

Attraktivität von Engineering-Software – der Sprung von einer „neutralen“ zu einer „begehrten“ Benutzungsschnittstelle

Olga Lange¹, Manfred Dangelmaier², Matthias Bues²

Digital Engineering, Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT)
Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart, Deutschland¹

Engineering Systeme, Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO),
70569 Stuttgart, Deutschland²

Zusammenfassung

Die nutzerzentrierte Gestaltung des zukünftigen Arbeitsplatzes im Engineering wird am Prototyp Extended Workdesk vorgestellt. Die neuartige Software-Benutzungsschnittstelle ist nach Informationsanforderungen der auszuführenden Tätigkeiten in der Fertigungsplanung konzipiert. Der vorgestellte Demonstrator umfasst eine Kombination von Anwenderunterstützungen in der Interaktion und am Interface der Software-Benutzungsschnittstelle. Das Interaktionsdesign beinhaltet eine integrierte „Step-by-Step“-Schaltfläche zur Navigation bei der Aufgabendurchführung. Eine Touch/Multi-Touch-Bedienung und die horizontal und vertikal angeordneten Bildschirme kennzeichnen das weiterentwickelte Interfacedesign der SW-Benutzungsschnittstelle.

Dieser Beitrag stellt die Usability-Evaluierung am Beispiel einer Anwendung aus der Fertigungsplanung mit der Methode AttrakDiff vor. Diese wird mit zwei Gruppen von 42 Probanden durchgeführt. Die Auswertung zeigt eine Erhöhung der Attraktivitätsbewertung von „neutral“ auf „begehrt“ gegenüber herkömmlichen Engineering-Arbeitsplätzen.

1 Einleitung

Die Anwender und deren Anforderungen an die Arbeitsumgebung sind bei der nutzerzentrierten Gestaltung der Software(SW)-Benutzungsschnittstelle entscheidend. An den Arbeitsplätzen in der Produktentwicklung sind immer mehr Informationen aus

unterschiedlichen Quellen zu verarbeiten. Die relevante IT-Infrastruktur bildet diesen Wandel durch kontinuierliche und hochdynamische Weiterentwicklung in weitaus stärkerem Maße ab als die Systeme, mit denen die Nutzer letztlich arbeiten (Lange und Bues, 2017). Die Neuentwicklungen und Möglichkeiten im Interaktions- und Interfacedesign ermöglichen ganz neue Ansätze für anwenderorientierte Arbeitskonzepte in der Produktentwicklung. Solche Ansätze wurden am Prototyp Extended Workdesk umgesetzt und einer Usability-Evaluierung unterzogen.

2 Definitionen

Die SW-Benutzungsschnittstelle umfasst nach (DIN ISO 9241) „alle Bestandteile eines interaktiven Systems (Software oder Hardware), die Informationen und Steuerelemente zur Verfügung stellen, die für den Benutzer notwendig sind, um eine bestimmte Arbeitsaufgabe mit dem interaktiven System zu erledigen“. Eine SW-Benutzungsschnittstelle bedeutet nach (Chlebek 2011) „die Summe der Bedienteile, deren Anordnung und Wechselwirkung“ und schließt neben der Ein-/Ausgabe und Steuerung noch die Ablaufstruktur und Ablauflogik der Software ein (Chlebek 2011).

Beim SW-Engineering der Benutzungsschnittstelle werden in der Gestaltungsphase die nutzerspezifischen Anforderungen für individuelle Kommunikationsbedürfnisse (Interaktionsdesign) und die technische Gestaltung zur Unterstützung der Nutzer (Interfacedesign) betrachtet und konzipiert (Leventhal und Barnes 2008).

Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung der Benutzer sind die Usability-Anforderungen an die Software-Benutzungsschnittstelle (Herczeg 2009). Usability ist unter dem Begriff „Gebrauchstauglichkeit“ in der DIN ISO 9241 verankert. Unter Effektivität wird die Vollständigkeit der Zielerreichung, unter Effizienz der Einsatz von verfügbaren Ressourcen und unter der Zufriedenstellung die positive Nutzung eines Systems verstanden.

