

Entwicklung und Durchführung einer Anforderungsanalyse zur Identifikation von nutzerunterstützenden Anwendungspotenzialen digitaler Assistenzsysteme in mobilen Servicetätigkeiten

Eric MEWES¹, Sonja SCHMICKER¹, Stefan WAßMANN², Rüdiger MECKE³,
Irina BÖCKELMANN⁴

¹ METOP GmbH, An-Institut der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Sandtorstraße 23, D-39106 Magdeburg

² Institut für Arbeitswissenschaft, Fabrikautomatisierung und Fabrikbetrieb
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Universitätsplatz 2, D-39106 Magdeburg

³ Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
Sandtorstr. 22, D-39106 Magdeburg,

⁴ Medizinische Fakultät, Bereich Arbeitsmedizin
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Leipziger Straße 44, D-39120 Magdeburg

Kurzfassung: Im Projekt ArdiAS werden digitale Assistenzsysteme mit dem Ziel entwickelt, Tätigkeiten im mobilen Service zu unterstützen. Für eine möglichst nutzerorientierte Entwicklung sind hierbei zunächst Beispielarbeitsplätze explorativ zu untersuchen. Der vorliegende Beitrag beschreibt die Konzeption einer solchen Analyse am Beispiel der Inspektion von Windenergieanlagen. Anschließend werden erste Ergebnisse dieser Analyse und die daraus folgenden technologischen Anforderungen an das Assistenzsystem sowie dessen assistive Potenziale präsentiert.

Schlüsselwörter: mobiler Service, Windenergieanlagen, Arbeitssysteme, digitale Assistenzsysteme, Anforderungsanalyse, Nutzerunterstützung

1. Hintergrund der Untersuchung

Tätigkeiten im mobilen Service stellen besondere Anforderungen an die Arbeitspersonen. Hohe fachliche Expertise, wechselnde Arbeitsumgebungen sowie ein hohes Maß an Eigenverantwortung sind nur einige davon (Vogl & Nies 2013). Parallel schreitet die Entwicklung von Hardware und Software für stationäre Arbeitsanwendungen immer weiter voran. Im Verbundprojekt „Gesundes mobiles Arbeiten mit digitalisierten Assistenzsystemen im technischen Service“ (ArdiAS) werden von einem interdisziplinären Team digitale Assistenzsysteme entwickelt, die Mitarbeiter/-innen im technischen Service bei mobilen Tätigkeiten unterstützen sollen. Begleitet wird das Vorhaben von mittelständischen Unternehmen, die industrielle Dienstleistungen im Kontext des mobilen Services erbringen. Eines der Untersuchungsbeispiele beschäftigt sich mit der Betriebsführung von Windenergieanlagen (WEA), welche u. a. halbjährliche Inspektionen beinhaltet (s. Abbildung 1). Zur Spezifikation eines funktionsstüchtigen und humangerechten Assistenzsystems sind Arbeitsbedingungen und -anforderungen entsprechender Tätigkeiten zu analysieren.



Abbildung 1: Beispiele aus dem untersuchten Arbeitsprozess der Inspektion von Windenergieanlagen (Fotos: METOP GmbH)

2. Konzeption der Anforderungsanalyse

Um ein nutzer- und anwendungsgerechtes Assistenzsystem zu konzipieren, welches unter den Umgebungsbedingungen des Untersuchungsbeispiels funktionstüchtig ist, galt es zunächst, eine umfassende Analysemethode zu erstellen. Mit dieser sollten sich sowohl alle wichtigen Parameter für die Spezifikation des Assistenzsystems (Hardware, Software) als auch Hinweise auf weiterführende Anwendungsmerkmale erfassen lassen. Zu diesem Zweck wurden in einem transdisziplinären Workshop mit Ingenieuren/-innen, Softwareentwicklern/-innen, Psychologen/-innen und Arbeitsmedizinern/-innen relevante Einflussgrößen und zu untersuchende Arbeitsinhalte ermittelt.

