

Benutzerprofile von Menschen mit Beeinträchtigungen/ Fähigkeiten

Arkadiusz M. Frydyada de Piotrowski¹, Michael J. Tauber²

Institut für Informatik, AG Mensch-Computer-Interaktion und Softwaretechnologie,
Universität Paderborn

Zusammenfassung

Für Menschen mit besonderen Bedürfnissen ist der standardmäßige Zugang zum Computer oft versperrt. Auf der anderen Seite zeigen sich jedoch bei den Betroffenen in der Regel bestimmte Fähigkeiten, die bei einer alternativen Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion die Interaktion mit dem Computer erleichtern bzw. erst ermöglichen können. Basierend auf empirischen Beobachtungen, einer Analyse von Forschungsergebnissen sowie Befragungen von Experten wurde eine Klassifikation von für die Mensch-Computer-Interaktion relevanten Fähigkeiten / Beeinträchtigungen entwickelt, die eine systematische Erstellung von Benutzerprofilen von Menschen mit Beeinträchtigungen erlaubt. Somit können Anforderungen von Assistierenden Technologien an Fähigkeiten des Benutzers mit einem konkreten Benutzerprofil verglichen und deren Angemessenheit in einem konkreten Fall bewertet werden.

1 Einleitung

Der Computer eröffnet Menschen mit unterschiedlichsten Beeinträchtigungen Chancen, die sie ohne diesen nicht wahrnehmen könnten. Er ist ein „kognitives Werkzeug“ (Tauber & Tausch 2008), das, z. B. im Falle der Unmöglichkeit mit der Hand zu schreiben, es erlaubt, Gedanken zu externalisieren, zu reflektieren und inkrementell Repräsentationen zu erarbeiten. Damit können kognitive Fähigkeiten entwickelt werden, die ohne Verwendung des Computers als kognitives Werkzeug nicht angebahnt werden können. Gleiches gilt für die

¹ Ab 01.05.2009: Bauhaus Universität Weimar, Fakultät Medien, Professur CSCW. Die Arbeit wurde von Arkadiusz M. Frydyada de Piotrowski an der Universität Paderborn in der AG Mensch-Computer-Interaktion und Softwaretechnologie angefertigt.

² Ab 01.05.2009: Bauhaus Universität Weimar, Fakultät Medien, Professur CSCW. Die Arbeit wurde von Arkadiusz M. Frydyada de Piotrowski an der Universität Paderborn in der AG Mensch-Computer-Interaktion und Softwaretechnologie angefertigt.

vielfältigsten Formen der zwischenmenschlichen Kommunikation sowie der Interaktion mit der physikalischen oder virtuellen Umgebung.

Erfahrungen aus modellhaften Projekten, wie zum Beispiel aus dem Projekt „Virtual Office“ (Tauber & Tausch 2008), einer dreijährigen intensiven Förderung von Jugendlichen mit motorischen, visuellen und motorischen Einschränkungen, bestätigen die besondere Bedeutung des Computers als kognitives Werkzeug sowie die Eröffnung von neuen Chancen, Entwicklungsmöglichkeiten und neuen Potentialen für Menschen mit Beeinträchtigungen. So viele Chancen und Möglichkeiten der Computer im Speziellen und die verschiedensten digitalen Artefakte für Betroffene im Prinzip eröffnen können, die Interaktion mit denselben verlangt Fähigkeiten, die oft auf Grund der Einschränkungen nicht vorhanden sind und bietet entweder keine oder keine effektiven Alternativen, bei denen bestehende Fähigkeiten Berücksichtigung finden.

„Der Zugang zu interaktiven Systemen sollte für alle Benutzer frei von Barrieren sein.“³ – eine idealistische Vision, von der zumindest die gegenwärtigen Formen und Möglichkeiten der Mensch-Computer-Interaktion noch weit entfernt sind. Es sind vielfältige Barrieren vorhanden – bei den meisten Computersystemen und für sehr viele Benutzer. Benutzungsoberflächen können nur ansatzweise oder überhaupt nicht an spezielle Bedürfnisse adaptiert werden. Der gegenwärtige Stand der Assistierenden Technologien eröffnet zwar für einige spezifische Einschränkungen gewisse verbesserte Möglichkeiten, doch werden auf der einen Seite Barrieren beseitigt, auf der anderen jedoch durch die Komplexität der Sekundäraufgabe neue Barrieren im Sinne erhöhter kognitiver Anforderungen geschaffen.