Im Probandentest werden Arbeitskonzepte mit der Methode AttrakDiff evaluiert. Wahrgenommene Attraktivität ist „eine globale positiv-negativ Bewertung eines Produktes“ (Hassenzahl et al. 2008). Sie ist damit ein Aspekt der Benutzer-Zufriedenstellung bzw. einer positiven Benutzererfahrung. In der vorgestellten Arbeit wird sie mit der webbasierten Applikation AttrakDiff (www.attrakdiff.de) erfasst und ausgewertet.

AttrakDiff ist ein Bewertungswerkzeug zur nutzerzentrierten Produktentwicklung. Es basiert aus 28 bipolaren, siebenstufigen Aussagen zur Beurteilung des evaluierten Objekts. Der Schwerpunkt liegt in der Erfassung der pragmatischen und hedonischen Qualität eines Produktes (Hassenzahl et al. 2008).

3 Konzeption der Software-Benutzungsschnittstelle

Diese Arbeit betrachtet die Phase „Gestaltung Benutzungsschnittstelle“, unterteilt in Interaktionsdesign und Interfacedesign (Barnes und Leventhal 2001; Leventhal und Barnes 2008). Die Interaktion ist mit dem Interface stark gekoppelt, jedoch fokussiert das Interaktionsdesign auf den Informationsaustausch zwischen Software und Anwender und das Interfacedesign auf die Gestaltung von funktionalen Benutzungsschnittstellen (Richter und Flückiger 2013).

3.1 Anwenderunterstützung in der Interaktion und am Interface

Das Interaktionsdesign fokussiert auf den inhaltlichen Informationsaustausch einer Software oder eines Systems mit dem Anwender bei der softwarebasierten Abarbeitung einer Aufgabe. Dabei setzt die Aufgabenausführung ein mentales Modell voraus. Bei seltener oder erster Ausführung mittels einer Software fehlt dieses und muss zunächst erlernt werden. Die nutzerspezifische Anforderung lag im untersuchten Fall in der Navigation in einer Anwendung zur Simulation in der Fertigungsplanung. Die webbasierte Simulationssoftware, die im europäischen Forschungsprojekt DREAM (Simulation based application Decision support in Real-time for Efficient Agile Manufacturing) entwickelt wurde, ermöglicht Fertigungsprozesse zu beschreiben und zu parametrisieren. Zur Anwenderunterstützung bei der Interaktion wird im System ein Standardprozess hinterlegt, durch den der Benutzer mittels einer Schaltfläche „Continue“ navigiert. Diese Unterstützungsfunktion wurde direkt in der Software DREAM implementiert.

Im Gegensatz zum Interaktionsdesign liegt beim Interfacedesign der Schwerpunkt auf in der Entwicklung der funktionalen SW-Benutzungsschnittstelle (Richter und Flückiger 2013) mit den Möglichkeiten der Gestaltung (Layout) und Platzierung (Placement) von Elementen und Navigation (Saffer 2010).

Die grundlegenden Aspekte beim Design des Interfaces am Ingenieursarbeitsplatz sind:

1. Art und Format der Benutzungsschnittstellen – mobile oder/und stationäre Sichtgeräte (Bildschirm, Tisch, Desktop, Laptop, etc.),
2. Handlungsmöglichkeiten an der Benutzungsschnittstelle – Tastatur-, Maus-, Touch-/Multi-Touch-, Gesten- und Sprachsteuerung und
3. Konnektivität an der Benutzungsschnittstelle – integrierte Scanner, Telefon und mobile Devicefunktionen.

