom Lernenden entschieden wird (und ob sich dies ändern muss, wenn das Verständnis- und Kompetenzniveau des Lernenden zunimmt).
- In welcher Form die Technologie in diesen Prozess integriert werden kann – ob sie zum Beispiel als Lehr-/Lernwerkzeug im Hintergrund bleibt oder vom Lernenden vollständig erfasst werden muss, da sie als Arbeitsmittel eingesetzt wird.

Lerndesign

- Seien Sie sich im Klaren darüber, was die Technologie leisten kann und wie dies für ein effektives Lerndesign genutzt werden kann.
- Entwickeln Sie verschiedene Aktivitäten, die es Lernenden ermöglichen, die Lernziele zu erreichen – von einfachen hin zu komplexeren Konzepten oder Fertigkeiten sowie vom Anfänger zum Fortgeschrittenen.
- Stellen Sie sicher, dass der Grad an Herausforderung und Komplexität angemessen ist und der “Flow” aufrechterhalten wird – d.h. dass die Aufmerksamkeit des Lernenden erhalten bleibt, ohne ihn zu überfordern – gegebenenfalls mit einer Steigerung, wenn die Lernenden geübt werden.
- Ein Flussdiagramm aus der Perspektive des Lernenden ist ein gutes Hilfsmittel bei der Entwicklung eines effektiven Designs.

Anleitung und Feedback

- Geben Sie den Lernenden genügend Anleitung, damit sie nicht „stecken bleiben“, aber ermöglichen Sie es ihnen auch, Dinge selbst herausfinden. Das bedeutet häufig, den Grad der Anleitung daran anzupassen, wie die Lernenden zurechtkommen – unter Umständen kann dies integrativ in der Anwendung erfolgen.
- Unterscheiden Sie zwischen Feedback zur Unterstützung von Reflexion während einer Tätigkeit, d.h. zum Verändern von Vorgehensweisen während des Lernprozesses, und Reflexion über die Tätigkeit, d.h. Diskussionen nach der Aktivität oder Besprechungen während einer Pause.
- VR- und AR-Technologie verfügt über Möglichkeiten zur Aufzeichnung und somit zeitlich versetzten Überprüfung von Aktivitäten. Dies kann unter Umständen auch für formale Bewertungen benutzt werden.

>> Mehr auf Seite 41

7. Evaluation

Ziel von Evaluation ist es, Antworten auf die Fragen „wie effektiv ist dies, and welchen Wert hat es, das zu tun?“ zu finden. Komparative Evaluationen vergleichen darüber hinaus die Wirksamkeit eines Ansatzes oder Trainingsdesigns mit anderen (z.B. „traditionelle“ und technologievermittelte Designs).

Grundlagen

In der beruflichen und kaufmännischen Ausbildung recht verbreitet ist ein vierstufiges Evaluationsmodell. Dieses betrachtet:

- Feedback – Kommentare der Lernenden zum Training (in der Regel mit Evaluationsbögen)
- Lernen – Wissenszuwachs, neue Fähigkeiten etc. (Beobachtung, Bewertung)
- Anwendung – Veränderungen der Abläufe am Arbeitsplatz (Feedback, dokumentierte Abläufe)
- Auswirkungen – Effekt auf die Organisation des Lernenden (Qualität, Vertrieb, Produktivität etc.).

Die letzte Stufe kann sich in einem Berufsausbildungskontext ggf. in der Umsetzung als problematisch erweisen.

Komparative Evaluation

Es kann zwischen zwei oder mehr parallelen Gruppen (z.B. eine Gruppe, die AR benutzt und eine 'Kontrollgruppe' mit bestehenden Ausbildungsmethoden) oder zwischen „Vorher-Nachher“-Programmen verglichen werden.

- Bei parallelen Gruppen ist es einfacher, vergleichbare Daten zu erheben.
- Die Gruppen sollten so zusammengesetzt sein, dass die Verwendung von Technologie der einzige signifikante Unterschied ist und offensichtliche Faktoren für Voreingenommenheit eliminiert werden (z.B. verhindern, dass alle von Technologie begeisterten Teilnehmer in der neuen Technologie-Gruppe sind).
- Vergleiche werden objektiver, wenn die Bewertung „blind“ erfolgt – z.B. durch jemanden, der die Lernenden nicht unterrichtet hat und nicht weiß, in welcher der Gruppen er oder sie die Bewertung durchführt.

Bisherige Studien haben im Allgemeinen signifikante Lernvorteile durch Technologien wie AR und VR, aber auch verschiedene Nachteile und Einschränkungen festgestellt.

Methoden und Auswertung

Eine vergleichende Evaluation von praktischen Ausbildungsmaßnahmen verwendet in der Regel die folgenden Bestandteile:

- Kurze Evaluationsbögen, mit sorgfältig konstruierten Fragen und einer Antwortskala sowie Platz für freie Kommentare in Textform
- Beobachtung der Lernaktivität, z.B. Anzahl der gestellten Fragen, Fehleranzahl, Schnelligkeit bei der Bearbeitung der Aufgaben
- Tests, z.B. des erreichten Kompetenzniveaus, eventuell sowohl sofort als auch langfristig.
- Arbeitsplatz-Feedback falls möglich, z.B. arbeitsbasierte Tests oder ein Feedbackformular für Vorgesetzte.

Quantitative Informationen machen den Vergleich genauer und können statistisch analysiert und grafisch dargestellt werden. Qualitative Informationen sind für den Vergleich weniger nützlich, können aber mindestens ebenso hilfreich sein, um die Qualität der Ausbildung zu verbessern.

[>> Mehr auf Seite 51](#)

8. Qualifizierung der Ausbilder

Die Einführung neuer Technologien in einem Berufsausbildungs- oder betrieblichen Ausbildungskontext schafft häufig Schulungsbedarf für Lehrer und Ausbilder.

Dies kann Folgendes beinhalten:

- Verstehen und Anwenden der Technologie. Dazu gehört, die Technologie produktiv einsetzen zu können, zu erkennen, wann sie helfen kann, ein Lernziel zu erreichen und wann sie hinderlich ist und in Bezug auf Weiterentwicklungen auf dem Laufenden zu bleiben.
- Verstehen, wie die Technologie im entsprechenden Bereich sowohl für Arbeitsaufgaben als auch für das Unterrichten bestimmter Inhalte verwendet werden kann.
- Verstehen, wie die Technologie für effektives Unterrichten und Lernen genutzt werden kann und wie sich Unterricht und Lernen durch Einsatz der Technologie verändern können oder anders angegangen werden müssen.
- Das Wissen aus den obigen Punkten zusammenführen, um spezifische Inhalte unter angemessenem und effektivem Einsatz der Technologie vermitteln zu können.

Das 'TPACK' Modell deckt alle diese Bereiche ab und zeigt, wie die vorhandenen Kenntnisse und Fähigkeiten von Lehrern und Ausbildern bei der Einführung neuer Technologien ergänzt werden müssen.

Darüber hinaus gibt es mehrere Standards oder Kompetenzmodelle für Ausbilder und Pädagogen, darunter:

- DigComp Edu – ein Europäisches Modell, das auf DigComp 2.1. basiert
- Das Digital Teaching Professional Framework, eine britische Adaption von DigComp Edu speziell für die Berufsbildung.
- Der DiMBA-Kompetenzrahmen, entwickelt im Rahmen eines Projekts in Deutschland.

>> Mehr auf Seite 56

1. Definition Beruf

Der erste Schritt zur Untersuchung sowohl der Auswirkungen einer neuen Technologie auf einen Beruf als auch der Möglichkeiten, sie als Hilfsmittel beim Lernen zu verwenden, besteht darin, eine gute Arbeitsdefinition für den Beruf selbst zu finden. In den meisten Fällen gibt es bereits eine solche Definition, sei es in Form eines bestehenden Ausbildungsrahmenplans, eines Ausbildungsprofils oder der von der Industrie oder einem Berufsverband festgelegten Standards. Wenn diese verfügbar und einigermaßen aktuell sind, besteht keine Notwendigkeit für doppelte Ausarbeitungen, auch wenn vorhandene Definitionen eventuell für die Weiterverwendung im nächsten Schritt zur Untersuchung der Auswirkungen der Technologie zusammengefasst werden müssen (die Beispiele in den Feldern 1-4 verfügen in etwa über die richtige Länge und den richtigen Detaillierungsgrad).

Eine nützliche Informationsquelle ist ESCO¹, die Europäische Standardklassifizierung für Berufe. ESCO bietet zusammenfassende Beschreibungen einer breiten Palette von Berufen. Allerdings liefert ESCO unter Umständen nicht für jeden Anwendungskontext die optimale Beschreibung. Darüber hinaus sind einige neuere Tätigkeiten eventuell nicht enthalten.

Andernfalls besteht der erste Schritt darin, eine Beschreibung des Berufs für die nachfolgende Arbeit zusammenzustellen. Dazu stehen mehrere ausführliche Anleitungen zu Verfügung, darunter:

- Das ComProCom (Communicating Professional Competence) Handbuch (2017), unter <http://www.comprocom.eu/products/43-methodological-manual> (DE, EN, GR & PL) oder <http://devmts.org.uk/methodologicalguide.pdf> (EN); siehe Abbildung 2 (umseitig).
- Der arbeitswissenschaftliche Forschungsansatz von Becker & Spöttl (Berufswissenschaftliche Forschung), erhältlich als gebundene Ausgabe herausgegeben von Peter Lang (2008/2015); unter http://www.forschungsnetzwerk.at/downloadpub/BerufswissenschaftlicheForschung%20_becker2008.pdf findet sich eine Zusammenfassung (beide DE).
- Das Handbuch von Mansfield & Schmidt zu Standards in der Berufsausbildung, von der European Training Foundation (2001). Das Handbuch ist momentan vergriffen, kann aber unter <https://eric.ed.gov/?id=ED457320> heruntergeladen werden (EN). Dieser Ansatz wurde in der Vergangenheit von der European Training Foundation befürwortet, die im ComProCom-Handbuch vorgestellte Methodik ist jedoch aktueller.

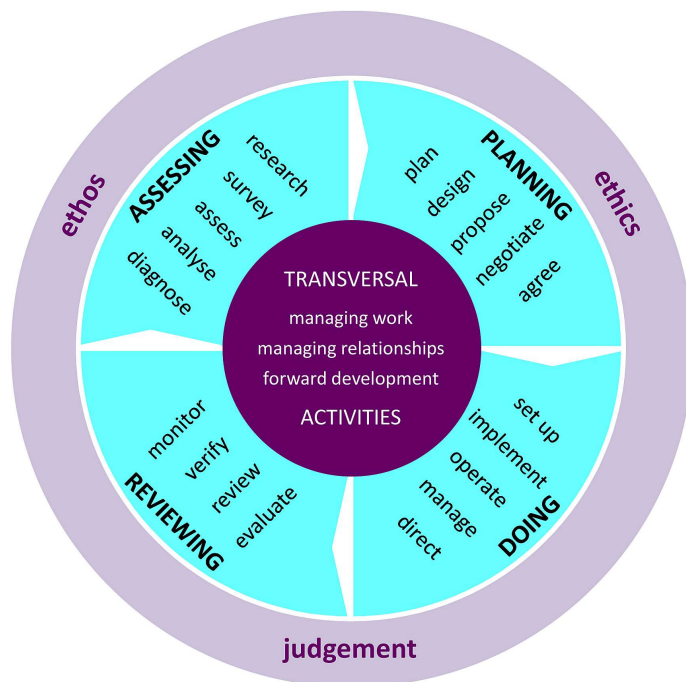
Die beschriebenen Methoden und jeweiligen Ergebnisse sind leicht unterschiedlich; ComProCom konzentriert sich beispielsweise auf Arbeitsaktivitäten, während der Ansatz von Becker & Spöttl mehr auf die Entwicklung einer Wissens- und Kompetenzspezifikation ausgerichtet ist. Für die Zwecke des hier verwendeten Verfahrens ist die genaue Methode jedoch weniger wichtig als eine Beschreibung, die für die Branche leicht verständlich ist.

Die sorgfältige Umsetzung egal welches dieser Ansätze stellt eine nicht zu unterschätzende Aufgabe dar. Falls Sie jedoch keine umfassende Definition und Ausbildungsstandards für einen Beruf entwickeln

¹ <https://ec.europa.eu/esco/portal/occupation>

müssen (z.B. weil es sich um ein neu entstehendes Arbeitsfeld handelt, für das noch keine Ausbildungsstandards bzw. beruflichen Standards existieren oder falls die existierende Definition veraltet ist), so ist es in der Regel ausreichend, eine Zusammenfassung davon zu erstellen, über welche Fähigkeiten jemand in dem jeweiligen Beruf verfügen muss (vgl. Felder 1-4).

Abbildung 2. Das ComProCom-Modell zur Beschreibung von Arbeitsbereichen.



Anmerkung: Viele Berufsbeschreibungen sind 'technologie-neutral', d.h. sie beschreiben keine bestimmten Technologien (oder auch nur Prozesse) zur Durchführung der Arbeit in dem jeweiligen Berufs. Dies stellt zum jetzigen Zeitpunkt kein Problem dar, und da keine Prämissen enthalten sind, die schnell veralten können, kann es in der Tat bei der Untersuchung der Auswirkungen neuer Technologien auf den Beruf sogar von Vorteil sein.

Feld 1: **Beispiel für eine Kurzbeschreibung eines Berufs**

Fachkraft zur Erhaltung von Kunst- und Kulturgut

Fachkräfte zur Erhaltung von Kunst- und Kulturgut arbeiten in der Regel unter der Leitung eines Restaurators und führen einfache Erhaltungsmaßnahmen sowie Montagearbeiten und ähnliche Aktivitäten zur Unterstützung von Schutz- und Erhaltungsarbeiten durch. Fachkräfte zur Erhaltung von Kunst- und Kulturgut sind an den folgenden Aktivitäten beteiligt:

Erhaltungsmaßnahmen, beispielsweise

- Reinigen, Behandeln und Reparieren von Objekten
- Überwachen des Zustands von Objekten und ihrer Umgebung
- Überwachen von Anlagen und Einstellungen sowie Anpassen von Umweltkontrollen
- Anlegen und Wartung von Schutzmaßnahmen und -strukturen.

Maßnahmen zur Unterstützung von Erhaltungsarbeiten, beispielsweise

- Anfertigen von physischen, fotografischen oder digitalen Repräsentationen von Objekten
- Verpacken, Transportieren und Entpacken von Objekten
- Herstellen und Einrichten von Schutzkomponenten, Anlagen und Displays
- Verwalten von Aufzeichnungen zum Umwelt- und Naturschutz
- Reagieren bei Notfällen, um Schäden abzuwenden oder zu minimieren.

Verwaltungs- und Entwicklungsaufgaben, beispielsweise

- Organisieren und Verwalten eigener Arbeiten sowie gegebenenfalls von Assistenten und Auszubildenden
- Effektive Zusammenarbeit mit Kollegen, Kunden und der Öffentlichkeit
- Eigenes Fachwissen und Kompetenzniveau aktuell halten
- Kollegen, Auszubildenden und der Öffentlichkeit Konservierungs- und technische Prozesse erklären.

Die Ausbildung für diesen Beruf kann auf EQF-Level 4 oder 5 erfolgen, je nach Komplexität der durchzuführenden Arbeiten.

Feld 2: **Beispiel für eine Kurzbeschreibung eines Berufs**

Chemikant/in

Chemikanten arbeiten in der Chemieindustrie, beispielsweise in Produktions- oder Verarbeitungsanlagen, in der Regel unter Anleitung einer qualifizierten Fachkraft (*Chemiemeister* oder vergleichbar). Die Ausbildung für diese Position erfolgt auf EQR-Level 4.

Haupttätigkeitsbereiche

- Betreiben von Maschinen
- Warten und Reinigen von Maschinen
- Reparieren von Maschinen
- Qualitätskontrolle.

Hauptaufgaben

- Betreiben von Produktionsanlagen in der chemischen Industrie
- Montage von Anlagen und Maschinen
- Testen und Messen der Produkte
- Qualitätskontrolle
- Wartung, Reinigung und Reparieren von Maschinen und Anlagen.

Chemikanten sind in der Regel am Betreiben von Anlagen, Mess- und Kontrollprozessen, präventiver Wartung, Optimierung von Synthetisierungs-Prozessen, mechanischen Vorgängen (z.B. Trocknen, Extraktion), Arbeit in virtuellen Teams, Einsatz digitaler Medien (AR, VR) beteiligt.

Feld 3: **Beispiel für eine Kurzbeschreibung eines Berufs**

Floristik – Ausgebildete Fachkraft auf EQF-Level 4

Geschäftsführer/Unternehmer oder Fachkräfte in der Floristik können im Blumeneinzelhandel, in einem Gartencenter oder im Bereich Innenbepflanzung arbeiten. Darüber hinaus können sie auch anderen Arbeitsfeldern im Bereich Gestaltung, Dekorieren und Design mit lebendigen, empfindlichen Materialien tätig werden.

Der Beruf erfordert die Fähigkeit zur eigenständigen Arbeit, einschließlich des Übernehmens von Verantwortung für taktisches und strategisches Vorgehen sowie die Entwicklung neuer Abläufe.

Die wichtigsten Aufgaben eines Floristik-Unternehmers sind:

Kernaufgabe 1: Herstellen von Blumen- und Pflanzenarrangements

- 1.1 Blumen- und Pflanzenarrangements zusammenstellen
- 1.2 Verkaufspreise kalkulieren

Kernaufgabe 2: Verkaufsaktivitäten durchführen

- 2.1 Das Geschäft für die Öffnungszeiten vorbereiten
- 2.2 Pflege des Geschäfts
- 2.3 Pflege der Präsentation des Geschäfts
- 2.4 Pflege der Produkte
- 2.5 Produkte in Empfang nehmen und verarbeiten
- 2.6 Den Warenbestand überwachen
- 2.7 Produktpalette festlegen
- 2.8 Waren nachkaufen
- 2.9 Erstellen von Reinigungs- und Präsentationsplänen

Kernaufgabe 3: Verkauf von Waren und Dienstleistungen

- 3.1 Kunden empfangen und ansprechen
- 3.2 Verkaufsgespräche führen
- 3.3 Bestellungen aufnehmen
- 3.4 Beschwerden annehmen und bearbeiten
- 3.5 Verkauf abschließen

Kernaufgabe 4: Organisieren und Beaufsichtigen von Aufgaben

- 4.1 Planen und Verteilen der Aufgaben
- 4.2 Fachliche Überwachung des Personals
- 4.3 Anleiten des Personals

Kernaufgabe 5: Geschäftstätigkeiten durchführen

- 5.1 Standort des Unternehmens auswählen
- 5.2 Geschäftsplan prüfen
- 5.3 Marketing-Plan erstellen
- 5.4 Neuerungen einführen
- 5.5 Finanzverwaltung pflegen
- 5.6 Finanzielle Situation analysieren
- 5.7 Personalbedarf festlegen
- 5.8 Unternehmenspolitik hinsichtlich Qualität, Sicherheit, Umwelt und Arbeitsbedingungen festlegen
- 5.9 Unternehmensprofil erstellen und das Unternehmen vermarkten
- 5.10 Verkaufspreise festlegen.

Feld 4: **Beispiel für eine Kurzbeschreibung eines Berufs**

Maler/Lackierer

Maler sind an der Fertigstellung von Arbeiten an Neubauten und bestehenden Gebäuden sowie in einigen Fällen an Renovierungs- und Restaurierungsarbeiten beteiligt. Der Beruf erfordert eine gute visuelle Vorstellung davon, wie das Endergebnis aussehen sollte, sowie Handfertigkeit.

Hauptaufgaben:

- Einrichten eines sicheren Arbeitsplatzes
- Auswahl der richtigen Produkte und Materialien
- Einrichten der für die Arbeit benötigten Geräte und Maschinen
- Anstrich von Wänden und Decken
- Tapezierarbeiten
- Qualitätskontrolle.

Zu den Hauptarbeitsbereichen gehören:

- Außen- und Innengebäudearbeiten
- Anstrich von Wänden und Decken
- Tapezierarbeiten
- Bodenbeläge.

2. Untersuchung der Auswirkungen von Technologie auf die Arbeit

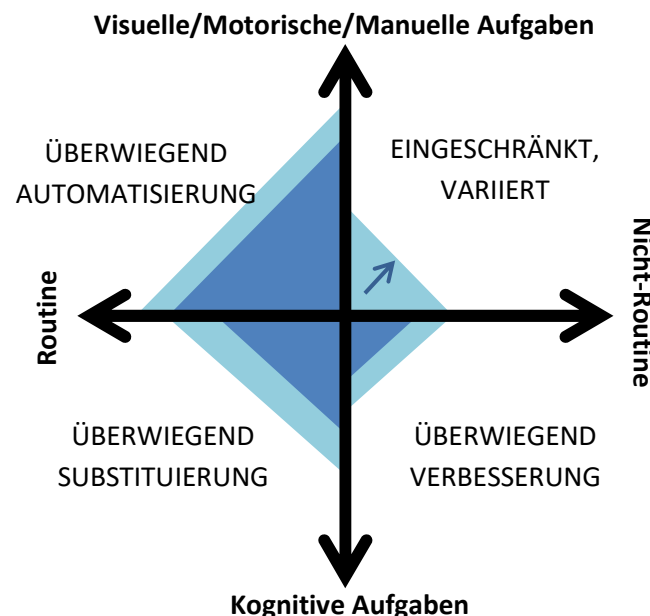
Der zweite Schritt besteht darin zu untersuchen, wie sich neue und neu entstehende Technologien auf den Beruf oder die Tätigkeit auswirken bzw. aller Wahrscheinlichkeit nach auswirken werden.

2.1 Die Auswirkungen von Technologie auf Arbeit

Ein weit verbreitetes Modell, das Anfang der 2000er Jahre von Autor und Kollegen² entwickelt wurde, zeigt, dass Technologie drei Arten von Auswirkungen auf die Arbeit haben kann:

- **Automatisierung:** die Aufgabe wird von einer Maschine oder Software durchgeführt (z.B. Fließbandmontage)
- **Substituierung/Ersetzung:** technologische Veränderungen machen die Aufgabe überflüssig (z.B. Schreibkräfte/Typisten, Telefonisten)
- **Aufwertung** (oder Ergänzung): die Aufgabe wird durch Technologie aufgewertet, einfacher oder effizienter gestaltet (z.B. Design, medizinische Diagnostik, dokumentarische Recherche, Fotobearbeitung...).