Schließlich liegt bis dato keiner Lösung für eine Assistierende Technologie eine systematische Analyse der Anforderungen für deren Benutzung bzw. der Einschränkungen, für die diese spezielle Lösung als Ersatz gedacht ist, zugrunde. Die Interaktion zwischen einem Menschen mit Beeinträchtigungen und dem Artefakt wird in der Regel immer aus dem Kontext einer medizinischen Diagnose betrachtet und nicht aus einem technisch / funktionalen, so dass mit den bisherigen Forschungsergebnissen nur wenige Aussagen darüber gemacht werden können, welche speziellen Anforderungen technische Systeme an die Fähigkeiten von behinderten Benutzern stellen und für welche Personen sie Möglichkeiten eröffnen. Aussagen, wie etwa „diese Lösung ist für Spastiker gedacht“, gehen an der Notwendigkeit einer detaillierten Beschreibung relevanter Anforderungen an den Benutzer vorbei. Generell mangelt es im Bereich Assistierender Technologien an systematischen Methoden der benutzerorientierten Gestaltung und Bewertung von Systemen.

Als Anstoß in dieser Richtung wurde im Rahmen einer Studie eine Heuristik entwickelt, die für eine Vielzahl von für die Interaktion mit Artefakten relevanten Einschränkungen / Fähigkeiten eine passende Auswahl an Ein- und Ausgabegeräten, Softwareprodukten sowie Einstellungen vorschlägt, um Betroffenen den Zugang zum Computer oder einem ähnlichen digitalen Artefakt zu ermöglichen. Teil dieser Arbeit ist eine Klassifikation von motorischen und perzeptuellen Fähigkeiten, die es erlaubt, Benutzerprofile von Menschen mit Einschrän-

³ Zitat aus <http://www2.hu-berlin.de/mc2009/callforpapers.html>

kungen zu erstellen. Zusätzlich wurden eine Vielzahl von Ein- und Ausgabetechnologien auf ihre Anforderungen hin untersucht und die Zusammenhänge zwischen Technologieanforderungen und Benutzerfähigkeiten systematisch untersucht und dokumentiert. In einer Arbeit von McMillan et al. (McMillan et al. 1994) wurde bereits mit einem regelbasierten System ein ähnlicher Ansatz verfolgt. Dieses weist aber einen sehr geringen Umfang und Detailgrad auf.

Die folgende Erweiterung des Modells der „Seven Stages of User Actions“ (Norman 1988; Tauber 2008) verdeutlicht als Überblick in grafischer Form, welche Fähigkeiten des Benutzers bei welchem Interaktionsschritt – abhängig vom Design – erwartet werden, also beeinträchtigt sein können bzw. welche Fähigkeiten alternativ berücksichtigt werden können.

Beispielweise kann als Alternative bei schwerer Beeinträchtigung der Funktionalität der Arme / Hände / Finger, aber hinreichender Motorik der Kopfbewegungen, eine Kopfm Maus in Betracht gezogen werden (Execution).

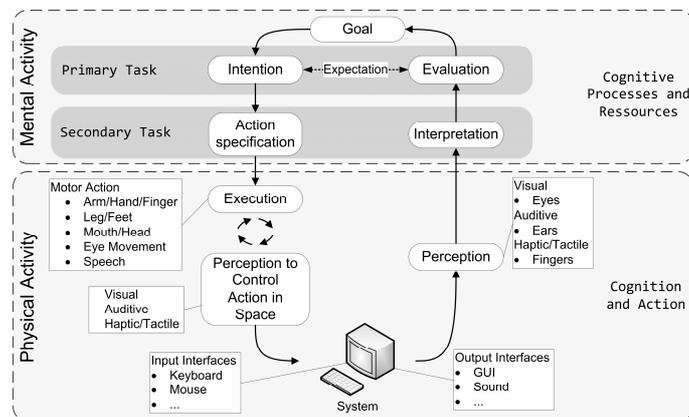


Abbildung 1: Erweitertes Modell der Seven Stages of User Action (Vgl. Tauber 2008)

