



Ein Tractor Implement Management-System greift auf die Arbeitsabläufe des Traktors zu. Am Beispiel der Rundballenpresse wird der Traktor angehalten und die Ballenkammer sowie der Ballenauswerfer bedient.

Wenn die Presse den Traktor steuert

Bei der ISOBUS-Funktion TIM greift das Gerät auf den Traktor zu. Das soll für eine höhere Leistung und eine Entlastung des Fahrers sorgen. Die Innovation Farm hat das in einem Versuch überprüft.

Von Josef PENZINGER, Georg RAMHARTER, Franz HANDLER und Markus GANSBERGER

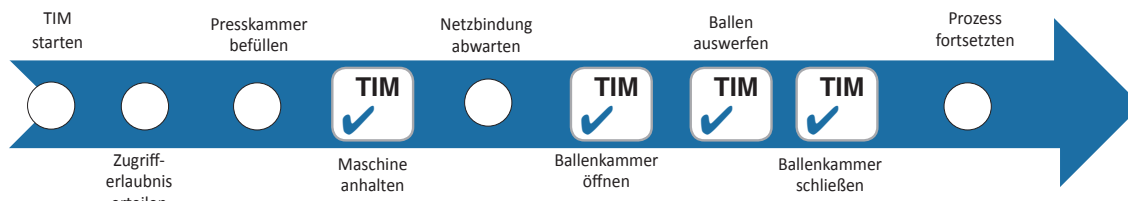
Konstante Ballenqualität, Leistungssteigerung und Fahrerentlastung: Mit diesen Eigenschaften bewirbt Krone bei seinen Rundballenpressen die neue ISOBUS-Funktion TIM (Tractor Implement Management, zu Deutsch Traktor-Geräte-Steuerung). Das Besondere an dieser Funktion ist, dass das Anbaugerät den Traktor steuert. Ist der eingestellte Ballendurchmesser erreicht, wird der Traktor angehalten und der Ballen nach der Netzbindung automatisch abgelegt. An der Innovation Farm Wieselburg wurde die Technik am Beispiel ei-

ner Krone Comprima V150 XC und eines Deutz Fahr 6155.4 TTV getestet.

Anforderungen an Traktor und Gerät

TIM basiert auf der ISOBUS-Klasse III. Dies ist aktuell der höchste Standard bei der Maschinenkommunikation über ISOBUS. Voraussetzung für eine erfolgreiche Kommunikation der Maschinen untereinander ist ein Abgleich der ISOBUS-Pakete zwischen Traktor und Maschine. Es ist möglich, dass Softwareupdates

Abb. 1: Der Arbeitsablauf beim Pressen mit TIM



TIM greift mehrmals in den Arbeitsablauf beim Pressen ein: Das System hält den Traktor an, öffnet und schließt die Ballenkammer und wirft dazwischen den Ballen aus.

oder das Freischalten der ISOBUS-Funktionen erforderlich sind.

Darüber hinaus muss der Traktor mit einem stufenlosen Fahrtrieb, zwei elektrisch angesteuerten Steuergeräten und einem drucklosen Rücklauf ausgestattet sein. Die Presse braucht einen Ballenauswerfer, damit sichergestellt ist, dass die fertigen Ballen weit genug entfernt von der Presse zum Liegen kommen und dadurch ein ungehindertes Schließen der Ballenkammer möglich ist. Sensoren an der Presse überwachen diesen Ballenauswerfer.

Funktionsweise und Arbeitsablauf

Sind alle notwendigen Einstellungen an der Presse vorgenommen und wurde zur Aktivierung von TIM der Knopf in der Armlehne für etwa vier Sekunden gedrückt, kann der Pressvorgang gestartet werden. Empfehlenswert ist, die Zapfwelldrehzahl über den Drehzahl Speicher zu fixieren und die Fahrgeschwindigkeit über das Fahrpedal zu steuern. Nach dem Absenken der Pick-up kann Erntegut aufge-