Abbildung 3. Die Auswirkungen von Technologie auf verschiedene Arten von Arbeitsplätzen:
nach Autor et al (2003)



In früheren Untersuchungen wurde angenommen, dass nur durch Routineaufgaben geprägte, kodifizierbare Arbeitsplätze empfänglich für Automatisierung und Substituierung sind, neuere

² Autor, Levy & Murnane (2003). Dieses Modell findet weite Verbreitung bei der Vorhersage von Auswirkungen von Technologie auf Arbeitsplätze.

Entwicklungen haben jedoch gezeigt, dass auch einige nicht-routinemäßigen manuelle Aufgaben (z.B. Fahren) sowie zumindest teilweise auch bestimmte komplexe, kognitive Aufgaben (z.B. medizinische Diagnostik und Formulierung juristischer Texte) durch fortschrittliche Technologie automatisiert werden können³. Grenzen der technologischen Substituierung scheinen in Bereichen zu bestehen, die kreative Tätigkeiten, kontextuelle Interpretation, soziale Interaktion sowie ethische und moralische Erwägungen beinhalten⁴.

Die oben genannten Punkte können ergänzt werden durch⁵:

- **Neuentstehung:** neue Aufgaben entstehen oder werden geschaffen, welche sich entweder auf die Technologie selbst beziehen (z.B. Programmierung, Webdesign) oder weil Aufgaben durchgeführt werden können, die vorab nicht möglich oder nicht kosteneffektiv waren (z.B. Abgasprüfung, MRT-Scans, Sammeln und Auswerten von Daten im großen Umfang).
- **Transformation von Arbeitsplätzen:** die mit einem Arbeitsplatz verbundenen Aufgaben ändern sich in einem Maß, dass neue Verantwortlichkeiten und Arbeitsweisen entstehen, entweder als direkte Folge der oben genannten Veränderungen oder weil weniger Zeit für die 'ursprüngliche' Arbeit aufgewendet werden muss und die Position durch Übernahme zusätzlicher Aufgaben erweitert wird.

2.2 Untersuchung der Auswirkungen von Technologie

Die folgenden Punkte sind zu berücksichtigen:

Ausgangspunkt. Die Untersuchung muss von kleinstem gemeinsamem Nenner für die jeweilige Beschäftigung ausgehen. Beispielsweise kann für die meisten Bürojobs zumindest ein grundlegender Gebrauch von Computer und dem Internet angenommen werden, bei einigen manuellen sowie Service-Tätigkeiten werden momentan hingegen digitale Technologie nur in einem sehr geringen Umfang genutzt, so dass sogar die Einführung einfacher EDV-Systeme oder mobiler Technologien Auswirkungen zeigen kann.

Zeitlicher Rahmen. In Abhängigkeit von der jeweiligen Branche bzw. dem Beruf, der Geschwindigkeit des technologischen Wandels und dem Ausmaß, in dem Kurse regelmäßig aktualisiert werden, sind die Entwicklungen in der Berufsbildung auf ein Jahr, zwei Jahre, eventuell fünf Jahre ausgerichtet, eventuell mit Blick auf die nächsten zehn Jahre.

Unterschiede in der Anpassungsgeschwindigkeit. In den meisten Branchen und Berufen wird sich ein Mix aus Innovationsführern, Taktgebern, Nachfolgenden und Nachzüglern in Bezug auf Nutzung neuer Technologien finden. Bei der Untersuchung muss sowohl berücksichtigt werden, was die am

³ Eine der bekanntesten Studien ist die Studie von Frey & Osborne (2013), die komplette Arbeitsplätze untersucht und prognostiziert, dass beinahe die Hälfte aller Arbeitsplätze gefährdet ist. Viele weitere Studien seitdem sind feinkörniger und untersuchen Aufgaben innerhalb von Beschäftigungsprofilen; dabei werden substantielle Veränderungen und Kompetenzbedarfe, aber ein wesentlich geringeres Niveau an Arbeitsplatzverlusten sowie neue, durch die Technologie selbst und die von ihr geschaffenen Möglichkeiten entstehende Arbeitsplätze prognostiziert. Alles in allem wird eine Zunahme sowohl von hochqualifizierten als auch geringqualifizierten Tätigkeiten vorhergesagt, wodurch sich der Trend zur „ausgehöhlten Mitte“ mit weniger durchschnittlich qualifizierten Fachkräften fortsetzt. Beispiele hierfür finden sich u.a. bei Arntz et al (2016), Hislop et al (2017), McKinsey (2017) and Fischer & Pöhler (2018).

⁴ Siehe bspw. Nokelainen et al (2018), die das Modell von Autor et al. angepasst haben, um dies aufzugreifen.

⁵ z.B. Autor (2015), Hislop et al (2017), Frontier Economics (2018).

weitesten fortgeschrittenen Unternehmen und Arbeitnehmer tun wie auch was der kleinste gemeinsame Nenner für die Branche ist.

2.3 Methoden

Zu den möglichen Untersuchungsmethoden zählen Literaturrecherche, Befragungen und Interviews sowie Arbeitsplatzforschung. Befragungen und Interviews können auch eingesetzt werden, um Lernbedarfe zu analysieren, so dass es effizienter ist, beides gleichzeitig zu analysieren, insofern keine groß angelegte, formale Untersuchung durchgeführt wird.

Literaturrecherche kann nützlich sein, um sich einen Überblick über Entwicklungen und Probleme in der Branche oder dem Berufsfeld zu verschaffen und möglicherweise bestimmte Ansatzpunkte zu identifizieren, bei denen es Veränderungen und Lernbedarfe gibt. Allerdings liefert sie häufig unausgewogene und möglicherweise veraltete Informationen und ist für sich allein unzuverlässig.

- „Literatur“ kann verschiedene wissenschaftliche Arbeiten und Forschungsberichte umfassen. Sie sollten aber auch nach Informationen suchen, die von Branchen- und Industrieverbänden erstellt wurden oder aus Blogbeiträgen, Online-Diskussionsforen und Artikeln in Handels- oder Fachzeitschriften und Webseiten stammen. Diese sind vielleicht weniger systematisch, dafür aber aktueller.

Umfragen, Interviews und ähnliche Methoden können das effektivste Mittel sein, um ein gleichmäßiges Bild von Trends, Problemen und Bedarfen in der Branche oder dem Beruf zu bekommen. Oftmals funktioniert eine Kombination verschiedener Methoden am besten, insbesondere wenn ein kleiner, qualitativer Tiefenanalyse-Ansatz mit einer größeren Befragung kombiniert wird.

- Experten- oder Fokusgruppen sind sinnvoll, um die Untersuchung vorzubereiten und ein qualitatives Bild aktueller und aufkommender Veränderungen zu liefern. Sie können auch eingesetzt werden, um Ergebnisse aus Umfragen zu interpretieren. Suchen Sie Experten nach aktuellem Wissen und Erkenntnissen aus und um ein breites Spektrum von Perspektiven aus allen Bereichen der Branche oder des Berufs zu erreichen; dies kann verschiedene Positionen, Organisationsgrößen und Teilsektoren der Branchen umfassen. Panels können von Angesicht zu Angesicht, online synchron oder asynchron stattfinden. Ein Delphi-Ansatz⁶, der häufig per Email umgesetzt wird, ist nützlich, um sicherzustellen, dass die Ansichten jedes Teilnehmers gehört und ein „Gruppendenken“ vermieden wird, eignet sich jedoch weniger für Meinungsaustausch und das Weiterentwickeln von Ideen.
- Erhebungen mithilfe von Fragebögen zielen darauf ab, eine große Anzahl und Bandbreite von Antworten zu erfassen und können nützlich sein, um Menschen in allen Bereichen der Branche zu erreichen. Eine sorgfältige Konstruktion und Strukturierung der Fragen ist erforderlich, um sicherzustellen, dass die Umfrage-Ergebnisse nützlich sind, potentielle Umfrageteilnehmer zu ermutigen, sie auszufüllen (die Länge ist hierbei ebenfalls ein zu beachtender Faktor) und um die Auswertung zu erleichtern. Antworten durch Ankreuzen verschiedener Alternativen liefern keine ausreichenden Informationen, es sei denn, Sie möchten nur vorhandene Analyse-Ergebnisse

⁶ Eine Anleitung hierzu von Linstone & Turoff (1975) ist verfügbar unter: <http://www.is.njit.edu/pubs/delphibook/>

überprüfen (z.B. von einer Expertengruppe), so dass in der Regel offene Fragen mit Platz für frei formulierte Antworten erforderlich sind. Überlegen Sie, wer die Zielgruppe für Ihre Befragung ist und wie Sie eine gute Repräsentation aller Bereiche der Branche bzw. des Berufs erreichen können (bspw. verschiedene Positionen, unterschiedlich lange Berufserfahrung, Unternehmenstypen und -größen, Teilsektoren, eventuell geografische Verteilung). Ist eine Online-Befragung effektiver oder wird dadurch eine signifikante Anzahl von potentiellen Umfrageteilnehmern ausgeschlossen? Erwarten Sie keine hohen Antwortraten (5% oder weniger ist keineswegs ungewöhnlich), es sei denn, die potenziellen Umfrageteilnehmer haben ein starkes Interesse am Thema der Befragung oder es handelt sich um eine „brave“ Zielgruppe, wie Verbandsmitglieder oder ehemalige Studierende bzw. Auszubildende/Schüler. Überlegen Sie, wie Antwortraten erhöht werden können, z.B. indem potentielle Teilnehmer im Vorfeld auf die Befragung aufmerksam gemacht werden, indem Sie eine kurze, aber realistische Frist zum Beantworten der Befragung festlegen, indem Sie eine Erinnerung mit einer kurzen Fristverlängerung versenden und indem Sie den Fragebogen kurz und relevant halten. Eine Alternative zu einer Erhebung mit Fragebögen besteht darin, strukturierte Interviews einzusetzen und dieselben Fragen mündlich zu stellen.

- Qualitative Interviews können tiefergehende Informationen liefern und aufschlussreicher sein, sind jedoch zeitaufwändig und erfordern gute Fähigkeiten zur Durchführung von wissenschaftlichen Interviews. Eine kleinere Anzahl von Interviews kann eingesetzt werden, um Themen, die von einer Umfrage oder einer Expertengruppe identifiziert wurden, genauer zu untersuchen. Überlegen Sie, wer eine gute Informationsquelle darstellt und suchen Sie Personen aus einem Querschnitt des Berufs bzw. der Branche aus, ohne dabei statistische Repräsentativität erreichen zu wollen. Eine gewisse Struktur ist notwendig, um den Fokus im Interview aufrechtzuerhalten, es sollte jedoch auch Raum für die Teilnehmer vorhanden sein, um über bestimmte Aspekte zu sprechen, die Sie für am wichtigsten erachten. Überlegen Sie, wie das Interview aufgezeichnet werden soll: Audioaufnahmen lenken am wenigsten ab, sind jedoch sehr zeitaufwändig in der Auswertung, so dass oft eine schriftliche Aufzeichnung – gegebenenfalls vorab um die wichtigsten Themen herum organisiert – bevorzugt wird.

Anhang A enthält eine Reihe von Punkten, die als Grundlage sowohl für Erhebungsfragen als auch für Prompts für Gruppendiskussionen und Interviews verwendet werden können.

Die **Arbeitsplatz-Forschung** umfasst den Besuch des Arbeitsplatzes sowie typischerweise die Untersuchung der dort verwendeten Technologie, Interviews mit Arbeitnehmern sowie gegebenenfalls deren Vorgesetzten und je nach Art der Arbeitsstelle das Beobachten der Durchführung bestimmter Aufgaben (sowohl in Bezug auf Verwendung der Technologie sowie eventuelle Möglichkeiten, diese einzuführen). Die Arbeitsplatz-Forschung kann bessere Einblicke in die Art und Weise, wie Technologie tatsächlich verwendet wird liefern als beispielsweise Umfragen und Interviewmethoden und zusätzlich direkte Hinweise auf Qualifizierungsbedarfe liefern. Je nachdem, wie viele Arbeitsplätze einbezogen werden, wird eventuell keine repräsentative Abdeckung nicht erreicht. Der Fokus liegt in der Regel eher auf dem momentanen Stand und der unmittelbaren Zukunft.

- Wie die Durchführung von Interviews ist auch die Arbeitsplatz-Forschung zeitaufwändig. Überlegen Sie, wie Sie einen Querschnitt an Arbeitsumgebungen erreichen können und stellen Sie sicher, dass Personen, Geräte und Aktivitäten während des Besuchs verfügbar sind. In der Regel ist es

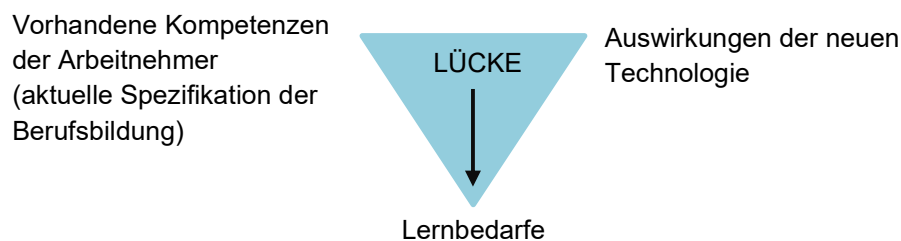
am optimalsten, wenn eine Person mit guten Kenntnissen über den zu beobachtenden und untersuchenden Arbeitsplatz den Besuch des Arbeitsplatzes durchführt.

Abschließend sei angemerkt, dass in einigen Berufsfeldern, insbesondere solchen, die sich aus kleinen, traditionellen Unternehmen zusammensetzen, viele in der Branche tätige Personen eventuell nicht über neuere technologische Entwicklungen, die Ihnen helfen könnten oder auf die sie in naher Zukunft reagieren müssen auf dem Laufenden sind. In einer solchen Situation liefern Einzel- und Gruppengespräche eher bessere Ergebnisse als ein einfacher, auf Umfragen basierender Ansatz.

3. Lernbedarfe und Lernkontext

3.1 Lernbedarfe

Lernbedarfe entstehen in der Regel, wenn die Anforderungen eines Arbeitsplatzes Kenntnisse, Fähigkeiten und Ansätze erfordern, die bei (einigen) der vorhandenen Arbeitskräfte oder bei Neueinsteigern fehlen. Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, können neue Technologien Lernbedarfe im Zusammenhang mit sich ändernden Aufgabenstellungen, neuen Aufgaben (in Bezug auf die Technologie selbst oder die Neudefinition von Arbeitstätigkeiten) und Veränderungen in der Art und Weise, wie Arbeit organisiert ist (zum Beispiel hin zu größerer Autonomie, Entscheidung und Selbstverwaltung) verursachen. Auf der Ebene ganzer Berufe kann dies folgendermaßen dargestellt werden:



Formale Lernbedarfe sind nicht deckungsgleich mit Änderungen der Aufgaben, da einige Veränderungen schnell am Arbeitsplatz aufgefangen und abgedeckt werden können. Eine hilfreiche Art zur Einordnung von Lernbedarfen besteht darin, Fähigkeiten zu betrachten, die benötigt werden, um:

- Neue Technologien zu verwenden, um damit zu lernen und zu arbeiten
- Die Technologie zu verwenden, um bestimmte Aufgaben durchzuführen
- Neue Aufgaben durchführen, die durch die Technologie entstanden sind (dies könnte beispielsweise bedeuten, von einer 'Bediener'-Position zu einer Position zu wechseln, die mehr mit Einrichten und Qualitätskontrolle beschäftigt ist).
- Anpassung an neue Arbeitsweisen (zum Beispiel die Notwendigkeit, sich stärker selbst zu organisieren und Verantwortung für tägliche Arbeit zu übernehmen, oder wenn eine Position erweitert wurde, da weniger Zeit mit Routineaufgaben verbracht wird). Dabei gibt es einen recht verbreiteten Trend (sogenannte 'Fähigkeiten des 21. Jahrhunderts'), es ist jedoch Vorsicht geboten, wenn man davon ausgeht, dass bestimmte generische Fähigkeiten in verschiedenen Berufen und Kontexten anwendbar sind.

Lernbedarfe können gleichzeitig mit den Auswirkungen der Technologie auf Arbeit untersucht werden, d.h. mithilfe derselben Expertengruppe oder Fragebogenerhebung. Dies ist in den Prompts in Anhang A enthalten.

3.2 Redundante Fähigkeiten

Die Untersuchung der Auswirkungen von Technologie kann auch Bereiche aufzeigen, in denen vorhandene Fähigkeiten nicht länger benötigt werden, beispielsweise beim Wechsel von manuellem hin zu CNC-Drehmaschinenbetrieb. Daraus entstehende Implikationen sind jedoch mit Vorsicht zu genießen, insbesondere wenn beabsichtigt wird, bestimmte Kompetenzen aus einem Berufsausbildungs-Programm zu streichen. Folgende Fragen sind dabei zu berücksichtigen:

- Sind Arbeitnehmer weiterhin in der Lage, mit Notfällen und Eventualitäten umzugehen, wenn sie nicht mehr über die entsprechenden manuellen Fähigkeiten, Einblicke in Abläufe und das damit verbundene implizite Wissen verfügen? Dies kann teure oder sogar katastrophale Folgen im Fall eines Zusammenbruchs oder eines Hacker-Angriffs haben⁷.
- Schränkt die Änderung des Programms maßgeschneiderte Anwendungen oder zukünftige Entwicklungen ein? Beispielsweise machte das Wiederaufkommen von handgefertigten Möbeln und Craft-Bier die erneute Einführung von Fähigkeiten notwendig, die aus dem regulären Berufsscurriculum gestrichen worden waren.

3.3 Kompetenzniveau

Ein in Bezug auf Lernbedarfe und Gestaltung von Trainings nicht immer ausreichend beachteter Aspekt ist das Kompetenzniveau, und zwar sowohl das gegenwärtige Niveau der Lernenden als auch das Niveau, das durch das Training erreicht werden muss. Dies ist später für die Gestaltung der Trainings und die Auswahl relevanter Technologien von großer Relevanz.

Das Dreyfus-Modell zum Erwerb von Fähigkeiten ist ein gut getesteter Maßstab für Kompetenzniveaus⁸. Es nutzt fünf Niveaus (siehe unten). Diese beziehen sich auf zunehmende Kompetenz in Bezug auf eine bestimmte Aufgabe, einen Aufgabenbereich oder verschiedene Aktivitäten, anstatt auf die Komplexität der Aufgabe selbst. So ist es beispielsweise möglich, sich in einer relativ geradlinigen Aufgabe vom Novizen zum Experten zu entwickeln (wie es ggf. mit dem EQF Level 3 verbunden sein könnte) oder in einer hoch komplexen Aufgabe (etwa Level 7). Das Modell ist dabei realistisch einzusetzen: für breite und recht komplexe Aufgaben werden in der Regel beispielsweise mehrere Jahre Übung auf verschiedene Arten benötigt, um das „Experten“-Niveau zu erreichen.

Das Niveau „vollständig qualifiziert“ ist in der Regel kompetent oder professionell, abhängig davon, wie kritisch der jeweilige Arbeitsplatz ist und ob die Person eine Arbeit mit einem gewissen Maß an Aufsicht und Anleitung beginnt oder unter Vertrag genommen wird, um selbstständig tätig zu werden. Das „Experten“-Niveau wird gelegentlich als Abschlussniveau betrachtet, aber auch „Experten“ müssen nach wie vor ihr Wissen auf dem aktuellen Stand halten, sich an neue Arten, Arbeiten zu erledigen anpassen und Abläufe ablegen, die nicht mehr hilfreich sind.

⁷ Billett (2018) liefert hierfür ein gutes Beispiel.

⁸ Dreyfus & Dreyfus (1986). Weitere Beispiele finden sich unter <http://devmts.org.uk/dreyfus.pdf>

Feld 5. Eine Zusammenfassung der fünf Phasen im Dreyfus-Modell zum Erwerb von Kompetenzen

Neuling Verfügt nur über ein unvollständiges Verständnis, geht Aufgaben mechanisch an und benötigt Betreuung bei der Bearbeitung der Aufgaben.

Fortgeschrittener Anfänger Verfügt über ein funktionelles Verständnis, neigt dazu, Abläufe als Folge von Arbeitsschritten zu betrachten, kann einfachere Aufgaben ohne Beaufsichtigung lösen.

Kompetent Verfügt über ein gutes Verständnis der Arbeit und der Hintergründe, betrachtet Abläufe zumindest teilweise im Kontext, ist in der Lage selbstständig in einem akzeptablen, wenn auch eventuell verbesserungsbedürftigen Standard zu arbeiten

Professionell Verfügt über ein Tiefenverständnis, betrachtet Abläufe holistisch, kann routiniert hohe Standards erreichen.

Experte Verfügt über ein autoritatives oder umfassendes holistisches Verständnis, geht mit Problemen intuitiv um, ist in der Lage, über existierende Interpretationen hinauszudenken, erzielt mühelos exzellente Ergebnisse.

