

## **Anforderungen an die lerntheoretische Gestaltung arbeitsplatzintegrierter VR-/AR-Anwendungen**

Tina HAASE<sup>1</sup>, Alinde KELLER<sup>1</sup>, Justina RADDE<sup>2</sup>,  
Dirk BERNDT<sup>1</sup>, Helge FREDRICH<sup>2</sup>, Michael DICK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung IFF Magdeburg,  
Sandtorstrasse 22, D-39106 Magdeburg*

<sup>2</sup> *Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, Fakultät für Humanwissenschaften, Pro-  
fessur für Betriebspädagogik, Zschokkestr. 32, D-39104 Magdeburg*

**Kurzfassung:** Der Beitrag adressiert die lernförderliche Gestaltung arbeitsplatzintegrierter Assistenzsysteme. Es wird beschrieben, welche Größen des Arbeitssystems die lernförderliche Gestaltung beeinflussen und daher bei der Technologieauswahl und –gestaltung zu berücksichtigen sind. Im Ergebnis entsteht eine Systematik, die die Verantwortlichen bei der Einführung und Gestaltung von Assistenzsystemen unterstützen und für die Relevanz der entwickelten Kategorien sensibilisieren soll. Die Herleitung der Systematik erfolgt mit Fokus auf Montageassistenzsysteme unter Anwendung von VR- und AR-Technologien, die Anwendung ist jedoch auch auf weitere Branchen und Tätigkeiten übertragbar.

**Schlüsselwörter:** Assistenzsystem, VR, AR, arbeitsplatzintegriert, lerntheoretische Gestaltung

### **1. VR/AR für arbeitsplatzintegriertes Lernen**

Um den zunehmend flexiblen Produktionsprozessen, variantenreichen Produkten und heterogenen Zielgruppen in der produzierenden Industrie begegnen zu können, werden immer öfter arbeitsplatzintegrierte Assistenzsysteme eingesetzt, z. B. in der manuellen Montage. Technologien wie Virtual und Augmented Reality (VR und AR) haben jetzt einen Stand der Technik erreicht, der den Einsatz direkt im Arbeitsprozess ermöglicht. VR soll hier als eine interaktive 3D-Visualisierung verstanden werden, die sowohl über Head Mounted Displays verwendet werden kann als auch am Bildschirm als sog. Desktop-VR und damit geeignet ist für den arbeitsplatzintegrierten Einsatz. Das hohe Wertschöpfungspotenzial durch VR und AR, u. a. in Montage und Instandhaltung, zeigen etwa Porter und Heppelmann (2017). Durch den Einsatz dieser Technologien und die situative Darstellung von Informationen werden in der Montage u. a. Fehlerreduzierungen oder schnellere Trainings und in der Instandhaltung ein verbessertes Problemverständnis prognostiziert (ebd).