Die Zugänglichkeit zum Computer sowie die Effektivität seiner Benutzung ist demnach von zwei Aspekten abhängig: den Fähigkeiten des Benutzers und den angebotenen Schnittstellen. Nur durch eine passende Kombination von Ein-, Ausgabegeräten und Benutzungsschnittstelle kann Barrierefreiheit erreicht werden.

Doch welche einschränkenden Faktoren bei Menschen sind für die Mensch-Computer-Interaktion von Bedeutung? Wie können sie klassifiziert, systematisch ermittelt und quantifiziert werden?

2 Benutzerprofile von Menschen mit Beeinträchtigungen

Beeinträchtigungen können nach den Orten der Schädigungen, nach deren Ursachen oder nach ihren Symptomen unterschieden werden. Es gibt viele Ansätze, Erkrankungen und Behinderungen zu klassifizieren, z. B. die *ICF* (International Classification of Functioning Disability and Health) der *WHO* (World Health Organization 2001) oder den *CEN/CENELEC Guide 6* (CEN/CENELEC 2002). Jedoch sind diese kaum als Grundlage für Rückschlüsse auf die Anpassung der Mensch-Computer-Schnittstelle verwendbar, da sie thematisch auf medizinische und nicht auf funktionale Aspekte von Einschränkungen fokussiert sind und / oder keinen ausreichenden Grad der Detaillierung aufweisen.