Dabei erfolgte zunächst die Fokussierung auf die Arbeitsprozesse im Anwendungsszenario, für die ein hohes Potenzial für digitale Assistenzfunktionen besteht. Entschieden wurde hier die Unterstützung der Servicekräfte von der Vorbereitung des Inspektionseinsatzes, über den Einsatz selbst, bis zu dessen Nachbereitung. Es wurde potenziell geeignete Hardware zusammengetragen (u.a. Datenbrillen, Smartwatches, Tabletcomputer und Smartphones), wobei auch eine Kombinationslösung mit verschiedenen dieser Komponenten eine Option darstellte.

Anschließend wurden die Funktionalitäten und Leistungsparameter der verschiedenen digitalen Assistenzsysteme gesammelt. Hier wurde festgestellt, dass diese hauptsächlich in der Lage sind, Daten (Text, Fotos, Videos, Sensorwerte, Vitalparameter, Sprachaufnahmen etc.) aufzunehmen, zu verarbeiten, zu analysieren und auszugeben. Weiterhin befähigen sie den Anwender auch zu neuen Formen der Kommunikation.

Nach diesen grundlegenden Diskussionen, wurde ein Brainstorming zur Erfassung wichtiger Parameter durchgeführt, welche die Arbeitssysteme vor der Entwicklung des Assistenzsystems hinreichend beschreiben sollten. Hierbei ergaben sich verschiedenste Vorschläge und Ideen. Diese wurden aufgenommen, anschließend zusammengefasst und kategorisiert. Die Ergebnisse des Brainstormings sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Im interdisziplinären Brainstorming erfasste Parameter, deren Inhalte und Ausprägungen sowie die Aspekte und Fragestellungen bezogen auf die Entwicklung des Assistenzsystems

Parameter	Inhalte/Ausprägungen	Aspekte und Fragestellungen bzgl. der Entwicklung des Assistenzsystems
Beleuchtung	Lichtverhältnisse	Auswahlkriterium für Hardware; Einschränkung Nutzungsort
Chemische Stoffe	Chemikalien und Öle	Bedienungskonzept und Hilfsmittel für Touchscreens
Konnektivität	Bluetooth-Verbindung, Mobilfunknetzverfügbarkeit	Vernetzung der Geräte während der Tätigkeit möglich?
Physische Belastung	Körperhaltung, Physiologische Parameter	Potenziale nutzerentlastender Funktionen
Arbeitsablauf	Reihenfolgen, ablaufbedingte Zusammenhänge	Potenzial / Notwendigkeit alternativer Bearbeitungsreihenfolgen
Dokumentationspflichten	Umfang, Art, Inhalt	Potenzial unterstützter Dokumentation
Informationsbedarf	gesichtete Daten zur Vorbereitung, Wünsche zusätzlicher Daten während des Service, wie werden diese beschafft	Potenzial zusätzlicher Informationen
Kommunikation	Zeitpunkt, Person, Form	Potenzial unterstützter Kommunikation
Ausrüstung	Werkzeuge, Hilfsmittel, Schutzkleidung	Anpassung an Ausrüstung / Kompatibilität, Ersetzbarkeit von Ausrüstung
Zeiten	Wegezeiten, Dauer der Arbeitsschritte, Zeitverteilung	Evaluierung der Effizienz des Assistenzsystems

3. Durchführung der Arbeitsprozessanalyse

Aus den Ergebnissen des gemeinsamen Austauschs wurde in weiteren Gesprächen mit den jeweiligen Fachexperten ein Plan für die Vor-Ort-Erfassung der Parameter gemäß Tabelle 1 erstellt. In diesem wurden den Parametern adäquate Mess- und Untersuchungsmethoden zugeordnet.

