

Entwicklung eines neuartigen HMI für die Überwachung zeitkritischer Prozesse in der Lebensmittelindustrie

Jawaher HAMO¹, Thomas HOFMANN²

¹ USE, Institut for User System Engineering
Kompetenzzentrum für HMI-Entwicklung
Albert-Einstein-Straße 1, 49076 Osnabrück

² Labor Industrial Design, Hochschule Osnabrück
Sedanstraße 60, 49076 Osnabrück

Kurzfassung: Der folgende Beitrag stellt den Entwicklungsprozess eines Human-Machine-Interface (HMI) für die Abfüllindustrie dar. Die SIG Com-bibloc Systems GmbH zählt zu den weltweit größten Herstellern von Abfüllmaschinen für die Lebensmittelindustrie. Bei der Entwicklung des HMI kamen Standards des Usability Engineering und des Industriedesigns (User Interface Design, Interaction Design) zu tragen, welche einen nutzerzentrierten Lösungsansatz priorisieren. Im Fokus stand die Reduktion des Workloads am Arbeitsplatz eines Maschinenoperators und die Minimierung von Maschinenausfallzeiten.

Schlagwörter: Human-Machine-Interface, Anforderungsanalyse, Arbeitsplatzgestaltung, Usability Engineering, DIN EN ISO 9241, User Interface Design, Interaction Design

1. Einleitung

Der Einzug digitaler Bedienoberflächen (Interfaces) in den Privathaushalt hat u.a. zu einer kontinuierlich wachsenden Sensibilisierung für das Thema Gebrauchstauglichkeit (Usability) geführt. Die von Consumer Devices gewohnten, einfachen Bedienstrukturen veranlassen Entwickler und Nutzer gleichermaßen die Qualität industrieller Steuereinheiten zu hinterfragen. Der Faktor Usability - auf dem Consumer-Markt als Kaufargument und Mittel zur Kundenbindung mehrheitlich anerkannt - entwickelt sich im industriellen Sektor zu einer signifikanten Einflussgröße bei der Gestaltung von HMI. Die Entwicklung und Implementierung nutzergerechter, gebrauchstauglicher HMI am Maschinenarbeitsplatz begünstigen: die Reduzierung von Schulungs- und Anlernzeiten, gesteigerte Prozess- und Bediensicherheit, Verbesserung des Arbeitsschutzes und -sicherheit, Verringerung des Workloads, Minimierung von Maschinenausfallzeiten und Servicefällen. Um eine nutzerzentrierte Entwicklung zu ermöglichen, werden Methoden der Arbeitswissenschaft, des Usability Engineering und des Industrial Designs komplementär angewendet. Der Entwicklungsprozess und das Prozessergebnis werden im vorliegenden Beitrag vorgestellt.

2. Arbeitsplatz eines Maschinenoperators

Die Position des Maschinenoperators (MO) wird überwiegend durch angelegerte Hilfskräfte besetzt, welche zum Teil Sprachbarrieren unterliegen. Der Aufgabenbe-

reich eines MO definiert sich über die Steuerung und Überwachung der Produktion einer Abfüllanlage. Dabei handelt es sich um einen Einzelarbeitsplatz. Die Befüllung der Anlage mit Packungsmaterial findet händisch oder mittels automatisierter Befüllungshilfe statt. Die händische Befüllung übernimmt ebenfalls der MO. Maschinenparameter müssen kontrolliert und ggf. angepasst werden, bei Störungen muss der MO eingreifen oder einen Service-Mitarbeiter kontaktieren. Der MO nutzt das implementierte HMI zur Auslesung von Parametern, Warnmeldungen und der Initiierung (oder Abbruch) von Produktion, Reinigung- oder Sterilisationsprozessen. Da es sich um einen aseptischen Produktionsprozess handelt, ist ein hygienisch geschlossener Ablauf kritisch. Die Arbeitsaufgaben des MO sind vielseitig, zum Teil zeitlich eng miteinander verwoben und entsprechend stark produktionsentscheidend.

3. Methodik

Vorab fand eine umfangreiche Ist-Analyse des bestehenden HMI-Systems 'c-touch' und des Nutzungskontextes statt. Bei 'c-touch' handelte es sich um eine Entwicklung durch Thomas Hofmann, welche seit 2009 in einer Maschinenlinie der SIG implementiert ist. Das bestehende HMI war Grundlage für eine Nutzungs- und Kontextanalyse am beschriebenen Arbeitsplatz. Dafür wurde vorab eine heuristische Evaluierung (vgl. Nielsen, J. & Molich, R. 1990) des 'c-touch' vorgenommen. Ebenso wurde eine Datenauswertung einer anonymisierten Bedienhistorie mehrerer Produktionstage vorgenommen. Darauf folgten Nutzerbefragungen und Feldbeobachtungen im Nutzungskontext (Contextual Inquiry). Orientiert an der relativen Erkenntnissättigung bei qualitativen Befragungen (vgl. Landau), wurden fünf Maschinenoperateure befragt und begleitet. Aus den erhobenen Daten wurden Anforderungen abgeleitet, auf Basis derer ein konzeptioneller HMI-Entwurf entwickelt wurde. Für den Proof of Concept wurde ein prototypischer Klickdummy erstellt. Durch das für den Fachbereich Industrial Design methodisch übliche Vorgehen ergaben sich patentwürdige Innovationen.

3.1 Ist-Analyse

Die Einarbeitung in die Funktionsweise einer Abfüllmaschine und die Auseinandersetzung mit dem bestehenden HMI-System 'c-touch' führten zu einem gefestigten Verständnis der Sachlage, welche das Projektteam befähigte den Kontakt mit der Nutzergruppe souverän und 'auf Augenhöhe' zu gestalten (frühe Nutzerpartizipation). Dadurch war eine gezielte Befragung hinsichtlich des Arbeitsalltages und ein technisch konkreter Informationsaustausch mit den Nutzern möglich, sodass Arbeitsaufgaben und mentale Modelle der Nutzergruppe ermittelt werden konnten. Erkenntnisse zu den Anforderungen an den Maschinenoperateur, das Arbeitssystem und die Technik wurden erfasst, dokumentiert und bildeten das Pflichtenheft für die Entwicklung des neuen HMI-Konzeptes.

3.2 Anforderungen

Die Evaluation ergab, dass die Maschinenoperateure 90% der Zeit das HMI bedienen und somit Hauptnutzer dieses sind. Im Kontrast dazu steht, dass nur ein geringer Bereich des Systems vom MO eingesehen und bedient wird. Die Nutzer bewerteten das System als übermäßig komplex, 'labyrinthartig' und es benötige

wiederkehrend Einarbeitungszeiten nach Nutzungspausen. Daraus formulierte sich die Anforderung einer auf die Arbeitsaufgaben des MO angepassten Gestaltung, welche das Überwachen der Prozesse, die Fehlervermeidung und Fehlerbehebung in der Produktion priorisiert.

Der MO soll bestmöglich in der Aufgabenbearbeitung unterstützt werden, wodurch Störungs-/ Maschinenausfallzeiten und Fehlproduktion minimiert werden (essentielles Verkaufsargument). Dies wird erreicht durch einen kontinuierlich einsehbaren Produktionsstatus und die Sichtbarmachung von potenziell kritischen Ereignissen, wie z.B. dem rechtzeitigen Auffüllen von Verpackungsmaterial. Die Komplexität des Systems soll aufgabenangemessen sein (vgl. DIN EN ISO 924-10), weshalb Inhalte in einer neuen Architektur den Aufgaben entsprechend geordnet (Workflow, vgl. Landau, K. & Rohmert, W. 1987) und Inhalte irrelevant für das Profil des MO ausgeblendet werden. Die unterschiedlichen Ausbildungs- und Erfahrungsgrade innerhalb der Nutzergruppe berücksichtigend, soll das System Handlungsoptionen vermitteln und den MO durch sequenzielle Arbeitsschritte lotsen.

4. Ergebnis

In Bezug auf die formulierten Anforderungen wurden mehrere Interaktionsmodelle entwickelt und low-fidelity Mockups gebaut, um diese mittels Bewertungsmatrix auf ihre Gebrauchstauglichkeit zu prüfen. Daraus ergab sich die Erkenntnis, dass eine Zeitstrahl-zentrierte Visualisierung den Anforderungen gerecht wird. Dem folgte ein experimentelles Validieren möglicher Visualisierungsformen (Abbildung 1).



Abbildung 1: Entwicklung von Interaktionsmodellen und experimentelles Erforschen möglicher Visualisierungsformen.

Das finale Konzept basierte auf einem kontinuierlich einsehbaren Zeitstrahl (Timeline; Abbildung 2) anhand dessen für den MO relevante Parameter ablesbar sind. Die grafische Visualisierung der Parameter erlaubt eine Echtzeitüberwachung der Produktion und des Maschinenstatus. Zeitgleich wird der aktuelle Status prominent über die sogenannte Statusanzeige (o.r.) kommuniziert. Statusänderungen oder potentiell kritische Statusentwicklungen werden durch grafisch und farblich signifikante Melder in der Timeline und in der Statusanzeige visualisiert. Durch die interaktive Historie visualisiert durch die Timeline, wird dem Nutzer ermöglicht vergangene, aktuelle und zukünftige Ereignisse einzusehen. Der MO wird befähigt rechtzeitig in die Produktion einzugreifen, unterstützt durch Handlungsempfehlungen.

Weitere Inhalte lassen sich über den Navigationsbereich ansteuern. Im Kontrast zu 'c-touch' oder anderer Vergleichssysteme, welches eine Maschinen-orientierte Architektur nutzen, basiert die Architektur der Neuentwicklung mehrheitlich auf dem mentalen Modell der Arbeitsweise der Nutzergruppe.



Abbildung 2: Screendesign der Neuentwicklung, Timeline und Statusanzeige

5. Bewertung & Ausblick

Die nutzerzentrierte Entwicklungsstrategie (user centered design) führte zu innovativen Arbeitsergebnissen, welche direkt zurückzuführen sind auf die enge Zusammenarbeit mit den Nutzern und dem damit einhergehendem vertieften Verständnis der täglichen Herausforderungen am Arbeitsplatz eines Maschinenoperators (Abbildung 3). Zukünftig soll die Entwicklung mittels Nutzer-Tests evaluiert und einem iterativen Prozess zur Marktreife gebracht werden. Das Projekt steht beispielhaft für die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen dem Industrial Design, Usability und Requirement Engineering sowie der Anwendung von arbeitswissenschaftlichen und -psychologischen Erkenntnissen in einen nutzerzentriertem Designprozess.



Abbildung 3: Implementierung im Nutzungskontext

6. Literatur

- Frieling, E., Sonntag & K., Stegmaier, R. 1999, Lehrbuch Arbeitspsychologie
- Schlick, C., Bruder, R. & Luczak, H. 2010, Arbeitswissenschaften, 3. Auflage, Berlin: Springer
- Landau, K. & Rohmert, W. 1987, Aufgabenbezogene Analyse von Arbeitstätigkeiten. In: U. Kleinbeck & J. Rutenfranz, Arbeitspsychologie, Enzyklopädie der Psychologie, Wirtschafts-, Organisations- und Arbeitspsychologie
- Robelski, S. 2016, Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt Mensch-Maschine-Interaktion, Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 1. Auflage
- Molich, R. & Nielsen, J. 1990, Improving a human-computer dialogue, Communications of the ACM 33, 3 (March), 338-348.
- Nielsen, J. & Molich, R. 1990, Heuristic evaluation of user interfaces, Proc. ACM CHI'90 Conf. (Seattle, WA, 1-5 April), 249-256.
- Landauer, K. 1993, A mathematical model of the finding of usability problems, Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference (Amsterdam, The Netherlands, 24-29 April 1993), pp. 206-213.
- DIN EN ISO 9241-110, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-110:2006); Deutsche Fassung EN ISO 9241-110:2006
- Rupp, C. & die SOPHISTen 2007, Requirements-Engineering und Management, Professionelle, iterative Anforderungsanalyse für die Praxis, 4. Auflage
- Rosson, M. B. & Carroll, J. M. 2001, Usability Engineering: Scenario-Based Development of Human-Computer Interaction (Morgan Kaufmann Series in Interactive Technologies)



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