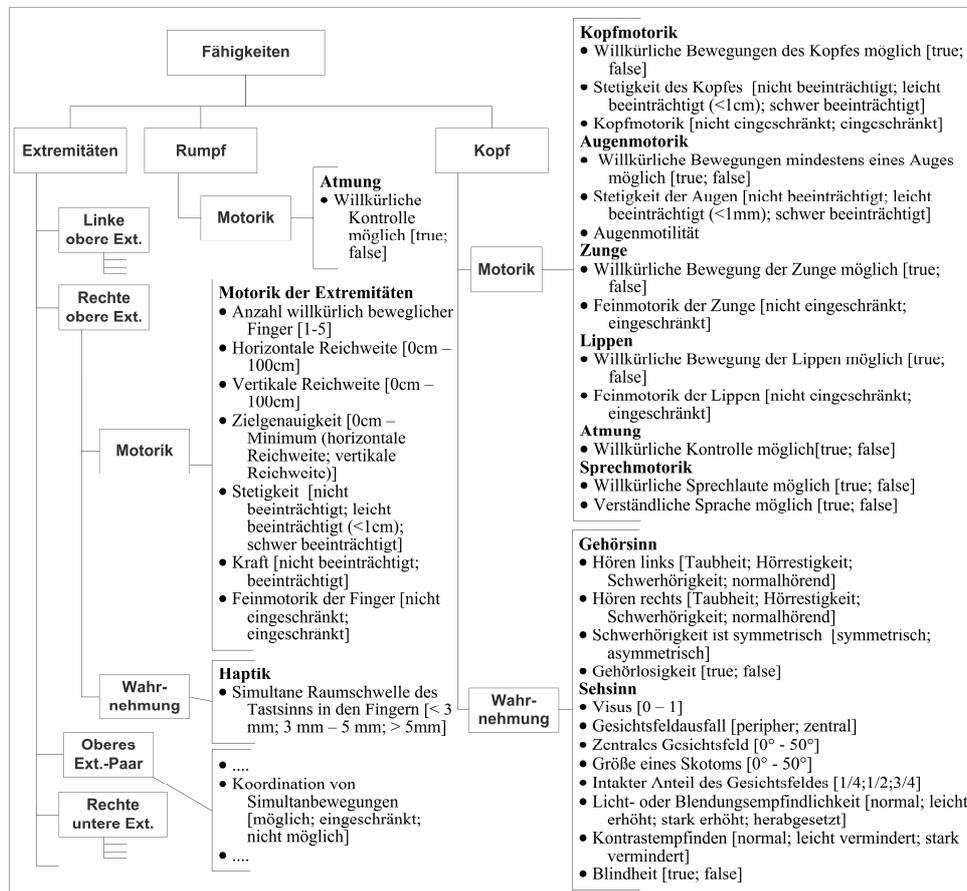


Abbildung 2: Übersicht der wichtigsten motorischen und perzeptuellen Faktoren des Benutzerprofils. Die Faktoren der Extremitäten sind hier nur für die rechte obere Extremität angegeben. In eckigen Klammern sind die Wertebereiche der Faktoren aufgeführt.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit (Frydyada de Piotrowski 2008) hat sich in Usability-Tests an Probanden mit verschiedensten typischen funktionalen Beeinträchtigungen bestätigt, dass medizinische und zu globale Diagnosen keine angemessene Grundlage bei der Betrachtung von Einschränkungen für die Gestaltung von Assistierenden Technologien bzw. deren Einsatz darstellen können (genaue Definition der Ziele, Methoden und Ergebnisse siehe (Frydyada de Piotrowski 2008)). So hat etwa, wie bereits erwähnt, die Bezeichnung „Spastik“ zu wenig Aussagekraft, um daraus ableiten zu können, welche Eingabegeräte eine Person bedienen kann und welche nicht. Zu verschiedenartig sind die Schweregrade von Spastikern, zu groß die Variationen hinsichtlich Bewegungsumfang, Genauigkeit der Bewegungen oder typischen Bewegungsmustern.

Eine brauchbare Klassifikation von Einschränkungen sollte von der eigentlichen Erkrankung oder Schädigung abstrahieren und sich auf die vorhandenen Funktionen beschränken, da für den Computereinsatz nur die Auswirkung der Schädigung von Bedeutung ist. Eine sinnvolle Klassifikation muss einerseits hinreichend umfangreich sein, um möglichst viele, für die Interaktion relevante, Einschränkungen erfassen zu können, andererseits aber eine Granularität beschreiben können, die ausreichend ist, um eine adäquate und optimale Anpassung der Schnittstellen gewährleisten zu können.

Basierend auf systematischen Beobachtungen, Forschungsergebnissen und Expertenbefragungen wurde eine Klassifikation von Faktoren entwickelt, die vielfältige Charakteristika der Sinnesorgane und der Motorik umfasst. Dabei wurde die Klassifikation so gestaltet, dass möglichst Fähigkeiten und nicht Behinderungen oder Schädigungen der Personen identifiziert werden. Somit kann bei bestehenden Einschränkungen der Fokus auf vorhandene Fähigkeiten gerichtet werden. Eine Übersicht der wichtigsten Faktoren (von insgesamt 85) ist in Abbildung 2 dargestellt.

Wie an den Faktoren zu sehen ist, hat jeder Faktor einen Wertebereich, entweder als Intervall auf einer geordneten Menge (wie z. B. beim Visus oder dem Gesichtsfeld) oder mit subjektiven Werten (z. B. bei Gesichtsfeldausfällen oder dem Kontrastempfinden), wodurch auch indirekt die Vorgabe gegeben ist, ob die Fähigkeiten gemessen oder beobachtet werden sollen. Die Faktoren und ihre Wertebereiche wurden so präzise wie möglich definiert und können dadurch quantifiziert, verglichen und überprüft werden.

Mittels der Klassifikation können Benutzerprofile erstellt werden, die relevante Informationen über den potentiellen Benutzer eines Computers im Bezug auf körperliche, motorische und wahrnehmungsbezogene Einschränkungen enthalten.

Doch welche Auswirkungen haben bestimmte Faktoren auf die Interaktion mit Artefakten? Mit welchen Aspekten von Schnittstellen korrelieren sie und welche Barrieren ergeben sich bei welchen Einschränkungen?

