

Erlebensorientierte Entwicklung von orthetischen Assistenzsystemen für den industriellen Anwendungsbereich

Emese PAPP¹, Christian WÖLFEL¹, Neesken-Ashana HOHGRÄVE²

¹ *Technisches Design, Technische Universität Dresden*

² *Otto Bock HealthCare GmbH*

Kurzfassung: Der Beitrag beschreibt erlebnisorientierter Aspekte der Entwicklung von körpergetragenen technischen Assistenzsystemen im industriellen Einsatz. Dabei wurde untersucht, wie Akzeptanz für technische Assistenzsysteme entsteht und was die körpernahe Produktinteraktion für das Nutzererleben bedeutet. Neben herkömmlichen Methoden aus der Design- und empirischen Sozialforschung wurden aus der Akzeptanzforschung bekannte Modelle auf der Ebene der Produktsprache untersucht. Die Erkenntnisse können nach Ansicht der Autoren als hilfreicher und allgemein anwendbarer Teil des Entwicklungsprozesses im hoch innovativen technischen Umfeld betrachtet werden.

Schlüsselwörter: Exoskelette, industrieller Einsatz, Produktentwicklung, Produkterleben, User Experience, Technologieakzeptanz

1. Einleitung

Berufsbedingte Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems sind die häufigste Ursache für Arbeitsunfähigkeitstage in Deutschland (Storm 2017) und gehören zu den wichtigsten Gründen für vorzeitige Erwerbsunfähigkeit (Liebers et al. 2013). Dennoch kann in vielen Sektoren nicht auf körperlich anspruchsvolle Arbeit verzichtet werden, da bestimmte Aufgaben aus wirtschaftlichen und technologischen Gründen nicht automatisiert werden können. Überdies hat die Entwicklung der Industrie zu einer Spezialisierung der Arbeitenden und damit zu Erhöhung von repetitiven Tätigkeiten und Leistungsdruck geführt (BAUA 2015). Im Umgang mit Arbeitsmitteln stellt das Hand-Arm-System die wichtigste Schnittstelle dar und ist neben der Wirbelsäule besonders häufig von Muskel-Skelett-Erkrankungen betroffen. Besonders ersichtlich ist dies in der Automobilmontage, wo der Anteil an manueller Handarbeit bei über 90 % liegt. Dies beinhaltet auch ergonomisch bedenkliche Tätigkeiten, wie repetitive Aufgaben oder Arbeiten in Zwangshaltungen (z. B. Überkopfarbeit), die mit Muskel-Skelett-Erkrankungen eindeutig im Zusammenhang stehen (Lawaczek 2001). In diesem Zusammenhang gewinnen personenbezogene Präventionsmaßnahmen wie körpergetragene Unterstützungssysteme, Exoskelette (BGHM 2017), immer mehr an Bedeutung. Dieser Sektor ist ein rasant wachsender Markt und sehr vielseitiger Bereich. Im industriellen Feld werden Assistenzsysteme aber erst seit Kurzem eingesetzt und im Mittelpunkt der bisherigen Entwicklungen stand typischerweise die technische Umsetzung, die Bedürfnisse der Nutzer kamen erst an der zweiten Stelle (DGUV 2017).

Im Rahmen eines Forschungsprojektes (2013–2017) haben die Firma Ottobock und der Automobilhersteller Volkswagen gemeinsam mit anderen Partnern ein orthetisch-bionisches Assistenzsystem, das Paexo, entwickelt (Abbildung 1).



Abbildung 1: Exoskelett Paexo von Ottobock
(<https://www.ottobock.com/de/presse/pressemitteilungen/exoskelett-paexo-geht-in-serie.html>)

Dieses System soll muskuloskelettale Erkrankungen, die bei der Überkopfarbeit auftreten können, reduzieren oder vermeiden. Es handelt sich dabei um ein passives System, das ohne zusätzliche Energiezufuhr funktioniert. Um Schulter und Arme zu entlasten, leitet das Assistenzsystem die dort wirkenden Kräfte auf die Hüfte um.

