

Digitale Menschmodelle als Methode zum Anlernen von Arbeitsprozessen

Michael SPITZHIRN, Alexander AUST, Angelika C. BULLINGER

*Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement
Technische Universität Chemnitz, D-09107 Chemnitz*

Kurzfassung: Arbeitswissenschaftliche digitale Menschmodelle (DMM) sind leistungsfähige Werkzeuge zur ergonomischen und gesundheitsgerechten Gestaltung von Arbeitsplätzen. Ein Einsatz dieser DMM für das Anlernen von Arbeitsprozessen ist indes nicht dokumentiert. Es stellt sich die Forschungsfrage, ob aktuelle DMM für das Anlernen im industriellen Kontext bereits jetzt geeignet sind. Im Rahmen von zwei Fokusgruppen mit Experten aus den Bereichen Arbeitswissenschaft, E-Learning und Erwachsenenbildung wurde diese am Bsp. der DMM ‚ema‘ und ‚Human Builder‘ auf deren Potenziale zum Anlernen von Arbeitsprozessen mittels Kategorien der Lernförderlichkeit digitaler Lernsysteme untersucht. Im Ergebnis zeigt sich, dass diese Systeme erhebliches Potenzial als Lerninstrument haben, wesentliche Anpassungen jedoch notwendig sind.

Schlüsselwörter: Digitale Menschmodelle, Anlernen, Pädagogische Agenten, E-Learning

1. Digitale Menschmodelle und die Forderung nach Lernen im Arbeitsprozess

Digitale Menschmodelle (DMM) im Allgemeinen sind modellhafte 3D-Abbilder realer Menschen, die als virtuelle Werkzeuge vielfältig einsetzbar sind (Mühlstedt 2012). In der Arbeitswissenschaft werden DMM bspw. zur menschengerechten Gestaltung von Arbeitsprozessen und -systemen genutzt. Die Pädagogik bzw. das E-Learning setzen mitunter auf DMM zur Unterstützung medialer Lernprozesse (van der Meij 2013). Im Zuge der aktuellen Debatte um die digitale Transformation von Arbeits- und Produktionsprozessen und die zunehmende Bedeutung informellen und selbstregulierten Lernens im Arbeitsprozess (Dehnbostel 2015) entstand die Idee, die Entwicklung arbeitswissenschaftlicher DMM mit den Spezifika von Lernsoftware zu verknüpfen. Ziel ist deren Funktionalitäten für Anlernprozesse in der betrieblichen Praxis nutzbar zu machen. Hierzu wurden zwei arbeitswissenschaftliche DMM im Rahmen von zwei Fokusgruppen unter Verwendung von Kategorien der Lernförderlichkeit digitaler Lernsysteme auf deren Einsatzfähigkeit untersucht sowie deren Potenziale zum Anlernen von Arbeitsprozessen diskutiert.

2. Programme in Menschengestalt – arbeitswissenschaftliche und pädagogische digitale Menschmodelle

Arbeitswissenschaftliche DMM erlauben die Simulation von Arbeitsprozessen sowie deren Analyse mittels integrierter Ergonomie-Bewertungsverfahren (Mühlstedt 2012). Ihr Zweck ist die Gestaltung und Bewertung menschengerechter und produktiver Arbeit. Hierfür werden u.a. Sicht- und Erreichbarkeitsanalysen sowie

Methoden zur Bewertung von Körperhaltungen, Kräften und Lasten ausgeführt. Abbildung 1 zeigt eine Erreichbarkeitsanalyse (links) sowie eine Haltungsanalyse nach RULA (rechts) im DMM ‚Human Builder‘. Weitere Informationen zu Funktionalitäten arbeitswissenschaftlicher DMM können u.a. Mühlstedt (2012) entnommen werden.