3 Mensch-Computer-Schnittstellen

Die Spektren von Benutzungsproblemen und deren Ursachen sind sehr groß. Leseprobleme, zum Beispiel, können viele Gründe haben: von kognitiven Einschränkungen über Sehschärfeminderungen bis hin zu Gesichtsfeldausfällen und jede dieser Einschränkungen erfordert unterschiedliche Hilfsmittel und Anpassungen. Jeder Schnittstellentechnologie ist jedoch gemein, dass sie bestimmte Voraussetzungen an die Fähigkeiten des Benutzers stellt. So haben alle Eingabegeräte gewisse Ausmaße im Raum: jede Tastatur hat bestimmte Dimensionen innerhalb derer die Eingaben erfolgen müssen, jede Maus braucht Fläche, auf der sie bewegt werden kann. Weiterhin stellen Geräte unterschiedliche Anforderungen an die Koordination und Motorik des Benutzers. Zum Beispiel besitzen alle Geräte zur Zeicheneingabe, die auf mechanischem Wege arbeiten, einen gewissen Druckpunkt, ab dem sie Eingaben registrieren, stellen also Anforderungen an die Kraft. Ebenso haben alle Tastaturen bestimmte Tastengrößen und -abstände, die direkt mit der Zielgenauigkeit korrelieren. Zusätzlich existieren auch indirekte Zusammenhänge. Abhängig z. B. von der Tastengröße oder dem Tastaturlayout kommen nicht alle Glieder für die Bedienung in Frage. Eine zweihändige Akkordtastatur kann z. B. nur beidhändig mit den Fingern bedient werden.

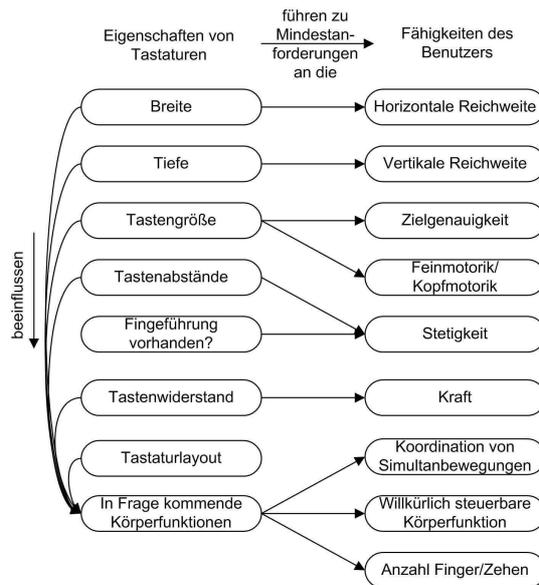


Abbildung 3: Darstellung der Abhängigkeiten zwischen den Eigenschaften von Tastaturen und den Fähigkeiten des Benutzers

Die Mensch-Computer-Interaktion kann aber nur funktionieren, wenn auch die Ausgaben des Computers vom Menschen registriert / wahrgenommen und interpretiert werden können. Neben den trivialen Anforderungen, dass die Person nicht gehörlos oder blind sein darf, korrelieren Eigenschaften wie Bildschirmfläche und -auflösung, die Größe von Inter-

aktionselementen oder die Helligkeit mit Fähigkeiten wie der Sehschärfe, dem intakten Gesichtsfeld oder dem Kontrastempfinden, um nur die visuelle Ebene der Wahrnehmung zu nennen.

Kurz gesagt sind für die Bedienung jeder Schnittstelle, ob Hardware oder Software, bestimmte Faktoren des Benutzerprofils wichtig und manche nicht, manche Fähigkeiten müssen gut ausgeprägt sein, andere weniger.

Um diese Zusammenhänge darzustellen, wurden Eingabetechnologien, wie Technologien zur Zeichen- und Positioneingabe sowie Technologien zur visuellen, taktilen und auditiven Ausgabe kategorisiert, relevante technische Eigenschaften identifiziert und Mappings zwischen Fähigkeiten und technischen Eigenschaften erstellt. In Abbildung 3 ist beispielhaft ein Mapping für Tastaturen dargestellt.

