

Entwicklung eines Algorithmus zur automatischen Belegung von freibelegbaren Bedienelementen auf der Armlehne eines Ackerschleppers via ISOBUS

Adaptive Interface-Systeme auf Ackerschleppern 2.0

Björn-Gerrit Hülle¹ und Stefan Böttinger¹

Abstract: Der Ackerschlepper fungiert als universelle Plattform, an die eine Vielzahl von Arbeitsgeräten angekoppelt wird. Dementsprechend ist auch das HMI universell ausgelegt und nicht auf einen bestimmten Arbeitsprozess optimal für den Benutzer angepasst. Die Projektpartner entwickeln gemeinsam ein neues Softwarekonzept auf Basis von ISO 11783 und SAE J1939. Parallel dazu wird der Prototyp der Armlehne weiterentwickelt und um notwendige statische Traktorfunktionen ergänzt. Die neue Softwarekommunikation beinhaltet als zentrales Element einen Algorithmus, der die Funktionen des Arbeitsgerätes automatisch den frei belegbaren Bedienelementen des Ackerschleppers zuordnet. Derzeit wird die erste Version dieses Algorithmus zusammen mit der neuen Hard- und Software in den Versuchstraktor integriert, der Anfang 2024 in Betrieb gehen soll. Parallel dazu wird der Algorithmus weiterentwickelt, um die vorgeschlagene Konfiguration des Algorithmus zu optimieren. Dazu werden Untersuchungen durchgeführt, um ein Bewertungsraster für Bedienarmlehnen auf Ackerschleppern zu entwickeln, das dann in den Algorithmus integriert werden kann.

Keywords: HMI, Usability, adaptiv, ISOBUS

1 Einleitung

Ackerschlepper dienen in der heutigen Land-, Forst- und Kommunaltechnik als Universalmaschinen für verschiedenste Arbeiten mit den unterschiedlichsten Anbaugeräten. Im Projekt adaptive Interface Systeme auf Ackerschleppern 2.0 (aISA 2.0) beschäftigt sich das Projektteam mit der Verbesserung der Ergonomie der Bedienarmlehne von Ackerschleppern. Die im Vorgängerprojekt entwickelte Armlehne wird nach den Kriterien der kognitiven und physischen Ergonomie weiterentwickelt [Ka17]. In diesem Beitrag steht die Optimierung der kognitiven Ergonomie im Vordergrund. Grundvoraussetzung für den Einsatz eines Ackerschleppers mit Anbaugeräten sind genormte Kuppelstellen und die genormte Kraftübertragung vom Ackerschlepper zum Anbaugerät. Dies ist z. B. in der ISO 730 und ISO 500 definiert. [In09b; In14]. Seit Mitte des 20. Jahrhundert hat die Datenkommunikation zwischen Anbaugerät und

¹ Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik – Fachgebiet Grundlagen für Agrartechnik, Garbenstraße 9, 70599 Stuttgart, bjoern-gerrit.huelle@uni-hohenheim.de, boettinger@uni-hohenheim.de

Ackerschlepper, aber auch generell bei Nutzfahrzeugen, an Bedeutung gewonnen. Erste Standardisierungen in der Kommunikation zwischen Ackerschlepper und Anbaugerät wurden in der DIN 9684 [De89], die später in die ISO 11786 übergang [In95], definiert. Hier werden Traktordaten einseitig an das Arbeitsgerät übertragen, um z. B. die Ausbringmenge von Mineraldünger an die Fahrgeschwindigkeit anzupassen. Dadurch kann auf zusätzliche Sensoren beim Arbeitsgerät verzichtet werden. Aktueller Stand der Technik ist die ISO 11783 [In09a]. Hier kommunizieren der Ackerschlepper und das Anbaugerät über ein CAN-BUS System, welches auf dem Kommunikationsprotokoll SAE J1939 basiert [Tr18]. Das System wird allgemein als „ISOBUS“ bezeichnet und hat den Vorteil, dass verschiedene Arbeitsgeräte über ein einziges separates Terminal, das „Universal Terminal“ (UT), im virtuellen Bereich bedient werden können. Zusätzlich können frei belegbare Bedienelemente, nach ISO 11783 als „Auxiliary Control“ bezeichnet, an der Armlehne des Ackerschleppers mit Funktionen des Arbeitsgerätes belegt werden. Auf deren unterschiedliche Bediencharakteristik, „AUX-N“, wird später noch näher eingegangen. Der Nachteil gegenüber der virtuellen Bedienung und Anzeige ist, dass der Funktion des Bedienelementes kein Symbol als Softkey zugeordnet ist und der Benutzer sich die Tastenbelegung merken muss. Außerdem muss der Benutzer die frei belegbaren Tasten vorher manuell konfigurieren. Diese beiden Punkte reduzieren die kognitive Ergonomie und werden mit dem in aISA 2.0 entwickelten System adressiert.