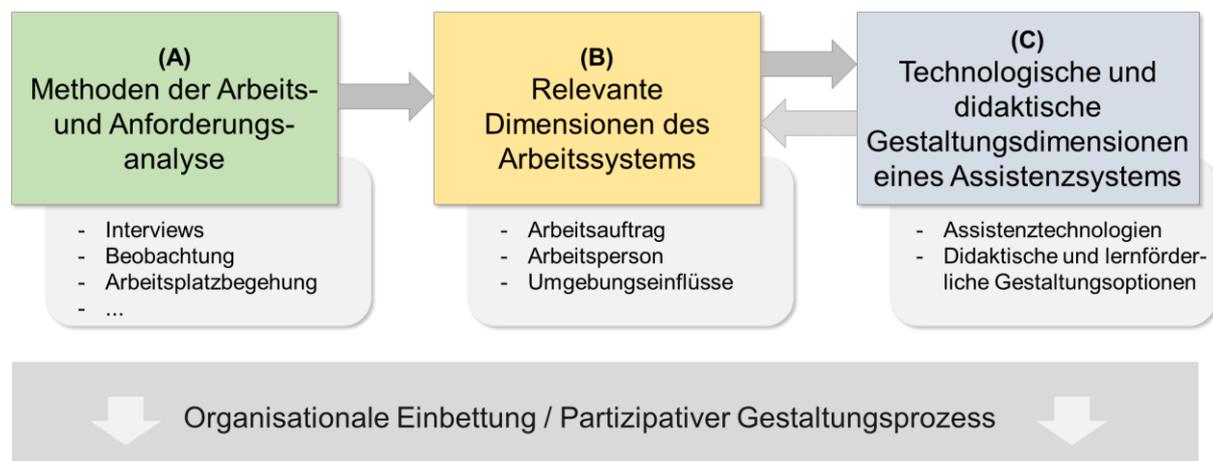
Die Autoren gehen davon aus, dass eine lernförderliche Gestaltung wesentlich dazu beiträgt, das genannte Wertschöpfungspotenzial zu realisieren. Daher befasst sich dieser Beitrag mit der lernförderlichen Gestaltung von arbeitsplatzintegrierten VR/AR-Anwendungen am Beispiel von Tätigkeiten in der Montage. Herausforderungen bei der lernförderlichen Gestaltung ergeben sich u. a. durch die hohe Relevanz informeller und selbstgesteuerter Lernprozesse (Dehnbostel 2019) sowie durch die Anpassung an den Lernenden und an den Arbeitskontext. Auch gilt es zu entscheiden, inwiefern das Assistenzsystem die Handlungsfähigkeit der Beschäftigten eher einschränken oder erweitern soll (Niehaus 2017, S. 13). Eine Aussage, welche Gestaltungsoptionen

passend sind, kann nicht pauschal getroffen werden, sondern erfordert eine betriebsindividuelle Betrachtung. Daher entwickeln die Autoren eine Systematik, die Entscheidungen bei der Technologieauswahl und -gestaltung arbeitsplatzintegrierter Assistenzsysteme unterstützen soll. Ein Teil dieser Systematik wird in diesem Artikel entwickelt und lerntheoretisch fundiert.

## 2. Gestaltungsprozess lernförderlicher Assistenzsysteme

Die Dimensionen einer Systematik für die Gestaltung von Assistenzsystemen werden aus der Beschreibung des Arbeitssystems (Schlick et al. 2018, S. 21) und aus den Grundsätzen der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (DIN E 6385 2004-05) abgeleitet. „Zu einem Arbeitssystem gehören Menschen und Arbeitsmittel innerhalb eines bestimmten Raums und einer bestimmten Umgebung sowie das Zusammenwirken dieser Komponenten innerhalb einer Arbeitsorganisation.“ (ebd., S. 4).

Bei der Gestaltung lernförderlicher digitaler Assistenzsysteme wird das Zusammenwirken einer technischen Lösung mit der Arbeitsperson zur Bearbeitung eines definierten Arbeitsauftrages unter Einfluss verschiedener Rahmenbedingungen (Umwelteinflüsse) betrachtet. Dazu wird ein mehrstufiger Gestaltungsprozess gewählt (siehe Abb. 1): Methoden der Arbeits- und Anforderungsanalyse (A) werden verwendet, um relevante individuelle und tätigkeitsbezogene Faktoren zu ermitteln, die Einfluss auf die Gestaltung der Lösung haben und insbesondere für eine nutzeradaptive und kontextsensitive Gestaltung erforderlich sind. Dies umfasst die Arbeitsaufgabe, die Arbeitsperson sowie die Umwelteinflüsse (B). Diese Dimensionen beeinflussen wiederum die Technologieauswahl und -gestaltung. Diese stärker technologisch orientierten Gestaltungsdimensionen zeigen auf, welche Assistenztechnologien genutzt werden können und welche Möglichkeiten der didaktischen und lernförderlichen Gestaltung angewendet werden können (C).



**Abbildung 1:** Mehrstufiger Gestaltungsprozess lernförderlicher Assistenzsysteme

Der gesamte Gestaltungsprozess soll partizipativ erfolgen und die Mitarbeitenden bereits frühzeitig einbinden. Sie verfügen über grundlegendes Wissen und Erfahrungen, die für die adressatengerechte Gestaltung unverzichtbar sind. Nur so kann eine Lösung entwickelt werden, die von den verschiedenen Zielgruppen in der Organisation akzeptiert wird und deren individuelle Zielsetzungen erfüllt.