Die Firma Ottobock hat fast 100 Jahre Erfahrung in der Entwicklung von medizinischen Produkten und kennt damit ihre traditionellen Nutzer, die Patienten, bereits sehr gut. Mit der Entwicklung von Paexo betritt das Unternehmen ein neues Feld und wendet sich neben medizinischen nur auch industriellen Anwendungen zu. Damit verändert sich auch der Anwenderkreis: die Benutzer sind nicht mehr erkrankte oder verletzte Patienten, sondern eine heterogene Gruppe von überwiegend gesunden und in unterschiedlichem Maß erkrankten Arbeitnehmern.

Mithilfe von medizinischen Produkten können Patienten ihren Zustand stabilisieren oder verbessern, damit ist der Nutzensvorteil sehr deutlich. Das Vorhandensein einer Erkrankung oder Verletzung erzeugt also eine klare Nutzungsmotivation und Akzeptanzbereitschaft für medizinische Produkte. Beim industriellen Einsatz von Assistenzsystemen fehlt eine derartige für jeden Nutzer eindeutige Motivation und gut erkennbarer Mehrwert, da die Arbeitnehmer unterschiedliche Einstellungen und Auffassungen zur Prävention haben. Zusätzlich stellt der neue technologische Kontext, der durch die Einführung körpergetragener Assistenzsysteme entsteht, eine besondere Herausforderung für die Nutzerakzeptanz dar.

2. Erleben der Nutzung körpergetragener Assistenzsysteme

Erfolg und Akzeptanz von Produkten hängen von objektiven und subjektiven Aspekten ab, diese sind die sogenannten instrumentellen (z. B.: Effektivität, Ergonomie, Zuverlässigkeit) und nicht-instrumentellen Qualitäten (z. B.: Ästhetik, Identifikation, Bedeutung, vgl. Thüring & Mahlke 2007). Mit den nicht-instrumentellen Qualitäten und deren emotionales Erleben beschäftigt sich das Konzept des Nutzererlebens (User Experience, UX). Die Relevanz des positiven Erlebens der Arbeitsumwelt wird immer mehr betont, da sich es auf Wohlbefinden, damit auch auf Motivation und Leistungsvermögen auswirkt (Burmester et al., 2015).

In der Verwendung von körpergetragenen Assistenzsystemen gewinnen nicht-instrumentelle Qualitäten noch mehr an Bedeutung, da die Interaktion mit dem Pro-

dukt direkt an dem Körper des Nutzers stattfindet und dadurch eine neue substantielle Ebene des Nutzererlebens zur Erscheinung kommt.

Um die Weiterentwicklung und die gestalterische Ausarbeitung des Systems Paexo vorzubereiten, wurde in dieser Arbeit anhand der entwickelten Prototypen intensiv untersucht, wie Akzeptanz für technische Assistenzsysteme entsteht, welche Zusammenhänge zwischen Nutzererleben und Akzeptanz bestehen und welche besondere Aspekte die körpernahe Produktinteraktion mit sich bringt.

3. Aspekte der Akzeptanzentstehung und Nutzererleben

Als Reaktion auf das entstehende Spannungsfeld aus hoher technologischer Innovation und Nutzerakzeptanz wurden herkömmliche Methoden aus der Design- und empirischen Sozialforschung, wie Beobachtungen im Einsatzfeld, Nutzerbefragungen, Nutzertest, Persona und Designpositionierung verwendet und Modelle aus der Akzeptanzforschung bekannte Modelle auf der Ebene der Produktsprache untersucht. An dieser Stelle werden nur die Begriffe der Technologieakzeptanz, die durchgeführte Nutzerbefragung und die Analyse der Produktsprache vorgestellt.