nommen und die TIM-Funktion gestartet werden. Dazu muss lediglich der Play-Knopf am Terminal der Presse betätigt werden. Danach muss auch die Zugriffserlaubnis für die TIM-Funktionen gewährt werden. Mit einem Klick auf „Bestätigen/Accept“ am Traktorterminal erteilt man der Presse die Zugriffserlaubnis auf den Fahrtrieb und das Steuergerät für die Ballenkammer. Nun kann die Ballenkammer befüllt werden. Ist der eingestellte Ballendurchmesser erreicht, wird das Netz eingeschossen und die Zugmaschine automatisch angehalten. Nach der vollständig abgeschlossenen Netzbinding greift die Presse auf das hydraulische Steuergerät zu und öffnet die Ballenkammer. Der Ballenauswerfer befördert den gepressten Ballen aus der Kammer und schafft Platz für ein problemloses Schließen der Ballenkammer. Eine wichtige Rolle dabei spielt ein Sensor, der die Position des Ballenauswerfers ermittelt. War das Ablegen erfolgreich und ist der Ballenauswerfer wieder in der Ausgangsposition, kann die Presse das Schließen der Ballenkammer anordnen. Wichtig ist dabei, dass sich das



Dieses TIM-taugliche Gespann aus Deutz-Fahr 6155.4 TTV und Krone Comprima V150 XC wurde für diesen Versuch eingesetzt.



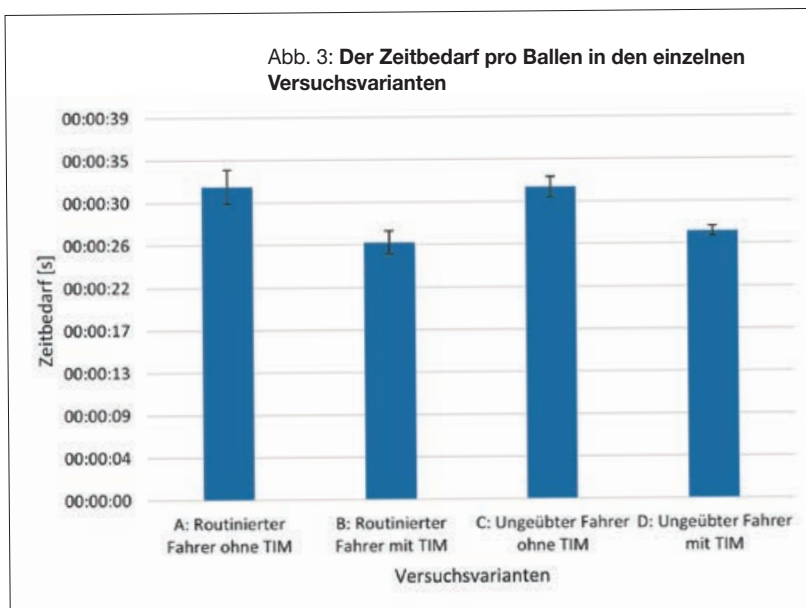
Die Aktivierungstaste für die TIM-Steuerung auf der Armlehne des Traktors.

Steuergerät nicht in der Schwimmstellung, sondern in der neutralen Mittelstellung befindet. Nach einem erfolgreichen Zyklus muss das Fahrpedal betätigt und damit wieder freigegeben werden und der Pressvorgang wird fortgesetzt. Ein erneutes Bestätigen der TIM-Funktionen ist nur notwendig, falls TIM beispielsweise durch einen Fahrtrichtungswechsel unterbrochen wird.

Abb. 2: Die Eigenschaften der Testfahrer

Routinierter Fahrer		Ungeübter Fahrer	
Alter:	61	Alter:	20
Rundballen pro Saison:	3000	Rundballen pro Saison:	0
Bisher gepresste Ballen:	70.000	Bisher gepresste Ballen:	21
*Test-Ballen:	27	*Test-Ballen:	35

*Die Test-Ballen wurden unmittelbar vor den Versuchsfahrten gepresst, um ein Gefühl für das Stroh und die Technik zu erhalten.



Während die Fahrer mit TIM nur 26 bzw. 27 Sekunden pro Ballen brauchten, sind es ohne TIM 32 Sekunden.