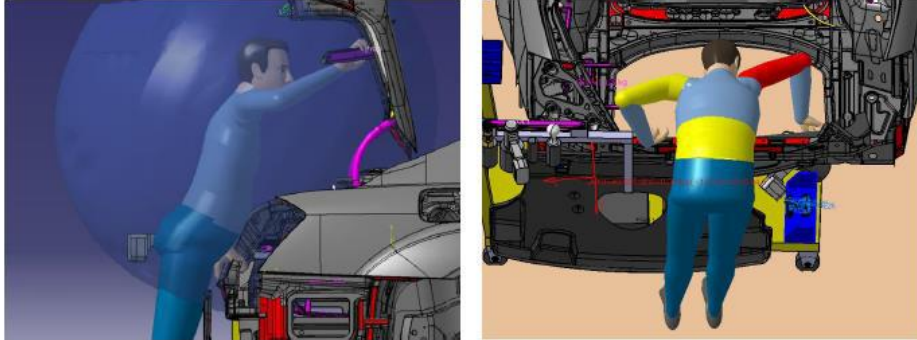


Abbildung 1: Ausgewählte Funktionen in arbeitswissenschaftlichen DMM: Erreichbarkeitsanalyse (links) und Haltungsanalyse nach RULA-Verfahren (rechts) im DMM ‚Human Builder‘ (Schönherr 2013)

Anwendung finden diese DMM bspw. zur Darstellung und interaktiven Gestaltung von Arbeitsprozessen im Rahmen von KVP-Workshops. Dies geschieht durch einen Avatar, der nicht mit dem Nutzer interagiert, sondern als Repräsentation eines Mitarbeiters die vorzunehmenden Arbeitsschritte darstellt (Fox et al. 2014). Ein Einsatz dieser Simulation zu Zwecken des Anlernens ist bisher nicht dokumentiert.

Im Kontext des E-Learnings werden menschengleich gestaltete, digitale Charaktere als so genannte „Pädagogische Agenten“ eingesetzt, die den Nutzer durch multimediale Lernumgebungen begleiten. Im Gegensatz zu Avataren sind sie keine bloße virtuelle Repräsentation des Lernenden, sondern ein vom Computer autonom gesteuerter Charakter mit künstlicher Intelligenz, der die Rolle des Mentors und Lernberaters einnimmt (Fox et al. 2014). Ziel ihres Einsatzes ist die Unterstützung selbstregulierter Lernprozesse mit digitalen Medien durch menschliche Sprache und eine lebensnahe Darstellung des Agenten (Bendel 2004; Domagk 2008).

Abbildung 2 zeigt einen pädagogischen Agenten im Setting für mobiles, selbstreguliertes Lernen auf einem Tablet. Der Agent ist als detaillierte Abbildung eines menschlichen Kopfes dem Lernenden zugewendet. Im linken Teil des Bildschirms werden Lerninhalte eingeblendet. Die Bearbeitung der Lerninhalte wird durch den Agenten begleitet.



Abbildung 2: Schema der Lernunterstützung durch einen pädagogischen Agenten (eigene Darstellung, Figur aus makehuman.org)

Den theoretischen Rahmen liefert mitunter die Social Agency Theory (Mayer 2004), die u.a. besagt, dass personalisierte Instruktionen einen hohen Einfluss auf den Lernerfolg haben. Pädagogische Agenten sollen deshalb nicht nur Wissen vermitteln, sondern den Nutzer im Lernprozess unterstützen und dessen Lernmotivation fördern (Back et al. 2001). Ihre Aktionsmöglichkeiten umfassen nach Bendel (2004) u.a. die Sammlung, Strukturierung und Vermittlung lernrelevanter Informationen zur Entwicklung von Handlungskompetenz (Informationen), den bidirektionalen Austausch mit dem Nutzer (Kommunikation), die Suche, Filterung und Vermittlung von Lerninhalten (Transaktion) sowie das wechselseitige Agieren zwischen Nutzern bzw. Lernsystemen (Interaktion).

3. Methodik und Vorgehensweise

Die Bewertung der Potenziale arbeitswissenschaftlicher DMM erfolgte in zwei Fokusgruppen. Betrachtet wurden hier die DMM ‚ema‘ und ‚Human Builder‘.