Ziel für den Einsatz der vorgestellten Systematiken ist es, zukünftigen Gestaltern die Zusammenhänge zwischen den personalen, organisationalen und tätigkeitsbezogenen Dimensionen des Arbeitssystems und den technischen und didaktischen Dimensionen eines Assistenzsystems (vgl. hierzu Beitrag B.5.1 in diesem Tagungsband) aufzuzeigen und für eine nutzeradaptive und kontextsensitive Gestaltung zu sensibilisieren. Dazu werden im folgenden Abschnitt die relevanten Dimensionen hergeleitet und ihr Einfluss auf die Gestaltung von Assistenzsystemen erläutert.

### 3. Gestaltungsrelevante Dimensionen eines Arbeitssystems

Im Sinne einer ergonomischen Arbeitsgestaltung sind die Assistenzsysteme nutzeradaptiv zu gestalten und an die individuellen Voraussetzungen der Arbeitsperson anzupassen. Da hier die lernförderliche Gestaltung im Vordergrund steht, sollen vor allem kognitive Merkmale berücksichtigt werden. Unterschiedliche Aufgaben erfordern zudem verschiedenartige Assistenzlösungen. Es ist also erforderlich, die Gestaltung der Assistenzfunktionalitäten auch in Abhängigkeit der konkreten Arbeitsaufgabe und damit kontextsensitiv vorzunehmen. Die Gestaltung wird zudem durch Umwelteinflüsse bestimmt. So ist z. B. eine akustische Assistenz nur dann empfehlenswert, wenn die Arbeitsumgebung und der dortige Geräuschpegel dies zulassen. In der Systematik werden daher Umwelteinflüsse berücksichtigt, die Einfluss auf die Auswahl und Gestaltung der Technologie haben. Abb. 2 gibt einen Überblick über die drei Dimensionen, jeweils zugehörige Kategorien und deren mögliche Ausprägungen. Die Kategorien und Ausprägungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern basieren auf derzeitigen projektbezogenen Erfahrungen. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass das Vorgehen auf verschiedene Branchen und Tätigkeiten übertragbar ist.

Optimierungsziel / Lernziel						
Arbeitsaufgabe	Aufgabeninhalt	Einrichten	Montieren	Reinigen	Prüfen	
	Grad der Flexibilität	Festgelegter Ablauf		Einzelne Schritte variabel	Freier Ablauf	
	Art der Anforderung	(grob-)motorisch	sensumotorisch	sensorisch	kognitiv	
	Aufgabenmerkmale	kurzzyklisch, repetitiv (monoton)		langzyklisch, teilvollständig	Vollständige Aufgabe	
Arbeitsperson	Kompetenzniveau	Novize	Fortgeschrittener	Kompetenter	Erfahrener	Experte
	Altersstruktur	< 35 Jahre		35 – 50 Jahre	> 50 Jahre	
	Motiv	Materielles Motiv (Existenzsicherung)	Leistungsmotiv	Ideelles Motiv (In Tätigkeit aufgehen)	Entwicklungsmotiv (Karriere)	
Umwelteinflüsse	Umgebungslautstärke	gering	durchschnittlich	hoch	Sehr hoch	
	Umgebungslicht	gering	natürlich	künstlich/klinisch	stark strahlend	
	Belastungsfaktoren	Lärm	Kälte/Hitze	Mechanische Schwingungen	Toxische Stoffe	

Abbildung 2: Für die Gestaltung relevante Dimensionen eines Arbeitssystems

Übergeordnet ist zunächst partizipativ zu ermitteln, mit welchem Ziel eine Assistenzlösung eingesetzt werden soll (vgl. Kapitel 2). Weiterhin ist die Verständigung über das zu erreichende kognitive Lernziel (Bloom 2004) wichtige Grundlage für eine gezielte lernförderliche Gestaltung des Systems. Die Zielsetzung sollte für alle mittelbar und unmittelbar Beteiligten transparent sein. Die drei relevanten Dimensionen des Arbeitssystems werden im Folgenden detailliert beschrieben.