2 Material und Methoden

Die in aISA 2.0 entwickelte Armlehne verfügt über adaptive, frei belegbare Bedienelemente, die modular aufgebaut sind und somit in bestehende Systeme aller Traktorenhersteller integriert werden können. Das heißt, sie können ihre Bewegungsrichtung, Form und Funktionsbelegung ändern. Zusätzlich verfügen sie über Displays, die mit einem Icon für die jeweilige Funktion belegt werden können. Beispielhaft für die verschiedenen adaptiven Bedienmodule ist in Abbildung 1 der 2-Wege-Kipphebel dargestellt.

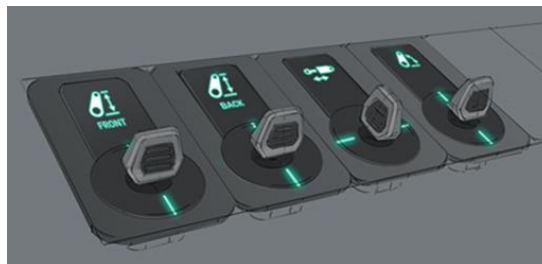


Abb. 1: 2-Wege-Kipphebel-Module

Oberhalb des jeweiligen Kipphebels befinden sich die Displays, die die jeweilige Bedienfunktion anzeigen, die sich auf dem jeweiligen Element befindet. Zusätzlich kann

bei diesem Element die Bewegungsrichtung je nach Funktion von „vor/zurück“ auf „links/rechts“ geändert werden, wie bei dem dritten Element von links zu sehen ist. Somit kann die Bewegung des Stellgliedes analog zur Bewegung des Wirkgliedes erfolgen.

In diesem Beitrag wird auf zwei wesentliche Punkte des Projektes aISA 2.0 eingegangen. Zum einen wurde und wird ein Algorithmus entwickelt, der die Zuordnung der Funktionen des Anbaugerätes zu den frei wählbaren Bedienelementen der Armlehne ermittelt und dem Benutzer vorschlägt. Zum anderen wird ein funktionsspezifisches Icon auf einem Display am jeweiligen Bedienelement angezeigt. In den Algorithmus fließen zunächst drei Tabellen ein, die anhand verschiedener Kriterien verglichen werden. Diese Kriterien sind Teil einer anderen noch nicht veröffentlichten Publikation und können deshalb erst im Vortrag detailliert beschrieben werden. Die „resource table“ enthält die Informationen über die verfügbaren Bedienelemente der Armlehne, deren Ausprägung und ergonomische Position. Die „Operation Table“ enthält analog dazu die Informationen über die Funktionen des Anbaugerätes, wie diese auf der Armlehne dargestellt werden sollen und deren ergonomischem Rang. Die ähnlich aufgebaute „Tractor Table“ enthält die Funktionen des Traktors, z. B. Hydraulikventile und Zapfwelle.

Dem ergonomischen Rang und der ergonomischen Position liegen verschiedene Kriterien der physischen und kognitiven Ergonomie zu Grunde, wie zum Beispiel die Bewertung der Position auf der Armlehne in den Greifbereichen und nach Komfortwinkeln [De09; In18], und Erfahrungen aus eigenen Voruntersuchungen. Ein Kriterium für den ergonomischen Rang einer Funktion eines Arbeitsgerätes kann z. B. die Häufigkeit sein, mit der diese Funktion betätigt wird. Der Algorithmus gleicht diese Kriterien miteinander ab und stellt dem Benutzer eine Konfiguration in Form der „Final Configuration Table“ zur Verfügung. Der Benutzer hat dann die Möglichkeit, den Vorschlag zu akzeptieren oder ihn an seine Bedürfnisse anzupassen. Am Ende bestätigt er seine Auswahl und die endgültige Konfiguration wird auf der Armlehne eingestellt. Für den Fall, dass kein Anbaugerät angeschlossen ist, wird vom Hersteller eine „basic configuration proposal table“ im System hinterlegt. Ein Ausschnitt aus dem Kommunikationsschema der Software ist in Abbildung 2 dargestellt.

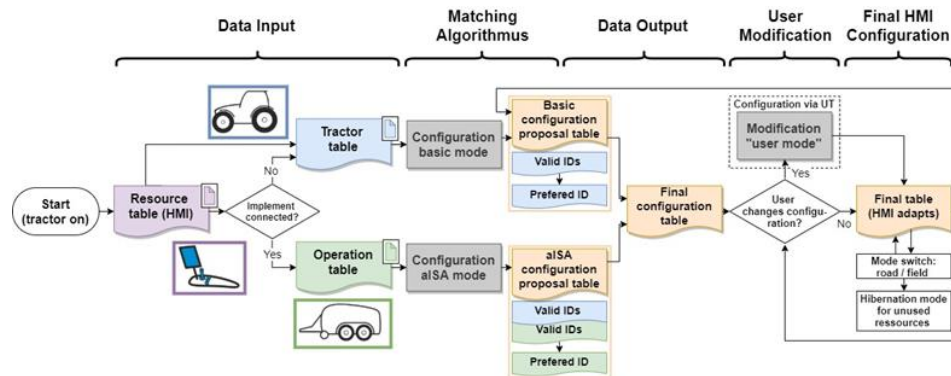


Abb. 2: Auszug aus dem Schema der Softwarekommunikation von aISA 2.0

Wenn die finale Konfiguration vorgenommen wurde, werden die funktionspezifischen Symbole an dem jeweiligen Bedienelement dargestellt. So kann der Benutzer jederzeit nachvollziehen, welche Funktion sich auf dem jeweiligen Bedienelement befindet. Die endgültige Konfiguration wird für diese Kombination aus Traktor und Anbaugerät gespeichert und beim nächsten Ankuppeln wieder geladen. Zusätzlich kann der Benutzer zwischen Straßen- und Feldmodus umschalten, um zu verhindern, dass Funktionen, die während der Straßenfahrt nicht benötigt werden, versehentlich bedient werden. Das Gesamtsystem ist abwärtskompatibel, so dass auch Arbeitsgeräte ohne ISOBUS oder ohne die Softwareoption aISA bedient werden können. In diesem Fall entfällt jedoch das funktionspezifische Symbol.

3 Ergebnisse und Ausblick

Als Ergebnis ist in Abbildung 2 eine beispielhafte Konfiguration für ein gezogenes Güllefass mit Schleppschuhverteiler auf der im Projekt aISA 2.0 entwickelten Armlehne dargestellt. Rot umrahmt sind zwei Module, die bereits in Abbildung 1 kurz vorgestellt wurden und deren Konfiguration hier beispielhaft betrachtet wird. Die Bewegungsrichtung der Kipphebel ist auf links/rechts eingestellt. Das Symbol zeigt an, dass im linken Modul die Zuschaltung der Teilbreiten auf der linken Seite und im rechten Modul die Zuschaltung der Teilbreiten auf der rechten Seite des Gestänges erfolgt. Somit ist eine Bewegungskompatibilität zwischen dem Stellteil und dem Wirkteil gegeben und damit eine Verbesserung der kognitiven Ergonomie. [Sc03].



Abb. 3: Exemplarische Konfiguration für ein Güllefass auf der aISA 2.0 Armlehne

Die Zuordnung der Funktionen zu diesen Bedienelementen und dass diese genau nebeneinanderliegen, ist dem Umstand geschuldet, dass das adaptive Bedienmodul es ermöglicht, die Funktionen am Bedienelement von links nach rechts und umgekehrt zu bedienen. Es ist also fast schon ein Zufall, dass die Funktionen örtlich nah und auch in ihrer Anordnung auf der Armlehne sinnvoll zum Ort am Arbeitsgerät sind. Diese beiden Punkte werden bei der Weiterentwicklung in den Algorithmus integriert werden. Zum einen sollen Funktionen, die zusammenhängen oder das gleiche Teil am Anbaugerät bedienen, örtlich nah zusammengefasst werden. Zum anderen sollen Funktionen, wie in diesem Fall der linke Teil der Deichsel, dem entsprechenden Bedienelement links auf der Armlehne zugeordnet werden. Analog dann die Zuordnung für den rechten Teil des Gestänges. Dies darf jedoch nicht dazu führen, dass wichtige und stark frequentierte Funktionen von einem ergonomisch günstigen Platz verdrängt werden.

Literaturverzeichnis

- [De09] DIN EN ISO 6682: Erdbaumaschinen - Stellteile - Bequemlichkeitsbereiche und Reichweitenbereiche, 2009 (ISO 6682:1986, einschließlich Änderung 1:1989).
- [De89] DIN 9684: Agricultural tractors and machinery - Interfaces for signal transfer, 1989.
- [In09a] ISO 11783: Tractors and machinery for agriculture and forestry - Serial control and communications data network, 2009.
- [In09b] ISO 730: Agricultural wheeled tractors - Rear-mounted three-point linkage - Categories 1N, 1, 2N, 2, 3N, 3, 4N and 4, 2009.
- [In14] ISO 500: Agricultural tractors - Rear mounted power take-off types 1, 2, 3 and 4, 2014.
- [In18] Institut für Arbeitsschutz der DGUV: Bewertung physischer Belastungen gemäß DGUV. <https://www.dguv.de/medien/ifa/de/fac/ergonomie/pdf/>, Stand: 2023-03-18.
- [In95] ISO 11786: Agricultural tractors and machinery - Tractor-mounted sensor interface - Specifications, 1995.
- [Ka17] Kaufmann, A. et al.: The Development of an Adaptive HMI - From the Idea to the Prototype 972, 2017.
- [Sc03] Schmid, M.: Benutzergerechte Gestaltung mechanischer Anzeiger mit Drehrichtungsinkompatibilität zwischen Stell- und Wirkteil. Dissertation Universität Stuttgart 2003. Institut für Maschinenkonstruktion und Getriebebau, Forschungs- und Lehrgebiet Technisches Design, Stuttgart, 2003.
- [Tr18] SAE J1939: Serial Control and Communications Heavy Duty Vehicle Network, 2018.