Zunächst wurden zwei Mitarbeitern unterschiedlichen Erfahrungsprofils bei Service- und Inspektionstätigkeiten in leitfadengestützten Interviews zu ihrer Tätigkeit befragt. Hier galt es, Fragen zu Art und Ablauf der Inspektion vor Ort, Dokumentation, Ausrüstung und Informationsbeschaffung, zum Kontakt mit chemischen Stoffen und den auftretenden Lichtverhältnissen zu klären.

Zur Messung der objektiven Beanspruchung wurden die physiologischen Parameter Herzfrequenz und Herzratenvariabilität (HRV) ermittelt. Die HRV ist ein Parameter der allgemeinen Aktivierung und der sympatho-vagalen Balance des Organismus, der auf die abweichenden Regulationsmechanismen des Herz-Kreislauf-Systems oder auf eine sympathisch-parasympathische Imbalance des autonomen Nervensystems hinweist (Böckelmann & Sammito 2016). Zur Erfassung dieser Parameter wurden die Servicekräfte für die Dauer von zwei Inspektionen mit einem tragbaren EKG (MT-101 Fa. Schiller) ausgestattet. Für ein besseres Verständnis des Dokumentationsprozesses wurde das Prüfprotokoll, welches für die betrachteten Windenergieanlagen derzeit verwendet wird, detaillierter analysiert.

Abschließend wurden die Servicekräfte bei einer realen Inspektion vor Ort begleitet. Zusätzlich wurde die Untersuchung mit zwei Leichtgewicht-Action-Camcordern gefilmt, wobei einer jeweils am Helm des Beobachters und einer an dem Helm des

Probanden befestigt wurden. So konnten relevante Eindrücke aus mehreren Perspektiven festgehalten werden. Anhand der Filmaufnahmen konnte im Nachhinein die körperliche Aktivität mittels des Rapid Entire Body Assessment Verfahrens (REBA) (Middlesworth ohne Jahr) bewertet werden.

4. Beschreibung des analysierten Arbeitsprozesses

Vor der halbjährlich vorgeschriebenen Inspektion der WEA wird zunächst der Anlagenbetrieb der zurückliegenden Wochen überprüft. Bei dieser Betriebsrecherche gilt es, Fehler und andere Auffälligkeiten im laufenden Anlagenbetrieb zu identifizieren. Zudem wird das letzte Wartungsprotokoll gesichtet, um die erfolgte Beseitigung bereits festgestellter Mängel überprüfen zu können. Von besonderem Interesse sind hierbei wiederkehrende Fehler in bestimmten Anlagen und Anlagentypen. Da Fehler und Mängel aktuell noch nicht statistisch geführt werden, basieren diese Informationen aktuell auf dem Erfahrungswissen der versiertesten Inspektoren.

Zur Inspektion selbst führen die Mitarbeiter ein Universalwerkzeug, einen Schutzhelm inkl. Helmlampe, Arbeitshandschuhe und eine Kletterausrüstung mit. Zudem benötigen sie zur sicheren Nutzung der Zugangsleiter einen Fallschutzgurt mit Fallschutzläufer, der aufgrund der unterschiedlichen Führungsschienen je nach Anlagentyp variiert. Essenziell ist weiterhin ein Bildaufnahmegerät, mit dem sämtliche Auffälligkeiten während der Inspektion dokumentiert werden.

Der Ablauf der Inspektion lässt sich nach der Position in der Anlage untergliedern. So werden im Außenbereich z.B. das Fundament und im Turmfuß die Schaltanlage und Kabelläufe überprüft. Weitere Elemente sind das Aufstiegssystem bestehend aus Leiter und Aufzug, der Turm, der Azimutbereich zwischen Turm und Maschinenhaus, das Maschinenhaus sowie das Maschinenhausdach.