### 3.1 *Arbeitsaufgabe*

Aus der Arbeitsaufgabe ergeben sich entscheidende Einflussgrößen in Bezug auf die Regulation und Organisation der Tätigkeit, die bei der Gestaltung lern- und tätigkeitsunterstützender Assistenzsysteme eine wichtige Rolle spielen. Mit der hier vorgeschlagenen Systematik werden folgende tätigkeitsbezogene Merkmale für den Ausgangs- und Zielzustand (mit und ohne Assistenzsystem) erfasst:

**Aufgabeninhalt:** Es wird erfasst, für welche Aufgaben die Arbeitsperson im Kern verantwortlich ist. Je nach Art und Inhalt der Aufgabe ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an die Arbeitsperson, die schließlich die Gestaltung der Assistenzlösung beeinflussen. Dies wird besonders in der Gegenüberstellung von wissensintensiven Tätigkeiten (z. B. Instandhaltung) und strukturierten Tätigkeiten (z. B. manuelle Montage) deutlich.

**Grad der Flexibilität:** Die Ausführung einer Arbeitsaufgabe kann unterschiedlich stark standardisiert erfolgen. Während es bestimmte Arbeitsschritte erfordern, stets in exakt gleicher Abfolge ausgeführt zu werden, lassen andere Aufgaben eine völlig freie Gestaltung der Durchführung zu. Für die Arbeitsperson ergibt sich daraus ein unterschiedliches Maß an Gestaltungsfreiraum und entsprechend ein unterschiedlicher Bedarf an Assistenz. Ein vollständig freier Ablauf erfordert eine Assistenzlösung, die bei der Planung des Arbeitsprozesses und der Selbstorganisation unterstützt. Fest definierte Montageprozesse erfordern hingegen vor allem Unterstützung bei der korrekten Durchführung der Montageschritte.

**Art der Anforderung:** Für die Gestaltung und Ausrichtung der Assistenzfunktion ist das Wissen um die Art der Anforderung, die mit ihr unterstützt werden soll, grundlegend. (*Grob-)*motorische Qualifikationen sind für all jene Tätigkeiten relevant, die die Beherrschung des gesamten Körpers betreffen (z. B. Außenarbeiten im Anlagenbau). *Sensumotorische* Leistungen sind hingegen durch die genaue Koordination kleiner Muskelgruppen gekennzeichnet und erfordern daher eine besondere Geschicklichkeit in der Aufgabenausübung (z. B. feinmechanische Montagearbeiten). Andere Arbeitsaufgaben erfordern von der Arbeitsperson überwiegend sensorische Fähigkeiten (optische, akustische oder haptische Prüfungen) oder ein hohes Maß an Denk- und Entscheidungserfordernissen auf rein kognitiver Ebene.

**Aufgabenmerkmale:** Ein wesentliches Charakterisierungsmerkmal von Arbeitsaufgaben ist ihre innere Vollständigkeit. Eine Arbeitsaufgabe gilt nach Ulich (2005) als vollständig, wenn sie von der selbstständigen Handlungsvorbereitung über die Durchführung bis hin zur Kontrolle durch die ausführende Arbeitsperson reicht. Es wird davon ausgegangen, dass vollständige Arbeitsaufgaben eine leistungsmotivierende und gesundheitsfördernde Wirkung haben, wogegen das dauerhafte Ausüben unvollständiger Aufgaben langfristig zu einer Dequalifizierung führen kann (ebd.). Lern- und Assistenzsysteme können gezielt so gestaltet und eingesetzt werden, dass sie den (teil-)vollständigen Charakter einer Arbeitsaufgabe hervorheben.