Auf dieser Grundlage wurden systematisch die relevanten Eigenschaften von mehreren hundert Ein- und Ausgabegeräten aus technischen Spezifikationen extrahiert und miteinander verglichen. So konnten reelle Mindestanforderungen bestehender Technologien wie Standardtastaturen, Computermäusen, Joysticks, Braillezeilen, Sensoren, Touchscreens oder Bildschirmen an die Benutzerfähigkeiten ermittelt werden.

Doch wie können Barrieren abgeschwächt oder überwunden werden und welche Anpassungen der Mensch-Computer-Schnittstelle sind notwendig?

4 Heuristik

Das Auffinden der richtigen Kombination von Lösungen zur Eingabe, der Ausgabe und den passenden Systemeinstellungen ist anspruchsvoll. Aufgrund (noch) fehlender Grundlagenforschung sowie fehlenden standardisierten Prozeduren wird derzeit die Beurteilung des Anpassungsbedarfs (als Assessment bezeichnet) üblicherweise durch simple Beobachtung und sich über Monate hinziehendes Ausprobieren nach dem Prinzip von Versuch und Irrtum durchgeführt.

So wird im besten Fall der potentielle Computerbenutzer von einem Experten für Hilfsmittelanpassung beobachtet und befragt und daraufhin Technologien, die dem Experten als geeignet erscheinen, mit dem Benutzer ausprobiert. Wenn dieser Probleme bei der Benutzung hat, werden andere Geräte ausprobiert und weitere Anpassungen vorgenommen, solange bis eine akzeptable Lösung gefunden wird. Um mit dieser Vorgehensweise zu einer guten Arbeitsplatzanpassung gelangen zu können, müssen die beurteilenden Personen über viel Erfahrung mit Assistierenden Technologien sowie Wissen im medizinisch-psychologischen Bereich verfügen. Diese Personen entwickeln durch ihre Erfahrungen zwangsläufig ihre eigenen Heuristiken, nach denen sie vorgehen, und lernen auf bestimmtes Verhalten und bestimmte Fähigkeiten des Benutzers zu achten. Jedoch ist ein solches Assessment kein strukturierter Prozess. Jeder Experte muss selbst entscheiden, auf welche Fähigkeiten er achtet und welche Technologien für den Benutzer in Frage kommen könnten. Zudem ist die Beurteilung des Könnens des Benutzers immer nur eine subjektive Einschät-

zung, die aber nicht quantifiziert werden kann. Viele Entscheidungen beim Assessment werden deshalb „aus dem Gefühl heraus“ getroffen. Häufig wird jedoch irgendeine Lösung ausgewählt, sofern damit überhaupt eine Interaktion, die vorher nicht möglich war, erzielt werden kann.

Die im Rahmen der Studien entwickelten Benutzerprofile sowie die Beschreibung der Anforderungen verschiedenster Assistierender Technologien durch Parameter der Benutzerprofile erlaubten schließlich einen ersten Entwurf von insgesamt 69 detaillierten Heuristiken zur Identifizierung geeigneter Anpassungen bei speziellen Einschränkungen. Nachfolgend ist eine simple Heuristik als Pseudo-Code dargestellt, in der, in Abhängigkeit von der Größe eines zentralen Gesichtsfeldausfalls, Technologien und Anpassungen vorgeschlagen werden.

```

IF 1° > Größe des zentralen Skotoms > 10° THEN
    (Verringerung der Auflösung AND Monitor > 19" AND Großschrifftastatur
    AND erhöhter Kontrast)
ELSEIF 10° >= Größe des zentralen Skotoms > 20° THEN
    (Großer Mauszeiger AND Monitor > 19" AND Negativkontrast AND
    Bildschirmleupe AND Großschrifftastatur mit Negativkontrast AND TTS-
    Software AND Screenreader)
ELSEIF 20° >= Größe des zentralen Skotoms THEN
    Blindheit = TRUE
END IF