Akzeptanz bezeichnet eine grundsätzlich positive Einstellung zu einem Akzeptanzobjekt. Akzeptanz ist personengebunden, stets subjektiv, entsteht durch rationale und emotionale Einsicht und beruht auf Freiwilligkeit. (Schäfer & Keppler 2013)

Um den Entstehungsprozess von Akzeptanz zu verstehen, wird an dieser Stelle das Modell des Innovations-Entscheidungsprozesses nach Arnold und Klee (2016) angewendet. Der Prozess kann idealtypisch in die Phasen Wissen, Überzeugung, Entscheidung, Implementierung und Bestätigung zerlegt werden. In der ersten Phase „Wissen“ erwirbt das Individuum Kenntnis über eine Innovation und deren Funktionsweise. Dieser Prozess wird dabei von sozioökonomischen Eigenschaften (Bildung, Schulabschluss, etc.), von Persönlichkeitsmerkmalen (Offenheit, Gewissenhaftigkeit, etc.) und von dem Kommunikationsverhalten (interpersonale Kommunikation, Massenmedien, etc.) beeinflusst. Die zweite Phase, „Überzeugung“, führt zu einer positiven oder negativen Einstellung gegenüber der Innovation und resultiert in einer adoptierenden oder ablehnenden Entscheidung. Diese Einstellung hängt von Kriterien ab, wie relativer Vorteil (Nutzensvorteil der Innovation im Vergleich zur Vorgängertechnologie), Kompatibilität (Vereinbarkeit mit bestehenden Werten, Erfahrungen und Bedarfen), Prüfbarkeit (Möglichkeit, eine Innovation auszuprobieren), Beobachtbarkeit (Grad, mit dem die Ergebnisse der Innovation für andere erkennbar sind) und Komplexität (Schwierigkeit, die Innovation zu verstehen und bedürfnisgerecht zu benutzen). (Arnold & Klee 2016)

Besonderheit der Technologieakzeptanz im professionellen Kontext, dass das Akzeptanzsubjekt (Mitarbeiter) das Akzeptanzobjekt (Assistenzsystem) in einem von der Organisation definierten Akzeptanzkontext (freiwillige oder verpflichtende Nutzungskontext) wahrnimmt. Die Akzeptanzeinstellung der Nutzer hängt auch von Unternehmensaufbau und -kultur ab (Meissner & Trübswetter 2018).

Die Akzeptanzforschung hat sich bisher wenig mit dem Level der Interaktion zwischen Nutzer und Produkt beschäftigt, obwohl diese Unterscheidung relevanter Faktor in der Akzeptanzentstehung sein kann. In der Mensch-Roboter-Interaktion werden die folgenden Stufen definiert: *Koexistenz* (Agieren im gleichen Zeit und Arbeitsraum), *Kooperation* (Verfolgung des gleichen Zieles) und *Kollaboration* (direkter Kontakt zwischen den Partnern) (Meissner & Trübswetter 2018). Die Interaktion

mit körpergetragener Assistenzsysteme ist eine besondere Form der Kollaboration, da die Interaktion direkt an dem Körper der Nutzer stattfindet und darauf direkte Auswirkung hat. Um das besondere Ausmaß des Interaktionslevels genauer charakterisieren zu können, wird hier vorgeschlagen den Begriff *Union* zu verwenden. Mit steigender Interaktionsintensität nimmt auch die Rolle des Nutzererlebens auch zu.

Wie diese Erläuterungen zeigen hängt Akzeptanz von vielen Faktoren ab. Vorbedingung wie die Ebene der Organisation und die Eigenschaften der Nutzer können nicht beeinflusst werden, aber können und müssen in der Entwicklung beachtet werden. Die Eigenschaften der Innovation müssen genau auf die Bedürfnisse der Nutzer abgestimmt werden, um eine adoptierende Entscheidung zu erzielen.