3.4 Ausgangssituationen und Kontexte der Lernenden

Vor der Entwicklung eines Kurses oder Ausbildungsprogramms sollte auch überlegt werden, für wen dieses gedacht ist. Einige wichtige Faktoren, die zu berücksichtigen sind, umfassen:

- Erfahrungsstand und Kompetenzniveau bei den jeweiligen operativen Tätigkeiten. Beispielsweise gibt es große Unterschiede bei der Schulung eines erfahrenen Designers für die Verwendung eines CAD-Pakets verglichen mit der Schulung eines Anfängers im Erstellen von Designs mittels CAD, oder bei der Verwendung von Virtual Reality, um eine erfahrene Führungskraft zu helfen, Gesprächstechniken beim Führen von Einstellungsgesprächen zu verfeinern (und eventuell Unzulänglichkeiten zu überwinden) verglichen mit der Schulung einer neuen oder angehenden Führungskraft im Führen von Gesprächen. Die Art und Weise, wie die Technologie als Tool für Schulungen verwendet wird, muss in beiden Szenarien ggf. sehr unterschiedlich erfolgen.
- Lernkontext. Selbst wenn als Ausgangssituation von einem „Anfänger“ ausgegangen wird, müssen Berufsausbildungs-Programme unterschiedlich aufgebaut werden, je nachdem, ob der Lernende in Vollzeit arbeitet oder an einem dualen Ausbildungsprogramm oder schulischen Vollzeit-Programm teilnimmt. Dies wirkt sich auch auf das erreichbare Kompetenzniveau sowie in einigen Fällen auf die für die Ausbildung geeignete Art von Technologie aus. Beispielsweise kann Augmented Reality eine gute Option für den Einsatz am Arbeitsplatz darstellen, ist jedoch weniger für den Unterricht im Klassenraum geeignet, wo Virtual Reality die bessere Lösung darstellen könnte.
- Vertrautheit mit Technologie. Einzelne Lerner unterscheiden sich dahingehend, wie sehr sie mit verschiedenen Arten von Technologien in Kontakt kommen. Bei Arbeitnehmern mit Berufserfahrung besteht ein guter Ausgangspunkt darin, keine digitalen Kompetenzen anzunehmen, die über das hinausgehen, was bereits bei der Arbeit benötigt wird. Auf der anderen Seite legt die Forschung nahe, dass die allgemeine Annahme, dass digitale Technologien Medien für jüngere Menschen sind, nicht notwendigerweise richtig ist: In einer Studie waren die Beschäftigten im Alter von 30 bis 50 Jahren versierter darin, Technologie für die Informationssuche und das Lernen zu nutzen als ihre jüngeren Kollegen. Eine weitere Studie stellte fest, dass junge Lerner zwar sehr vertraut mit digitalen Medien waren, ihre Informations- und Medienkompetenz jedoch allgemein niedrig war⁹.
- Kompetenz als Lerner. Verschiedene Faktoren beeinflussen, wie leicht es Menschen fällt, neue Konzepte und Fähigkeiten zu erlernen. Positive Leistungen in der Schule, kürzliche signifikante Lernaktivitäten sowie ein Arbeitsumfeld, in dem der Arbeitnehmer mit neuen Ideen und Konzepten in Berührung kommt oder welches häufige Aktualisierungen erfordert, begünstigen effektives Lernen. Arbeitnehmer, die schon lange nicht mehr an signifikanten Lernaktivitäten teilgenommen und beständige Routinetätigkeiten ausüben, finden es eventuell schwieriger, schnell neue Dinge zu lernen.
- Arbeitskontext. Die „gleiche“ Arbeit kann in verschiedenen Organisationen verschieden organisiert sein, unterschiedliche Verantwortlichkeiten umfassen, unterschiedliche Ermessensspielräume für Selbststeuerung und Lernen erlauben und unterschiedliche Niveaus von Technologieexposition

⁹ Härtel et al (2018).

haben. In einigen Branchen werden einige Organisationen Vorreiter und frühe Nutzer von neuen Technologien sein, während andere Technologien nur langsam übernehmen.

- Zeitliche Verfügbarkeit. Insbesondere für arbeitende Lerner kann es zum Problem werden, Zeit abseits der operativen Tätigkeiten (und häuslichen Verantwortlichkeiten) zu finden. Annahmen, dass dies durch E-Learning überwunden werden kann, haben sich als überoptimistisch erwiesen. Es gibt Hinweise auf größere Potenziale, wenn Lernprozesse mit Arbeitsaufgaben verbunden werden, vorausgesetzt, dass dies mit angemessener Anleitung und Unterstützung erfolgt.

4. Entwicklung formaler Inhalte

4.1 Entwicklung formaler Inhalte

Der Aufbau von Lernbedarfen hin zu formalem Inhalten erfordert es in der Regel, dass Schulungen in einem vorab definierten Stil umgesetzt werden, um ein Paket, ein Modul oder einen Kurs zu bilden.

Dazu gehört in der Regel:

- Das übergeordnete Ziel des Kurses oder Moduls, ausgerichtet darauf, was die Lernenden am Ende können sollen.
- Eine Beschreibung der Zielgruppe, für die der Kurs oder das Modul bestimmt ist, einschließlich etwaiger Zugangsvoraussetzungen oder Erwartungen an Vorkenntnisse (z.B. ob es sich um einen Teil eines Erstausbildungsprogramms handelt oder einen einmaligen Kurs zu Auffrischen oder Vertiefen von Praxiskenntnissen handelt, oder, falls es sich um einen Teil eines längeren Kurses handelt, ob es Module gibt, die zuerst oder begleitend belegt werden müssen?).
- Die Ziele, die die Lernenden für einen erfolgreichen Abschluss erreichen müssen, gelegentlich zusammen mit den damit verbundenen Bewertungskriterien. Lernziele (oder -ergebnisse) sind für ein effektives Lerndesign von zentraler Bedeutung, und, wie in Abschnitt 6 erläutert, sind sie wichtig, um sicherzustellen, dass Technologie effektiv zur Unterstützung des Lernens eingesetzt wird. Über das Verfassen von Lernzielen existiert umfangreiche Literatur, von einfachen Leitfäden bis hin zu Forschungsarbeiten und vergleichenden Studien¹⁰.
- In formalen Berufsbildungssystemen ein Level im Nationalen Qualifikationssystem (und das Äquivalent dazu im Europäischen Qualifikationsrahmen¹¹) sowie eine Bewertung des Umfangs (normalerweise Zeit oder Credit Points¹²).
- Falls zutreffend, wo sich das Modul in bestehende Programme oder Qualifikationen verorten lässt.

In einigen Berufsausbildungs- oder Weiterbildungssystemen ist diese nur auf Inhalte bezogene Spezifizierung alles, was für die Spezifikation eines Moduls benötigt wird. Auf Technologie wird in der Regel nur dann Bezug genommen, wenn sie Teil des Inhalts ist, zum Beispiel wenn das Ziel darin besteht, ein bestimmtes Softwarepaket oder Augmented-Reality-Geräte bei der Durchführung einer Aufgabe verwenden zu können.

¹⁰ "Ziele" und "Ergebnisse" werden in der Berufsbildung häufig gleichwertig gebraucht, während die betriebliche Ausbildung dazu neigt, sich auf "Ziele" zu beziehen; genau genommen, ist ein Ziel jedoch das, was der Lernende erreichen sollte, ein Ergebnis hingegen das, was er oder sie wirklich erreicht. Für eine (recht ausführliche) praktische Anleitung siehe CEDEFOP (2017), http://www.cedefop.europa.eu/files/4156_en.pdf, und für eine Europäische Vergleichsstudie siehe CEDEFOP (2010), https://www.cedefop.europa.eu/files/5506_en.pdf.

¹¹ EQF ist ein verbreitetes System für Qualifikationsniveaus in Europa: es gibt ein formales System, um nationale Qualifikationsniveau damit zu vergleichen, aber es kann auch informell als Tool genutzt werden, um Qualifikationen oder Module einzuordnen. Das komplette Dokument findet sich unter http://ecompetences.eu/wp-content/uploads/2013/11/EQF_broch_2008_en.pdf, sowie eine aktualisierte Tabelle mit den Niveaus unter <https://ec.europa.eu/ploteus/en/content/descriptors-page>.

¹² Siehe ECVET, <http://www.ecvet-toolkit.eu/>

Andere Systeme erfordern weitere Angabe über den Lehr- und Lernprozess, einschließlich Aspekten wie beispielsweise:

- Unterrichts- und Lernmethoden, gelegentlich einschließlich des zeitlichen Anteils, der auf unterschiedliche Aktivitäten verwandt wird, oder Beispiels-Schulungspläne
- Anforderungen, um die Technologie als Lernwerkzeug einzusetzen
- Methoden zur Bewertung, gelegentlich einschließlich Bewertungspläne oder Pläne zur Notenvergabe

Dieser zweite Teil stützt sich auf Themen, die im Abschnitt 5 zu Technologie sowie Abschnitt 6 zu Unterricht und Lernen erörtert werden.

4.2 Verwendung von DigComp 2.1

Der Europäische Referenzrahmen DigComp 2.1¹³ bietet eine Möglichkeit, technologiebezogene Kompetenzen anhand eines Referenzrahmens einzuordnen, der in die meisten Berufsausbildungssysteme integriert ist. Der Referenzrahmen besteht aus 21 Bereichen, die in fünf Felder eingeteilt sind, wobei jeder Bereich acht Niveaus beschreibt (was in etwa den Niveaus im Europäischen Qualifikationsreferenz-Rahmen entspricht). Der Referenzrahmen kann auf verschiedene Arten verwendet werden, einschließlich:

- Zur Unterstützung beim Aufstellen von Zielen für technologiebezogenes Lernen. Dies bedeutet nicht, die Aussagen von DigComp so zu kopieren, wie sie vorliegen, sondern sie zu verwenden, um das richtige Lernniveau widerzuspiegeln.
- Zur Unterstützung beim Identifizieren des Niveaus neuer Fähigkeiten. In einigen Berufen erhöhen neue Technologien das benötigte Qualifikationsniveau. Beispielsweise kann die Einführung einer neuen Technologie in einem Bereich, in dem das „Basis“-Ausbildungsniveau EQF Stufe 4 ist, dazu führen, dass Fähigkeiten benötigt werden, von denen einige auf Stufe 5 liegen.
- Zum Identifizieren digitaler Kompetenzen, die benötigt werden, jedoch oft in einer Analyse von Fähigkeiten oder Lernbedarfen nicht erkannt werden. Dies kann wichtige Aspekte wie Datenschutz, Privatsphäre, Gesundheit und Sicherheit und den Umgang mit Online-Identitäten umfassen.

4.3 Übergreifende Kompetenzen

Die Idee übergreifender Kompetenzen zum Lernen und Arbeiten im gegenwärtigen Jahrhundert oder „digitalen Zeitalter“ greift immer weiter um sich. Ein Instrument wie der „Referenzrahmen für Lernen im 21. Jahrhundert“¹⁴ kann im Kontext des Entwerfens kompletter Berufsausbildungsprogramme von Nutzen sein, wie der DigComp-Referenzrahmen kann er jedoch Kompetenzen identifizieren, die unerlässlich sind, um effektiv mit neuer Technologie zu lernen oder zu arbeiten.

¹³ Carretero Gomez et al (2017) *The Digital Competence Framework for Citizens*, [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106281/web-digcomp2.1pdf_\(online\).pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106281/web-digcomp2.1pdf_(online).pdf)

¹⁴ Partnership for 21st Century Learning (2015), see <http://www.p21.org/about-us/p21-framework>

Um zwei Beispiele zu nennen:

- 'Open-Content'-E-Learning, bei dem Lernende das Internet als Informationsquelle und für Recherche nutzen, erfordert eine wesentlich fortgeschrittenere Informations- und Medienkompetenz als E-Learning, bei dem Inhalte von einem Tutor kontrolliert werden oder als Teil eines Pakets erstellt werden¹⁵.
- Am Arbeitsplatz bieten einige Arten von Technologie den Arbeitnehmern eine breitere Palette von Optionen zur Auswahl und mehr Verantwortung für die Durchführung von Aufgaben. Dies erfordert Urteilsvermögen und Entscheidungskompetenz, die vorab eventuell nicht Teil der Arbeitsstelle waren.

Andererseits gibt es Studien, die darauf hindeuten, dass diese Arten von Kompetenzen häufig weniger übergreifend und übertragbar sind als gemeinhin angenommen: sie müssen auf den jeweiligen Kontext bezogen sein, um effektiv zu sein, und was die gleiche Fähigkeit oder der gleiche Kompetenzbereich zu sein scheint, kann recht stark von einem Beruf oder Kontext zum anderen bzw. von einer Branche zu anderen abweichen.

¹⁵ Dies steht im Zusammenhang mit der "Vertrautheit mit Technologie" im Abschnitt 2.4.

5. Evaluation von Technologien für das Lehren und das Lernen

Es gibt umfangreiche Erfahrungswerte und Forschungsergebnisse dazu, wie Technologie für das Lehren und das Lernen eingesetzt (und missbraucht) worden ist. Dieser Abschnitt beginnt mit einigen allgemeinen Punkten, die bei der Einführung neuer Technologien zu beachten sind, sowie einem neuen Modell für die Evaluierung von Technologie für den Einsatz in der Berufsausbildung. Anschließend werden die drei spezifischen Technologien, die im Fokus von Digi4VET stehen, genauer betrachtet.

5.1 Probleme bei der Einführung von Technologien

- Ein fortwährendes Problem bei der Einführung von IKT in Lernprozessen (z.B. computergestützte Schulungen, interaktive Videos, E-Learning-Plattformen, Gamification) bestand darin, den Prozess von der Technologie steuern zu lassen¹⁶. Ergebnis kann eine Tendenz zur Überstrukturierung von Lernprozessen sein, zur Überbetonung von sozialen und Unterhaltungs-Elementen, während Lernziele aus den Augen verloren werden, oder (insbesondere mit neueren Technologien) zur Annahme, dass Lernende stets motiviert und selbstgesteuert sind oder ein höheres Niveau an Informationskompetenz und Recherchekompetenz besitzen, als sie in Wirklichkeit haben. Dabei handelt es häufiger um ein Problem damit, wie Lernaktivitäten designt werden, als um ein Problem mit der Technologie an sich, es ist jedoch auch wichtig, zu untersuchen, welche Technologie am effektivsten zur Unterstützung bestimmter Lernziele ist. Mehr dazu in Abschnitt 5.
- Ähnlich zu dem oben geschilderten Problem, kann das Erscheinen einer neuen Technologie zu einer schnellen Übernahme führen, ungeachtet davon, wie nützlich sie ist. Dies ist oft mit dem Wunsch verbunden, aus Angst abgehängt zu werden die neuesten Geräte oder die neueste Software einzuführen und deutet auf die Notwendigkeit von Probeläufen vor einer großangelegten Anschaffung.
- Eine andere Einschränkung besteht darin, dass Lehrer und Ausbilder neue Technologien einsetzen, ohne ihre Unterrichtsmethoden neu zu gestalten und anzupassen, um die Technologie optimal zu nutzen, z.B. indem sie Vorträge einfach in Videos oder online herunterzuladenden Skripte verpacken¹⁷. Dies zeigt, dass es nicht ausreicht, die Technologie einfach ohne einführende Schulungen und unterstützenden Support bei ihrer Nutzung einzuführen.
- Technologie wird eventuell eingeführt, bevor ihre Effektivität und Rentabilität sowohl hinsichtlich der Anfangskosten als auch der Entwicklung von Content ausreichend untersucht wurde. Dies kann zur Folge haben, dass hochmoderne Geräte wenig genutzt werden, da sie nicht den Erwartungen der Ausbilder entsprechen, die Ausbilder nicht die Zeit oder die Qualifikation haben, um sie richtig zu nutzen oder weil die Kosten für die Entwicklung von Content unerschwinglich sind¹⁸.

¹⁶ z.B. Piskurich & Sanders (1998), Bedwell & Salas (2010), Brennan (2015), Ang et al (2018).

¹⁷ Siehe Cochrane et al (2014).

¹⁸ Bell et al (2008), Green (2017).

- Die Einführung von komplexerer Technologie am Arbeitsplatz erfordert höhere Lernniveaus und ähnlich komplexe Technologien für Lehre und Ausbildung¹⁹. Versäumnisse hierbei können zu großen Lücken bei den technologischen Kompetenzen zwischen dem Abschluss einer Berufsausbildung und der Aufnahme einer Arbeit führen.
- Andererseits kann die Nutzung von Technologie in verschiedenen Unternehmen ein- und derselben Branche unterschiedlich sein und davon auszugehen, dass die modernste Technologie genutzt wird, kann ebenfalls zu Qualifikationslücken führen, wenn Auszubildende und Schüler am Arbeitsplatz mit älteren Systemen arbeiten müssen. Technologielücken dieser Art treten am ehesten in Branchen auf, die sich durch eine Mischung aus großen und kleinen Organisationen oder unterschiedliche Ansätze in der Produktion oder Erbringung von Dienstleistungen auszeichnen²⁰.

5.2 Evaluation von Technologie für den Einsatz in der Berufsausbildung

Im Folgenden findet sich ein einfaches Modell zur Untersuchung von Technologie für den Einsatz in der Berufsausbildung und in betrieblichen Schulungen. Es hat fünf verschiedene Aspekte: Kosten, Lernende, Anwendbarkeit, Industrierelevanz und Resilienz (CLAIR). Das Modell baut auf Bates 'ACTIONS'-Rahmenplan für die Anwendung von Technologie²¹ auf und vereinfacht diesen.

Kosten. Sind die anfänglichen Investitionen und fortlaufenden Kosten (z.B. Software-Updates, Lizenzgebühren, Entwicklung und Aktualisierung von Content, Schulung von Benutzern) in Hinblick auf das, was dadurch erreicht wird, gerechtfertigt? Das Kosten-Nutzen-Verhältnis verändert sich fortlaufend: beispielsweise war Virtual Reality für viele Anwendungen vor zehn Jahren außer Reichweite, kann nun jedoch erhebliche Einsparungen im Vergleich zu konventionellen Schulungen erbringen, und auch Augmented Reality wird immer erschwinglicher.

Lernende. Ist die Technologie für Lernende verfügbar? Ist es wahrscheinlich, dass sie in ausreichendem Maße ansprechend und interaktiv ist? Welche Kenntnisse, Fähigkeiten, Vertrautheit mit Endgeräten oder Übertragungswegen werden vorausgesetzt – und falls es Barrieren gibt, können diese überwunden werden? Werden nicht-technische Fähigkeiten vorausgesetzt – zum Beispiel die Fähigkeit, Informationen effektiv zu recherchieren und zu bewerten?

Anwendbarkeit. Wie effektiv ist die Technologie, um die jeweiligen Lernziele erreichen zu können? Dies umfasst Inhalte, Kompetenzentwicklung, Relevanz von Übungsaufgaben, Lerngeschwindigkeit und Lernkontrolle, Unterstützung und Anleitung, Feedback und Evaluation, sowie ggf. Bewertung – d.h. alles, was im Abschnitt Lehre und Lernen behandelt wird. Das SAMR-Modell, welches im Abschnitt Lehre und Lernen besprochen wird, kann hier ebenfalls relevant sein, da es hilft zu erkennen, wo Technologie lediglich eine andere Art und Weise bietet, dasselbe zu tun, und wo sie den Lernprozess aufwertet und neues ermöglicht.

¹⁹ Hamalainen et al (2018).

²⁰ Lehner & Sundby (2018).

²¹ Bates (2005).

Branchenrelevanz. Wie passt die Technologie zu aktuellen und neu entstehenden Prozessen in der Branche? Dies ist besonders wichtig, wenn es darum geht, Personen im Umgang mit aktuellen und neuen Geräten und Systemen zu schulen oder reale Situation akkurat zu simulieren.

Resilienz. Ist es einfach, die Technologie zu aktualisieren und neue Inhalte zu entwickeln? Wie schnell wird sie voraussichtlich veralten und abgelöst werden und wie wirkt sich dies auf die Wirtschaftlichkeit aus? Handelt es sich um Standardtechnologie in der Branche, und in welche Richtung bewegt sich die Branche?

5.3 Erprobung neuer Technologien

Der folgende Prozess ist eine allgemeinere Version des von Pantelidis²² entwickelten Prozesses zur Erprobung und Entwicklung von Simulationen und Virtual Reality in Unterricht und Ausbildung. Ziel ist es, zunächst sicherzustellen, dass die Technologie die am besten geeignete Lösung für die Unterstützung der jeweiligen Lernprozesse darstellt und eine gut getestete Lernumgebung zu entwickeln.

1. Definieren Sie die Lernziele.
2. Wählen Sie Ziele aus, die durch technologie-basiertes Lernen unterstützt werden können.
3. Bestimmen Sie für jedes Ziel bzw. Jede Aktivität, was die Technologie leisten muss, z.B.
 - Den Grad an Realitätstreue
 - Die Art der Immersion und Anwesenheit
 - Die Art der Interaktionen und den sensorischen Output
 - Die Art des Feedbacks.
4. Wählen Sie die Software und Hardware aus, die diese Anforderungen am besten erfüllen können.
5. Entwickeln Sie die Lernumgebung.
6. Evaluieren sie die Lernumgebung mit einer Pilotgruppe (keine "live" Lernsituation) und modifizieren Sie sie ggf., bis sie zufriedenstellend ist.
7. Evaluieren Sie die Lernumgebung mit der Klientengruppe und modifizieren Sie sie, bis sie zufriedenstellend ist.

Abschnitt 7 enthält weiterführende Informationen zu vergleichenden Evaluationen, z.B. für den Vergleich bestehender Unterrichtsmethoden und technologievermittelter Methoden.

5.4 Spezifische Technologien

Digi4VET fokussiert drei spezifische Technologien, obwohl die besprochenen Prinzipien auch auf andere neue Technologien anwendbar sind. Diese drei Technologien sind bereits etabliert, wurden jedoch in der Vergangenheit durch die mit ihnen verbundenen Kosten in ihrer Anwendung eingeschränkt – beispielsweise wird Virtual Reality häufig in der Ausbildung von Piloten, Chirurgen und

²² Pantelidis (2009).

beim Militär eingesetzt. Sinkende Preise bedeuten jedoch, dass sie nun auch für Anwendungen im Handel und im Handwerk verfügbar sind.

Virtual Reality ist derzeit hauptsächlich ein Schulungs-Tool, obwohl es auch für einige Anwendungen in der Industrie eingesetzt wird; Augmented Reality hat sowohl Anwendungen in der Industrie als auch in der Ausbildung; bei 3-D-Druck handelt es sich hingegen hauptsächlich um ein praktisches Werkzeug mit einigen Anwendungen, die speziell auf Ausbildungszwecke ausgerichtet sind.