Bei der Inspektion teilen sich die beiden Mitarbeiter die Inspektionsschritte untereinander auf, wobei einer der beiden das Protokoll führt. Dabei besteht nicht in allen Teilschritten der Sichtkontakt zueinander. Tritt ein Mangel auf, wird der Prüfpunkt als „nicht in Ordnung (niO)“ markiert, kommentiert und fotografisch festgehalten. Neben der Durchführung von Sichtprüfungen werden einige Funktionalitäten der Anlage manuell überprüft und verschiedene Betriebs- und Sensordaten aus den Schaltanlagen ausgelesen. Der Zugang zu diesen Daten kann aufgrund der komplexen Bedienung der Steuerungen sowie deren Varianz auch für erfahrene Servicekräfte mit hohem Schwierigkeitsgrad verbunden sein. In den Anlagen herrschen zum Teil beengte Platzverhältnisse, die die Mitarbeiter häufig in Zwangshaltungen treiben (s. Abbildung 2). Deren Auswirkungen auf die physischen Belastungen wurden im REBA (Middlesworth ohne Jahr) untersucht. Dabei erhielt die Arbeit eine gemittelte Bewertung von 3,9 und ist insgesamt im mittleren Risiko einzuordnen, neun der 35 untersuchten Arbeitspositionen befinden sich jedoch im hohen Risikobereich.

In der Pilotuntersuchung zur HRV wurde festgestellt, dass der Beanspruchungsparameter LF/HF, der die sympatho-vagale Balance beschreibt, während der Gesamtaufnahme relativ hoch war (LF/HF = 6,2 beim Proband 1 (1. Inspektion Aufstieg per Leiter und 2. Inspektion Aufstieg per Aufzug) und 7,2 beim Proband 2 (beide Inspektionen Aufstieg per Aufzug)). Das spricht für eine hohe Beanspruchung während der Inspektionstätigkeiten. Der Quotient der sympatho-vagalen Balance LF/HF lag bei 7,04 (Aufstieg per Leiter) vs. 6,39 (Aufstieg per Aufzug). Bei dem Proband 2 war LF/HF mit 5,53 bei der 1. Inspektion höher als bei der 2. Inspektion (1,36), was auch auf eine geringere Beanspruchung deutet.



Abbildung 2: *Zwangshaltungen mit eingeschränktem Bewegungsspielraum bei der Inspektion einer WEA (Fotos: METOP GmbH)*

Der Mobilfunkdatenempfang ist in ländlichen Umgebungen meist problematisch. Eine teilweise stabile Bluetooth-Verbindung zwischen zwei Endgeräten innerhalb einer WEA konnte jedoch experimentell nachgewiesen werden. Ein Datenaustausch zwischen den Inspektoren ist daher möglich.

Nach Abschluss der Inspektion werden in Nacharbeit das händisch geführte Protokoll und die Fotoaufnahmen in einem digitalen Bericht zusammengeführt. Die nachträgliche Zuordnung von Fotografie und dem Ort der Prüfung erfordert hierbei besondere Aufmerksamkeit und Zeit. Nach Fertigstellung wird der Bericht an die entsprechenden Verantwortlichen versendet.

5. Konzeption des Assistenzsystems

Aus der Untersuchung ergaben sich zahlreiche Anforderungen und Potenziale, welche zur Konzeption des Assistenzsystems genutzt werden sollen. So ist es möglich, das aktuell händisch geführte Prüfprotokoll durch eine digitale Version zu ersetzen. Hierdurch könnten beide Mitarbeiter simultan im selben Protokoll arbeiten. Außerdem wäre es möglich, aufgetretene Mängel in den Fotos zu markieren und direkt Prüfpunkten im Protokoll zuordnen. Zusammen mit einer automatischen Übertragung der Prüfschritte in das zu versendende Protokoll sollte sich die Nachbereitung der Inspektion deutlich verkürzen lassen.