Im Rahmen eines Vor-Pilot-Test im März 2018 im Audi Werk in Győr (Ungarn) haben neun Nutzer (männlich, zwischen 20 und 40 Jahre alt, mit sportlicher Statur) zwei Wochen lang das Paexo unter herkömmlichen Arbeitsbedingungen getragen. Zur Messung des Produkterlebens wurden mit den Probanden ein Leitfadeninterview mit vorab definierten Fragen zur qualitativen Erhebung von Selbstauskünften zu individuellen Bedürfnissen in Bezug zu dem Assistenzsystem im industriellen Einsatz durchgeführt. Anhand der Interviews konnten die für den spezifischen Kontext bedeutenden Bedürfnisse (Hassenzahl et al. 2010 nach Sheldon et al. 2001) ermittelt und genauer beschrieben werden.

Sicherheit ist für die Probanden wichtig, wird aber im professionellen Kontext vorausgesetzt. *Autonomie* und *Kompetenz* sind ebenfalls wichtig, aber werden eher auf die Arbeitsumgebung und nicht auf das Assistenzsystem bezogen. *Komfort* als Tragekomfort und auch als Faktor der Effektivität bei der Arbeitsausführung wurde als sehr wichtig eingestuft. *Körperlichkeit* erhielt in diesem Kontext eine weitere Bedeutung: es wurde nicht nur als das momentane Erleben des körperlichen Wohlbefindens, aber wegen der präventiven Charakter des Systems, auch als Konfrontation mit möglichen Erkrankungen und eigenen Schwächen interpretiert und ist dadurch auch hängt auch mit dem Bedürfnis nach *Selbstwert* zusammen. Viele der Probanden gaben ungerne oder gar nicht zu, dass sie bei der Arbeitsausführung Hilfe benötigen.

Die Interviews zeigten einen deutliches Potenzial zur Verbesserung verschiedener Aspekte des Nutzererlebens aber auch die Relevanz der vorhandenen Organisationsstrukturen und Einstellung der Nutzer. Die Kommunikation zwischen Nutzer und Produkt wird als Produktsprache bezeichnet. Um die Aufgabe der Produktsprache im Kontext der Entwicklung eines Assistenzsystems definieren zu können, wurde als Erstes der Aufbau der Produktsprache untersucht. Dabei wurde große Aufmerksamkeit den semantischen Funktionen, besonders den Anzeichenfunktionen (Wesensanzeichen, Funktionsanzeichen), gewidmet, da diese eine grundlegende Rolle in der Produktkommunikation spielen und für die Verständlichkeit der praktischen Funktion und Handhabung des Produktes, für die Identifizierung, Selbsterklärung und das Usability von Produkt und für das Kommunizieren von Eigenarten und Produktqualitäten verantwortlich sind (Steffen 2014).

Dies zeigt, dass die Anzeichenfunktionen aus der Akzeptanzforschung bekannten Begriffen *Relativer Vorteil* und *Komplexität* zugeordnet werden und dafür gestalterische Ansätze liefern können (Abbildung 2). *Zeichen für den neuen funktionalen Umgang*: Funktionen und Vorteile des Unterstützungssystems müssen für den Nutzer eindeutig dargestellt werden. Zum Beispiel sollte das System Paexo klar zeigen, dass es am Rücken / Hüfte tragbar ist und es den Nacken-Schulter-Arm-Bereich unterstützt. *Benutzerfreundliches Produkt*: Die Handhabung und Bedienung des Systems muss den Erwartungen und Vorstellungen (mentalen Modellen) des Nutzers

entsprechen. Dies erfordert eine gründliche Analyse der Schnittstellen, wobei die Gestaltung auf bekannte Äquivalente zurückgreifen soll, um den Umgang mit dem Produkt zu erleichtern.

Symbolfunktionen der Produktsprache sind für das emotionale Erleben des Produktes verantwortlich. Sie kommunizieren und unterstützen die Identität einer Person (Lifestyle) und / oder eines Unternehmens (Brand) und bestimmen Anmutung und Bedeutung eines Produkts (Steffen 2014).

