

# Nutzer- und anwendungsorientierte Konzepte zukünftiger Human-Machine Interfaces für Landmaschinen

Jens Krzywinski<sup>1</sup> und Sebastian Lorenz<sup>2</sup>

**Abstract:** Aktuelle, aber noch mehr zukünftige Bedieninterfaces für professionelle Arbeitsmaschinen, erfordern als immer komplexere Informationsumgebungen neben der Anwendungsorientierung eine wesentlich stärkere Nutzerorientierung. Effiziente Bedienung hängt vor allem vom Fahrer, seinen Fähigkeiten und von der Qualität der Interaktion mit dem Interface ab. An der TU Dresden beschäftigen sich eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe am Center for Human Technology Design mit zukünftigen Bedienkonzepten mobiler und stationärer Maschinen. Aktuelle Studienprojekte liefern nun erste Hard- und Softwareprototypen zur Erprobung stark integrierter Interfaces mobiler Arbeitsmaschinen. Das Paper gibt einen ersten Ausblick auf zentrale Veränderungen für Nutzer und Interface bei der Steuerung Cyber-Physischer Systeme.

**Keywords:** Human Machine-Interface, nutzerzentrierte Entwicklung, Cyber-Physical Systems

## 1 Einleitung

Die zunehmende Komplexität der Maschinen und Steuerungen werden in computergestützten Bediensystemen und adaptiven Prozesseinstellungen (precision farming) umgesetzt. Die Spreizung und Flexibilisierung der zu überwachenden Systeme und Prozesses verändern dabei die BediENAufgabe hin zu einer stark planerischen und überwachenden Tätigkeit. Dies führt zu einer Erhöhung des kognitiven Anspruches und der Komplexität der BediENAufgaben. Zusätzlich beschleunigen die sich verändernden Randbedingungen bezüglich Demografie (z.B. Fachkräftemangel in der Landwirtschaft) bis Klimawandel (z.B. sich verkürzende Vegetations-/Erntezeiten, zunehmende Wetterextreme) einen Paradigmenwechsel der Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) zum kooperativen Gesamtsystem.

## 2 Status Quo HMI-Systeme

Aktuelle Bediensysteme sind in der Regel heterogene displaybasierte Systeme, die unterschiedliche Prozesse hauptsächlich auf einer Maschinen- oder Funktionsebene in additiven physischen Bedienumgebungen und Interfaces abbilden. Das vorherrschende Interaktionsparadigma basiert in vielen Bereichen auf Grafischen User Interfaces (GUI).

---

<sup>1</sup> TU Dresden, Juniorprofessur für Technisches Design, 01062 Dresden, jens.krzywinski@tu-dresden.de

<sup>2</sup> TU Dresden, Juniorprofessur für Technisches Design, 01062 Dresden, sebastian.lorenz3@tu-dresden.de

Bei deren Gestaltung gilt es zumeist, einen Kompromiss zwischen den prinzipiell darzustellenden

und den, in Abhängigkeit von der Displaygröße, tatsächlich darstellbaren Informationen auszuloten. Durch die Vielzahl an Systemen und Zulieferern fehlt oft ein einheitliches Interaktionskonzept. Die Gestaltung des HMI folgt in vielen Fällen den funktionalen und ergonomischen Verbesserungen der Maschinen. [KN14].

Auf der technologischen Seite beschleunigen schnellere Datenverarbeitungssysteme und bessere und billigere Sensortechnik den Trend der Digitalisierung und Automatisierung. Daneben ermöglichen neue Interaktionstechnologien neue Ansätze bei der Gestaltung der Interaktion mit komplexen Informationsräumen. Problematisch bei einer Implementierung dieser Technologien ist die Passfähigkeit zu herkömmlichen Bedienungsumgebungen, da aufgrund der Entwicklungsanforderung, -zeiten und -kosten nur eine evolutionäre Einführung erfolversprechend scheint. Wie können neue Interaktionstechnologien also genutzt werden, um einerseits die steigende Komplexität der Anwendungen in sichere bedienbare Interfaces umzusetzen und andererseits die Bedienansprüche verschiedenster (z. B. erfahrener und unerfahrener) Anwender langfristig zu erfüllen?

### **3 Entwicklung nutzerorientierte HMI-Systeme**

Intuitive Bedienung und erfahrbare Verbesserungen der Arbeitsergebnisse durch Nutzung neuer Bedienfunktionalitäten sind Schlüsselkriterien für die effiziente Steuerung komplexer Anwendungen wie in der Landwirtschaft. Der bisher fast ausschließlich verfolgte Ansatz funktionaler Technikoptimierung ist für diese Anforderungen unzureichend und sollte durch einen am konkreten Bedienszenario und den individuellen Nutzerbedürfnissen ausgerichteten Ansatz ersetzt werden.

Um Bedienlösungen hinsichtlich ihrer User Experience (UX) zu entwickeln, gilt es neben dem Verständnis der instrumentellen Qualitäten auch subjektiv wahrgenommenen Produkteigenschaften, emotionales Erleben [TH07][HA10][RO11] und die affektiven Reaktionen [SC01][DE07] der Bedienenden zu berücksichtigen. Damit ließe sich u. a. zur Überwindung von Unter- und Überforderung von Maschinenbedienern beitragen. Es bieten sich spezifische Methoden zur Messung von UX-Faktoren an. Diese können durch Selbstberichte (vgl. z. B. [HA10]), physiologische Messungen, Tracking-Systeme oder eine Kombination dieser Ansätze bestimmt werden. So sind z. B. Leitfadeninterviews und standardisierte Fragebögen zur Erfassung der Nutzercharakteristik, der nicht-instrumentellen und instrumentellen Produktqualitäten als auch des Gesamturteils sinnvoll. Dieser Aspekt gewinnt bei der Entwicklung adaptiver und multimodaler Interfaces an Bedeutung. Diese erlauben eine höhere Diversität und Zielgerichtetheit bei der Informationsvermittlung und bieten außerdem die Möglichkeit, haptische, auditive und visuelle Wahrnehmung gleichzeitig anzusprechen und somit die Informationen situationsadäquat und nutzergerecht aufzubereiten. Das Wahrnehmungsspektrum wird breiter genutzt, um Informationen besser entsprechend ihrer Zugehörigkeit, Bedeutung und

Priorität einordnen zu können. Das erfordert ein tiefgreifendes Verständnis der individuellen Anforderungen und Bedürfnisse der Nutzer. Um das Potential adaptiver und multimodaler Interaktion für die Steuerung mobiler Arbeitsmaschinen zu nutzen, müssen übergreifende Konzepte und Prototypen erarbeitet und getestet werden.

## 4 HMI-Konzepte aus dem universitären Umfeld

Die Juniorprofessur für Technisches Design konzipiert und integriert gemeinsam mit weiteren Forschungspartnern an der TU Dresden derartige Interaktionskonzepte mit detaillierten Anwendungs- und Anwenderanalysen für professionelle Arbeitsumgebungen in wissenschaftlich fundierte Konzepte Cyber-Physischer Systeme. Die drei inzwischen erarbeiteten interaktiven Prototypen überführen antizipierte Entwicklungen im Bereich der Agrarsystemtechnik in On-Board-Kabinenarbeitsplätze als auch zu standortunabhängige mobile und externe Leitstände. Das HMI-Konzept für die Steuerung eines Wendemähreschers schlägt die Brücke zwischen herkömmlichen Bedieninterfaces und neuen Anzeige- und Assistenzsystemen. Agieren die Erntefahrzeuge autonom, ändern sich die Steueraufgaben und -szenarien grundlegend. Der Gesamtprozess gewinnt an Bedeutung, während sich die Steuerung der einzelnen Fahrzeuge auf Statusüberwachung und gezielte Interventionen bei Störungen verringert. Das zweite HMI-Konzept nutzt dafür einen zentralen und mobilen Bedienstand zur Überwachung mehrerer Fahrzeuge mit einem 360° umfassenden augmentierten Sichtfeld. Mit einem Tablet (s. Abb.1, links) haben Bedienende auch außerhalb des Leitstandes einen Überblick über den Ernteverband. Das dritte Systemkonzept nutzt großformatige Touch-Displays (s. Abb.1, rechts) für eine Überwachung mehrere Erntesysteme und der jeweiligen Prozesse und Maschinen standortunabhängig.

Für eine bessere Handhabung der komplexen Informationsumgebungen nutzen die Konzepte bedienaufgabenorientierte Dezentralisierungsstrategien bei der räumlichen Anordnung und Ausprägung der unterschiedlicher Ein- und Ausgabekomponenten. Die klassische Bedienarmlehne/Zentralterminal-Konfiguration wird in den unterschiedlichen Ansätzen durch zusätzliche transparente Anzeigeelemente in Werkzeugnähe und am Kabinendach, digitalen Seitenspiegeldisplays, Mobile Devices, Tangibles und Multitouch-Tables ergänzt oder ersetzt. Systemseitig integrierte Ambient-Light-Funktionen und akustisches Feedback erlauben eine weitere Aufteilung des Informationsstromes. Bedienarmlehnen mit konfigurierbaren Elementen und dynamische Layouts der Interfaces bieten auf Basis situations- und nutzersensitiver Priorisierungslogiken ein optimiertes Informationsbild für verschiedene Nutzende und Aufgaben. Aufgabenorientierte Interfacelayouts und interaktive Prozessvisualisierungen (siehe Abb.1) fördern das schnelle Erfassen kritischer Informationen und ein umfassendes Prozessverständnis. Integrierte Simulationsfunktionen prognostizieren die Auswirkungen von Maschineneinstellungen auf die Kenngrößen des Gesamtprozesses. Dies kann dazu beitragen das Systemverständnis vollumfänglich zu verbessern, Entscheidungssicherheiten zu erhöhen und die Fehlerrate zu reduzieren. Die für die Dynamisierung der Bedienumgebungen erforderli-

chen Assistenzsysteme verknüpfen durch gezielte Dialoge den Bediener mit den intelligenten Steuerfunktionen und ermöglichen eine optimierte Auslastung des Bedieners. Die Reduzierung des Informationsflusses durch die dynamischen und assistierten Funktionen schafft Raum für die Überwachung und Steuerung ganzer Ernteverbände. Die durch Cloud-Lösungen vernetzten und plattformübergreifenden Bedienlösungen erhöhen die Standort- und Aufgabenflexibilisierung und Multi-User-Anwendungen.



Abb. 1: Interaktive Prototypen für mobile und stationäre Bedienumgebungen

Der den Konzepten zugrundeliegende ganzheitliche Entwicklungsansatz berücksichtigt neben den systemseitigen und ergonomischen Anforderungen an die Benutzerschnittstelle auch die erlebnisspezifischen Einflüsse. Die systematische Evaluation interaktiver Prototypen der erarbeiteten Konzepte wird in weiteren Projekten auf Basis qualitativer Studien mit erfahrenen Nutzern weitere Erkenntnisse liefern.

## Literaturverzeichnis

- [DE07] Desmet, P. M. A.; Hekkert, P. (2007): Framework of Product Experience. In: International Journal of Design 1 (1), S. 57–66.
- [HA10] Hassenzahl, M.; Diefenbach, S.; Göritz, A. (2010): Needs, affect, and interactive products – Facets of user experience. In: Interacting with Computers 22 (5), S. 353–362. DOI: 10.1016/j.intcom.2010.04.002.
- [KN14] Knöfel, Anja; Stelzer, Ralph; Groh, Rainer; Krzywinski, Jens; Herlitzius, Thomas (2014): Nutzerorientierte Interfaces für Landmaschinen, in: VDI Berichte: Konferenzband, Conference: Agricultural Engineering Land.Technik 2014, S. 237-239.
- [RO11] Roto, V.; Law, E. L. C.; Vermeeren, A.; Hoonhout J. (Hrsg.) (2011): User Experience White Paper. Online verfügbar unter: <http://www.allaboutux.org/files/UX-WhitePaper.pdf>; zuletzt geprüft am 25.8.2016.
- [SC01] Scherer, K.R. (2001): Appraisal considered as a process of multi-level sequential checking. In: K.R. Scherer, A. Schorr, T. Johnstone (Hrsg.): Appraisal processes in emotion. Theory Methods, Research. S. 92–120. New York und Oxford: Oxford University Press.
- [TH07] Thüning, M.; Mahlke, S. (2007): Usability, aesthetics and emotions in human-technology interaction. In: International Journal of Psychology 42 (4), S. 253–264.