Durch die systematische Verarbeitung der aufgenommenen Daten könnten mittelfristig Anlagenstatistiken erstellt werden. So wäre es z.B. möglich, die häufigsten aufgetretenen Fehler in einer Anlage oder einem Anlagentyp grafisch darzustellen. Hierdurch könnten Informationen allgemein verfügbar gemacht werden, welche aktuell nur in Form von implizitem Erfahrungswissen erfahrener Inspektoren/-innen vorliegen. Weiterhin könnte das Assistenzsystem bei Bedarf wichtige Informationen zur Bedienung von Steuereinheiten liefern und so den Mitarbeiter/-innen unterstützen und Sicherheit geben.

Auch in der Tätigkeitsvorbereitung hat das Assistenzsystem Unterstützungspotenziale. So ist eine digitale Checkliste der anlagenspezifischen Ausrüstung, speziell der Fallschutzläufer, denkbar. Zudem könnten anlagenspezifische Daten, wie deren Position mit GPS-Daten, Ansprechpartner und ähnliches bereitgestellt werden.

Die Herzratenvariabilität lässt sich als Indikator für die vegetative Balance verwenden (Sammito S 2016), welche eine objektive Einschätzung der Beanspruchung ermöglicht. Mit der tätigkeitsbegleitenden Erfassung der HRV von Servicekräften könnte man diese vor dem Eintreten einer Überbeanspruchung warnen.

Die ausgewählte Hardware des Assistenzsystems muss aufgrund der beengten Umgebungsbedingungen in der WEA unbedingt eine entsprechende Robustheit mitbringen, nach zahlreichen Stößen weiterhin einsatzfähig und gegen Abstürze abgesichert sein.

6. Fazit und Ausblick

Durch die Analyse der Servicearbeit bei der Betriebsführung von Windenergieanlagen wurden verschiedene Anforderungen und Potenziale identifiziert. So bieten sich durch die Digitalisierung des Prüfprotokolls und die informationstechnische Begleitung der Inspektion verschiedenste Unterstützungsmöglichkeiten.

In den nächsten Schritten des Projektes gilt es nun, die identifizierten Anforderungen bei der Entwicklung des Assistenzsystems zu berücksichtigen. Das Assistenzsystem soll in Rückkopplung mit den späteren Nutzern in einem iterativen Prozess partizipativ entwickelt und getestet werden.

7. Literatur

- Böckelmann I, Sammito S (2016) Herzfrequenzvariabilität: Handbuch der Arbeitsmedizin, 41. Ergänzungslieferung, Juni 2016: A III-3.2.2
- Middlesworth M (ohne Jahr) REBA – A Step-by-Step Guide. Accessed November 04, 2017. <http://ergo-plus.com/wp-content/uploads/REBA-A-Step-by-Step-Guide.pdf>
- Sammito S, Thielmann B, Seibt R, Klusmann A, Weippert M, Böckelmann I (2016) Leitlinie Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 51: 123-141
- Vogl G, Nieß G, (2013) Mobile Arbeit - Betriebs und Dienstvereinbarungen – Analyse und Handlungsempfehlungen Bund-Verlag GmbH, Frankfurt am Main

Danksagung: Besonderer Dank gilt der Firma TERAWATT, in Persona Steffen Eichholz, René Viertel und Dirk Dassler für die großartige Kooperation während der Untersuchungen. Weiterhin danken wir Dr. Sergej Shapkin, Dr. Simon Adler und Alexa Kernchen für Input und Feedback in den gemeinsamen Diskussionen.

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird im Rahmen des Programms „Zukunft der Arbeit“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Europäischen Sozialfonds (ESF) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.





Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

ARBEIT(s).WISSEN.SCHAF(F)T
Grundlage für Management & Kompetenzentwicklung

64. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FOM Hochschule für
Oekonomie & Management gGmbH

21. – 23. Februar 2018

GfA Press

Bericht zum 64. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 21. – 23. Februar 2018

FOM Hochschule für Oekonomie & Management

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2018

ISBN 978-3-936804-24-9

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 Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen.

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

USB-Print:

Prof. Dr. Thomas Heupel, FOM Prorektor Forschung, thomas.heupel@fom.de

Screen design und Umsetzung

© 2018 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de