3.1 Kategorien der Lernförderlichkeit zur Bewertung arbeitswissenschaftlicher DMM

Um sich den Potenzialen arbeitswissenschaftlicher digitaler Menschmodelle für Anlernszenarien zu nähern, wurden Kategorien der Lernförderlichkeit zur Bewertung von digitalen Lernmedien herangezogen. Diese umfassen die Elemente Interaktionsdesign, Interaktivität, Adaptivität und Usability.

Das **Instruktionsdesign** besteht aus einem systematischen Arrangement von Umgebungsbedingungen im digitalen Lernsystem, das geeignet ist, Kompetenzen zu fördern (Niegemann 2004). Zur Erlangung komplexer kognitiver Fähigkeiten ist bspw. der Ansatz des Cognitive Apprenticeship (Mandl et al. 2002) als theoretische Basis für das Anlernen mit DMM geeignet, da er das klassische Anlernen bspw. durch den Meister auf multimediale Lernsysteme überträgt.

Interaktivität bei digitalen Medien umfasst „Eingriffs- und Steuermöglichkeiten“ zwischen Lernsystem und Lernendem (Haack 2002). Durch ein individuelles Eingreifen in den Lernprozess können positive Effekte auf die Merkfähigkeit des Lernenden erzielt werden (Hobmair 2013). Die Möglichkeiten reichen dabei von einfachen Manipulationen, wie dem Wechsel von Simulationsgeschwindigkeit und Perspektiven, bis hin zu komplexen Modifizierungen des Inhalts einschließlich Feedback und Diskussion (Grissom et al. 2003). Zur Untersuchung der Interaktivität wird eine 6-stufige Einteilung nach Grissom et al. (2003) vorgenommen.

Unter **Adaptivität** wird die Fähigkeit eines interaktiven Systems verstanden, sich an individuelle Voraussetzungen und Bedürfnisse eines Nutzers anpassen zu können (Rey 2009). Diese Anpassung kann den Instruktionsumfang, die Lernzeit, die Lernsequenzen, die Zeit der Aufgabenpräsentation sowie den Schwierigkeitsgrad umfassen. Rey (2009) nimmt eine Unterteilung in geringe (Stufe 1) und hohe Adaptivität (Stufe 2) vor. Zur Bewertung soll diese Einstufung herangezogen werden und um eine Stufe 0 - keine Adaptivität - erweitert werden.

Unter dem Punkt **Usability** wird die Nutzerfreundlichkeit der Bedienung und der Benutzeroberfläche des Lernsystems gefasst. Ein effektives und effizientes Lernen soll durch eine möglichst hohe Zufriedenheit beim Bedienen des Lernsystems erreicht werden (Niegemann et al. 2008). Hierbei sind u.a. Richtlinien wie die DIN ISO 9241-110:2008 oder Heuristiken nach Nielsen (1994) zu berücksichtigen. Im Rahmen der Untersuchung wird eine qualitative Einschätzung vorgenommen.

3.2 Einsatz von Fokusgruppen zur Bewertung arbeitswissenschaftlicher DMM

Die aktuelle Einsatzfähigkeit sowie die Potenziale arbeitswissenschaftlicher DMM zum Anlernen von Arbeitsprozessen wurden im Rahmen von zwei interdisziplinären Fokusgruppen ermittelt, die zwischen März und April 2015 an der TU Chemnitz stattfanden. Die Fragestellung wurde am Beispiel der DMM ‚ema‘ und ‚Human Builder‘ auf Grundlage der vorgenannten Kriterien untersucht. Fokusgruppe 1 setzte sich aus vier universitären DMM-Anwendern ohne explizite Kenntnisse bzgl. digitaler Lernmedien sowie einem Pädagogen zusammen. Es wurden anhand von Leitfragen technische Merkmale, Funktionen sowie Elemente der Usability und Interaktivität von DMM diskutiert. Fokusgruppe 2 bestand aus fünf Fachvertretern der Pädagogik mit Schwerpunkt Erwachsenenbildung, dem E-Learning und der Arbeitswissenschaft mit Schwerpunkt im Bereich betrieblicher Lernprozesse. Diese Gruppe nahm die Ergebnisse aus Fokusgruppe 1 auf und erweiterte diese um lernrelevante Aspekte, bspw. das Instruktionsdesign. Die Fokusgruppen wurden aufgezeichnet, transkribiert und mittels qualitativer Inhaltsanalyse (Mayring 2010) unter Nutzung der o.g. Kategorien der Lernförderlichkeit ausgewertet.