Virtual Reality (VR)

VR umfasst die Simulation von Umgebungen, die eine genaue Darstellung einer realen Situation (z.B. eines Flugzeugcockpits oder eines Teils des menschlichen Körpers), eine allgemeine Darstellung (z.B. einer Baustelle oder eines sozialen Umfelds) oder einer künstlichen Welt (z.B. für Game- oder Szenario-basiertes Lernen) sein können. Besonders spannend dabei ist, dass Lernenden Dinge direkt erleben können, die sie normalerweise im Unterricht oder durch Lesen lernen würden, oder dass sie Fähigkeiten umfassender und tiefergehender (und sicherer) üben können als im realen Leben.

VR kann zweidimensional (auf einem Bildschirm) oder dreidimensional (z.B. durch Verwendung einer VR-Brille oder eines geschlossenen Raums wie beispielsweise ein Flugsimulator) sein und darüber hinaus weitere Sinneswahrnehmungen als Sehen und Klang beinhalten. VR-Erfahrungen können rein individueller Natur sein (alle "Objekte", denen man begegnet, werden von der Software erzeugt), interaktiv mittels einer VR-Umgebung (wie beispielsweise bei Multiplayer-Spielen) und/oder interaktiv in der realen Welt (beispielsweise mit einem Piloten/Co-Piloten in einem Flugsimulator). VR kann versuchen, die reale Welt so genau wie möglich zu reproduzieren („physische Treue“, z.B. indem eine Mauer mit Repräsentationen von echten Ziegeln und Mörtel gebaut wird) oder Darstellungen verwenden, die lediglich die wesentlichen kognitiven Elemente zeigen („kognitive Treue“, zum Beispiel ein Schaltdiagramm, welches zeigt, wie Elektrizität als Reaktion auf verschiedene Aktionen fließt). Ein Merkmal guter VR-Umgebungen ist, dass sie über eine konsistente Logik verfügen, um auf Aktionen des Lernenden zu reagieren, so dass Lernen (wie in der realen Welt) durch Sehen oder Erleben der Resultate stattfinden kann. Es gibt Hinweise darauf, dass das Lernen im Allgemeinen umso effektiver ist, je immersiver und interaktiver die Umgebung ist; andererseits steigen die Kosten rapide, je technisch komplexer die VR-Umgebung wird²³.

VR wird für drei Hauptanwendungstypen in der Ausbildung verwendet:

Visualisierung. Dabei werden 3D-Videos oder virtuelle Objekte, Abläufe oder Phänomene (z.B. Elektrizität, Kräfte oder Gase) zur Information und zum Lernen eingesetzt. Zu den Anwendungen gehören:

- Zeigen, wie ein Design fertig aussehen würde (bspw. ein neues Farbschema, ein Mode-, Haushalts- oder Industrie-Produkt, ein neues Gebäude oder ein städtisches Umfeld).
- Ein unsichtbares oder immaterielles Phänomen zum Leben erwecken (z.B. um zu veranschaulichen, wie Elektrizität funktioniert; welche Komponenten aktiv sind, wenn sich ein Schalter in verschiedenen Positionen befindet; Spannungen auf einer mechanischen Struktur²⁴).

²³ Siehe Gavish et al (2011), Gibbs, L. (2017), Kikkawa & Mavin (2018).

²⁴ Billett (2018)

- Eine externe Umgebung für Unterrichtszwecke in den Klassenraum bringen²⁵
- Präzises Feedback zu virtuellem oder tatsächlichem Vorgehen geben (z.B. Handfertigkeit, Bewegungsabläufe im Sport, Schauspiel oder Tanz²⁶).

Visualisierung stellt die vielleicht einfachste Verwendung von VR dar (und es wird keine besonders ausgeklügelte Ausrüstung benötigt), kann jedoch dennoch ein leistungsfähiges Lernwerkzeug sein, indem es die Auswirkungen von Aktionen aufzeigt, die auf andere Art und Weise eventuell schwer zu erkennen sind. Es ermöglicht Schülern und Studenten, Umgebungen (mehrfach) zu erleben, deren Besuch in ‚echt‘ unter Umständen zu schwierig, kostspielig oder zeitaufwändig wäre, oder abstrakte Konzepte und zweidimensionale Darstellungen zum Leben zu erwecken. Konzepte können direkt erfahren werden und helfen Lernenden so, Gedankenmodelle für immaterielle oder nicht intuitive Sachverhalte zu entwickeln. Während andere Anwendungen von VR dazu neigen, sich auf die Entwicklung und Anwendung von Fähigkeiten zu konzentrieren, können Visualisierungen genutzt werden, um grundlegende Prinzipien und Konzepte in einer Weise zu vermitteln, die die Lernenden stärker einbezieht und effektiver ist als herkömmliche Techniken²⁷.

Szenarien und Spiele. Szenario-basierte oder Game-basierte VR kann für Ausbildungszwecke genutzt werden, um Lernende zu sensibilisieren (z.B. für Sicherheitsrisiken auf einer Baustelle²⁸), um Fähigkeiten und Entscheidungskompetenzen in komplexeren Situationen zu entwickeln (z.B. Vertrieb, Fundraising, Projektmanagement²⁹) oder um eine immersive Umgebung zum Trainieren anspruchsvoller, hochkarätiger Positionen zu trainieren (z.B. bei Militär- und Rettungseinsätzen). Die Verwendung von VR bietet hier eine Reihe von klaren und direkten Vorteilen, darunter:

- Die Sicherheit des Arbeitens in einer virtuellen Umgebung
- Die Möglichkeit, Szenarien zu erstellen, die in der Realität nicht gesteuert oder vorhergesagt werden könnten
- Den Lernenden mehr Kontrolle geben, als im realen Leben sicher wäre
- Es ihnen ermöglichen, die Folgen von Fehlern zu sehen, die katastrophal sein könnten
- Gegebenenfalls sofortiges Feedback zu geben
- Und Abläufe für spätere Diskussionen und Feedback aufzuzeichnen³⁰.

Gut gestaltete VR-Szenarien scheinen mindestens so effektiv zu sein wie herkömmliche Ausbildungsmethoden und für bestimmte Lernaspekte sogar effektiver³¹.

Entwicklung von operativen Fähigkeiten. VR ist als Instrument zum Vermitteln komplexer oder kritischer manueller Fähigkeiten und Bedienfähigkeiten, einschließlich derjenigen, die wesentliche Entscheidungskompetenzen erfordern, recht gut entwickelt; dazu gehören Chirurgie³², Zahnmedizin³³ und Schweißen³⁴ sowie eine der etabliertesten Anwendungen von VR, die Ausbildung von Piloten³⁵. Einige dieser Anwendungen erfordern sowohl den Tastsinn (haptische VR) wie auch das

²⁵ Mehrere einfache Beispiele hierfür werden von Maltby (2019) anschaulich erklärt, siehe <https://www.teachingwithvirtualreality.com/>

²⁶ Chan et al (2011)

²⁷ Pantelidis (2009), Billett (above)

²⁸ Sacks et al (2013)

²⁹ Goulding et al (2011)

³⁰ Kikkawa & Mavin (2018)

³¹ Sacks et al above.

³² Gallagher et al 2005, Visser et al 2010

³³ Luciano (2006)

³⁴ Porter et al 2006, Stone et al 2011

³⁵ Kikkawa & Mavin (2018)

Sehvermögen, zum Beispiel bei Computersteuerungen, die einen Schweißbrenner und einen Stab, oder ein zahnmedizinisches Instrument simulieren und geben bei Berühren der zusammenzuführenden Metalle bzw. Prüfen auf Karies genaues Feedback. Die Vorteile ähneln denen für szenariobasiertes Lernen, und es gibt Hinweise darauf, dass gut gestaltete VR-Kompetenztrainings Risiken verringern, günstiger sind und zu einer schnelleren Beherrschung der trainierten Fähigkeiten führen können. Beispielsweise wechseln viele Piloten mittlerweile direkt vom Flugsimulator in die Rolle des Co-Piloten auf Passagierflügen und Schweißer müssen weniger mit echten Materialien üben, um ein kompetentes Niveau zu erreichen.

Feld 5. **VR-Headsets**

Die folgenden Headsets sind einige der momentan erhältlichen VR-Headset, von den teuersten Modellen (500-1200 € im Jahr 2019), die mit einem Computer verbunden werden bis hin zu einfachen Modellen, die mit einem Smartphone verwendet werden.

- HTC Vive Pro – verbindet sich mit einem PC, verfügt über Positionsbestimmung (Vive Cosmos 2019 neu erschienen)
- Oculus Rift – verbindet sich mit einem PC, verfügt über Positionsbestimmung
- Oculus Quest – 2019 neu erschienen, autark, verfügt über Positionsbestimmung
- Oculus Go – autark, keine Positionsbestimmung verfügbar
- Samsung Gear VR – verwendet ein Android Smartphone, keine Positionsbestimmung
- Google Cardboard – ein einfache, günstige (unter 10€) Kopfhaltung für Android oder iPhone.

Die Entwicklersoftware reicht von SketchUp (eine Google-Anwendung mit gutem User-Support) bis hin zu Packages mit vollem Funktionsumfang wie Unity oder Unreal Engine.

Augmented Reality (AR)

Bei Augmented und Mixed Reality werden zusätzliche Informationen in die reale Welt eingeblendet. Dies kann geschehen, indem man durch einen transparentes Display schaut (wie beispielsweise mit einer AR-Brille oder einem Bildschirm eines Fahrzeugs mit Head-Up-Display), mittels eines tragbaren Geräts (wie beispielsweise einem Smartphone oder Tablet, dass durch QR-Kodes oder andere visuelle Hinweise oder GPS-Standorte gesteuert wird) oder durch eine komplett digitale Projektion (beispielsweise elektronische Sucher in Kameras oder die Verwendung von Live-Feeds auf einem Computerbildschirm). „Mixed Reality“ bezieht sich im Allgemeinen auf VR-Displays, die mittels Echtzeit-3D-Scanning über die reale Welt projiziert werden, z.B. interaktive Grafiken, Darstellungen ganzer Objekte für die Montage oder historische oder Fantasie-Projektionen auf einen realen Standort.

AR kann Informationen bereitstellen, die entweder vorprogrammiert (z.B. Anweisungen, die angezeigt werden, während die jeweiligen Montagen betrachtet werden, oder informative Einblendungen bei einer touristischen Sehenswürdigkeit) oder dynamisch (z.B. Echtzeit-Einstellungen, Analyse- und Steuerungssysteme) sind. Es kann Informationen zur Interpretation, visuelle Effekte, Virtual Reality Einblendungen, Informationen zur Unterstützung beim Treffen von Entscheidungen und physischen Aktionen bereitstellen oder auch elektronische Interaktion (z.B. Durchführung elektronischer Steuerungsvorgänge) ermöglichen.

AR wird sowohl im operativen Geschehen, z.B. um Echtzeitanalysen, Aktualisierungen und Steuerungsinformationen zu ermöglichen, während ein Bediener physische Objekte betrachtet, als auch in der Ausbildung, z.B. um „how-to“-Informationen einzublenden oder das Vorgehen anzuleiten, während der Lernende Objekte manipuliert. Es kann verwendet werden, um grundlegende Informationen bereitzustellen, beispielsweise um Kräfte, Spannungen oder Elektrizität zu zeigen, oder Hintergrundinformationen und Einblendungen bereitzustellen, wie es an touristischen und historischen Stätten immer üblicher wird³⁶. Als Schulungs-Tool hat AR in zwei Arten von Situationen gegenüber VR Vorteile. Zum einen betrifft dies risikoarme körperliche Arbeiten wie Montage- und Wartungsaufgaben, da hier der Auszubildende die Möglichkeit hat, direkt am physischen Objekt oder in einer realen Umgebung anstatt mit einer Darstellung davon zu arbeiten³⁷; zum anderen geht es darum, Fähigkeiten zu verfeinern, die in einer virtuellen oder simulierten Umgebungen entwickelten wurden, um sie in eine reale Umgebung zu übertragen.

Anwendungen von AR im theoretischen Unterricht umfassen Varianten der oben genannten Anwendungen, bei denen z.B. ein AR-Display in Verbindung mit realen Komponenten steht (z.B. Zeichnungen, die beim Betrachten mit AR-Brillen oder wenn ein Code eingescannt wird zu 3D-Modellen werden). Andererseits können sich Einschränkungen für gewisse Anwendungen mit AR außerhalb des Arbeitsplatzes ergeben, da es zu schwierig oder kostspielig ist, die physische Umgebung, mit der AR arbeiten soll nachzustellen.

Feld 6. **AR-Headsets**

Es existiert eine Vielzahl von AR-Anwendungen, die Smartphones oder Tablets verwenden, daneben gibt es aber auch speziell für AR/Mixed Reality gefertigte Headsets. Dazu gehören:

- Microsoft HoloLens – autark, Windows-basiert (HoloLens 2 ab Anfang 2019 verfügbar)
- Vuzix – autark, Android/iOS-basiert
- DAQRI – autark (mit einer Prozessor-Einheit), kann mit einem Windows-PC verbunden werden.

Die Preise liegen in der Regel höher als bei VR-Headsets, derzeit von 1000 € bis zu über 3000 € für die Modelle HoloLens und DAQRI. Entwickler-Pakete umfassen (wie bei VR) Unity und Unreal Engine sowie u.a. Anwendungen von Google und Apple.

3D-Druck

Dreidimensionales Drucken (3D-Druck) wird mit dem Erstellen von Objekten durch den Aufbau von Materialschichten, die aus einer Druckdrüse gesprüht werden assoziiert, die gleichen Prinzipien kommen jedoch auch in anderen automatisierten Methoden zur Herstellung von physischen Objekten direkt aus einer digitalisierten Darstellung oder Entwurf zu Anwendung. Das Grundprinzip besteht darin, dass ein Objekt oder eine Komponente eines Objekts direkt aus einem digitalen Bild oder einer digitalen Spezifikation erstellt wird, wobei sich das menschliche Zutun darauf beschränkt, Einstellungen auf dem Bildschirm anzupassen und den „Druck“-Vorgang zu starten. 3D-Druck kann in Verbindung mit VR

³⁶ Lee (2012)

³⁷ Boud et al (1999), Gavish et al (2011).

(oder AR) verwendet werden, so dass der Entwurf durch physische Bewegungen in der VR/AR-Umgebung erstellt oder verändert wird, statt zuerst einen 3D-Scan oder eine CAD-Zeichnung anzufertigen.

3D-Druck ist als Tool im operativen Geschehen hochgradig nützlich. Anwendungen reichen dabei von der Herstellung von Modellen und kleinen, maßgeschneiderten Komponenten bis hin zur Erstellung von Teilen für Fertigbauhäuser. In der Ausbildung kann 3D-Druck eingesetzt werden, um Lernenden zu ermöglichen, die Ergebnisse ihres Vorgehens in Echt zu sehen (so wie bei CAD, aber nicht darauf beschränkt), um Prototypen von Entwürfen herzustellen statt sich auf 2D-Darstellungen beschränken zu müssen und um Modelle mit unterschiedlichen Eigenschaften für das Üben verschiedener Fähigkeiten (so vielfältig wie Skulpturen, Malerei und Chirurgie) zu erstellen.

Feld 7. Hardware für 3D-Druck

Derzeit ist eine große Auswahl an 3D-Druckern erhältlich, von Druckern im industriellen Maßstab bis hin zu Mini-Desktop-Maschinen. Zu den Desktop-Versionen, die für Lehr- und Vorführzwecke geeignet sind gehören der Lulzbot Mini sowie der MakerBot Replicator+.

Die Preise variieren derzeit zwischen ca. 300 € für die günstigsten Maschinen und 1000-2000 € für die oben aufgeführten Modelle. Auch die Kosten für Rohmaterialien (Filamentspule) und Ersatzdruckerköpfe müssen berücksichtigt werden.

6 Entwicklung des Unterrichts- und Lernprozesses

Lerntheoretiker und Lehrer sowie Ausbilder sind sich uneins darüber, ob technologievermitteltes Lernen zur Entstehung neuer Lernprinzipien führt, oder ob bestehende Theorien und Modelle (wie beispielsweise kognitive und konstruktivistische Paradigmen, der Lernzyklus und die Andragogik) nach wie vor anwendbar sind. Im Ausgleich dazu besteht ein gewisser Konsens darüber, dass die Grundsätze des Lernens nicht überdacht werden müssen, auch wenn sich die Methoden eventuell radikal ändern könnten.

In Abschnitt 5 wurde erwähnt, dass es gelegentlich passiert, dass der Technologie erlaubt wird, den Lernprozess zu bestimmen. Beispielsweise sind traditionelle computerbasierte Schulungen in hohem Maße strukturiert und sequenziell, und während neue Technologien spannend, anregend und interaktiv sein können, erfordern sie gleichzeitig ein hohes Maß an Engagement seitens der Lernenden, Selbststrukturierung und Informationskompetenzen oder Evaluationskompetenz, um gewinnbringende Ergebnisse zu erzielen. Dies deutet darauf hin, dass Lernziele und -prozesse (und Lernfähigkeiten) von Anfang an berücksichtigt werden müssen, anstatt dem einfachsten Weg zur Nutzung der Technologie zu folgen. Das von der SLO (dem niederländischen Institut für Lehrplanentwicklung) ³⁸ entwickelte „Spinnennetz“-Modell bietet einen nützlichen Rahmen oder eine Reihe von Anregungen, um sicherzustellen, dass die Technologie in Bezug auf den gesamten Lehr- und Lernkontext berücksichtigt wird.

In diesem Abschnitt werden konzeptionelle Modelle erläutert, die sich als nützlich für technologiebasiertes Lernen erwiesen haben, und anschließend werden drei Aspekte von Design und Durchführung erörtert: Zielvereinbarung, Design und Methoden sowie Anleitung der Lernenden, Feedback und Bewertung. Der letztere Abschnitt ist nicht als Handbuch für Lehre oder Ausbildung gedacht, sondern zielt darauf ab, Grundprinzipien auf Ausbildung oder die Verwendung von Technologie anzuwenden.

6.1 Grundlegende Modelle

Das britische Personal- und Ausbildungsinstitut CIPD³⁹ unterscheidet in seinem Bericht über Technologie und Lernen am Arbeitsplatz drei primäre Ansätze für Unterricht und Lernen:

- Pädagogik⁴⁰ – vom Lehrer gesteuerte Methoden, die auf der Erziehung der Kinder basieren
- Andragogik⁴¹ – Methoden, die Lernende als Erwachsene behandeln – zielorientiert, selbstmotiviert und selbstgesteuert
- Heutagogik⁴² – Methoden, die selbstgesteuertes Lernen unterstützen, d.h. der Lerner bestimmt sowohl Ziele als auch Methoden.

³⁸ <http://international.slo.nl/intcoop/>

³⁹ Green (2017).

⁴⁰ Obwohl „Pädagogik“ häufig allgemein für die Wissenschaft des Lernens und Unterrichtens verwandt wird, argumentiert die CIPD (Green, siehe oben) wie auch viele Theoretiker der Erwachsenenbildung, dass der Ausdruck nicht benutzt werden sollte, um Erwachsenenbildung zu beschreiben, da sich seine Ursprünge und Grundannahmen in der Erziehung von Kindern finden.

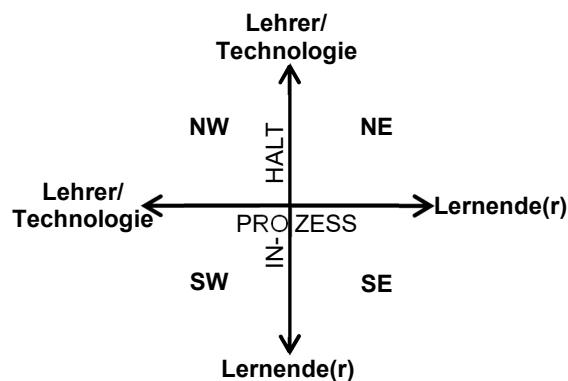
⁴¹ Im Zusammenhang mit Knowles (1980).

⁴² Ein neueres Konzept aus der arbeitsbasierten Bildung: siehe Hase & Kenyon (2000).

In dem Bericht wird gezeigt, dass moderne Technologien Formen von Lernen begünstigen, die vermehrt selbstgesteuert und selbstbestimmt sind. Das macht sie besser kompatibel mit Lerntheorien wie dem Konstruktivismus, situativem Lernen sowie den Theorien der Vertreter der Erwachsenenpädagogik und des ausgehandelten Lernens⁴³. Dieses Modell kann jedoch auch verwendet werden, um zu prüfen, wie Ansätze je nach den Erfahrungen der Lernenden an die zu erlernenden Aufgaben oder zu bearbeitenden Themenstellungen angepasst werden müssen. Zum Beispiel benötigt ein Anfänger zu Beginn eventuell einen hohen Grad an vorgegebener Struktur, geht dann aber zu stärker selbstgesteuerten Aufgaben über, wenn er mehr Erfahrung sammelt und schließlich zu selbstbestimmtem Lernen (z.B. als Reaktion auf Bedarfe am Arbeitsplatz).

Ein weit verbreitetes Modell, welches hierauf aufbaut, ist das TLP (das Lehr- und Lernparadigma von Coomey und Stephenson), das ursprünglich im Kontext von E-Learning entwickelt wurde⁴⁴. Dieses einfache Modell unterteilt Unterrichts- und Lernansätze in vier Quadranten, je nachdem, ob der Lehrer (oder die Technologie) oder aber der Lernende die Inhalte und den Prozess bestimmt.

Abbildung 4. "TLP"-Modell (Coomey und Stephenson)



- Der NW-Quadrant beinhaltet klassischen Unterricht im Klassenraum (und viele grundlegende computerbasierte Schulungen).
- Der NE-Quadrant repräsentiert Lernende, die selbstständig an vordefinierten Inhalten arbeiten, z.B. in vielen Online-Kursen oder da, wo Lernen im Klassenraum oder ein Handbuch am Arbeitsplatz eingesetzt wird.
- Der SW-Quadrant repräsentiert vom Lernenden definierte Inhalte, die einem von einem Lehrer oder dem System definierten Prozess unterworfen werden, wie beispielsweise in einem Projekt oder bei einer Dissertation.
- Im SE-Quadranten ist das Lernen offener und explorativer und kann jedwede Form von strukturierter Unterstützung beinhalten, dies muss aber nicht zwingend der Fall sein.