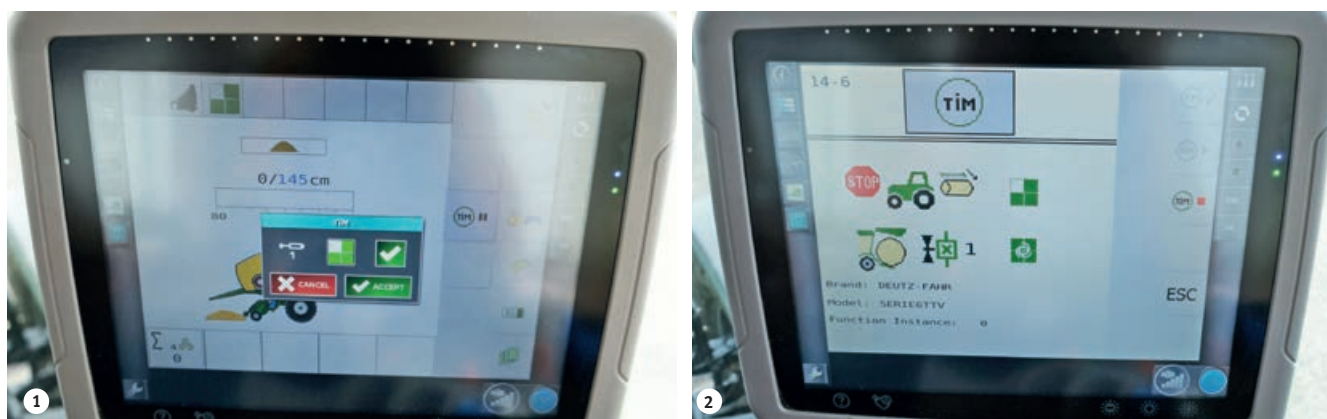
Der Versuchsaufbau

Untersucht wurde, welchen Einfluss TIM auf die Ballenqualität, die Entlastung des Fahrers sowie die Presszeit je Ballen und damit auf die Anzahl der gepressten Ballen pro Stunde hat. Für die Ermittlung der Zeit je Ballen wurde die benötigte Zeit der Teilvorgänge Pressen, Netzbindung und Auswurf mit einem Fahrdynamik-Messsystem gemessen. Diese Zeiten wurden in vier Versuchsvarianten erhoben. Ein routinierter und ein ungeübter Fahrer haben jeweils mit und ohne TIM gearbeitet. Alle anderen Parameter waren in allen Varianten ident.

Die Fahrgeschwindigkeit wurde im Versuch so festgelegt, dass beim Pressvorgang Leistungsreserven vorhanden sind und beispielsweise ein ungleichmäßiges Strohschwad den Versuch nicht beeinflusst. Außerdem war es notwendig, in allen Varianten die gleiche Fahrgeschwindigkeit zu wählen, damit die Zeit zum Anhalten für alle gleich und damit vergleichbar ist. Die Versuchsergebnisse geben daher keine Auskunft über den maximal möglichen Durchsatz der Krone Comprima.

Deutliche Leistungssteigerung erkennbar

Unter den bereits beschriebenen Versuchsbedingungen betrug die Zeit für den gesamten Press-, Binde- und Ablageprozess eines Ballens ohne die aktivierte TIM-Funktion 84 Sekunden. Da TIM keinen direkten Einfluss auf die Dauer des Pressvorgangs hat, ist daher für den Leistungsvergleich die Dauer des Binde- und Ablageprozesses relevant. Binden und Ablegen nahmen ohne TIM 32 Sekunden in Anspruch. Mit dem Aktivieren von TIM konnte diese Zeit um fünf Sekunden verkürzt werden. Das entspricht einer Leistungssteigerung von rund 15 % bezogen auf Binden und Ablegen,



1. Der aktuelle Verbindungsstatus zwischen Traktor und Rundballenpresse. Die einzelnen Zugriffe der Presse müssen einmalig vom Fahrer freigegeben werden. 2. Die TIM-Benutzeroberfläche am Traktorterminal.

und rund 7 %, wenn der gesamte Vorgang betrachtet wird. Wenn also ohne TIM beispielsweise 40 Ballen pro Stunde gepresst werden können, sind es mit TIM rund drei Ballen pro Stunde mehr.