### 3.2 *Arbeitsperson*

Für die nutzeradaptive Gestaltung lernförderlicher Assistenzsysteme müssen neben der Arbeitsaufgabe auch nutzerspezifische Kriterien erhoben werden, die Einfluss

auf die Technologieauswahl und –gestaltung haben. Vorarbeiten dazu wurden bereits in (Haase 2017, S. 83ff) publiziert. Die vier, aus heutiger Sicht relevantesten Kategorien werden im Folgenden kurz beschrieben:

**Kompetenzniveau:** Im Hinblick auf das Kriterium der Lernförderlichkeit ist die Feststellung der vorhandenen Kompetenz bzw. des Wissensstandes bezüglich des Lerninhalts eine wesentliche Voraussetzung für die didaktische Gestaltung des Systems. Das in der beruflichen Bildung etablierte Novizen-Experten-Modell von Dreyfus und Dreyfus (1987) ermöglicht eine stufenartige Einordnung in unterschiedliche, auf Erwerbsarbeit bezogene Kompetenzniveaus. Diese sind sowohl für den Ist- als auch für den Soll-Zustand zu ermitteln und geben bei der späteren Gestaltung Hinweise auf die Art und Detailliertheit der Assistenzinhalte.

**Altersstruktur:** Das Alter der Arbeitsperson hat vor allem Einfluss auf die Art der Wissensdarbietung. Ältere hinterfragen den Lernstoff stärker und setzen ihn mit vorhandenen Erfahrungen in Bezug (Haase 2017, S. 91f.). Einen zusätzlichen Ansatzpunkt bietet die Assistenzfunktion als Unterstützung bei sich veränderndem visuellen, auditiven sowie kognitiven Leistungsvermögen.

**Motiv:** Die Tätigkeit bezieht sich immer auf ein übergeordnetes Ziel oder Motiv. Das Motiv des Tätigwerdens ergibt sich aus den individuellen Einstellungen, Werten und Überzeugungen der Arbeitsperson und kann sowohl auf ideelle als auch materielle Gegenstände gerichtet sein, deren Veränderung zur Erfüllung individueller und gesellschaftlicher Bedürfnisse beitragen. Eine gezielte nutzeradaptive Gestaltung lernförderlicher Assistenzsysteme gelingt dann, wenn die Motive der Arbeitspersonen erkannt werden und sich in der didaktischen Aufbereitung der Inhalte wiederfinden lassen.

### 3.3 Umwelteinflüsse

Umwelteinflüsse sind Rahmenbedingungen, die in einem Arbeitssystem wirken. Sie können sozial/emotional, organisatorisch/kommunikativ, physikalisch/organismisch oder chemisch/stofflich sein (Schlick et al. 2018, S. 21). Soziale Umwelteinflüsse haben vor allem Einfluss auf den Einführungsprozess und die Akzeptanz von Assistenzsystemen sowie das Nutzungsverhalten der Arbeitspersonen innerhalb der Organisation. Ein direkter Einfluss auf die Technologieauswahl geht hingegen von den physikalisch-chemischen Umwelteinflüssen aus, die daher in dieser Systematik vorrangig berücksichtigt werden.

**Umgebungslautstärke und -licht:** Da VR/AR-basierte Technologien häufig mit visuellen sowie auditiven Funktionen arbeiten, werden hier insbesondere die Faktoren Beleuchtung und Lautstärke in den Fokus gerückt. Die Ermittlung der vorherrschenden Umgebungslautstärke erlaubt beispielsweise eine direkte Aussage über die Realisierbarkeit auditiver Informationsbereitstellung. Für Technologien, die auf erweiterter Realität beruhen, kann es hingegen ausschlaggebend sein, ob das vorhandene Umgebungslicht ausreichend ist, um eine optimale Bilderzeugung oder das Funktionieren von Erkennungssensoren gewährleisten zu können.

**Belastungsfaktoren:** Das Wissen um Belastungsfaktoren, die sich aus der materiellen Umgebung ergeben, ist eine wichtige Voraussetzung für die gezielte Auswahl von Assistenzsystemen. Das können z. B. Lärm, Staub, Beleuchtung, Temperatur oder der Umgang mit Öl sein. Es ist nicht zu unterschätzen, dass auch Assistenztechnologien, die in den Arbeitsprozess integriert werden, neue Anforderungen mit sich bringen. Wird bereits unter belastenden Temperaturen gearbeitet, ist zu erwarten, dass eine den gesamten Kopf umschließende VR-Brille als zusätzlicher Belastungsfaktor angesehen wird. Hat die Arbeitsperson bei ihrer Tätigkeit ölverschmierte Hände oder arbeitet ausschließlich mit Handschuhen, schließt dies in der Regel eine Touch-Eingabe aus oder erfordert die Verwendung eines Stiftes.