4. Arbeitswissenschaftliche DMM als Lernsystem – Potenziale und Ansätze

Das Fehlen eines **Instruktionsdesigns** und ein hoher Bedarf dafür, wenn die Systeme für das Anlernen eingesetzt werden sollen, wurden in beiden Fokusgruppen übereinstimmend genannt. So sollte ein Anlernsystem bei Lerninhalten sowie bei Tiefe und Dauer der Instruktion an die entsprechende Arbeitssituation angepasst sein. Je nach Komplexität und Zusammengehörigkeit der einzelnen Abschnitte der Arbeitsaufgabe wäre die Segmentierung der Lerninhalte durch das System sowie die Ausgabe eines geeigneten Feedbacks relevant. Sinnvoll wäre ein erklärendes Feedback im Rahmen bspw. eines integrierten Quiz, das aktive Rückfragen des Lernenden ermöglicht. Weiterhin sollte die Informationsvermittlung durch multimodale Ansprache verschiedener Sinne (visuell, auditiv, haptisch) je nach Lernsituation ermöglicht werden. Dabei ist die Vermittlung und Bereitstellung von Hintergrundwissen wichtig, um die Bereitschaft zum Lernen (expansives Lernen) sowie ein Gesamtverständnis vom Prozess zu fördern, wie von den Fachexperten der Fokusgruppe 2 betont wird. Dies kann durch das Hervorheben von Informationen oder das Einbinden von Sprachelementen geschehen. Zudem sollte der individuelle Freiheitsgrad im Lernprozess, der zentral für das Erfahrung-Machen und damit für die Entwicklung von Kompetenz ist, berücksichtigt werden. Zudem wurde betont, dass Lernkurve und Lernergebnis verbessert werden könnten, wenn Aufmerksamkeits-, Motivations- und Ermüdungsgrad erfasst und eine entsprechende Gestaltung und Reaktion im Lernprozess (Abwechslung, Reizsetzung, Pausen) ermöglicht würden.

Die untersuchten DMM weisen bisher nur geringe Möglichkeiten des Eingriffs und der Steuerung durch den Nutzer auf. In der sechsstufigen Taxonomie der **Interaktivität** (Grissom et al. 2003) bedeutet das eine Einordnung in Stufe 2. Beide DMM bieten jeweils einfache Kontrolltasten zur Veränderung der Abspielgeschwindigkeit. Die Simulation kann nur passiv betrachtet werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit im 3D-Raum durch das Arbeitssystem zu navigieren und die Betrachtungsperspektive zu ändern, so dass detaillierte Informationen zum Arbeitsprozess erfasst werden können. Das Interaktionslevel

sollte perspektivisch auch in Abhängigkeit des Anwendungsfalls einstellbar sein sowie zur aktiven Individualisierung des Lernprozesses durch den Lernenden beitragen. Dies würde sich konzentrationsförderlich auswirken, wie die Teilnehmer der Fokusgruppe 2 betonen.