Mit der Beobachtung (Methode: Contextual Inquiry) der auszuführenden Tätigkeiten am Arbeitsplatz in produzierenden Unternehmen wurden die nutzerbezogenen Bedürfnisse bei der Verwendung der bestehenden SW-Benutzungsschnittstelle festgestellt. Diese bezogen sich auf die direkte Manipulation der Objekte und den großflächigen Überblick mit einer flexiblen Zuordnung von Applikationsfenster in der Planungsanwendung.

3.2 Technologien für eine neue Software-Benutzungsschnittstelle

Um neue Technologien am Arbeitstisch integrieren zu können, wurde ein nutzer- und prozesszentrierter Ansatz verfolgt, der in der Software *Virtual Desktop One* (VD1) resultiert. *VD1* bildet die Basis für die Realisierung von Rechnerarbeitsplätzen, die die freie Anordnung digitaler Dokumente und Softwareapplikationen auf fast beliebigen digitalen Arbeitsflächen ermöglichen. Dadurch wird nicht nur der begrenzte Platz auf den Bildschirmen des herkömmlichen Rechnerarbeitsplatzes vergrößert, sondern die Nutzer können vor allem die Objekte ihres jeweiligen Arbeitsablaufes ähnlich wie Papier entsprechend ihrem mentalen Modell anordnen, also positionieren und frei drehen, und darüber hinaus auch skalieren. Dieser Ansatz geht über bisherige Arbeiten, etwa von Pirchheim et al. (Pirchheim 2009), insofern hinaus, als diese keine multimodale Interaktion (insbesondere Touch) vorsehen und auch keine verallgemeinerte Transformierbarkeit von Fenstern zulassen. (Lange und Bues, 2017)

3.3 Prototyp Extended Workdesk

Die Umsetzung der Software-Benutzungsschnittstelle basiert auf dem nutzer- und prozesszentrierten Ansatz der Software *VD1*. Es wurde eine Displayumgebung mit einem nahtlosen Desktop entwickelt, auf dem die Anwender die genutzten Applikationsfenster mit direkter Manipulation beliebig anordnen, drehen und skalieren können. So können die Anwender mehrere Applikationsfenster über die Tischfläche und vertikale Bildschirme verteilen und neben der Simulationssoftware auch beliebige andere Dokumente anzeigen. Auch die verschiedenen Kommunikationskanäle (Mail, Scan, Social Media, Voice, Videokonferenz) lassen sich nahtlos in diese Arbeitsumgebung integrieren. Abbildung 1 zeigt den Aufbau eines zukünftigen Arbeitsplatzes für das Engineering am Beispiel des Extended Workdesk.



Abbildung 1: Konzept und Aufbau des Extended Workdesk

Die Kombination aus einem großflächigen horizontalen und einem vertikalen Display ermöglicht es den Anwendern, die verschiedenen Applikationen des jeweiligen

Arbeitskontextes jeweils optimal anzuordnen. Zudem ermöglicht das Vorhandensein eines vertikalen Displays zunächst die Beibehaltung gewohnter Arbeitsweisen und die kontinuierliche Exploration und damit den graduellen Übergang zur vollständigen Nutzung der Möglichkeiten des Extended Workdesk. Damit kann, neben geringem Schulungsaufwand, eine wesentlich größere Nutzerakzeptanz erreicht werden als beim disruptiven Übergang zu einem neuen Interaktionsparadigma (Regenbrecht 2001).

4 Evaluierung mit AttrakDiff

Um die Usability der neuentwickelten SW-Benutzungsschnittstellen zu evaluieren, wurden zwei Arbeitsumgebungen aufgebaut: ein gängiger Büroarbeitsplatz ohne jegliche Anwenderunterstützung in der Software und ein Arbeitsplatz am Prototyp Extended Workdesk mit Anwenderunterstützung in der Interaktion und am Interface.

Am heutigen Arbeitsplatz standen als Arbeitsmittel ein 24-Zoll Bildschirm mit 1920x1200 Pixel Auflösung mit Tastatur und Maus zur Verfügung sowie ein Aufgabenblatt mit Arbeitsanweisungen und ein Schreibstift. Der zum Vergleich herangezogene Prototyp des Extended Workdesk besteht aus einem horizontalen Multitouch-Display mit einer Auflösung von 4320x2560 Pixel und einer Diagonale von ca. 55 Zoll, einem vertikalen 30-Zoll-Bildschirm mit 2560x1440 Pixel Auflösung, einer über der Tischfläche integrierten, hochauflösenden Dokumentenkamera, einer Tastatur und einer Maus, ferner das Aufgabenblatt für den Versuch und ein Schreibstift. Der Extended Workdesk umfasst eine Kombination von Anwenderunterstützungen in der Interaktion und am Interface der Software-Benutzungsschnittstelle. Eine integrierte „Step-by-Step“-Schaltfläche zur Navigation bei der Aufgabendurchführung wurde aus dem Interaktionsdesign implementiert. Eine Touch-/Multi-Touch-Bedienung und die horizontalen und vertikalen Bildschirme bilden das weiterentwickelte Interfacedesign der Benutzungsschnittstelle. Abbildung 2 zeigt den Aufbau der Usability-Untersuchung mit dem gängigen Arbeitsplatz und dem Prototyp des Extended Workdesk.

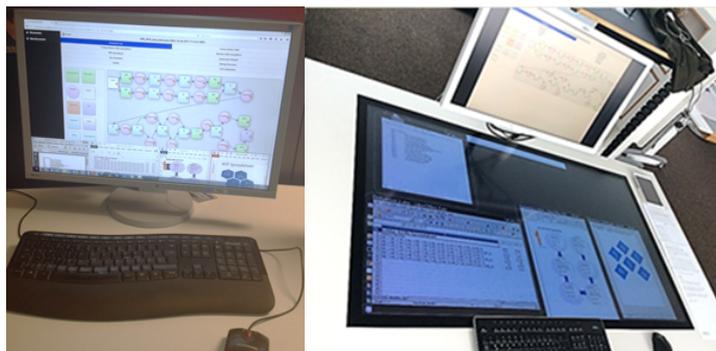


Abbildung 2: Aufbau der Untersuchung mit gängigem Arbeitsplatz und Extended Workdesk

Das Probandenkollektiv stammt aus dem Ingenieursumfeld und bildet einen unterschiedlichen Erfahrungsstand in der Fertigungsplanung bei gemischten Altersgruppen der Anwender der SW-Benutzungsschnittstellen ab. Die Probanden sind angehende und erfahrene Ingenieure ohne spezifische Vorkenntnisse zum eingesetzten SW-Werkzeug. Ein ausgewogenes Probandenkollektiv hinsichtlich Erfahrung und Alters ist wichtig, weil die langjährig erfahrenen Mitarbeiter die Usability-Schwierigkeiten der Berufsanfänger übersehen (Preim und Dachsel 2015). Andererseits hat die jüngere Ingenieursgeneration einen selbstverständlichen Zugang zu Technologien mit höheren Anforderungen an SW-Usability.

Die Aufgabe der Probandengruppe bestand in der Durchführung einer Simulation gemäß Aufgabenblatt. Dabei waren neben dem physisch vorliegenden Arbeitsblatt und der Simulationsanwendung weitere Anwendungsfenster auf dem Simulationsrechner zu verwenden, um die erforderlichen Simulationsparameter zu ermitteln und diese in die Simulationssoftware nach Auswahl der richtigen Registerkarte über die Tastatur einzutragen. Anschließend war die Simulation zu starten, das abgefragte Ergebnis abgelesen und auf dem Aufgabenblatt eingetragen. Im Durchschnitt verbrachte ein Proband etwa 20-25 Minuten Zeit zur Einarbeitung und Aufgabendurchführung an der jeweiligen SW-Benutzungsschnittstelle. Danach bewerteten die Probanden die Attraktivität der getesteten SW-Benutzungsschnittstellen mit dem webbasierten Fragebogen AttrakDiff (Hassenzahl et al. 2008). Dieser stand an einem Tablet-Computer (iPad) über die Internetseite <http://www.attrakdiff.de/> zum Ausführen bereit. Die automatisch erfassten AttrakDiff-Ergebnisse standen online zur Verfügung.

Ein Spezifikum der AttrakDiff-Auswertung liegt in einer Portfoliodarstellung mit zwei Dimensionen – nach hedonischer und pragmatischer Qualität. AttrakDiff enthält 28 Items mit einer siebenstufigen bipolaren Skala. Die hedonische Qualität (HQ) besitzt (Hassenzahl et al. 2008) eine ungreifbare symbolische Bedeutung für Anwender. Unter der „Hedonischen Qualität-Stimulation (HQ-S)“ werden Items zum Streben nach persönlicher Weiterentwicklung zusammengefasst und unter der „Hedonischen Qualität-Identität (HQ-I)“ solche zur persönlichen Identifikation mit dem Produkt. Mit der „Pragmatischen Qualität (PQ)“ wird eine als greifbar wahrgenommene Funktionalität des betrachteten Objektes ermittelt (Hassenzahl et al. 2008).

Die über alle Probanden gemittelten Ergebnisse sind in Abbildung 3 dargestellt.

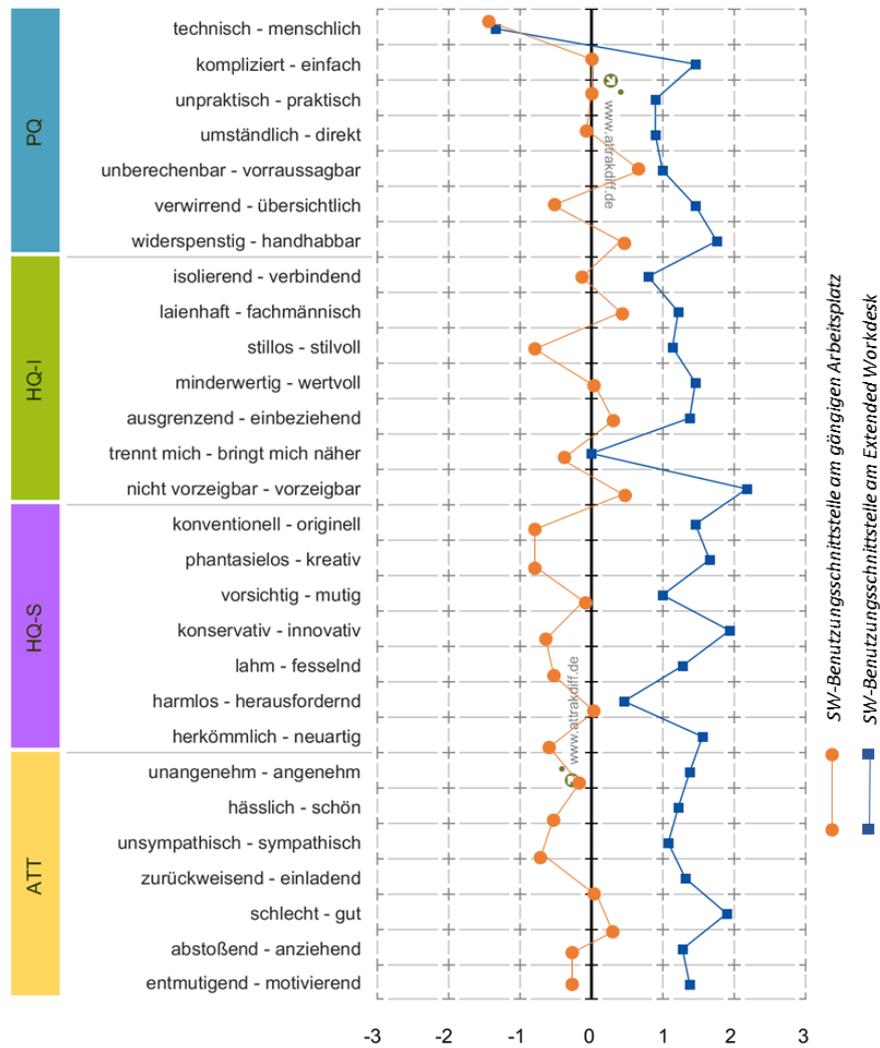


Abbildung 3: Ergebnisse zum Profil der Wortpaare von verglichenen SW-Benutzungsschnittstellen (www.attrakdiff.de)

Die Wortpaare zeigen eine deutlich positivere Bewertung der SW-Benutzungsschnittstelle des Extended Workdesk. Insbesondere ist die große Differenz bei der Auswertung von Wortpaaren des HQ-S-Bereiches auffällig. Zum Beispiel bei den Paaren „konventionell-originell“, „herkömmlich-neuartig“ bestätigen die Probanden die stimulierende hedonische Qualität des Extended Workdesk. Das Wortpaar „harmlos-herausfordernd“, zeigt einen kleinen Unterschied, weil die neuentwickelte SW-Benutzungsschnittstelle im Alltag fast jedem Probanden in der Bedienung nahe liegt. Resultierend auf den Ergebnissen zu den einzelnen Items wurden die vier aggregierenden AttrakDiff-Parameter zu beiden untersuchten SW-

Benutzungsschnittstellen ermittelt. Abbildung 4 stellt graphisch die Attraktivitätsskala der zwei untersuchten SW-Benutzungsschnittstellen dar.

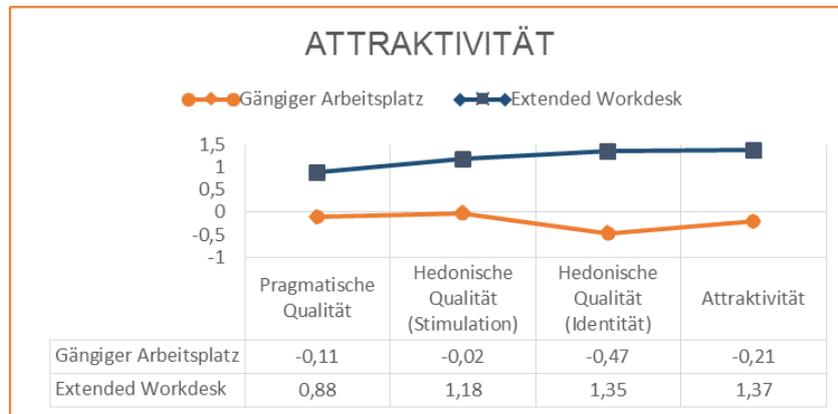


Abbildung 4: AttrakDiff-Parameter von untersuchten SW-Benutzungsschnittstellen am gängigen Arbeitsplatz und Extended Workdesk

Das Ergebnis im AttrakDiff-Portfolio (Hassenzahl et al. 2001) zeigt Abbildung 5. Die unterschiedliche Breite der Rechtecke stellt jeweils die Konfidenz der hedonischen (HQ) und pragmatischen (PQ) Qualität dar. Die gestrichelten Linien stellen die Mittelwerte der HQ und der PQ der Probandengruppen bezogen auf die wahrgenommenen Qualitäten dar.

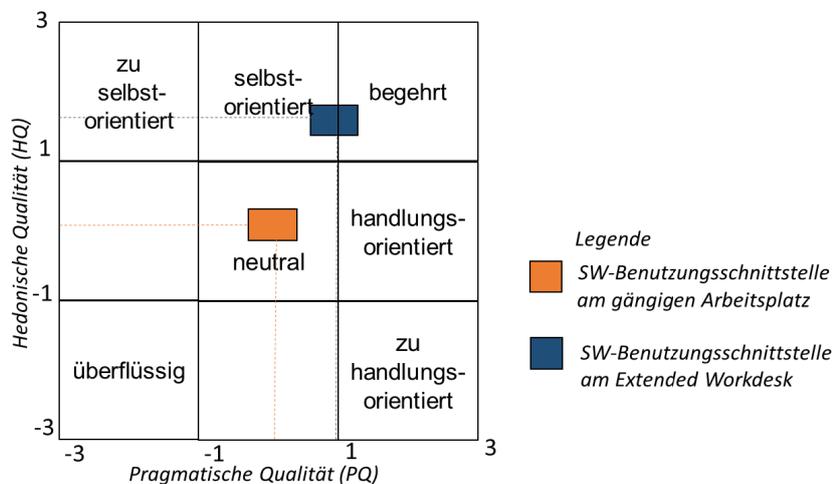


Abbildung 5: AttrakDiff-Portfolio nach (Hassenzahl et al. 2001)

Die Evaluierung zeigt einen deutlichen Unterschied zwischen den SW-Benutzungsschnittstellen am heutigen Arbeitsplatz und am Extended Workdesk. Die

wahrgenommene Attraktivität der SW-Benutzungsschnittstelle wird am gängigen heutigen Arbeitsplatz als neutral beurteilt. Die Ergebnisse zur SW-Benutzungsschnittstelle am Extended Workdesk werden zwischen selbstorientiert und begehrt eingeordnet. Die Evaluierung zeigt, wie ein nutzerzentriertes Interaktions- und Interfacedesign zur erhöhten wahrgenommenen Attraktivität führt und eine „neutrale“ zu einer „begehrten“ SW-Benutzungsschnittstelle am Engineering-Arbeitsplatz werden kann.

Obwohl die Bewertungen der Einzelitems die Interpretation nicht nahelegen, ist dabei nicht auszuschließen, dass ein gewisser Neuheitseffekt die Attraktivität beeinflusst, der im bei langfristiger Benutzung nachlassen könnte. Dieser Effekt ist aber eher auf der hedonischen Seite zu erwarten. Die bessere Bewertung der pragmatischen Qualität dürfte kaum darunter leiden. Bei der pragmatischen Qualität ist allerdings davon auszugehen, dass nicht jede Arbeitsaufgabe von einem Setting mit verteilten Bildschirmen profitiert. Dies ist insbesondere bei einfachen Aufgaben der Fall, wenn nur ein Anwendungsfenster benutzt wird. Eine Evaluierung solcher Nutzungsfälle ließe eine vergleichbare pragmatische Qualität und einen geringeren Unterschied in der hedonischen Qualität erwarten.

5 Ausblick

Dieser Beitrag stellt ein innovatives Konzept der SW-Benutzungsschnittstelle am Engineering-Arbeitsplatz und evaluiert es an einem Anwendungsbeispiel aus dem Engineering.

Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf der Produktionsplanung auf Anwendungsfälle in der Produktentwicklung und außerhalb des Engineerings liegt einerseits nahe. Andererseits liegen dort häufig veränderte Bedingungen hinsichtlich Aufgaben und Nutzergruppen vor, so dass hier jeweils weitere Nachweise zur Gebrauchstauglichkeit und zur User Experience erbracht werden sollten.

Eine geplante Weiterentwicklung umfasst die 3D-Darstellung der aufgabenbezogenen Informationen mit stereoskopischen Verfahren, da im Engineering häufig 3D-Daten vorliegen und verwendet werden müssen. Verwendet man Technologien mit Kopftracking sind hier Vorteile durch eine natürliche Interaktion (direkte Übertragung aus der physischen Erfahrungs- und Verhaltenswelt) zu erwarten. Im Bereich der gemischten Nutzung von stereoskopischen und nichtstereoskopischen Displays liegen ebenfalls bislang wenig Erkenntnisse und Usability-Untersuchungen vor, so dass hier weitere Untersuchungen folgen werden.