## 5. Diskussion

Eine Systematik zur Auswahl und Gestaltung, wie hier von den Autoren vorgeschlagen, kann eine Orientierung bei dem Einführungsprozess technologiebasierter Lern- und Assistenzsysteme im Arbeitssystem bieten und für die damit verbundenen Zusammenhänge sensibilisieren. Einen Algorithmus von Gestaltungsvorschlägen kann und wird sie vor dem Hintergrund betriebs- und arbeitsplatzindividueller Spezifika jedoch nicht leisten können. Vielmehr ist sie als Systematik zu lesen, in der sowohl positive als auch negative betriebliche Erfahrungsgeschichten verortet und in einen Zusammenhang gebracht worden sind. Die Systematik wurde zunächst in Bezug auf Anforderungen der Montage, aber auch der modernen Instandhaltung (Haase 2017) entwickelt, was sich vor allem in der Kategorie Aufgabeninhalt widerspiegelt. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass sich die didaktischen und lernförderlichen Kernkriterien auf andere Branchen übertragen lassen.

Es ist zudem davon auszugehen, dass durch den Einbezug der Systematik eine Reflexion der Unternehmensstrategie und der Lernkultur angeregt wird. Schon die Klärung der mit dem Assistenzsystem verfolgten Ziele (etwa bzgl. Qualität, Flexibilität, Lernziel) erfordert einen Dialog mit Mitarbeitern verschiedener Funktionen des Unternehmens und setzt somit einen für die Auswahl und Gestaltung entscheidenden Reflexionsprozess in Gang. Diese Form der Visualisierung von Zusammenhängen kann dazu beitragen, den Dialog zu strukturieren und zugleich die Kommunikation zwischen Entwicklern und Organisation für eine lernförderliche Gestaltung zu vereinfachen. Es wird hier ein strukturiertes und partizipativ geführtes Vorgehen nahegelegt, was letztlich vor allem zur Akzeptanz aller Beteiligten im Implementierungsprozess beiträgt.

## 6. Literatur

- Bloom BS (2004) Revised Bloom's Taxonomy. Syba Signs, Roselle and NSW.
- Dehnpostel P (2019) Betriebliche Lernorte, Lernräume und Selbstlernarchitekturen in der digitalisierten Arbeitswelt. In: Magazin erwachsenenbildung.at. Ausgabe 35/36, 2019. Wien.
- DIN E 6385 2004-05 (2004) Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (ISO 6385: 2004). Deutsche Fassung EN ISO, 6385.
- Dreyfus H, Dreyfus L, Stuart E (1987) Künstliche Intelligenz. Von den Grenzen der Denkmachine und dem Wert der Intuition. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Haase T (2017) Industrie 4.0: Technologiebasierte Lern- und Assistenzsysteme für die Instandhaltung (Vol. 46). wbv.
- Niehaus J (2017) Mobile Assistenzsysteme für Industrie 4.0. Gestaltungsoptionen zwischen Autonomie und Kontrolle. Düsseldorf.
- Porter M, Heppelmann J (2017) Why Every Organization Needs an Augmented Reality Strategy. Harvard Bus. Rev. 95(6), 46–57.
- Schlick C, Bruder R, Luczak H (2018) Arbeitswissenschaft. Springer-Verlag.
- Ulich E (2005) Arbeitspsychologie (6. Auflage) Stuttgart: Schaffer-Poeschel.

**Danksagung:** Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Vorhabens *LeARn4Assembly – Didaktische und lernförderliche Gestaltung VR-/AR-basierter Lern- und Assistenzsysteme für komplexe (De-)Montagetätigkeiten in der Produktion* (FKZ 01PV18007A), das im Rahmen des Programms „Digitale Medien in der beruflichen Bildung“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird.