

Bernhard Schmitz

Ergonomie und Automatisierung – sichere Bedienung komplexer Systeme

Moderne Landmaschinen werden immer leistungsfähiger und bieten immer mehr funktionelle Möglichkeiten. Höhere Leistungsklassen gehen einher mit größeren Maschinendimensionen, wobei die Übersichtlichkeit abnehmen kann. Anwendungen und Funktionen, wie z. B. Spurführungssysteme, werden zunehmend zu Standardanwendungen. Diese steigende Komplexität zwingt die Produzenten, sich verstärkt Gedanken über die Ergonomie und Sicherheit bei der Systemsteuerung zu machen. Wenn die Bedienelemente in der Kabine reduziert werden, muss der Funktionsumfang des einzelnen Bedienterminals steigen.

Schlüsselwörter

Mensch-Maschine-Schnittstelle, Bedienkonzepte, Effizienzsteigerung

Keywords

Human-machine-interface, operating concept, efficiency increase

Abstract

Schmitz, Bernhard

Ergonomics and automation – safe manipulation of complex systems

Landtechnik 65 (2010), no. 3, pp. 167-169, 1 figure, 1 reference

Modern agricultural machines are growing in their performance and functionalities. Higher power classes result in bigger machine dimensions. Applications like guiding systems become more and more standard of modern agricultural machines. The growing complexity forces agricultural equipment manufacturers to think about the ergonomics and safety of machine control. To reduce the control elements in the cabin the functional range must increase in operation terminals.

■ Die Ergonomie beschäftigt sich mit der Gesetzmäßigkeit der Arbeit. Ihr Hauptziel ist es, handhabbare und komfortabel zu nutzende Produkte herzustellen. Neben der menschengerechten Gestaltung des Arbeitssystems steht vor allem die Verbesserung der Mensch-Maschine Schnittstelle im Vordergrund. Eine Mensch-Maschine-Schnittstelle ist prinzipiell immer dann vorzufinden, wenn menschliche Arbeit mit der Benutzung einer Maschine verbunden ist. Arbeit wird dabei als zielgerichtetes Handeln des Menschen aufgefasst. Basis ist eine Aufgabenteilung und deren Erfüllung. Mensch-Maschine-Schnittstellen finden sich in nahezu allen Lebensbereichen. Die Mensch-Maschine-Schnittstelle erlaubt dem Nutzer das Bedienen der Maschine, das Beobachten von Maschinenzuständen und, sofern erforderlich, das Eingreifen in den Prozess. Sie ist gekennzeichnet durch folgende Eigenschaften:

- Der Mensch verfolgt bestimmte Ziele.
- Es werden Informationen ausgetauscht.
- Der Austausch ist wechselseitig. Der Mensch ist aktiv beteiligt und kann jederzeit eingreifen.
- Der Informationsaustausch findet vermittelt statt. Der Benutzer macht Eingaben über Bedienelemente (Schalter, Regler usw.).

Bei der ergonomischen Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle muss die Funktionsverteilung zwischen Mensch und Maschine besonders beachtet werden. Sie ist vordergründig recht leicht vorzunehmen, indem alle Prozesse, die automatisiert werden können, durch die Maschine erledigt werden. Alle übrigen verantwortet weiterhin der Mensch. Dies kann jedoch dazu führen, dass der Mensch durch die permanente Überwachung der automatisierten Abläufe unterfordert wird. Dies kann im Störfall dann in eine Überforderung umschlagen [1].

Bedienkonzepte

Im Laufe der Traktorentwicklung wurden immer neue Funktionen in den Schlepper hineinentwickelt, die häufig ein zusätzliches Bedienelement erforderten. Dies waren meist mechanische Hebel und Tasten. Spätestens mit der Einführung von elektrischen Hydraulikventilen oder automatischem Vorgehendemanagement stieß man mit einfachen Hebeln und Schaltern an Grenzen. 1997 brachte Fendt als erster Schlepperhersteller serienmäßig ein Bedienterminal in einen Standardschlepper. Heute sind Terminals aus modernen Schleppern nicht mehr wegzudenken. Ihr Aufgabenspektrum ist kontinuierlich gewachsen. Jede neue Anwendung, die für das System Schlepper entwickelt wurde, war häufig mit einem weiteren Display verbunden, sodass deren Anzahl in der Kabine wuchs. Es ist keine Seltenheit, dass bis zu 3 Terminals in einer Kabine vorhanden sind, je einer für Schlepperbedienung, Spurführungssystem sowie Anbaugerätesteuerung.

Die Anordnung von Displays in der Kabine ist vielseitig: an der Armlehne, an der A-Kabinensäule, am Seitenfenster, anstelle des Kombiinstrumentes vor dem Lenkrad oder in die Seitenkonsole integriert. Terminals unterscheiden sich ebenfalls durch ihre Bedienstrategie. Sie können mit Tasten bedient werden, die direkt am Bildschirm oder unabhängig an einer anderen Stelle in der Kabine angebracht sind. Immer mehr Terminals bieten heute die Möglichkeit der Bedienung über einen Touchbildschirm an. Eine Kombination einer Tasten- und einer Touchbedienung ist ebenfalls möglich.

Werte werden meist über Drehräder eingestellt. Bei Touchdisplays sind Wertänderungen auch über Verschiebepalken oder virtuelle Zahlenfelder auf dem Bildschirm möglich.

Benutzer eines Terminals äußern häufig den Wunsch nach einer intuitiven, einfachen und logischen Bedienung. Vor allen Dingen soll eine Bedienstrategie für alle Anwendungen gelten. Dies ist heute kaum umgesetzt, da die verschiedenen Terminals in der Schlepperkabine meist von unterschiedlichen Herstellern kommen und jeder seine eigene Bedienphilosophie ausgearbeitet hat. So ist nicht eindeutig geklärt, welche Aktion oder Einstellung umgesetzt wird, wenn eine Taste im/am Terminal betätigt wird. Bei manchen Terminals wird die aktuelle Einstellung angezeigt. Wenn die Taste betätigt wird, so wird die Funktion deaktiviert. Bei anderen Terminals wird auf der Taste der Zustand angezeigt, in den man gelangt, wenn die Taste gedrückt wird. Es kann sogar vorkommen, dass in gleichen Terminals verschiedene Bedienlogiken angewendet werden. Werden verschiedene Terminals mit unterschiedlichen Bedienlogiken im gleichen Fahrzeug verwendet, kann dies zu Sicherheitsrisiken führen. Eine Anzeige, die sowohl den aktiven als auch den inaktiven Zustand darstellt, verbessert den Zustand. Dies kann z. B. durch virtuelle Kippschalter erreicht werden. Es werden beide möglichen Zustände angezeigt, wobei der aktuell aktive Zustand eindeutig beleuchtet wird.

Ein weiterer Entwicklungsschritt hin zu einer sicheren Bedienung ist die Integration mehrerer Anwendungen in ein

einziges Terminal, für die bis heute verschiedene Terminals benötigt werden. Das spart Kosten und es kann konsequent eine Bedienstrategie in allen Anwendungen umgesetzt werden. Ein Umdenken zwischen verschiedenen Logiken ist nicht mehr notwendig. Der optimale Bedienort für ein Terminal befindet sich an der Armlehne. Dort können keine Relativbewegungen zwischen dem Fahrer und dem Bedienelement auftreten. Schlepperhersteller gehen zunehmend dazu über, die gesamte Bedienung auf die rechte Armlehne zu legen. Somit ist das Terminal am ergonomisch optimalen Ort platziert, da kein umständliches Umgreifen an einen anderen Bedienort notwendig ist. Das Terminal ist immer im Sichtfeld und selbst bei einer Rückfahreinrichtung optimal zu bedienen.

Durch die Auflösung der Verbindung von Anwendung und dem entsprechenden Bedienelement kann nicht unbedingt jederzeit der Zustand der jeweiligen Anwendung angezeigt werden. Allerdings können mehrere Anwendungen gleichzeitig in einem Terminal angezeigt werden, wenn der Bildschirm in Bereiche eingeteilt wird. Wird der Bildschirm z. B. in Quadranten aufgeteilt, sind bis zu vier Anwendungen gleichzeitig darstellbar. Der Fahrer wählt die für ihn und für seine jeweilige Arbeit passende Bildschirmeinteilung. Wenn ein Terminal statt mehrerer zur Anwendung kommt, erhält der Fahrer eine bessere Rundumsicht und eine höhere Sicherheit; dann ist die Kabine nicht mehr durch mehrere Terminals verbaut.

Bei einer Mehrterminalstrategie laufen die Anwendungen unabhängig voneinander. Einstellungen werden in jedem Terminal separat abgespeichert. Somit müssen bei einem Arbeitsgerätewechsel die spezifischen Einstellungen einzeln geladen werden. Sind alle Anwendungen in einem Terminal integriert, so kann über eine zentrale Verwaltung das Speichern und Laden von Einstellungen übergreifend durchgeführt werden.

Die Touchscreentechnologie eröffnet dem Nutzer eine wesentlich intuitivere Bedienung als herkömmliche Eingabehilfen (**Abbildung 1**). Er hat die Möglichkeit, direkt an der Stelle eine Eingabe vorzunehmen, wo es offensichtlich ist. Er muss nicht erst die logische Verknüpfung zwischen der Bildschirmanzeige und dem Bedienelement vornehmen. Viele Menschen neigen heute dazu, auf die Bildschirmfläche eines Automaten zu drücken, ohne zu wissen, ob es sich wirklich um eine Touchbedienung handelt. Fingerabdrücke auf reinen Anzeigebildschirmen wie z. B. bei Bankautomaten zeigen dies deutlich.

Im Rahmen eines Kundenworkshops wurden bei der AGCO GmbH 12 Personen mit dem neuen Fendt Varioterminal 10.4“ konfrontiert. Sie sollten Einstellungen in der Schlepperbedienung vornehmen, ohne dass sie das Terminal vorher schon einmal gesehen hatten bzw. ihnen die Funktionsweise erklärt worden war. 10 Personen nutzten ausschließlich die Touchbedienung zur Navigation, 2 griffen zwischenzeitlich auf die Navigationstasten neben dem Bildschirm zurück.

Mit eindeutigen und klar verständlichen Symbolen kann mittels Touchscreentechnologie eine sehr intuitive und somit

Abb. 1



Armlehne mit dem neuen Fendt Varioterminal 10.4“ als Beispiel für eine Bedienung über Touchscreen und Navigationstasten. Werkfoto
 Fig. 1: Armrest with the new Fendt Varioterminal 10.4“ as an example for a manipulation with touchscreen and navigation buttons

auch sichere Bedienung erreicht werden. Da Funktionen auf einer Menüseite immer unmittelbar anwählbar sind, kann die gesamte Menüstruktur wesentlich flacher und übersichtlicher werden. Der Nutzer findet sich in der Bedienstruktur wesentlich besser zurecht, wenn die Funktionen ähnlicher Bereiche gemeinsam gruppiert werden. Er weiß jederzeit, wo er sich aktuell in der Navigationsstruktur befindet.

Effizienzsteigerung durch optimierte Ergonomie und Automatisierung

Ein großer Automatisierungssprung in der Schleppertechnik wurde durch automatische Lenksysteme erreicht. Beim Anschlussfahren ohne Lenksystem muss der Fahrer einen großen Teil seiner Konzentration auf das Lenken der Maschine verwenden, wodurch weniger Aufmerksamkeit für die Überwachung des Anbaugeräts zur Verfügung steht. Das Lenksystem ermöglicht vor allen Dingen bei schlechter Sicht durch Nebel, Staubbildung oder bei Nacht eine bessere Ausnutzung der Arbeitsbreite und eine Entlastung des Fahrers. Der Fahrer kann die volle Konzentration für die Optimierung des Anbaugerätes nutzen, wodurch die Arbeitsqualität steigt. Mit einem Lenksystem können zudem Betriebsmittel gespart werden. In der Literatur wird eine Kostenersparnis von 7-10 % durch eingesparte Betriebsmittel, höhere Flächenleistung und verbesserter Arbeitsqualität genannt.

Durch den Einsatz von Kameras, deren Bilder ebenfalls im Terminal angezeigt werden, kann die Arbeitsqualität bzw. die Produktivität gesteigert werden. Der Fahrer kann kritische, vom Fahrerplatz aus nicht einsehbare Bereiche überwachen und ggf. frühzeitig eingreifen, wenn Parameter angepasst werden müssen bzw. eine Maschinenfehlfunktion droht.

Eine optimierte Ergonomie verringert die Ermüdung des Fahrers. Er muss weniger unnatürliche Körperbewegungen ausführen, das Risiko von Krankheit und Arbeitszeitausfall kann reduziert werden.

Schlussfolgerungen

Da moderne Schlepper über eine Vielzahl von Einstell- und Bedienmöglichkeiten verfügen, haben sich Terminals als zentrales Element in der Schlepperkabine etabliert. Sie werden zunehmend an der Armlehne befestigt, an der auch die restliche Schlepperbedienung untergebracht ist. Dies hat den Vorteil, dass sich die Bedienung auch bei gedrehtem Sitz oder Benutzung der Rückfahreinrichtung immer in der ergonomisch gleichen Position zum Fahrer befindet und die Bewegungen des Fahrers und der Bedienelemente gleichgerichtet sind.

Touchscreens bieten eine eindeutige und zielsichere Bedienung. Heute sind Displays, die nach dem resistiven Prinzip funktionieren, am weitesten verbreitet. Dabei kann nur ein Berührungspunkt gemessen werden.

Zukünftig werden Displays mit kapazitiver Technologie in der Landwirtschaft anzutreffen sein, sofern diese Technik für größere Abmessungen verfügbar wird. Sie finden heute Einzug unter dem Begriff Multitouch, d. h. es können mehrere Berührungspunkte auf dem Bildschirm gemessen werden. Populäres Beispiel ist das iPhone von Apple.

Allgemein wünschen die Kunden nur 1 Terminal in der Kabine. Dies erfordert die Integration von allen Anwendungen in einem einzigen Display. Dadurch besteht die Möglichkeit einer einheitlichen Bedienlogik. Für eine sichere Bedienung müssen die Oberflächen intuitiv und klar strukturiert sein sowie schnelle Ladezeiten besitzen. Das Terminal wählt der Nutzer je nach Nutzungsrichtung des Schleppers. Für komplexe Anwendungen wählt der Kunde ein höher spezifiziertes Terminal mit einer großen Bildschirmfläche, für Standardanwendungen sind kleinere Bildschirmflächen mit geringeren Leistungsparametern ausreichend.

Kontextsensitive Hilfsfunktionen erleichtern dem Nutzer die Einarbeitung in das System. Sogenannte Fahrerassistenzsysteme werden zukünftig den Fahrer bei seinen Einstellmöglichkeiten unterstützen.

Literatur

- [1] Groth, J.: Mensch-Maschine-Systeme. <http://user.cs.tu-berlin.de/~jag/hci/mms.html>, Zugriff am 05.12.2009

Autor

Dr. Bernhard Schmitz ist Produktmarketingmanager bei der AGCO GmbH, Johann Georg Fendt Straße 4, 87616 Marktobendorf, E-Mail: bernhard.schmitz@xfendt.de

Hinweis

Der vorliegende Artikel basiert auf einem Vortrag, der im Rahmen der 9. VDI Agrartechnik-Fachtagung „Land.Technik für Profis: Traktor – quovadis?“ am 22. und 23. Februar in Marktobendorf gehalten wurde.