Wie beim Pädagogik-Andragogik-Heutagogik-Modell kann das Lernen von NW über NE zu SW oder direkt zu SE übergehen, wenn sich die Lernenden von Anfängern hin zu Experten entwickeln, wobei

⁴³ Siehe z.B. Knowles oben, Kolb (1984), Schön (1987), Boud (1988), Lave & Wenger (1991), Billett (1996), Stephenson (1998) und Gibbs, P. (2017).

⁴⁴ Coomey & Stephenson (2001).

sich die allgemeine Lernumgebung ebenfalls entsprechend hin zu größerer Autonomie und Selbstbestimmung entwickelt⁴⁵.

Das TLP-Modell wird in der Regel dazu verwendet, Lernen als individuellen Prozess zu betrachten, es ist jedoch auch möglich, eine soziale oder Gemeinschafts-Dimension hinzuzufügen. Der SE-Quadrant ist für soziales Lernen und Lernen in Gruppen geeignet, der SW-Quadrant sowie in gewissem Maße der NE-Quadrant sind hingegen in der Regel am besten für das Generieren von sozialem Lernen geeignet⁴⁶.

6.2 Zweck und Ziele

Ein häufiger Ausgangspunkt für Bildungs- und Ausbildungsprozesse besteht darin, den übergeordneten Zweck der Aktivität, des Moduls, Kurses oder Programm festzulegen und die spezifischen Ziele zu definieren, die festgelegt werden, um Lernenden das Lernen zu ermöglichen. Die Prinzipien für technologie-basiertes Lernen sind die gleichen.

Zu berücksichtigende Punkte (u.a.):

- Auf welchem Niveau hinsichtlich des Komplexitätsgrads, der Wissenstiefe etc. sollten die Ziele festgelegt werden – und bezüglich formaler Berufsausbildungs-Programme: spiegelt dies das Qualifikationsniveau wider? (Vergleiche Abschnitt 4 zu formalem Inhalt.)
- Welches Niveau in Bezug auf die praktischen Kompetenzen ist erforderlich? Das Dreyfus-Modell (im Abschnitt über Lernbedarfe) ist hierfür nützlich, wohingegen die Bloom-Taxonomie oder eine ihrer Weiterentwicklungen⁴⁷ für die Entwicklung geeigneter Lernziele von Nutzen sein kann. Die Art und Weise, wie die Schulung aufgebaut ist, fällt wahrscheinlich unterschiedlich aus, je nachdem, ob das Ziel darin besteht, Lernenden ein Bewusstsein dafür zu vermitteln, wie eine Arbeit durchgeführt werden kann, ihnen Grundfertigkeiten zu vermitteln oder dass sie ein kompetentes Niveau erreichen.
- Was sind die Ziele in Bezug auf die Technologie? Beispielsweise verstehen, wie die Technologie verwendet werden kann, lernen, wie die Technologie effektiv verwendet werden kann, sie verwenden, um eine bestimmte Aufgabe oder ein bestimmtes Aufgabenspektrum durchzuführen, oder handelt es sich lediglich um ein Lernwerkzeug? Dies muss sorgfältig geprüft werden in Hinblick darauf, was die Lernenden bereits wissen und in der Lage sind zu tun. Liegt der Hauptfokus beispielsweise auf der Technologie (z.B. für erfahrene Lerner, die bereits kompetent in ihrer jeweiligen Arbeit sind, aber wissen müssen, wie sie neue Technologien als Hilfsmittel einsetzen können) oder auf der Aufgabe, wobei die Technologie eingesetzt wird? Falls die Technologie als Lernwerkzeug zum Einsatz kommt, müssen Lerner zunächst lernen, damit umzugehen? Dieser letzte Punkt ist da wichtig, wo Technologie sonst zu einem Hindernis für einige Lernende werden oder das Lernen erschweren könnte.
-

⁴⁵ Weyers (2014)

⁴⁶ Layne & Ice (2014).

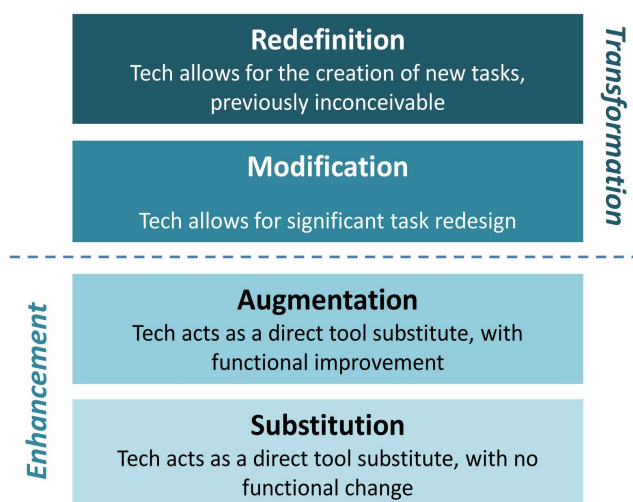
⁴⁷ z.B. Romiszowski (1999), Anderson & Krathwohl (2001).

6.3 Design

Lerndesign wird im Sinne des Prozesses, dem Lernende folgen sollen, um das Ziel der Aktivität oder des Programms zu erreichen sowie der Inputs und Interventionen, die die Technologie oder der Lehrer/Ausbilder in den verschiedenen Phasen gibt, aufgefasst. Die Idee der „Lehrausrichtung“ ist hier nützlich, wobei die Ziele, die Gestaltung und die Lehr- und Bewertungsmethoden aufeinander abgestimmt sind, um eine integrative und ansprechende Lernerfahrung zu erzielen⁴⁸.

Entscheidend bei der Nutzung von Technologie im Lerndesign ist es, sich genau darüber im Klaren zu sein, was die Technologie leisten kann, bevor man das Design konkretisiert – nicht, um sich von der Technologie leiten zu lassen, aber um das, was sie bietet, optimal zu nutzen. Das SAMR-Modell⁴⁹ (Abbildung 5 unten), das für die Neugestaltung von Lehrplänen entwickelt wurde, veranschaulicht dies. VR verändert beispielsweise die Art und Weise, wie Schüler und Auszubildende etwas über Sicherheitsrisiken auf einer Baustelle lernen können radikal, so dass sie, anstatt nur über Beispiele und darüber, was eventuell schief gehen könnte, zu diskutieren, die Folgen selbst sehen und Wege erarbeiten können, um sie zu verhindern. Ein Design, das VR verwendet, würde sich erheblich von einem „technologie-neutralen“ unterscheiden.

Abbildung 5. SAMR: der Effekt von Technologie auf die Gestaltung von Schulung



aus: Puentedura, 2009.

Ziel des Designs sollte sein, Lernende von ihrem derzeitigen Wissenstand, Kompetenzniveau und Leistungsfähigkeit zu dem durch Zweck und Ziele repräsentierten Stand zu bringen. Dabei sollte angestrebt werden, den „Flow“ aufrechtzuerhalten, bei dem die Lernenden sich engagieren, ohne sich zu langweilen (Aufgaben sind zu einfach und stellen keine Herausforderung dar) oder gestresst zu sein (Kontrollverlust und Unvermögen mitzuhalten), da beides den Lerneffekt erheblich reduzieren kann⁵⁰. Dies beinhaltet normalerweise bestimmte Verlaufssequenzen, beispielsweise:

- Von einfachen hin zu komplexeren Konzepten und Aufgaben

⁴⁸ Cohen (1987)

⁴⁹ Puentedura (2009)

⁵⁰ Die Originalfassung ist von Csikszentmihalyi (1990)

- Vom Wissenserwerb über die Entwicklung gedanklicher Modelle hin zur Fähigkeit, diese einzusetzen, um reale Situationen zu beurteilen
- Von Schritt-für-Schritt-Fähigkeiten hin zu integrativen Leistungen
- Vom abhängigen hin zu selbstständigem Lernen (z.B. vom NW-Quadrant zu einem oder jedem der anderen.)

Verschiedene Entwicklungsmodelle können als Hilfe hierfür verwendet werden, einschließlich des im Abschnitt 3 beschriebenen Dreyfuß-Novizen-Experten-Modells, der Bloom-Taxonomie oder ihrer Weiterentwicklungen⁵¹, oder Fitts' Entwicklungsmodell (zusammenfassend gesagt, von individuellen Abläufen und Eigenschaften über diskrete Sequenzen hin zu einer reibungslosen Durchführung)⁵². Darüber hinaus können insbesondere bei längerfristigen Programmen subtilere Aspekte des Lernens, wie beispielsweise die Entwicklung von Selbstwirksamkeit (Selbstbewusstsein, um effektiv handeln zu können)⁵³ und die Entwicklung hin zu einer zielorientierten Motivation⁵⁴ betrachtet werden.

Feld 8 fasst eine Lerndesign-Sequenz für die Verwendung von VR zur Vermittlung von Fähigkeiten zusammen⁵⁵, in Feld 9 hingegen werden einige spezifischere Punkte skizziert, die für Game- und Simulations-basiertes Lernen entwickelt wurden, aber zumindest teilweise auch für andere Aspekte von technologie-basiertem Lernen relevant sind.

⁵¹ Bspw. Romiszowski (1999), Anderson & Krathwohl (2001)

⁵² Fitts (1954)

⁵³ Bandura (1995)

⁵⁴ Ryan & Deci (2000).

⁵⁵ Gallagher et al (2005), Pantelidis (2009)

Feld 8. Ein Ablaufplan für Designs zum Erlernen von Fähigkeiten mithilfe von VR

Bevor Sie sich mit der VR-Umgebung beschäftigen

- Welches Ziel soll durch Lernen in VR erreicht werden? Für das Erlernen von Fähigkeiten ist es wichtig, einen Leistungsstandard festzulegen.
- Stellen Sie sicher, dass die Lernenden über ausreichende Kenntnisse verfügen, um ihr VR-Lernen zu maximieren. Dazu gehören ausreichende theoretische Kenntnisse oder Hintergrundwissen, zu wissen, was in der VR-Umgebung zu erwarten und zu tun ist und in der Lage zu sein, häufige Fehler zu erkennen. Einige oder alle diese Aspekte können in VR vermittelt und getestet werden.

Die VR-Umgebung

- Wie werden die Lernenden mit der VR-Umgebung interagieren und sie nutzen? Dazu gehört auch sicherzustellen, dass der Realitätsgrad und das Immersionsniveau angemessen sind und dass die Umgebung effektives und zeitlich angemessenes Feedback liefert.

Gestaltung der VR-Aufgaben

- Gibt es Fähigkeiten, die vorausgesetzt werden und die zunächst erlernt werden müssen, wie z.B. die Steuerung der jeweiligen (virtuellen) Geräte, bevor man sie verwenden kann, um etwas damit zu tun?
- Welche Abfolge von Aufgaben muss der Lernende meistern, um das Gesamtziel zu erreichen? Wie können diese so eingeführt werden, dass eine Aufgabe auf einem ausreichenden Niveau beherrscht wird, bevor die nächste eingeführt wird? Denken Sie auch darüber nach, wie Sie den „Flow“ hier aufrechterhalten können, um Langeweile oder übermäßigen Stress zu vermeiden.
- Wie kann die VR-Abfolge gestaltet werden, um Leistung und Integration von Fähigkeiten zu steigern und den Lernenden zu helfen, ihr allgemeines Kompetenzniveau zu entwickeln?
- Wie viel Abweichung in der Art und Weise, wie etwas getan wird, ist akzeptabel, bevor ein Fehler angezeigt wird? Sollte zwischen großen und geringfügigen Fehlern und der Art, wie die Umgebung darauf reagiert, unterschieden werden?

In der VR-Umgebung

- Stellen Sie genügend Zeit und Anleitung zur Verfügung, damit die Lernenden ihre Fähigkeiten entwickeln können. Dies bedeutet in der Regel, Unterstützung nach und nach zu verringern, um Selbstbewusstsein und Selbststeuerung aufzubauen, ohne dabei jedoch die Lernenden allein zu lassen, falls sie Schwierigkeiten haben.
- Stellen Sie sicher, dass die Lernenden rechtzeitig Feedback zu Fehlern erhalten. Dies kann jeweils unterschiedlich gestaltet werden bei akzeptablen Variationen (z.B. Konsequenzen sehen und es eventuell beim nächsten Mal anders machen), geringfügigen Fehlern (z.B. Hinweise) und größeren Fehlern (z.B. stoppen, überprüfen, neustarten).

Im Anschluss

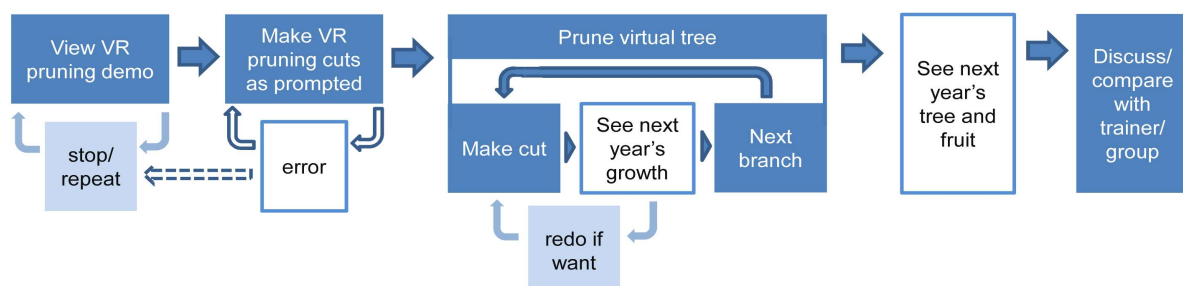
- Geben Sie ein abschließendes Feedback und die Möglichkeit zur Diskussion.
- Wiederholen Sie den Prozess, bis die Fähigkeit kompetent beherrscht oder gemeistert wird – in der Regel bei jedem Durchlauf mit weniger Anleitung und weniger detailliertem Feedback.

Feld 9. Einige Prinzipien für simulations- und game-basiertes Lernen⁵⁶

- Klare oder sich abzeichnende Ziele (sich abzeichnende Ziele werden klar, wenn der Lernende die Sequenz durchläuft)
- Ein ausgewogenes Schwierigkeitslevel – fordernd, aber erreichbar
- Es gibt ein durchgängiges, verbindendes Thema
- Probleme und Aufgaben sind für den Lernenden relevant
- Der Lernende hat eine Auswahl verschiedener Aktionen zur Verfügung, die innerhalb der Lernumgebung relevant sind
- Aktionen sind für die Domäne/das Szenario relevant und wirken sich direkt auf die Umgebung aus
- Die virtuelle Welt reagiert in angemessener und kohärenter Weise auf die Aktionen des Lernenden
- Die Umgebung ist angemessen neuartig – nicht verblüffend komplex, aber auch nicht so vorhersehbar, dass die Aufmerksamkeit des Lernenden nachlässt.

Beim Entwickeln eines Lerndesigns ist zu berücksichtigen, wie durch die Aktivitätenabfolge sowohl das Interesse des Lernenden aufrechterhalten als auch der Lerneffekt maximiert werden kann. Aktivitäten können vollständig technologiebasiert oder „blended“ sein, d.h. ein Mix aus Einsatz von Technologie und Interaktion mit dem Tutor und/oder anderen Lernenden. Im Web 2.0, in komplexen Spielen und in VR können auch Interaktionsformen integriert werden, die sowohl technologievermittelt als auch direkt sind. Dadurch kann eine Differenzierung ermöglicht werden, bspw. Interventionen und Diskussionen durch die Technologie innerhalb des Lernszenarios (Reflexion während des Handelns) und eine anschließende, umfassendere Begutachtung (Reflexion des Handelns) (siehe weiter unten in diesem Abschnitt). Ein Flussdiagramm aus Sicht des Lernenden auf den erlebten Prozess ist ein nützliches Werkzeug, um diesen Ablauf festzulegen, bevor die einzelnen Komponenten und Interventionen entworfen werden. Dies kann auch helfen zu entscheiden, ob und wie sich die Lernumgebung verändern muss, wenn der Lernende Fortschritte macht, zum Beispiel von theoretischem Unterricht über VR hin zu AR, oder von Einzelunterricht über Gruppenunterricht hin zu Trainings am Arbeitsplatz.

Abbildung 6. Ein einfaches Ablaufdiagramm für die Verwendung von VR, um zu lernen, wie ein Obstbaum beschnitten wird.



⁵⁶ Mit Anpassungen übernommen von Quinn (2014)

6.4 Anleitung, Feedback und Bewertung

Ein häufiger Kritikpunkt bei technologie-basiertem oder durch Technologie aufgewertetes Lernen ist, dass die Anleitung der Lernenden, entweder durch die Technologie oder in Echtzeit durch Lehrer und Ausbilder, nicht immer optimal mit dem übereinstimmt, was benötigt wird, um effektives Lernen zu ermöglichen. Betrachtet man schlechte Lerndesigns, so gibt es entweder insgesamt zu viel zu detaillierte Anleitung und Anweisungen, oder es gibt nicht ausreichend Anleitung, damit die Lernenden schnell die ersten Schritte machen und sich auf sinnvolle Aufgaben zu konzentrieren können⁵⁷.

Zwei Ideen, die hier zum Einsatz kommen können, sind adaptive Anleitung und weiches „Scaffolding“ (Bereitstellung eines „Gerüsts“ für den Lernenden). Adaptive Anleitung⁵⁸ oder „Ausschleichen“⁵⁹ zielt darauf ab, die Lernenden dabei anzuleiten, worauf sie sich in Hinblick auf Inhalte als auch Abfolge der Aktionen konzentrieren müssen. Wenn sie versierter im Umgang mit der Lernumgebung werden oder darin enthaltene Aufgaben meistern, ändert sich der Schwerpunkt von grundlegenden Prozessen hin zu strategischeren Aspekten des Lernens. Ziel ist es, zunehmende Selbststeuerung und Selbstwirksamkeit zu unterstützen, bei Bedarf aber auch wieder mehr Struktur zu bieten. Dies kann vom Tutor erledigt werden, es gibt jedoch auch Möglichkeiten, intelligente Anleitung direkt in die Inhalte zu integrieren.

Beim Scaffolding⁶⁰ handelt es sich um einen metakognitiven Ansatz zur Unterstützung von Problemlösen. Das einfache Modell konzentriert sich darauf sicherzustellen, dass sich die Lernenden der folgenden Aspekte bewusst sind:

- Die wichtigsten Phasen des Gesamtprozesses
- Kenntnisse und Fähigkeiten, auf die zurückgegriffen wird
- Und die spezifischen Prozesse, die verwendet werden müssen.

Ein weiches Scaffolding reagiert in Echtzeit darauf, wie Lernende sich beim Bearbeiten der Aufgabe verhalten, so dass von einer zunächst detaillierten, Schritt-für-Schritt-Anleitung zu einer strategischeren Anleitung gewechselt werden kann, wenn die Lernenden Fortschritte machen, und vorübergehend wieder zurück zu einer detaillierteren Anleitung, wenn sie Schwierigkeiten haben.

Im Prinzip verbessert technologiegestütztes Lernen die Möglichkeiten, den Lernfortschritt zu kontrollieren und Lernenden Feedback zu geben. Einfache computerbasierte Schulungen stützen sich in der Regel auf kurze Tests, die störend sein und vom Lernen ablenken können, fortschrittlichere Technologien können jedoch simultanes Feedback ermöglichen, das, insbesondere im Bereich Gamification, VR/Simulation und 3D-Druck, zu einem natürlichen Bestandteil des Lernprozesses wird, der darauf basiert, dass die Ergebnisse verschiedener Aktionen oder Entscheidungen wahrgenommen werden. Bei Bedarf können zusätzliche Pointer integriert werden, so dass der Lernende einen Schritt zurücktreten und genauer überlegen kann, was er tut. Die Idee der Reflexion während des Handels sowie des Handelns an sich ist hier von Nutzen⁶¹. Reflexion während des Handels, oder auch „heiße“ Reflexion, erfolgt, während die Handlungen erfolgen und ermöglicht es dem Arbeitnehmer oder Lernenden, seine Handlungen anzupassen und deren Ergebnisse zu beeinflussen. Sie ist informell,

⁵⁷ e.g. Bell & Kozlowski (2002), Green (2017), Ang *et al* (2018)

⁵⁸ Bell & Kozlowski (2002)

⁵⁹ Gallagher *et al* (2005)

⁶⁰ An (2014)

⁶¹ Schön (1987)

schnell und oft ziemlich intuitiv. Reflexion der Handlung, oder „kalte“ Reflexion, findet nach dem Ereignis statt und ist bewusster und evaluativer, und ermöglicht Diskussionen und theoretische Überlegungen. Beide Formen können durch technologiebasierte Lernumgebungen unterstützt werden. Reflexion während des Handelns kann beispielsweise durch Echtzeit-Prompts unterstützt werden, während Reflexion über das Handeln effektiver gestaltet werden kann, indem die Technologie Handlungen aufzeichnet und es ermöglicht, sie im Nachhinein erneut anzusehen; dadurch kann vermieden werden, dass Lernsequenzen für Feedback und Diskussion unterbrochen werden müssen⁶².

Die Technologie bietet auch Möglichkeiten, Bewertungsprozesse sowohl für formative (Feedback-) Zwecke als auch für Prüfungen und Qualifikationen zu verändern. Wo die Aktionen der Lernenden verfolgt werden können, kann man sowohl unmittelbares Feedback als auch eine Sequenzierung ermöglichen, so dass die Lernenden Einstiegsphasen oder -aktivitäten meistern, bevor sie zu fortgeschrittenen Phasen bzw. Aktivitäten übergehen. Es können fortlaufende Nachweise für formale Bewertungen erstellt werden, gelegentlich von multiplen Interaktionen, die dazu beitragen, dass der Lernende alle Kriterien erfüllt, die für die Vergabe von Leistungspunkten oder das Erreichen einer Qualifikation erforderlich sind. Bewertungsdesigns werden an dieser Stelle nicht eingehend behandelt (mehr zu Bewertungen im Abschnitt 7.3), im Allgemeinen begünstigt dieser naturalistischere Einsatz von Technologie eher kriterien-basierte als normative Bewertungsprozesse, bei denen Lernende klar definierte Kriterien anstatt erfüllen müssen anstatt Leistungen im Vergleich zu einer Norm zu erbringen oder einen bestimmten prozentualen Anteil einer Note erreichen müssen⁶³. Im Gegenzug erfordert dies eine Aussage darüber, was im Hinblick auf das Kompetenzniveau erwartet wird. Für spezifische Bewertungsaufgaben kann Technologie vom Typ VR Möglichkeiten bieten, Bewertungen außerhalb des Arbeitsplatzes realistischer und natürlicher zu gestalten und gleichzeitig mehr Informationen erfassen zu können als bei einer typischen Bewertung am Arbeitsplatz.