Die untersuchten DMM besitzen dabei auch keine **Adaptivität**. Die Anthropometrie und das Erscheinungsbild des abzubildenden Individuums kann zwar je nach System bedingt angepasst werden. Eine Berücksichtigung individueller Lernvoraussetzungen oder eine Personalisierung der Systeme in Rückkopplung mit den Systemen ist nicht möglich. Dabei wurde von den Teilnehmer der Fokusgruppe 2 hervorgehoben, dass eine visuelle Anpassung des Manikins an demographische und physiognomische Faktoren sowie die Individualisierung nach lernrelevanten Eigenschaften zu einem effizienteren Lernen führt. In Bezug auf die zu erlernende Arbeitsaufgabe und des Lernfortschrittes sollte eine automatische Anpassung des Instruktionsdesigns, wie bspw. durch variable Lerngeschwindigkeiten oder eine schrittweise gesteigerte Komplexität, möglich sein.

Die **Usability** spielt auch eine wichtige Rolle beim selbstregulierten Lernen mit digitalen Lernsystemen. Da die untersuchten DMM für die Analyse und Gestaltung von Arbeitsprozessen konzipiert wurden, ist nur eine geringe Usability für den Einsatz als Lernsystem vorhanden. In Fokusgruppe 1 wurde speziell Entwicklungsbedarf bei den Möglichkeiten der Individualisierung von Oberfläche und Systemabläufen genannt, wobei die freie Anordnung von Fenstern oder Icons bereits realisierbar ist. Ziel muss sein, dass das System frei von lernhemmenden bzw. demotivierenden Gestaltungselementen ist. Eine intuitivere Bedienbarkeit und Anpassbarkeit an die jeweiligen Nutzerbedürfnisse sowie den Nutzungskontext wären wichtige Aspekte bei der Weiterentwicklung der DMM aus Sicht der Fokusgruppenteilnehmer.

Im Fazit werden von den Teilnehmern der Fokusgruppen ein hohes Potenzial und die Schaffung von zusätzlichen Synergien durch eine Verknüpfung von pädagogischen und arbeitswissenschaftlichen DMM gesehen. So könnte durch eine frühzeitige Einbeziehung des anzulernenden Mitarbeiters einerseits kostenintensive korrektive Maßnahmen verhindert und andererseits die Motivation und Akzeptanz durch eine Beteiligung an der Prozessgestaltung erhöht werden. Die Verschmelzung von Gestaltung und Anlernprozess könnte sich zudem positiv auf die Anlernkurve wie auch auf die Qualität und Quantität des finalen Arbeitsprozesses auswirken, wobei der Interaktionsprozess im Sinne einer konstruktiven Lernphase gesteuert werden muss.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die Betrachtung arbeitswissenschaftlicher DMM unter der Prämisse vorhandener und denkbarer Potenziale für Lernprozesse hat gezeigt, dass die systematische Verschmelzung mit Funktionen eines Anlernsystems sinnvoll ist. Ein so erweitertes DMM könnte arbeitsplatznahe, selbstregulierte Lernprozesse unterstützen, die die Selbstlernkompetenz erhöhen und somit einen Beitrag im Umgang mit komplexen, unsicheren und sich schnell wandelnden Arbeitsinhalten leisten. Derzeit sind diese DMM nur die digitale Repräsentation eines Produktionsarbeiters und dessen unmittelbarer Arbeitsumwelt. Die Erweiterung um ein Instruktionsdesign, der Interaktionsmöglichkeiten über das Interface, die Ausgabemöglichkeiten für Zusatzwissen und nicht zuletzt die Integration eines pädagogischen Agenten als

Lernberater ließen arbeitswissenschaftliche DMM zu einem effektiven, mit spezifischen Fähigkeiten zu Ergonomie und Produktivität ausgestatteten Lerninstrument im Kontext der Produktionsarbeit werden. Auch außerhalb des Shopfloors ist ein Einsatz denkbar. Als selbsterklärendes Planungsinstrument mit integrierter Vermittlung von Expertenwissen zur ergonomischen Arbeitsgestaltung kann ein Beitrag zur Kompetenzentwicklung von Produktionsplanern geleistet werden. Im Ergebnis könnten sowohl menschengerechte und produktive als auch lernförderliche Arbeitsprozesse erzeugt werden.