```

Um bei einem komplexen Benutzerprofil eine umfassende Hilfsmittellösung vorschlagen zu können, wurden alle simplen Heuristiken in einer Metaheuristik vereint. In die Metaheuristik sind zusätzlich Untersuchungen aus der Literatur zur Effizienz von Eingabetechnologien eingeflossen, wie zum Beispiel dem Throughput, durchschnittlichen Fehlerraten oder den Eingabegeschwindigkeiten von Eingabegeräten. Durch Vergleiche der Untersuchungsergebnisse wurden Rankings erstellt, um die Technologien zu bevorzugen, die effizienteres Arbeiten erwarten lassen.

5 Diskussion

Mit Hilfe der Benutzerprofile und der Heuristik ist eine Basis für die Strukturierung des Assessment-Prozesses gegeben. So könnte die übliche Odyssee der Hilfsmittelauswahl entfallen oder wenigstens erheblich verkürzt werden. Der gesamte Prozess wäre auch weniger von vagen Einschätzungen eines Experten bestimmt, sondern würde auf quantitativen Daten beruhen, was die durchschnittliche Qualität der Assessment-Ergebnisse erhöhen sollte.

Gleiches gilt auch für einen besseren und adäquateren Entwurf und für das funktionale Design von Assistierenden Technologien.

Weiterhin bieten die „Benutzerprofile von Menschen mit Beeinträchtigungen“ eine Möglichkeit der Erweiterung der klassischen „User Profiles“ aus der Anforderungsanalyse des Usability Engineering Lifecycle (Mayhew 1999, S. 35-36), die bezüglich der motorischen und perzeptuellen Voraussetzung naturgemäß sehr knapp gehalten sind, weil beim „normalen“

Benutzer keine großen Beeinträchtigungen erwartet werden. Der Usability-Experte und der Accessibility-Experte bekommen mit dieser Erweiterung die Möglichkeit, für die Mensch-Computer-Interaktion⁴ relevante Faktoren bei Menschen mit besonderen Bedürfnissen systematisch in quantifizierbarer Form aufzunehmen, um daraus Softwareanforderungen ableiten zu können.

Zudem können „Benutzerprofile von Menschen mit Beeinträchtigungen“ als Grundlage für systematische Untersuchungen von Usability-Problemen bei Menschen mit Beeinträchtigungen genutzt werden. In den meisten Forschungsarbeiten zur Usability von Software sowie Ein- und Ausgabetechnologien wird nicht näher auf die funktionalen Aspekte von Behinderungen eingegangen. Meist wird nur die Erkrankung oder ein Krankheitsbild wie Parkinson oder Cerebralparese angegeben (Vgl. z. B. Dickinson et al. 2005; Wobbrock & Gajos 2007; Keates et al. 2002).

Eine Untersuchung mit einem Probanden mit einer motorischen Behinderung hat jedoch geringen praktikablen und wissenschaftlichen Wert, wenn das Ausmaß und die genaue Charakteristik der Behinderung nicht genau beschrieben werden. Solche Untersuchungen liefern zwar die Information, dass Leistungsunterschiede bei der Benutzung existieren, sie geben aber kaum Auskunft darüber, wie es zu diesen Unterschieden kommt. Gerade aber im Hinblick auf Behinderungen lässt sich durch solche Untersuchungen nicht festlegen, welche besonderen Fähigkeiten ein Benutzer zur Bedienung einer Technologie mitbringen muss bzw. für welche Formen von Einschränkungen eine Technologie besonders geeignet ist.

Durch systematische Untersuchungen, denen genaue Feststellungen der Benutzerfähigkeiten vorausgehen, könnten nicht nur Zusammenhänge in der Benutzungseffizienz von Standard-eingabegeräten ermittelt werden, sondern ebenfalls Assistierende Technologien genauer auf ihre Anforderungen, die optimalen Einstellungen und Potentiale getestet werden. Denn gerade bei dieser Kategorie von Technologien, die eigentlich Barrieren überbrücken sollten, existieren kaum gesicherte Informationen, für welche Benutzer sie in Frage kommen.