⁶² Kikkawa & Mavin (2018) diskutieren dies in Bezug auf Flugsimulator-Trainings.

⁶³ Härtel et al (2018)

7 Evaluation

Zur Evaluation von Unterricht und Ausbildung gehören die Fragen “wie effektiv ist dies und welchen Wert hat es, das zu tun?”. Der Wert der Evaluation liegt in der Verwendung als Mittel, um Lerndesigns und Unterrichts-/Ausbildungsmethoden zu verbessern oder die Effektivität eines Ansatzes mit einem anderen zu vergleichen (wie bei der Einführung neuer Technologien).

Viele Evaluationen konzentrieren sich lediglich auf die Effektivität und beantworten selbst diese manchmal nicht sehr gut (wenn z.B. nur subjektive Methoden wie beispielsweise Feedbackbögen für die Lernenden verwendet werden). Das bedeutet nicht, dass das Feedback der Lernenden unwichtig ist, als einziger Beleg für die Effektivität eines Programms oder einer Schulung ist es aber in der Regel zu stark eingeschränkt.

7.1 Das vierstufige Evaluations-Modell

Das Katzell/Kirkpatrick-Modell⁶⁴, das aus vier Stufen oder Niveaus besteht, ist ein weit verbreitetes Evaluationsmodell für Schulungen. Es wurde in 1950er Jahren in einem betrieblichen Ausbildungskontext entwickelt, und mittlerweile finden sich verschiedene Kritikpunkte daran wie auch neuere (und häufig komplexere) Modelle⁶⁵. Dennoch ist es nach wie vor nützlich als Ausgangspunkt für Überlegungen zur Evaluation von Lernepisoden oder Lernsequenzen. Zu beachten ist, dass die Stufen aus der Sicht des Lernenden voneinander unabhängig sind, z.B. bedeutet positives Feedback nicht notwendigerweise effektives Lernen, welches wiederum nicht immer zu einer besseren Praxis am Arbeitsplatz führt.

1. *Feedback*: Reaktionen der Lernenden (und Ausbilder) zum Kurs oder der Unterrichtseinheit, was gut gelaufen ist, was hätte verbessert werden können. Eine gängige Methode zum Erheben dieser Informationen ist ein Fragebogen am Ende der Unterrichtseinheit, aber es können aber auch andere qualitative Methoden wie Einzelgespräche oder Gruppendiskussionen verwendet werden.
2. *Lernen*: die bei Fähigkeiten, Kenntnissen und Handlungen beobachteten Handlungen. Dies wird in der Regel durch eine Form von Bewertung (formal oder informell) ermittelt, aus der hervorgeht, ob die für die Schulung identifizierten Ziel erreicht wurden. Auch andere Informationsquellen können genutzt werden, wie beispielsweise Messungen der Zeit, die benötigt wird, um in einer Aufgabe kompetent zu werden und Selbstberichte der Lernenden darüber, was sie gelernt haben (diese neigen dazu, subjektiver zu sein, können aber Lernfortschritte aufzeigen, die über die ursprünglichen Ziele hinausgehen). Im Idealfall sind kurz- und langfristige Erkenntnisse nützlich, um aufzuzeigen, welcher Anteil des Gelernten im Laufe der Zeit erhalten bleibt.
3. *Anwendung*: wie das Gelernte am Arbeitsplatz angewendet wird. Nachweise hierfür kann beispielsweise durch Beobachtung oder Tests am Arbeitsplatz, Rückmeldungen von Lernenden,

⁶⁴ Das Modell wurde von Raymond Katzell entwickelt (siehe Kirkpatrick 1956 für Katzells Originalversion) und von Kirkpatrick in mehreren Büchern modifiziert und vorangebracht (z.B. Kirkpatrick 1994).

⁶⁵ z.B. Holton (1996), Sutton (2006), Thalheimer (2018). Thalheimer's 8-stufiges LTEM-Modell ist einer Weiterentwicklung des 4-stufigen Modells, welches gut erklärt und leicht anwendbar ist. Bond *et al* (2019) haben ein Evaluationsmodell speziell für Augmented Reality entwickelt, dieses ist jedoch für umfangreiche Programme konzipiert und für typische Berufsausbildungs-Anwendungsszenarien zu komplex.

Kollegen und Vorgesetzten und direkte Daten wie Kundenfeedback, Arbeitsqualität, reduzierte Abfälle, höhere Geschwindigkeit etc. erhoben werden.

4. *Effekt*: der Effekt von Veränderungen, z.B. auf Produktivität und Rentabilität, Vertrieb, Expansion der Geschäftstätigkeit, Arbeitsklima, Anwesenheit und Bindung der Mitarbeiter etc. Dies ist ein wichtiger Schritt für Organisationen, insbesondere, wenn sie in Schulungen investiert haben, um ein Problem zu lösen, die Effektivität zu verbessern oder neue Geschäftsmöglichkeiten zu schaffen. Allerdings ist der Effekt aus der Perspektive des Anbieters (z.B. einer Hochschule oder einer Bildungsorganisation) oft schwierig zu bestimmen, und andere Effektivitätsmaßnahmen – wie beispielsweise Lernziele oder Lernfortschritte bei der Arbeit – können angemessener sein⁶⁶.

7.2 Komparative Evaluation

Die Einführung neuer Technologien in Unterricht und Ausbildung erfordert eine Art von komparativer Evaluation, wenn ihre Effektivität und Wert untersucht werden sollen. Wie bei der Einführung von computergestützten Schulungen und E-Learning maskiert der „Wow“-Faktor manchmal Aspekte, die eigentlich nicht so gut funktionieren oder weniger kosteneffektiv sind (siehe Abschnitt 5 des vorliegenden Handbuchs). Im Ausgleich dafür haben Evaluationen⁶⁷ im Allgemeinen die Verwendung von VR und (stärker) von AR unterstützt und Vorteile wie erhöhten Lernzuwachs, größeres Engagement und eine stärkere Motivation aufgezeigt, welche im Vergleich zu Problemen und Nachteilen klar überwiegen. Zu den festgestellten Problemen und Einschränkungen gehören:

- Das Lösen technischer Probleme, wie das Aufrechterhaltung des AR-Trackings, kann den Lernprozess behindern.
- Die Technologie und die Zeit, den Umgang damit zu erlernen, können die Zeit reduzieren, die für das Lernen von Themen und Fähigkeiten zur Verfügung steht (nimmt wahrscheinlich ab, wenn die Technologie stärker in den Alltag integriert wird).
- Auch wenn man den oben genannten Aspekt außer Acht lässt, ist technologievermitteltes Lernen nicht immer schneller oder effektiver als konventionelle Methoden; dies kann einen besonderen Faktor für schnellere oder stärker intellektuell orientierte Lernende darstellen.
- VR kann die Interaktion zwischen Lernenden reduzieren und Schulungseinheiten dadurch unbeabsichtigt unflexibler machen sowie natürliche Möglichkeiten für Peer-Feedback reduzieren.
- Es kann eine Qualifikationslücke zwischen dem Lernen mit VR und der Anwendung des Gelernten in der realen Welt geben.
- In einer Studie waren die manuellen Fertigkeiten bei der Verwendung von AR schlechter als ohne.

Im Idealfall sollten bei der komparativen Evaluation zwei oder mehr Gruppen von Lernenden parallel untersucht werden, wobei eine Gruppe bestehende Methoden verwendet (die „Kontrollgruppe“) und die andere Gruppe technologievermittelte Methoden. Andere Unterschiede zwischen den beiden Gruppen

⁶⁶ Diese Phase wurde bei Evaluationen von technologie-basiertem Lernen selten miteinbezogen, z.B. Jin *et al* (2018).

⁶⁷ Bacca *et al* (2014), Sirakaya & Alsancak Sirakaya (2018), Silva *et al* (2018) und Garzón & Acevedo (2019) liefern Zusammenfassungen oder Meta-Analysen, wohingegen Gavish *et al* (2015) eine Evaluation von VR und AR für Montageaufgaben liefert, und Kaul & Smith (2018) im Kontext von Sicherheit im Bahnverkehr.

sollten auf ein Minimum beschränkt werden, z.B. die gleichen Ziele, vergleichbare Aufgaben und Lerndesign, idealerweise denselben Ausbilder. Wenn das nicht möglich ist, können die beiden Gruppen aufeinander folgen, vorausgesetzt, es gibt keine weiteren größeren Änderungen. Manchmal sind beide Ansätze relevant, z.B. werden parallele Gruppen verwendet um einzelne Schulungseinheiten oder kurze (z.B. eintägige) Kurse zu vergleichen, während eine sequenzielle Evaluation durchgeführt wird, um Programme beispielsweise zwischen einem Jahr und dem darauffolgenden Jahrgang zu vergleichen.

Wenn es möglich ist, Lernende für die Gruppen auszuwählen, wählen Sie entweder eine zufällige Zuordnung oder achten Sie darauf, dass jede Gruppe hinsichtlich der Lernenden ausgewogen ist – z.B. dass keine Gruppe eine unverhältnismäßige hohe Anzahl an leistungsschwachen oder leistungsstarken oder technisch besonders versierten Lernenden oder Lernenden mit mehr Vorerfahrung in Bezug auf die behandelten Aufgaben oder den Themenbereich hat. Wo Lernende aus verschiedenen Organisationen kommen, kann es auch hilfreich sein, Lernende aus derselben auf die Gruppen aufzuteilen.

Evaluationsmethoden (siehe Abschnitt 7.3) dürften verschiedene quantitative und qualitative Daten liefern. Beim Vergleich von quantitativen Daten zwischen zwei Gruppen kann ein ungepaarter, beidseitiger t-Test verwendet werden, um festzustellen, ob der Unterschied zwischen ihnen statistisch signifikant ist (es existieren verschiedene Online-Rechner, in die die Daten eingegeben werden können⁶⁸). Die Gruppengröße muss nicht übereinstimmen, um valide Ergebnisse zu erhalten. Alternativ können Sie den Quartilsabstand für einen schnellen visuellen Vergleich verwenden. Diesen erhält man, indem die Ergebnisse (z.B. die Zeit zur Bearbeitung einer Aufgabe, die Anzahl der Fehler, etc.) von jeder Gruppe geordnet und die oberen und unteren 25% ignoriert werden, so dass der Vergleich nicht durch besonders leistungsstarke oder leistungsschwache Lernende beeinflusst wird.

7.3 Komparative Evaluationsmethoden

Anhang B enthält einige Beispielpläne für Feedback, Beobachtung und Berichte durch Vorgesetzte.

Feedback (Stufe 1)

Fragebögen am Ende einer Schulungseinheit oder eines Programms sind eine gängige Methode, Feedback zu erheben, aber wie bereits zuvor erwähnt, werden dabei nur subjektive „Stufe 1“ – Informationen erhoben. Feedback ist für die Verbesserung von Lerndesigns und Schulungsinhalten nützlicher als für Vergleichszwecke, obwohl es Aspekte hervorheben kann, die für eine Gruppe bedeutsamer sind als für die andere. Fragen müssen sorgfältig formuliert werden, um aussagekräftige Antworten zu erhalten. Beispiele, die auf früheren komparativen Evaluationen basieren, sind in Anhang B aufgeführt.

Es kann sinnvoll sein, zusätzliche Informationen von der Gruppe zu erheben, die die Technologie verwendet, insbesondere dazu, wie leicht oder schwer den Lernenden der Umgang mit der Technologie fällt und inwiefern Lernende denken, dass ihr Lernprozess durch die Technologie unterstützt (oder behindert) wurde. Das ist in Ordnung, sofern die anderen Fragen für die beiden Gruppen identisch sind.

⁶⁸ Zum Beispiel <https://www.graphpad.com/quickcalcs/ttest1/>, <https://www.socscistatistics.com/tests/studentttest/default.aspx>

Eine alternative oder zusätzliche Methode besteht darin, eine Feedbackrunde mit den Lernenden durchzuführen. Der Hauptvorteil besteht darin, dass hierdurch Diskussionen ermöglicht und mehr Informationen zur Verbesserung der Schulung geliefert werden. Eine sorgfältige Gestaltung ist erforderlich, um zu verhindern, dass selbstbewusste oder sehr offene Teilnehmer mehr Aufmerksamkeit bekommen. Der Nachteil für komparative Zwecke ist, dass Daten zwischen verschiedenen Gruppen schwieriger zu vergleichen sind, so dass Feedbackrunden in der Regel besser nur als ergänzende Methode verwendet werden sollten, um qualitatives Feedback zu bekommen.

Beobachtung (Stufe 2)

Beobachtung kann objektive Daten liefern, die zwischen Gruppen verglichen werden können, ohne dass dafür formale Untersuchungen erfolgen müssen. Vorab muss ein Beobachtungsplan mit den entsprechenden Kriterien erstellt werden. Wenn verschiedene Ausbilder die Beobachtung durchführen, sollte der Plan vor Durchführung der Schulungseinheiten besprochen werden und hinterher verglichen werden, wie die Kriterien jeweils angewendet wurden. Beobachtung kann u.a. folgende Aspekte erfassen⁶⁹:

- Welches Kompetenzniveau erreichen die einzelnen Lerner am Ende der Schulungseinheit oder des Kurses? Dies erfordert klare Kriterien für jedes Niveau.
- Wie lange brauchen Lernende, um eine Aufgabe zu bearbeiten oder um ein kompetentes Niveau zu erreichen? Auch hier müssen vorab Kriterien für Abschluss der Bearbeitung einer Aufgabe oder Erreichen eines kompetenten Niveaus festgelegt werden.
- Wie viele Fehler machen die einzelnen Lernenden?
- Wie viele Fragen stellen die einzelnen Lernenden? Fragen zur Beseitigung von Unklarheiten müssen von Fragen unterschieden werden, die auf den Erwerb von Wissen, das für die Bearbeitung der Aufgabe notwendig ist, hinausgehen.

Bewertung (Stufe 2).

Eine (formale oder informelle) Bewertung bietet eine gute Möglichkeit aufzuzeigen, welcher Punkt am Ende einer Schulungseinheit, eines Kurses oder eines Programms erreicht wurde. Bei formalen Bewertungen (d.h. zur Zertifizierung) sind oft bereits Maßnahmen zur Sicherung von Qualität und Vergleichbarkeit vorgesehen, die folgenden Punkte sind jedoch für alle vergleichenden Bewertungen relevant⁷⁰:

- Die Bewertung sollte die Ziele der Schulungseinheit widerspiegeln – falls z.B. das Ziel darin besteht, eine praktische (einfache oder komplexe) Fertigkeit zu entwickeln, dann sollte eher diese getestet werden anstatt beispielsweise nur der Wissenszugewinn.
- Klare Kriterien für das Bestehen (oder das Erreichen verschiedener Noten oder Stufen innerhalb) des Tests. Eine benotete Prüfung – in der Regel mit 3 bis 5 Noten oder Niveaus – ist in der Regel für Vergleichszwecke sinnvoller, vorausgesetzt, die Noten haben genau definierte Kriterien.

⁶⁹ nach Rios *et al* (2011).

⁷⁰ Lester (2011) liefert ein Handbuch für arbeitsbasierte, mit Kriterien referenzierte Bewertungen aus dem TRAVORS2-Projekt: <http://devmts.org.uk/assmt.pdf>.

Alternativ, falls die Bewertung lediglich zum Testen des Wissenserwerbs dienen soll, kann die Anzahl der korrekt beantworteten Fragen als Maß verwendet werden.

- Gemeinsame Interpretation zwischen den Gruppen. Die objektivste Bewertung besteht darin, eine Person, die nicht an der Schulung beteiligt war, zur Bewertung aller Lernenden einzusetzen, ohne dass diese Person weiß, welcher Lernende in welcher Gruppe war. Alternativ ist der Einsatz desselben Ausbilders (der beide Gruppen unterrichtet hat) oder einer dritten Person („Moderator“) möglich, um die Bewertungen zu vergleichen.

Der Zeitpunkt der Bewertung muss ebenfalls berücksichtigt werden, da Leistungen im Laufe der Zeit unterschiedlich ausfallen können, z.B. liefert eine Methode vielleicht gute Ergebnisse für unmittelbare Abrufe und Leistungen, aber eine andere Methode eignet sich besser für längeres Behalten. Wenn die Dauer des Programms es zulässt, kann eine unmittelbare Bewertung (die formativ eingesetzt werden kann, um Feedback zum Gelernten zu geben) durch eine spätere summative Bewertung ergänzt werden.

Anwendung (Stufe 3).

Im Idealfall sollte die Anwendung anhand einer Arbeitsbewertung beurteilt werden, nachdem die Lernenden die Möglichkeit hatten, das Gelernte zu konsolidieren und anzuwenden. Soweit relevant und durchführbar, kann dies eine formale Bewertung der Kompetenz oder der praktischen Tätigkeit sein, die am Arbeitsplatz oder unter Verwendung von Nachweisen aus Arbeitstätigkeiten durchgeführt wird⁷¹. Wie oben muss dabei sorgfältig vorgegangen werden, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Wenn dies nicht praktikabel ist, kann alternativ Feedback von den Vorgesetzten der Lernenden sowie in gewissem Maße von den Lernenden selbst verwendet werden. Dies sollte mit sorgfältig konstruierten Fragen erfasst werden, da es sonst tendenziell subjektiv, inkonsistent und schwierig zwischen verschiedenen Lernenden vergleichbar ist. Ein Beispiel hierfür ist in Anhang B angegeben.

⁷¹ Lester (2011)

8 Qualifizierung der Ausbilder

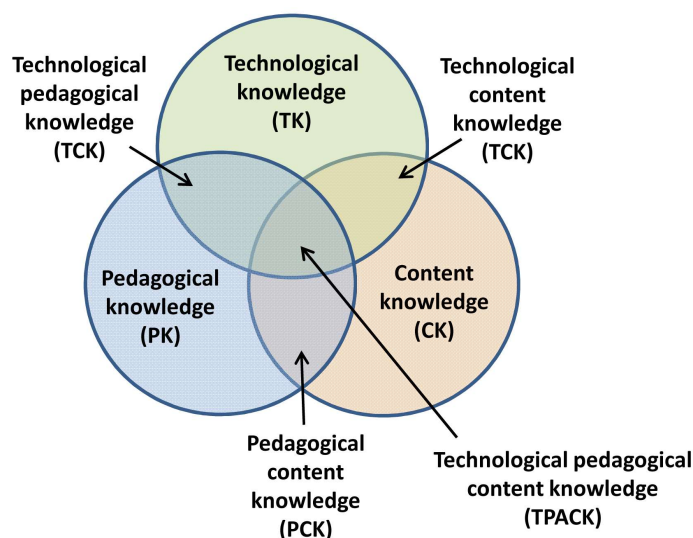
Die Einführung neuer Technologien im Unterrichts- und Lernprozess führt häufig zu Weiterbildungsbedarfen bei Ausbildern. Dies bedeutet keine erneute Beschäftigung mit den Prinzipien von Unterricht und Ausbildung, kann jedoch die Nutzung der Technologie beinhalten, zu verstehen wie sie sowohl für die Ausbildung allgemein als auch für die Vermittlung von spezifischen Inhalten oder Lernzielen verwendet werden kann sowie Veränderungen von Lerndesigns und Unterrichtsmethoden, um sie optimal zu nutzen. Im unten beschriebenen TPACK-Modell liegt der Fokus auf dem oben grünen Kreis und insbesondere auf den Bereichen, in denen es zu Überschneidungen mit den anderen beiden Kreisen kommt.

8.1 TPACK

Das von Koehler & Mishra⁷² entwickelte "TPACK"-Modell („Technological Pedagogical Content Knowledge“, zu Deutsch: Technologisch-Pädagogische Inhalte und Wissen) stellt einen nützlichen Rahmen für die Analyse dessen, was Lehrer und Ausbilder bedenken müssen, um Technologie effektiv einzusetzen, zur Verfügung.

Das Modell geht davon aus, dass Unterrichten mit Technologie Kenntnisse darüber erfordert, was unterrichtet werden soll (Inhalte), über Unterrichtsansätze und -methoden (Pädagogik) sowie über die Technologie selbst. Ein gemeinsames Leitmotiv in der Bildungswissenschaft ist, dass, um ein Thema zu unterrichten, nicht nur Kenntnisse über das Thema und Kenntnisse darüber, wie man unterrichtet, benötigt werden, sondern dass man auch in der Lage sein muss, Kenntnisse zu einem Thema so zu organisieren und zu interpretieren, dass es für den Unterricht sinnvoll ist und vorauszusehen, wo Lernende Schwierigkeiten haben und Fehler machen könnten („pedagogical content knowledge“, zu Deutsch „pädagogisches Inhaltswissen“ im untenstehenden Diagramm)

Abbildung 7. Das "TPACK"-Modell (nach Koehler & Mishra 2009).



⁷² Mishra & Koehler 2006, Koehler & Mishra 2009

Durch die Einführung von Technologie entsteht dabei eine weitere Dimension, da es notwendig ist, zu wissen, wie die Technologie funktioniert (TK), wie die Technologie sich auf das Feld auswirkt und daher das Wissen, das erforderlich ist, um darin zu arbeiten (TCK), wie die Technologie am effektivsten für den Unterricht eingesetzt werden kann (TPK) und wie die Technologie eingesetzt werden kann, um in einem bestimmten Bereich zu unterrichten (TP[A]CK). Die folgenden Hinweise erweitern jeden dieser Bereiche im Rahmen der Ausbildung der Ausbilder und verweisen auf vorherige Teile des Handbuchs.