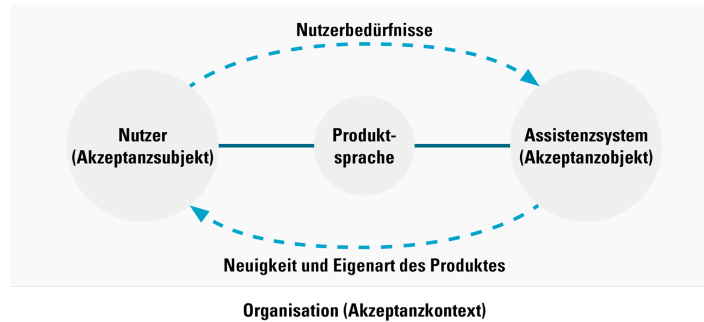


Abbildung 2: Untersuchungsgegenstand: Produktsprache als Mittel zur Verbesserung von Akzeptanz und Nutzererleben

Die präventive Natur und der körpergetragene Charakter eines orthetischen Assistenzsystems schaffen einen speziellen Interpretationsraum für die Symbolfunktionen. Die Bedeutungen der Symbole können unmittelbar an den Nutzer des Systems übertragen werden. Wie die Interviews auch gezeigt haben, haben *Körperlichkeit* und *Selbstwert* eine sehr wichtige Rolle in dem Produkterleben und können von den Symbolfunktionen positiv oder negativ beeinflusst werden.

Wenn das System an ein Hilfsmittel erinnert, kann der Anwender denken, dass er dadurch schwach oder krank erscheint. Dies könnte zur kompletten Ablehnung des Produktes führen. Dementsprechend müssen die vom System getragenen Anmutungen und Assoziationen eine mögliche *Stigmatisierung* ausschließen und ein positives *Selbstidentifikation* ermöglichen (z. B.: Das System sollte statt eine Orthese an ein Sportgerät erinnern).

Da körpergetragene Unterstützungssysteme in der industriellen Anwendung noch als Neuigkeit gelten, kann das Wissen, das die Deutung von Anzeichen voraussetzt, nur bedingt vorhanden sein. So ruft dieser neue technologische Kontext Identifikations- und Handhabungsschwierigkeiten hervor. Diese Verständnisprobleme erzeugen auch einen großen Raum für konkreten Assoziationen des Nutzers. Diese Assoziationen entsprechen nicht den symbolfunktionalen Assoziationen, die abstrakte Vorstellungen über das Produkt liefern, sondern sind Versuche der Nutzer, um das neuartige Produkt in bekannte Kategorien zuzuordnen (z. B.: Vergleich des Unterstützungssystems mit Star Wars Roboter oder mit Insekten).

4. Zusammenfassung und Ausblick

In dem dargestellten Projekt wurden, neben Durchführung von qualitativen Interviews, theoretische Modelle aus der Akzeptanzforschung und aus der Designtheorie analysiert, um besondere Aspekte der Nutzererleben und der Akzeptanz von körpergetragenen Assistenzsystemen beschreiben und mit gestalterischen Mitteln verbessern zu können.

Der assoziative Charakter der Produkt-Identifikation und der Einfluss der Verwendung eines Assistenzsystems auf das Selbstbild des Nutzers erleuchten die Problematik der Technologieakzeptanz aus einer neuen Perspektive und unterstreichen die Relevanz von User Experience im professionellem Kontext.

Die Interpretation der Ergebnisse erfolgte in der hier nicht dargestellten Weiterentwicklung der Prototypen. Die genannten Aspekte ließen sich in gestalterische Prinzipien umsetzen und lieferten Ansätze zur gestalterischen Ausarbeitung und Umsetzung. In einem iterativen Prototyping-Evaluierungs-Prozess wurde eine neue Produktarchitektur für das Assistenzsystem entwickelt. Anschließend konnten die untersuchten Aspekte des Produkterlebens und technisch-funktionaler Modifikationen des Systems in einem verbesserten Produktentwurf synthetisiert werden.