6. Literatur

- Back A, Bendel O, Stoller-Schai D (2001) E-Learning im Unternehmen. Grundlagen – Strategien – Methoden – Technologien (1. Auflage). Zürich: Orell Füssli Beyer 2011.
- Baylor A (2011) The design of motivational agents and avatars. *Educational Technology Research & Development* 59: 291-300.
- Bendel O (2004) Merkmale, Ziele und Funktionen pädagogischer Agenten. In: B. Bekavac & J. Herget & M. Rittberger (Hrsg.) Informationen zwischen Kultur und Marktwirtschaft. Proceedings des 9. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI 2004). Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft: 213 – 226.
- Dehnpostel P (2015) Informelles Lernen in der betrieblichen Bildung. In: M. Rohs (Hrsg.) Handbuch Informelles Lernen. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- DIN EN ISO 9241-110 (2008) Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Domagk S (2008) Pädagogische Agenten in multimedialen Lernumgebungen. Empirische Studien zum Einfluss der Sympathie auf Motivation und Lernerfolg. Berlin: Logos.
- Fox J, Ahn SJ, Janssen JH, Yeykelis L, Segovia KY, Bailenson JN (2014) Avatars Versus Agents: A Meta Analysis Quantifying the Effect of Agency on Social Influence.
- Grissom S, McNally MF, Naps T (2003) Algorithm visualisation in CS education: Comparing levels of student engagement. Accessed 23.10.2015. <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=774833.774846>.
- Haack J (2002) Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia. In: L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.) Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis. Weinheim: Beltz, 127-136.
- Heidig S, Clarebout G (2011) Do pedagogical agents make a difference to student motivation and learning?. *Educational Research Review*. Hobmair: 27 - 54.
- Hobmair H (2013) Psychologie (5. Auflage). Köln: Bildungsverlag eins.
- Mandl H, Gruber H, Renkl A (2002) Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In: L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.) Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis. Weinheim: Beltz, 139 – 148.
- Mayer RE (2004) Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59:14 -19.
- Mayring P (2010) Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken (11. aktualisierte und überarbeitete Auflage). Weinheim & Basel: Beltz.
- Niegemann HM (2004) Modelle des Instruktionsdesigns. Zu Möglichkeiten und Grenzen didaktischer Hilfestellungen. In: U. Rinn, D.M. Meister (Hrsg.) Didaktik und Neue Medien. Konzepte und Anwendungen in der Hochschule. Münster: Waxmann, 102-122.
- Nielsen J (1994) Enhancing the explanatory power of usability heuristics. In: B. Adelson, S. Dumais & J. Olson (Hrsg.) the SIGCHI conference, 152–158).
- Mühlstedt J (2012) Entwicklung eines Modells dynamisch-muskulärer Arbeitsbeanspruchungen auf Basis digitaler Menschmodelle. Universitätsverlag Chemnitz.
- Niegemann HM, Domagk S, Hessel S, Hein A, Hupfer M, Zobel A (2008) Kompendium multimediales Lernen. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Rey GD (2009) E-Learning. Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung (1. Auflage). Bern: Hans Huber.
- Schönherr R (2013) Simulationsbasierte Absicherung der Ergonomie mit Hilfe digital beschriebener menschlicher Bewegungen. Accessed 05.12.2015. [http://www.qucosa.de/recherche/frontdoor/?tx_slubopus4frontend\[id\]=13299](http://www.qucosa.de/recherche/frontdoor/?tx_slubopus4frontend[id]=13299).

Van der Meij H (2013) Do pedagogical agents enhance software training? Human-Computer Interaction, 28:518-547.

Danksagung: Ein ganz besonderer Dank geht an das vom BMBF geförderte Projekt Virtual Aging sowie an Frau Susan Mätzold, Sascha Schneider (TU Chemnitz), Christian Müller (TU Dresden) sowie die weiteren Beteiligten an den Fokusgruppen für die konstruktive Zusammenarbeit.