- Technologie-Kenntnisse (TK) müssen über „Computer-Kompetenz“ oder dem Äquivalent dazu hinausgehen, um die entsprechende Technologie produktiv verwenden zu können, zu erkennen, wann sie helfen kann, ein Ziel zu erreichen und wann sie hinderlich dafür sein kann und um über Neuerung auf dem Laufenden zu bleiben. In Abschnitt 5 werden TK in Bezug auf VR, AR und 3D-Druck vorgestellt.
- Beim Technologischen Inhaltswissen (Technological content knowledge, TCK) geht es darum, wie Technologie im entsprechenden Bereich eingesetzt wird. Dazu gehören sowohl neu entstehende Einsatzmöglichkeiten als auch die Auswirkungen der Technologie auf den Bereich und die Art und Weise, wie die Arbeit durchgeführt wird. Technologisches und bereichsspezifisches Wissen interagieren oft auf eine Weise, die komplexer ist als eine simple Anwendung der Technologie auf Arbeitsaufgaben; Koehler und Mishra führen Röntgenuntersuchungen in der Medizin als Beispiel hierfür an, wobei sich das Feld selbst als Resultat der Einführung der Röntgentechnologie verändert hat. In Abschnitt 2 werden die Auswirkungen von Technologie auf verschiedene Berufsfelder untersucht.
- Technologisch-pädagogisches Wissen (technological pedagogical knowledge, TPK) beschäftigt sich damit, wie Technologie für effektives Lehren und Lernen genutzt werden kann und wie sich Unterricht und Lernen verändern können – oder anders angegangen werden müssen – wenn Technologie eingesetzt wird. In Abschnitt 6 werden Unterricht und Lernen im Kontext neuer Technologien behandelt.
- Technologisch-pädagogisches Inhaltswissen (technological pedagogical content knowledge, TPACK oder TPACK) umfasst die Integration von Inhalten, Lehr- und Lernprinzipien und -technologien, so dass die effektivsten Methoden für den jeweiligen Bereich und die jeweilige Art der Inhalte verwendet werden. Dem kann der Kontext als zusätzliche Dimension hinzugefügt werden, wie im Abschnitt Lernbedarfe (3) erläutert. Nach Koehler und Mishra erfordert effektive Arbeit im TPACK-„Raum“ einen sicheren und gewandten Umgang mit Inhalten, Pädagogik und Technologien.

8.2 Das DiMBA-Projekt

DiMBA⁷³ war ein deutsches Projekt, welches den Einsatz digitaler Medien in der beruflichen Bildung untersucht hat. Dabei wurde ein etabliertes Modell von Schulen⁷⁴ genommen und an einen Ausbildungs-Kontext angepasst sowie die Schulungsbedarfe von betrieblichen Ausbildern erhoben. Dieses Modell kann leicht in Bezug zu TPACK gesetzt werden.

⁷³ Härtel et al (2018)

⁷⁴ Blömeke (2000)

Das DiMBA-Modell umfasst eine Reihe von Voraussetzungen für die Arbeit mit digitalen Medien (TK), die zusammengefasst werden können als die Fähigkeit:

- Die entsprechenden Geräte und Software bedienen zu können
- Entsprechende digitale Medien gestalten und erstellen zu können
- Digitale System bewerten zu können (wie in Abschnitt 5)
- Digitale Medien und damit verbundene Themenstellungen kritisch reflektieren zu können.

Der Hauptteil des Modells beschäftigt sich mit einer übergreifenden Pädagogik der digitalen Medien, die in drei Teile unterteilt ist (TPK, letzter Teil TPCK). Dies lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Unterrichtskompetenz für digitale Medien

- Digitale Medien auswählen, entwickeln und nutzen, um die Qualität und Wirksamkeit des Lernens zu verbessern, und dabei den jeweiligen Kontext der Lernenden berücksichtigen

Bildungskompetenz für digitale Medien

- Einen kritisch reflektierenden Ansatz in der Bildung mit digitalen Medien verfolgen, einschließlich kontextbezogener und daraus abgeleiteter Themen wie Cybermobbing, Datenschutz, Sicherheit und Datenschutz

Integrationskompetenz für digitale Medien

- Digitale Medien in Unterricht und Lernen im beruflichen Kontext und im Organisations-/Arbeitsumfeld integrieren.

Zu den im Projekt ermittelten spezifischen Schulungs- und Ressourcenbedarfen gehören:

- Berufsspezifische Beispiele für good practice, Fallstudien und kuratierte Inhalte
- Geistiges Eigentum, Datenschutz und Datensicherheit
- Unterstützung im Umgang mit Cybermobbing
- (Zertifizierte) Kurse zur Entwicklung medienpädagogischer Kompetenzen
- Ressourcen zur Entwicklung digitaler Materialien und Ressourcen und um die Gestaltung digitaler Lernumgebungen zu unterstützen
- Informationen und Instrumente zur Unterstützung kompetenzbasierter Bewertungen.

8.3 Standards für das Unterrichten mit Technologie

Standards für das Unterrichten mit Technologie sind nützlich, um sowohl Programme zur Ausbildung der Ausbilder in einen externen, möglicherweise akkreditierten Rahmen zu integrieren als auch als Erinnerung an das Spektrum und die Bandbreite der Kompetenzen auf verschiedenen Ebenen für den Unterricht mit digitalen Technologien und Ressourcen.

Der digitale Europäische Kompetenzrahmen für Lehrkräfte (DigComp Edu)⁷⁵ ist eine spezielle Weiterentwicklung des DigComp Rahmens für Lehrer und Ausbilder. Er deckt einen großen Bereich ab und verwendet eine Progressionsskala mit sechs Stufen vom Einsteiger bis zum Vorreiter ab.

⁷⁵ Erhältlich über den EU Science Hub, <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcompedu>

In Großbritannien wurde ein Modell speziell für den Unterricht in der Berufsbildung entwickelt. Der **Digitale Fachliche Unterrichtsrahmen**⁷⁶ stützt sich auf DigComp Edu und die Standards der Organisationen für die Entwicklung von Personal in der Berufsbildung (ETF) und Informationsdienste im Hochschulbereich (JISC), um einen spezifischeren Rahmen für die Berufsbildung zu schaffen. Dieses verwendet ein einziges Set von Standards, bietet jedoch Anwendungsbeispiele auf drei Ebenen.

Eine Zusammenfassung dieser Modelle ist in Anhang D enthalten.

8.4 Lerndesign, Bewertung und Evaluation

Viele der Punkte in Abschnitt 6 und 7 gelten gleichermaßen für die Schulung der Ausbilder. Wenn die Ausbildung von der eigenen Organisation der Lehrer oder Ausbilder durchgeführt wird, können oft mehr Möglichkeiten zwischen dem Kurs und der eigenen Arbeit der Ausbilder integriert werden, so dass ein Teil der „Kursarbeit“ darin bestehen kann, technologievermittelte Unterrichtseinheiten zu entwerfen, durchzuführen und zu evaluieren. Dabei sind u.a. folgende wichtige Punkte zu beachten:

- Stellen Sie sicher, dass die Ausbilder gründlich mit der Technologie und ihrer Verwendung in ihren Fachbereichen vertraut sind, bevor sie mit dem Entwerfen und der Durchführung der Schulungen beginnen. Dies umfasst die Teile TK, TCK und TPK, sowie in gewissem Umfang TPCK, im TPACK-Modell – d.h. die Abschnitte 5, 6 und 7 des vorliegenden Handbuchs. Es wird vorgeschlagen, mehrere Schulungseinheiten durchzuführen, damit Ausbilder lernen und sich ausprobieren können, bevor sie damit beginnen, die Prinzipien zurück in ihrem Unterricht/an ihrem Arbeitsplatz anzuwenden. Dies schließt Lernen in der Praxis nicht aus, aber Ausbilder, die nicht über die grundlegenden Kompetenzen in diesen Aspekten verfügen, laufen Gefahr Technologien schlecht einzuführen, wodurch das Lernen beeinträchtigt wird und eventuell Widerstände entstehen.
- Ein strukturierter Prozess ist sinnvoll, um Ausbilder dabei zu unterstützen, Technologien in ihre Unterrichtseinheiten einzuführen, bspw. basierend auf einer kleinen Anzahl von Lernszenarien, wobei alles im Voraus geplant wird (einschließlich der Entwicklung aller erforderlichen technologischen Inhalten). Der Prozess zur Ausbildung der Ausbilder kann Ausbildern helfen, jedes Szenario so zu entwickeln, dass die Technologie in geeigneter Weise eingesetzt wird (Abschnitt 5), gut konzipiert ist, Feedback und Anleitung, die relevant für die Lernenden und das Lerndesign relevant sind einbezogen werden (Abschnitt 6) und Evaluation und Bewertung umfasst (Abschnitt 7). Es ist besonders hilfreich, wenn Ausbilder eine komparative Evaluation zwischen dem Unterrichten desselben Themas mit und ohne Technologie durchführen.
- Auch die Ausbildung der Ausbilder muss bewertet und evaluiert werden. Die oben genannten Schulungseinheiten/Szenarien und deren Evaluationen sind ein gutes Beispiel hierfür.

⁷⁶ Veröffentlicht von der Education and Training Foundation in the UK (EN): Links zu Zusammenfassungen und das komplette Handbuch unter <https://www.et-foundation.co.uk/supporting/support-practitioners/edtech-support/digital-skills-competency-framework/>

Anhang A: Bewertung der Auswirkungen von Technologie auf ein Berufsfeld

Die folgenden Prompts wurden sowohl für den Entwurf von Fragebögen als auch für Diskussionen in Expertengruppen konzipiert. Sie sollten an den jeweiligen Beruf und die Branche angepasst werden.

Definition

Zu Beginn der Schulung oder des Fragebogens muss der Beruf definiert werden. Falls keine allgemein akzeptierte Definition existiert, die von jedem verstanden wird – z.B. ein nationales Ausbildungsprogramm für den Beruf, mit dem alle vertraut sind oder eine weithin verstandene Berufsbezeichnung –, dann geben Sie entweder eine kurze Definition wie in Abschnitt 1 oder einen Weblink an.

Kontext

Für einen Fragebogen sollten Sie sich zunächst ein Bild vom Kontext des Befragten machen. In einer Diskussionsgruppe können die Teilnehmer gefragt werden, aus welcher Art von Organisation sie kommen und aus welcher Perspektive sie beitragen. Zu den kontextbezogenen Fragen gehören:

- Art der Rolle – z.B. Praktiker (in dem diskutierten Beruf), Auszubildender, Führungskraft (in dem jeweiligen Beruf), betrieblicher Ausbilder, Berufsschullehrer/Ausbilder, Branchenexperte, Forscher/Akademiker.
- Art der Organisation oder des Industriezweigs – wenn es verschiedene Sektoren gibt, z.B. Produktion, Einzelhandel, Service, oder öffentlich, privat, freiwillig. Externe Kommentatoren (der letzten 3 oben genannten Kategorien) können gefragt werden, ob sie bestimmte Kategorien kommentieren.
- Organisationsgröße – Eurostat-Kategorien sind <10 Personen, 10-49, 50-249 und 250+ Personen. In einigen Branchen kann es auch sinnvoll sein, 1-2s und z.B. 1000+, 5000+ zu unterscheiden. Externe Kommentatoren können gefragt werden, ob sie vorwiegend mit einer bestimmten Kategorie oder bestimmten Kategorien befasst sind.
- Es ist zwar subjektiver, kann aber dennoch sinnvoll sein, Teilnehmer zu befragen, ob sie denken, dass ihre Organisationen Innovationsführer, frühe Anwender, Teil der Durchschnittsgruppe oder langsame Anwender in Bezug auf Technologien sind.

Technologien

Bei dieser Frage geht es um "neue" Technologien, die von Teilnehmern oder Befragten genutzt oder deren Nutzung von ihnen beobachtet wird. Wenn dabei Technologien identifiziert werden, erkundigen Sie sich danach, wofür sie verwendet werden. Die Frage kann auch in „jetzige Verwendung“ und

„Testen/erwartete Verwendung in den nächsten fünf Jahren“ aufgeteilt werden. In einem Fragebogen kann es hilfreich sein, branchenrelevante Technologien auszuwählen, z.B.:

- Virtual Reality/Simulation
- Augmented Reality
- 3D-Druck
- 3D-Scan
- Mobile Roboter
- Vernetzte Geräte, z.B. „Internet of Things“
- Intelligente („Smarte“) Kontrollsysteme
- Intelligente („Smarte“) Diagnose-/Analysesysteme.

Eine mögliche, damit zusammenhängende Frage ist, ob das volle Potenzial der Technologie ausgeschöpft wird, und falls nicht, ob dies auf (a) Einschränkungen durch die Technologie selbst, (b) mangelnde Fähigkeiten, Kenntnisse oder Selbstbewusstsein in einem Teil der Organisation, (c) fehlende Investitionen z.B. in aktualisierte Software oder auf andere Gründe zurückzuführen ist.

Aufgaben

Dies betrifft die Auswirkungen der Technologie auf Aufgaben und Aktivitäten. In Fragebögen wird freier Platz benötigt, damit die Befragten ggf. für mehrere Technologien Antworten geben können. Fragen Sie die Befragten für jede ausgewählte Kategorie, wie dies geschieht; dies kann mehrere Aufgaben für eine Art von Technologie umfassen. Fragen Sie auch, ob sich dies in den nächsten fünf Jahren voraussichtlich ändern wird.

- Aufgaben, die automatisiert wurden oder automatisiert werden
- Aufgaben, die teilweise automatisiert wurden
- Aufgaben, die wegfallen, weil sich Arbeitsweisen geändert haben
- Aufgaben, die einfacher, effektiver oder effizienter werden
- Neue Aufgaben, die im Zusammenhang mit der Technologie entstehen
- Neue Aufgaben, die in Bezug auf veränderte Arbeitsweisen entstehen

Qualifikationsbedarfe

Diese Frage steht in engem Zusammenhang mit den beiden oben genannten, es handelt es sich aber nicht um das gleiche – da einige neue oder veränderte Aufgaben sowie die Bedienung einer Technologie schnell im Arbeitsprozess gelernt werden können. Fragen Sie, welche neuen Fähigkeiten erforderlich sind, um:

- Neue Technologien einzusetzen und damit zu arbeiten
- Die Technologie zu nutzen, um bestimmte Aufgaben auszuführen
- Neue Aufgaben auszuführen, die durch die Technologie geschaffen wurden (dies könnte z.B. darin bestehen, von einer „Bediener“-Rolle hin zu einer Rolle, die sich mit der Einrichtung und der Qualitätssicherung befasst zu wechseln)
- Sich an neue Arbeitsweisen anzupassen (z.B. die Notwendigkeit, sich verstärkt selbst zu organisieren und Verantwortung für die tägliche Arbeit übernehmen zu müssen, oder wenn sich die Rolle aufgrund der geringeren Zeit, die für Routineaufgaben aufgewendet wird, erweitert hat).

Wenn neue Fähigkeiten identifiziert werden, ist es auch sinnvoll, das erforderliche Kompetenzniveau zu ermitteln – möglicherweise getrennt für neu qualifizierte Berufseinsteiger und erfahrene

Arbeitskräfte. Eine einfache Skala (z.B. vom Anfänger zum Experten oder eine einfache Drei-Punkte-Skala) kann hierfür nützlich sein.

Wo sind die drängendsten Qualifikationslücken – momentan und für die nächsten fünf Jahre prognostiziert – für (a) bestehende Arbeitskräfte und (b) Neueinsteiger (aus Berufsausbildungsprogrammen oder ähnlichem)?

Redundante Qualifikationen

Diese Frage beschäftigt sich damit, ob derzeit mit dem Beruf verbundene oder in den Berufsausbildungsprogrammen vermittelte Fähigkeiten eventuell nicht mehr benötigt werden. Fragen Sie nach den Folgen des Verlusts der Fähigkeiten: Könnten Sie immer noch für besondere Anwendungen oder für Eventualitäten und Pannen benötigt werden?

Hindernisse beim Lernen

Diese Frage ist besonders relevant für die Weiterbildung vorhandener Arbeitnehmer.

Gibt es in dem Beruf/der Branche besondere Hindernisse beim Erwerb neuer Kompetenzen? Es können einige Hinweise gegeben werden, z.B. Faktoren, die die Zeit am Arbeitsplatz oder die Flucht vor der Arbeit betreffen, die Art, wie Aufgaben organisiert sind, Wissen darüber, wo man Hilfe bekommen kann, die Einstellung der Arbeitnehmer zu Schulungen/Lernen, die Einstellungen der Führungskräfte zur Unterstützung von Weiterbildung/Lernen oder zur Entlassung von Personal etc.

Anhang B: Tools zur Durchführung komparativer Evaluationen

Im Folgenden finden Sie verschiedene Vorlagen zur Durchführung einer einfachen komparativen Evaluation, wie in Abschnitt 7 des vorliegenden Handbuchs beschrieben. Sie sollten an den jeweiligen Kontext und Bedarf angepasst werden.

LERNER-FEEDBACK

Skalierte Fragen (5-Punkte-Skala vorgeschlagen). *Blaue Fragen sind zusätzlich und nur für Technologie-Gruppen.*

Frage	Ja/Sehr/Viel			Nein/ Gar nicht	
Fanden Sie die Schulungseinheit/den Kurs gut organisiert und strukturiert?					
Fanden Sie es einfach, dem Prozess zu folgen?					
Haben Sie das Gefühl, dass sich Ihr Verständnis für das Thema verbessert hat?					
Wie zufrieden sind Sie mit Ihrer Leistung bei der Bearbeitung der Aufgaben?					
Wie sicher sind Sie, dass Sie das Gelernte bei der Arbeit/in einem unabhängigen Projekt anwenden können?					
Fanden Sie es einfach, Fehler und Missverständnisse zu überwinden?					
Fanden Sie es leicht, Antworten auf Ihre Fragen zu bekommen?					
War die Technologie (AR, VR oder 3D-Druck) bequem zu bedienen?					
War es einfach, sich in der Technologie zurechtzufinden?					
War es einfach, mit der Technologie von einem Schritt zum nächsten überzugehen?					
Hatten Sie den Eindruck, dass die Technologie Ihnen beim Lernen geholfen hat?					

Offene Frage:

Bitte ergänzen Sie hier Ihre Kommentare zu der Schulungseinheit, die helfen, sie beim nächsten Mal zu verbessern.

Bitte ergänzen Sie Ihre Kommentare zur Technologie und wie sie in der Schulungseinheit verwendet wurde.

BEOBACHTUNG (in einer Trainings-Session)

Diese Vorlage ist für mehrere Lerner für eine Hauptaktivität oder -aufgabe konzipiert.

Aktivität													
Beobachter													
Name	Fr	Hilfe	Schritt 1		Schritt 2		Schritt 3		Schritt 4		Gesamt		Level
			Zeit	Err	Zeit	Err	Zeit	Err	Zeit	Err	Zeit	Err	

Anmerkung zu den Spalten:

- Fragen – das sind Fragen, um den Ablauf klarzustellen, Feedback zu erhalten etc. Fragen aus 'Interesse' ignorieren, z.B. wenn nach fortgeschrittenerem Wissen gefragt wird.
- Hilfe – wenn der Lernende nicht vorankommt und die Hilfe des Ausbilders benötigt.
- Zeit – um die Bearbeitung des Schritts abzuschließen.
- Errors (Err) – Anzahl der offensichtlichen Fehler nach Beenden des Schritts.
- (Zwischenschritte ignorieren, falls es keine klaren Pausen/Abschnitte im Ablauf gibt).
- Niveau – auf einer Skala, bspw. 1-5, jeweils mit klaren Kriterien (z.B. Novize-zu-Experte Definitionen, siehe Ende des Dokuments).

Kommentare:

Ergänzen Sie evtl. Kommentare, z.B. über die Beteiligung und den "Flow" der Lernenden, sowie bei technologie-vermittelten Gruppen wie leicht ihnen der Umgang mit der Technologie fiel.

PRÜFUNG

Hierbei handelt es sich um einen groben Entwurf, da es weitere Anforderungen geben könnte, z.B. wenn es sich um einen Teil einer Zertifizierung handelt. Dies sind die Minimalanforderungen, um Vergleiche von erzielten Ergebnissen zwischen zwei Gruppen zu unterstützen – daher die Einbeziehung einer Notenskala.

Lernender:

Prüfer:

Datum der Prüfung (und zeitlicher Abstand zur Schulung):

Beschreibung der Aufgabe oder Aktivität:

Ggf. EQF/Nationales Niveau:

Erfolgskriterien (dabei handelt es sich in der Regel um die Lernziele oder eine Erweiterung davon):

Kriterium	Erreicht	Kommentare

Welches Kompetenzniveau hat der Lernende für die Aufgabe insgesamt erreicht? (Verwenden Sie eine Skala mit klarer Beschreibung – siehe abschließendes Beispiel).

ARBEITSPLATZBEOBACHTUNG.

Geben Sie eine klare Beschreibung der Aufgabe und eine kurze Liste von Erfolgskriterien an. Diese können mit den Bewertungskriterien übereinstimmen oder für die Kompetenz am Arbeitsplatz „aufskaliert“ werden.

Fragen an den Vorgesetzten:

Gibt es Kriterien, bei deren Erfüllung der Lernende Probleme hat?

Wie gut führt der Lernende die Aufgabe/Aktivität insgesamt aus? (Geben Sie eine 5-Punkte-Skala vor, beispielsweise vom Anfänger zum Experten, mit einer kurzen Beschreibung der einzelnen Stufen – siehe Ende des Dokuments).

Wie sicher ist der Lernende in der Durchführung dieser Aufgabe ohne Aufsicht? (Skala)

Wie sicher sind Sie, dass der Lernende diese Aufgabe unbeaufsichtigt erledigen kann? (Skala)

Weitere Kommentare? Gibt es noch etwas, was wir in der Schulung hätten tun können, um das Kompetenzniveau des Lernenden zu verbessern?

“BENOTUNGS”-KRITERIEN

Dies ist ein Beispiel aus der Dreyfus-Novize-zu-Experte-Skala, die in Abschnitt 3 des vorliegenden Handbuchs eingeführt wurde. Sie könnte auch durch andere Skalen ersetzt werden – wichtiger ist, dass sie zur Art der Aktivität passen und konsistent angewendet werden.

Hinweise zur Verwendung – verwenden Sie die „beste Passform“, z.B. falls jemand ein gutes theoretisches Verständnis besitzt, aber Probleme bei der Anwendung hat oder häufig Fehler macht, dann befindet er sich eher am weniger fortgeschrittenen Ende der Skala.

Novize / Anfänger/in

Anwendungsverständnis ist begrenzt
Geht Aufgaben durch Abarbeiten von Anweisungen an
Benötigt Aufsicht zum Bearbeiten vollständiger Aufgaben.

Fortgeschrittene/r Anfänger/in

Verfügt über ein gutes Arbeitsverständnis
Geht Aufgaben als eine Reihe von isolierten Schritten an
Kann einfache Aufgaben ohne Aufsicht erledigen.

Kompetenzstadium

Verfügt über ein gutes Arbeits- und Zusammenhangsverständnis
Geht Aufgaben als Ganzes an und ist sich zumindest teilweise des Kontexts bewusst
Kann die Arbeit unabhängig und in einem akzeptablen Standard durchführen.

Gewandte/r Könnner/in

Verfügt über ein umfassendes Verständnis
Geht Aufgaben gewandt und im Kontext an
Kann routiniert hohe Standards erreichen.

Experte/Expertin

Verfügt über ein autoritatives Verständnis
Bearbeitet Routineaufgaben intuitiv
Kann neue, dem Kontext angemessene Lösungen finden
Erzielt problemlos exzellente Leistungen.

Anhang C: Der DigComp 2.1 - Kompetenzrahmen

Dies sind die 21 Bereiche, die im DigComp 2-1-Kompetenzrahmen behandelt werden. Jeder Bereich verfügt über eine Kurzbeschreibung auf jedem der acht Niveaus (entspricht in etwa den EQF-Levels), die kurz erläutert, was in dem jeweiligen Bereich beinhaltet ist.

1: Informations- und Datenkompetenz

- 1.1 Durchsuchen, Suchen, Filtern von Daten, Informationen und digitalen Inhalten
- 1.2 Evaluieren von Daten, Informationen und digitalen Inhalten
- 1.3 Verwalten von Daten, Informationen und digitalen Inhalten

2: Kommunikation und Zusammenarbeit

- 2.1 Interaktion mittels digitaler Technologien
- 2.2 Teilen von Inhalten mittels digitaler Technologien
- 2.3 Zivilgesellschaftliches Engagement mittels digitaler Technologien
- 2.4 Zusammenarbeit mittels digitaler Technologien
- 2.5 Netiquette
- 2.6 Verwalten der digitalen Identität

3: Erstellung von digitalen Inhalten

- 3.1 Entwickeln digitaler Inhalte
- 3.2 Integration und Verfeinerung digitaler Inhalte
- 3.3 Copyright und Lizenzen
- 3.4 Programmierung

4: Sicherheit

- 4.1 Schutz von Geräten
- 4.2 Schutz persönlicher Daten
- 4.3 Schutz von Gesundheit und Wohlbefinden
- 4.4 Schutz der Umwelt

5: Lösen von Problemen

- 5.1 Lösen technischer Probleme
- 5.2 Ermitteln von Bedarfen und technologischen Lösungen dafür
- 5.3 Kreativer Einsatz digitaler Technologien
- 5.4 Ermitteln digitaler Qualifikationslücken

Der vollständige Kompetenzrahmen ist verfügbar unter:

[http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106281/web-digcomp2.1pdf_\(online\).pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106281/web-digcomp2.1pdf_(online).pdf)

Anhang D: Kompetenzrahmen für Unterricht und Ausbildung mit Technologie

DigComp Edu

Dieser Kompetenzrahmen wurde für Pädagogen im Allgemeinen entwickelt. Jeder der folgenden Bereiche enthält eine detaillierte Beschreibung. Des Weiteren gibt es sechs Einsatzstufen (vom Novizen zum Vorreiter) mit Beispielen geeigneter Aktivitäten, die für jeden Bereich des Kompetenzrahmen beschrieben werden.

1. Professionelles Engagement

- 1.1 Organisationskommunikation
- 1.2 Professionelle Zusammenarbeit
- 1.3 Reflexionspraxis
- 1.4 Kontinuierliche digitale berufliche Weiterbildung

2. Digitale Ressourcen

- 2.1 Auswahl digitaler Ressourcen
- 2.2 Erstellen und Bearbeiten digitaler Ressourcen
- 2.3 Verwaltung, Schutz und Teilen digitaler Ressourcen

3. Lehre und Lernen

- 3.1 Unterrichten
- 3.2 Anleitung
- 3.3 Kollaboratives Lernen
- 3.4 Selbstreguliertes Lernen

4. Bewertung

- 4.1 Bewertungsstrategien
- 4.2 Analyse von Materialien
- 4.3 Feedback und Planung

5. Stärkung der Lernenden

- 5.1 Barrierefreiheit und Inklusion
- 5.2 Differenzierung und Personalisierung
- 5.3 Aktive Einbindung der Lernenden

6. Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden

- 6.1 Informations- und Medienkompetenz
- 6.2 Digitale Kommunikation und Zusammenarbeit
- 6.3 Erstellen von digitalen Inhalten
- 6.4 Verantwortungsbewusste Benutzung
- 6.5 Digitales Problemlösen

Der vollständige Kompetenzrahmen ist verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcompedu>

Digitaler beruflicher Unterrichtskompetenzrahmen (Digital Teaching Professional Framework, DTPF)

Dies ist ein britischer Kompetenzrahmen, der speziell für Lehrer und Ausbilder in der beruflichen Bildung entwickelt wurde. Jeder der folgenden Bereiche wird auf drei Niveaus (Erkundung, Entwickeln und Führung) beschrieben.

A Planung Ihres Unterrichts

- A1 Planung und Informationssuche
- A2 Gestaltung und Anpassung von Aktivitäten
- A3 Stärkung von Lernenden mittels Technologie
- A4 Kommunikation und Zusammenarbeit

B Unterrichtsansätze

- B1 Lehr- und Lernressourcen
- B2 Unterricht – Face-to-Face
- B3 Unterricht – Blended
- B4 Unterricht – Online

C Unterstützung der Lernenden beim Entwickeln ihrer Beschäftigungsfähigkeit

- C1 Unterstützung digitaler Fähigkeiten
- C2 Unterstützung von Lernfähigkeiten
- C3 Kommunikation und Zusammenarbeit

D Fach- und branchenspezifischer Unterricht

- D1 Unterricht – fach- und branchenspezifisch
- D2 Verbesserung der digitalen Beschäftigungsfähigkeit und Selbstständigkeit der Lernenden

E Bewertung

- E1 Bewertung und Feedback

F Barrierefreiheit und Inklusion

- F1 Barrierefreiheit
- F2 Gleichberechtigung und Diversität

G Selbstentwicklung

- G1 Selbstüberprüfung und -reflexion
- G2 Fortschritt und CPD
- G3 Wohlbefinden
- G4 Identitätsverwaltung

Der vollständige Kompetenzrahmen und die dazugehörigen Ressourcen sind verfügbar unter:
<https://www.et-foundation.co.uk/supporting/support-practitioners/edtech-support/digital-skills-competency-framework/>

Quellen

- An, Y.-J. (2014) "Strategies for supporting students' metacognitive processes in ill-structured problem solving in online environments", pp35-52 in Sutton, B. & Basiel, A. (eds) *Teaching and learning online: new models of learning for a connected world*. Abingdon: Routledge.
- Anderson, L. & Krathwohl, D. (2001) *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Ang, S.S., Oroczo, M., Gijbels, D. & Van den Bossche, P. (2018) "Learning in the context of work in a digital age: the use of digital media in informal and formal learning contexts", pp87-101 in Harteis, C. (ed) *The impact of digitalization in the workplace*. Cham: Springer.
- Autor, D. (2015) "Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation", *Journal of Economic Perspectives* 29 (3), pp3-30.
- Autor, D., Levy, F. & Murnane, R. (2003) "The skill content of recent technological change: an empirical exploration", *Quarterly Journal of Economics* pp1279-1333.
- Arntz, M., Gregory, T. & Zierahn, U. (2016) *The risk of automation for jobs in OECD countries*. Paris: OECD (Social, Employment and Migration Working Paper 189).
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S. & Kinshuk (2014) "Augmented reality trends in education: a systematic review of research and applications", *Educational Technology and Society* 17 (4), 133-149.
- Bandura, A (1995) *Self-efficacy in changing societies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bates, A. (2005) *Technology, E-Learning and Distance Education*. London: Routledge.
- Becker, M & Spöttl, G (2015) *Berufswissenschaftliche Forschung: Ein Arbeitsbuch für Studium und Praxis*. Bern: Peter Lang.
- Bedwell, W. & Salas, E. (2010) "Computer-based training: capitalizing on lessons learned", *International Journal of Training and Development* 14 (3), pp239-249.
- Bell, B. & Kozlowski, S. (2002) "Adaptive guidance: enhancing self-regulation, knowledge and performance in technology-based training", *Personnel Psychology* 55 (2), pp321-331.
- Bell, B., Kanar, A. & Kozlowski, S. (2008) "Current issues and future directions in simulation-based training in North America", Cornell University ILR School Digital Commons (<http://digitalcommons.ilr.cornell.edu/articles>)
- Billett, S. (1996) "Situated learning: bridging sociocultural and cognitive theorising", *Learning and Instruction* 6 (3), pp263-280.
- Billett, S. (2018) "Accessing and securing conceptual and symbolic knowledge required for digital era work", pp197-212 in Harteis, C. (ed) *The impact of digitalization in the workplace*. Cham: Springer.
- Blömeke, S. (2000) *Medienpädagogische Kompetenz: Theoretische und empirische Fundierung eines zentralen Elements der Lehrerbildung*. München: KoPäd.
- Bloom, B. (ed) (1956) *Taxonomy of educational objectives: 1, cognitive domain*. New York: David McKay.
- Bond, A., Neville, K., Mercado, J., Massey, L., Wearne, A. & Ogreten, S. (2019) "Evaluating training efficiency and return on investment for augmented reality: a theoretical framework", pp226-236 in Nazir, S., Tepevi, A-

- M. & Polak-Sopińska, A. (eds) *Advances in human factors in training, education and learning sciences*. Cham: Springer.
- Boud, A., Haniff, D., Baber, C. & Steiner, S. (1999) "Virtual reality and augmented reality as a training tool for assembly tasks", pp32-36 in *IEEE International Conference on Information Visualization*. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Boud, D. (1988) "Moving towards autonomy", pp17-39 in Boud, D. (ed) *Developing student autonomy in learning*. London: Taylor & Francis.
- Brennan, K. (2015) "Beyond technocentrism: supporting constructionism in the classroom", *Constructivist Foundations* 10 (3), pp289-304.
- Carretero Gomez, S., Vuorikari, R. and Punie, Y. (2017) *The digital competence framework for citizens* (DigComp 2.1) Brussels: Publications Office of the European Union.
[http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106281/web-digcomp2.1pdf_\(online\).pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106281/web-digcomp2.1pdf_(online).pdf)
- CEDEFOP (2010) *Learning outcomes approaches in VET curricula: a comparative analysis of nine European countries*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
https://www.cedefop.europa.eu/files/5506_en.pdf
- CEDEFOP (2017) *Defining, writing and applying learning outcomes: a European handbook*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. http://www.cedefop.europa.eu/files/4156_en.pdf
- Chan, J., Leung, H., Tang, J. & Komura, T. (2011) "A virtual reality dance training system using motion capture technology", *IEEE Transactions on Learning Technologies* 4 (2), pp187-195.
- Cochrane, T., Antonczak, L., Keegan, H. & Narayan, V. (2014) "Riding the wave of BYOD: developing a framework for creative pedagogies", *Research in Learning Technology* 22, 24637.
- Cohen, S. (1987) "Instructional alignment: searching for a magic bullet", *Educational Researcher* 16 (8), pp16-20.
- Coomey, M. & Stephenson, J. (2001) "Online learning: it is all about dialogue, involvement, support and control, according to the research", pp37-52 in Stephenson, J. (ed) *Teaching and learning online: pedagogies for new technologies*. London: Kogan Page.
- Czikszentmihalyi, M. (1990) *Flow: the psychology of optimal experience*. New York: Harper & Row.
- Dreyfus, H. and Dreyfus, S. (1986) *Mind over Machine: the power of human intuition and expertise in the age of the computer*. Oxford: Basil Blackwell.
- Fischer, C. & Pöhler, A. (2018) "Supporting the change to digitalized production environments through learning organization development", pp141-160 in Harteis, C. (ed) *The impact of digitalization in the workplace*. Cham: Springer.
- Fitts, P. (1954) "The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement", *Journal of Experimental Psychology* 47, pp381-391.
- Frey, C. & Osborne, M. (2013) *The future of jobs: how susceptible are jobs to computerization?* Oxford: University of Oxford.
- Frontier Economics (2018) *The impact of artificial intelligence on work*. London: Frontier Economics.
- Gallagher, A., Ritter, M., Champion, H., Higgins, G., Fried, M., Moses, G., Smith, D. & Satava, R. (2005) "Virtual reality simulation for the operating room: proficiency-based training as a paradigm shift in surgical skills training", *Annals of Surgery* 241 (2), pp364-372.

- Garzón, J. & Acevedo, J. (2019) "Meta-analysis of the impact of augmented reality on students' learning gains", *Educational Research Review* 27, 244-260.
- Gavish, N., Guterriez, T., Webel, S., Rodriguez, J. & Tecchia, F. (2011) "Design guidelines for the development of virtual reality and augmented reality training systems for maintenance and assembly tasks", *BIO Web of Conferences* 1 (00029), EDP Sciences (<https://www.researchgate.net/publication/251881089>).
- Gavish, N., Guterriez, T., Webel, S., Rodriguez, J., Peveri, M., Bockholt, U. & Tecchia, F. (2015) "Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks", *Interactive Learning Environments* 23 (6), pp778-798.
- Gibbs, L. (2017) *Virtual reality for workplace learning: an exploration of learner reaction, knowledge acquisition, retention and post-learning confidence*. London: Sponge UK.
- Gibbs, P. (2017) "Thinking about work in work based learning", pp1-5 in Gibbs, P. (ed) *Learning, work and practice: new understandings*. Cham: Springer.
- Goulding, J., Nadim, W., Petridis, P. & Alshaw, M. (2011) "Construction industry offsite production: a virtual reality interactive training environment prototype", *Advanced Engineering Informatics* 26 (1), pp103-116.
- Green, M. (2017) *The future of technology and learning*. London: Chartered Institute for Personnel and Development.
- Hämäläinen, R., Lanz, M. & Koskinen, K. (2018) "Collaborative systems and environments for future working life: towards the integration of workers, systems and manufacturing environments", pp25-38 in Harteis, C. (ed) *The impact of digitalization in the workplace*. Cham: Springer.
- Härtel, M., Brüggemann, M., Sander, M., Breiter, M., Howe, F. & Kupfer, F. (2018) *Digitale medien in der betrieblichen Berufsbildung*. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Hase, S. & Kenyon, C. (2000) "From andragogy to heutagogy", *ultiBASE*, Royal Melbourne Institute of Technology (<http://ultibase.rmit.edu.au/Articles/dec00/hase2.htm>).
- Hislop, D., Coombs, C., Taneva, S. & Barnard, S. (2017) *The impact of artificial intelligence, robotics and automation on work*. London: Chartered Institute of Personnel and Development.
- Holton, E. (1996) "The flawed four-level evaluation model", *Human Resource Development Quarterly* 7 (1), pp5-21.
- Jin, M-K., Yun, H-J. & Lee, H-S. (2018) "Design of evaluation areas based on type of mobile-based virtual reality training content", *Mobile Information Systems* ref 2489149.
- Kaul, C. & Smith, J. (2018) *Evaluating the potential for virtual reality, augmented reality and gamification in rail industry safety critical training*. London: Rail Safety and Standards Board.
- Kikkawa, Y. & Mavin, T. (2018) "Integrating digitised video recordings in postflight simulator training: a matter of reflection", pp103-121 in Harteis, C. (ed) *The impact of digitalization in the workplace*. Cham: Springer.
- Kirkpatrick, D. (1956) "How to start an objective evaluation of your training program", *Journal of the American Society of Training Directors* May-June, pp18-22.
- Kirkpatrick, D. (1994) *Evaluating training programs: the four levels*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- Knowles, M. (1980) *The modern practice of adult education: from pedagogy to andragogy*. Chicago: Follett.
- Koehler, M. & Mishra, P. (2009) "What is technological pedagogical content knowledge?", *Contemporary issues in technology and teacher education* 9 (1), pp60-70.
- Kolb, D. (1984) *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

- Lave, J. & Wenger, E. (1991) *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Layne, M. & Ice, P. (2014) "Merging the best of both worlds: introducing the Col-TLP model", pp3-19 in Sutton, B. & Basiel, A. (eds) *Teaching and learning online: new models of learning for a connected world*. Abingdon: Routledge.
- Lee, K. (2012) "Augmented reality in education and training", *TechTrends* 56 (2), pp13-21.
- Lehner, F. & Sundby, M. (2018) "ICT skills and competencies for SMEs: results from a structured literature analysis on the individual level", pp55-69 in Harteis, C. (ed) *The impact of digitalization in the workplace*. Cham: Springer.
- Lester, S. (2011) *Work-based assessment principles and practice*. Taunton: Stan Lester Developments.
<http://devmts.org.uk/assmt.pdf>
- Lester, S. (2017) *Professional competence standards: guide to concepts and development*. Publication of the project ComProCom, <http://www.comprocom.eu/products/43-methodological-manual>
- Linstone, H. and Turoff, M. (1975) *The Delphi Method: Techniques and Applications*. New York, Addison-Wesley.
<http://www.is.njit.edu/pubs/delphibook/>
- Luciano, C. (2006) *Haptics-based virtual reality periodontal training simulator*, MSc thesis, University of Illinois at Chicago.
- McKinsey (2017) *A future that works: automation, employment and productivity*. New York: McKinsey Global Institute.
- Maltby, J. (2018) *Teaching with virtual reality*. London: Education and Training Foundation
(<https://www.teachingwithvirtualreality.com>)
- Mansfield, B. and Schmidt, H. (2001) *Linking VET standards and employment requirements*. Torino: European Training Foundation.
- Mishra, P. & Koehler, M. (2006) "Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge", *Teachers College Record* 108 (6), pp1017-1054.
- Nokelainen, P., Nevalainen, T. & Niemi, K. (2018) "Mind or machine? Opportunities and limits of automation", pp13-24 in Harteis, C. (ed) *The impact of digitalization in the workplace*. Cham: Springer.
- Pantelidis, V. (2009) "Reasons to use virtual reality in education and training courses and a model to determine when to use virtual reality", *Themes in Science and Technology Education* 2 (1/2), pp59-70.
- P21 (Partnership for 21st Century Learning) (2015) *Framework for 21st Century Learning*. Washington DC: P21.
- Puenteadura, R. (2009) *SAMR and curriculum redesign* (presentation). Hippasus,
<http://hippasus.com/rpweblog/>
- Piskurich, G. & Sanders, E. (1998) *ASTD models for learning technologies: roles, competencies and outputs*. Alexandria, VA: American Society for Training and Development.
- Porter, N., Cota, A., Gifford, T. & Lam, W. (2006) "Virtual reality welder training", *Journal of Ship Production* 22 (3), pp126-138.
- Pribeanu, K. & Iordache, D. (2008) "Evaluating the motivational value of an augmented reality system for learning chemistry", pp31-42 in Holzinger, A. (ed) *HCI and usability for education and work*. Berlin: Springer.
- Quinn, C. (2014) "Gaming learning", pp227-242 in Sutton, B. & Basiel, A. (eds) *Teaching and learning online: new models of learning for a connected world*. Abingdon: Routledge.

- Redecker, C. & Punie, Y. (2017) *European Framework for the Digital Competence of Educators*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Rios, H., Hincapie, M., Caponio, A., Mercado, E. & Mendivil, E. (2011) "Augmented reality: an advantageous option for complex training and maintenance operations in aeronautic related processes", pp87-96 in Shumaker, R. (ed) *HCI: Lecture notes in computer science*. Berlin: Springer.
- Romiszowski, A. (1999) *Designing instructional systems: decision making in course planning and curriculum design*. London: Taylor & Francis.
- Ryan, R. & Deci, E. (2000) "Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, self-development and well-being", *American Psychologist* 55 (1), pp68-78.
- Sacks, R., Perlman, A. & Barak, R. (2013) "Construction safety training using immersive virtual reality", *Construction Management and Economics* 31 (9), pp1005-1017.
- Schön, D. (1987) *Educating the reflective practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Silva, M., Radu, I., Schneider, B., Cavalcante, P. & Teichreib, V. (2018) An investigation of how teachers are using augmented reality in their lessons, *Anais do XXIX simposio Brasileiro de informática na educação* pp625-634.
- Sirakaya, M. & Alsancak Sirakaya, D. (2018) "Trends in educational augmented reality studies: a systematic review", *Malaysian Online Journal of Educational Technology* 6 (2), 60-74.
- Stephenson, J. (1998) "The concept of capability and its importance in higher education", pp1-13 in Stephenson, J. & Yorke, M. *Capability and quality in higher education*. London: Kogan Page.
- Stone, R., Watts, K. & Zhong, P. (2011) "Virtual reality integrated welder training", *Welding Journal* 90 (7), pp136-141.
- Sutton, B. (2006) *Adopting a holistic approach to the valuation of learning programmes deployed in corporate environments*. Middlesex University DProf thesis, <https://eprints.mdx.ac.uk/2667/1/Sutton-D.Prof.pdf>
- Thalheimer, W. (2018) *The learning transfer evaluation model: sending messages to enable learning effectiveness*. Somerville MA: Work-Learning Research. <https://www.worklearning.com/catalog/>
- Visser, H., Watson, M, Salvado, O. & Passenger, D. (2010) "Progress in virtual reality simulators for surgical training and certification", *Medical Journal of Australia* 194 (4), ppS38-S40.
- Weyers, M. (2014) "Designing dynamic online learning environments that support knowledge construction", pp111-128 in Sutton, B. & Basiel, A. (eds) *Teaching and learning online: new models of learning for a connected world*. Abingdon: Routledge.