Eine enge Zusammenarbeit mit ausgewählten Anwendern wäre wünschenswert gewesen, jedoch konnte es im begrenzten zeitlichen Rahmen des Projektes nicht realisiert werden. In weiteren umfassenden Untersuchungen sollte auch das Ausmaß der möglichen Verbesserung der Akzeptanz und Nutzererleben anhand der veränderten Prototypen ermessens werden. Die resultierenden Erkenntnisse können nach Ansicht der Autoren als hilfreicher und allgemein anwendbarer Beitrag zum Entwicklungsprozess im hoch innovativen technischen Umfeld betrachtet werden.

5. Literatur

- Arnold, C.; Klee, C. (2016): Akzeptanz von Produktinnovationen, Springer Gabler, Wiesbaden
- BAUA, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2015): Arbeitsbedingungen in der deutschen Automobilindustrie (BIBB/BAuA-2012)
- BGHM, Berufsgenossenschaft Holz und Metall (2017): Einsatz von Exoskeletten an (gewerblichen) Arbeitsplätzen, BGHM Nr. 0059
- Burmester, M.; Zeiner, K.-M.; Laib, M.; Hermosa Perrino, C.; Queßeleit, M.-L. (2015): Experience Design and Positive Design as an alternative to classical human factors approaches. In: Beckmann, C.; Gross, T. (Hrsg.): INTERACT 2015 Adjunct, Univ. of Bamberg Press, S. 153–160
- DGUV, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2017): Einsatz von Exoskeletten an gewerblichen Arbeitsplätzen
- Hassenzahl, M., Diefenbach, S., Göritz, A. (2010): Needs, affect, and interactive products—Facets of user experience. *Interacting with computers*, 22(5), 353–362.
- Meissner, A.; Trübswetter, A. (2018): Mensch-Roboter-Kollaboration in der Produktion: kritische Würdigung etablierter Technikakzeptanzmodelle und neue Erkenntnisse in der Akzeptanzforschung. In: Weidner, R.; Karafillidis, A. (Hrsg.): Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen, Konferenzband, Hamburg, S. 223–233
- Lawaczek, M. (2001): Zur ergonomischen Beurteilung von Montagetätigkeiten in der Automobilindustrie. Ergon, Stuttgart
- Liebers, F.; Brendler, C.; Latza, U. (2013): Alters und berufsgruppenabhängige Unterschiede in der Arbeitsunfähigkeit durch häufige Muskel- Skelett Erkrankungen. In *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*, 2013, 56; S. 367–380.
- Schäfer, M.; Keppler, D. (2013): Modelle der technikorientierten Akzeptanzforschung: Überblick und Reflexion am Beispiel eines Forschungsprojekts zur Implementierung innovativer technischer Energieeffizienz-Maßnahmen (Discussion paper No. 34), Berlin
- Sheldon, K. M.; Elliot, A. J.; Kim, Y.; Kasser, T. (2001): What is satisfying about satisfying events? *Journal of personality and social psychology*, 80(2), 325.
- Steffen, D. (2014): Design als Produktsprache: Einführung, Vorlesung an der Hochschule Luzern
- Storm, A. (Hrsg.) (2017): Gesundheitsreport 2017; Hamburg, DAK-Gesundheit
- Thüring, M., Mahlke, S. (2007): Usability, aesthetics and emotions in human–technology interaction. In: *International Journal of Psychology* 42 (4), S. 253–264.

Danksagung: Ein ganz besonderer Dank den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Unternehmens Ottobock für die konstruktive Zusammenarbeit.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten

65. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Professur Arbeitswissenschaft
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme
Technische Universität Dresden

Institut für Arbeit und Gesundheit
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

27. Februar – 1. März 2019

GfA-Press

Bericht zum 65. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 27. Februar – 1. März 2019

**Professur Arbeitswissenschaft, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme,
Technische Universität Dresden;
Institut für Arbeit und Gesundheit, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dresden**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2019
ISBN 978-3-936804-25-6

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Konferenzband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Screen design und Umsetzung

© 2019 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de