Literaturverzeichnis

- Chlebek, Paul (2011): *Praxis der User Interface-Entwicklung. Informationsstrukturen, Designpatterns, Vorgehensmuster*. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg Teubner.
- DIN ISO 9241, 2008-09: *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion- Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung*.
- Hassenzahl, Marc; Beu, Andreas; Burmester, Michael (2001): *Engineering Joy*, zuletzt geprüft am 11.03.2015.
- Hassenzahl, Marc; Burmester, Michael; Koller, Franz (2008): *Der User Experience (UX) auf der Spur: Zum Einsatz von www. attrakdiff. de*. In: Usability Professionals, S. 78–82.
- Herczeg, Michael (2009): *Software-Ergonomie. Theorien, Modelle und Kriterien für gebrauchstaugliche interaktive Computersysteme*. 3. Aufl. München: Oldenbourg Verlag.
- Lange, Olga; Bues, Matthias (2017): *Komplexitätsreduktion durch nutzerzentrierte Gestaltung eines Arbeitsplatzes für die Produktentwicklung*. In Binz, Hansgeorg (Hrsg.); Bertsche, Bernd (Hrsg.); Bauer, Wilhelm (Hrsg.); Spath, Dieter (Hrsg.); Roth, Daniel (Hrsg.); Univ. Stuttgart, Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design; Univ. Stuttgart, Institut für Maschinenelemente; Univ. Stuttgart, Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT; Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO: *Produktentwicklung im disruptiven Umfeld*. Konferenz Stuttgart: Fraunhofer IAO, 29. Juni 2017, Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung SSP 2017, S. 40.
- Leventhal, Laura; Barnes, Julie (2008): *Usability Engineering. Process, Products, and Examples*. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall.
- Pirchheim, Christian; Waldner, Manuela; Schmalstieg, Dieter (2009): *Deskothèque: Improved spatial awareness in multi-display environments*. In Proceedings of IEEE Virtual Reality (VR 2009), S. 123–126.
- Regenbrecht, Holger; Baratoff, Gregory; Wagner, Michael (2001). *A tangible AR desktop environment*. Computers & Graphics, 25(5), S. 755–763.
- Richter, Michael; Flückiger, Markus (2013): *Usability Engineering kompakt. Benutzbare Produkte gezielt entwickeln*. 3. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg, zuletzt geprüft am 28.07.2015.
- Saffer, Dan (2010): *Designing for interaction. Creating Innovative Applications and Devices*. Second Edition. USA: New Riders.

Autoren



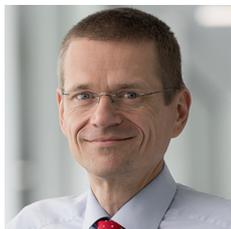
Lange, Olga

Dipl.-Ing., M. Sc. Olga Lange arbeitet im Bereich Engineering Systeme und erforscht am IAT der Universität Stuttgart die innovativen Konzepte zur Unterstützung der Anwender an der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Durch Ihre langjährigen Erfahrungen und Potentialerkenntnisse im Bereich der Informationstechnologie für Automobilindustrie liegt ihr Schwerpunkt in der erhöhten Usability von digitalen Arbeitsprozessen.



Dangelmaier, Manfred

Dr.-Ing. Manfred Dangelmaier leitet als Institutsdirektor das Geschäftsfeld Engineering-Systeme mit den Teams Virtual Environments, Visual Technologies, Digital Engineering und Human Factors Engineering am Fraunhofer IAO. Er publizierte in den Bereichen Ergonomie, Mensch-Maschine-Interaktion, digitale Produktentstehung und zum virtuellen Engineering.



Bues, Matthias

Dr.-Ing. Matthias Bues leitet das Competence Team Visual Technologies am Fraunhofer IAO in Stuttgart. Hervorgegangen aus der Virtual Reality-Arbeitsgruppe am IAO erforscht und entwickelt sein Team neue Lösungsansätze für interaktive Systeme im Spannungsfeld zwischen 2D und 3D, vom Desktop-Arbeitsplatz der nächsten Generation bis zur Virtual Reality.