Mit der Fokussierung auf Benutzerfähigkeiten ändert sich auch der Blickwinkel auf „behinderte“ Menschen, weg von der medizinischen Einteilung in nichtssagende Benutzergruppen, denen etwas fehlt, wie Spastiker, Paralytiker, Blinde, Taube oder Muskeldystrophiker, hin zu einer Sicht, die die individuellen Potentiale einer jeden einzelnen Person berücksichtigt und konstruktive Lösungen im Sinne von Barrieren minimieren und neue Zugänge und Möglichkeiten schaffen stimuliert.

⁴ Anzumerken ist, dass eine Einschränkung auf die MCI als Fallbeispiel angesehen werden kann und eine Erweiterung der Klassifikationen und Heuristiken auf die Interaktion mit anderen technischen Geräten möglich ist.

Literaturverzeichnis

- CEN (European Committee for Standardization), CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization). (January 2002). *CEN/CENELEC Guide 6: Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities*. Abgerufen am 01.04.2008 von European Committee for Standardization: <http://www.cen.eu/boss/supporting/reference+documents/cclcgd006.pdf>
- Dickinson, A., Newell, A. F., Smith, M.J. & Hill, R.L. (2005). Introducing the Internet to the over-60s: Developing an email system for older novice computer users. *Interacting with computers 17(6)*, S. 621-642.
- Frydyada de Piotrowski, A. (2008). *Heuristik zur Anpassung der Ein- und Ausgabeschnittstellen für Menschen mit Einschränkungen*. Diplomarbeit, Universität Paderborn, Institut für Informatik, AG Mensch-Computer-Interaktion und Softwaretechnologie.
- Keates, S., Hwang, F., Langdon, P., Clarkson, J. P. & Robinson, P. (2002). Cursor measures for motion-impaired computer users. In *Proceedings of the fifth international ACM conference on Assistive technologies*. Edinburgh, Scotland: ACM, S. 135-142.
- McMillan, W., W., Zieger, M. & Wisniewski, L. (1994). A rule-based system that suggests computer adaptations for users with special needs. In *Proceedings of the first annual ACM conference on Assistive technologies*. Assets '94. NY, USA : ACM, S. 129-135.
- Mayhew, D. J. (1999). *The Usability Engineering Lifecycle: A Practitioner's Handbook for User Interface Design*. San Francisco, California : Morgan Kaufmann.
- Norman, D. A. (1988). *The Design of Everyday Things*. New York: Basic Book.
- Tauber M. J. & Tausch J. (2008). Der Computer als kognitives Werkzeug - Virtual Office: Förderung und Qualifizierung von Jugendlichen mit Einschränkungen. Vortrag in *IKT-Forum für und mit Menschen mit Behinderungen: Praxis-Forschung-Entwicklung*. Johannes Kepler Universität Linz, 7.-8. Juli 2008. Abgerufen am 09.03.2009 von http://www.iktforum.at/IKTforum2008/Vortragsunterlagen_pdf/Michel%20Tauber%20Der%20Computer%20als%20kognitives%20Werkzeug.pdf
- Tauber M. J. (2008). Seven Stages Extended. Vorlesung: *Assistierende Technologien, Barrierefreiheit (WS 2008/2009)*. Universität Paderborn. Abgerufen am 08.03.2009 von http://wwwcs.upb.de/~tauber/tauber_files/vorlesungen/AssistTech/SevenStages_Extended.jpg
- Wobbrock, J. O. & Gajos, K. Z. (2007). A comparison of area pointing and goal crossing for people with and without motor impairments. In *Proceedings of the 9th international ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. Tempe, Arizona, USA, October 15 - 17, 2007. Assets '07. New York: Assets.
- World Health Organization (2001). *ICF: International Classification of Functioning, Disability and Health*. Geneva.

Kontaktinformationen

Arkadiusz M. Frydyada de Piotrowski, E-Mail: arkadiusz.frydyada@uni-weimar.de
 Michael J. Tauber, E-Mail: tauber@uni-paderborn.de