Zusätzlich werden Ressourcen frei, um das Gesamtsystem besser zu überwachen und Maschineneinstellungen zu optimieren oder beim Ballenauswurf die Motordrehzahl zu reduzieren. Dadurch ist zu erwarten, dass TIM indirekt sehr wohl auch Einfluss auf die Dauer des Pressens hat.

Bei der Ballenqualität traten trotz der Leistungssteigerung keine Unterschiede auf: In allen Versuchsvarianten konnte der Zieldurchmesser von 150 cm gleich gut erreicht werden und auch beim Gewicht der Ballen konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Wird der Fahrer entlastet?

Bei größer werdenden Betrieben oder Lohnunternehmern sowie ungünstigen Wetterverhältnissen sind oft hohe Tagesleistungen beim Pressen notwendig. 500 Rundballen an einem Tag bedeuten für den Fahrer 500 Mal zum richtigen Zeitpunkt anhalten und 1.000 Betätigungen eines Steuergeräts für den Ballenauswurf. Mit TIM fallen diese 1.500 Fehlerquellen weg, weil Anhalten, Binden und Auswerfen automatisiert durchgeführt werden. Hinzu kommt, dass an solchen Tagen häufig auch organisatorische Arbeiten zu erledigen sind, die ablenken können.

Noch drastischer wird die Arbeitserleichterung bei weniger routinierten Fahrern. Meist sind diese beispielsweise durch ungewohnte Traktor- beziehungsweise Pressenfabrikate oder durch die neue Tätigkeit noch stärker gefordert, und die Ermüdung des Fahrers setzt deutlich früher ein. Falls die Ballenkammer geöffnet wird, bevor die Netzbindung vollstän-

dig abgeschlossen ist, muss das Stroh aus der Ballenkammer entfernt, der Ballen aufgelöst und danach erneut gepresst werden. Dies ist neben dem Zeitverlust eine sehr unangenehme Arbeit. Der automatische Ballenauswurf kann das Risiko für diesen Mehraufwand reduzieren, was sich unmittelbar auf die Tagesleistung des eingesetzten Gerätes auswirkt.

Die Testfahrer der Innovation Farm hatten gegenüber unserem routinierten Gastfahrer vor dem Versuch noch wenig bis keine Erfahrung mit Rundballenpressen und standen zusätzlich noch vor den Herausforderungen, die ein fremdes Traktorfabrikat mit sich bringt. Die TIM-Funktion war für diese Fahrer eine enorme Erleichterung. Es werden durch die automatisierten Teilfunktionen Ressourcen für die Wahl der Fahrspur und die damit verbundene Gleichmäßigkeit der Ballen, für das Auslasten des Rotors und auch zum Kennenlernen des Traktors frei.

Die Grenzen am Hang

Beim Einsatz von TIM ist es notwendig, dass ein Ballenauswerfer sicherstellt, dass die Ballenklappe nach dem Auswurf des Ballens wieder ungehindert geschlossen werden kann. Nimmt die Neigung des Hangs zu, müssen die entstehenden dynamischen Kräfteverhältnisse von Ballen und Gelände eingeschätzt, im Zweifelsfall die Maschine zurückgesetzt und so positioniert werden, dass der Ballen hangaufwärts, schräg zur Schichtenlinie, ausgeworfen wird. Aufgrund der Beschleunigung durch den Ballenauswerfer und der Hangabtriebskraft muss ein leichtes Abdrehen des Ballens nach unten einkalkuliert werden. Trotzdem ist überraschend, dass die Presse trotz Ballenauswerfer auch auf unseren steileren Versuchsflächen im Alpenvorland eingesetzt werden konnte. Vor allem in Schichtenlinien oder bei

der Talfahrt ist dies gut möglich. Bergauf muss das Gespann zurückgesetzt und um mehr als 90 Grad zur Falllinie eingeknickt werden, damit der Ballen schräg nach oben ausgeworfen werden kann. Speziell unter nassen Erntebedingungen sind zusätzliche Wege unerwünscht. Das gesamte Potenzial der TIM-Funktion kann somit im steilen Gelände nicht voll ausgeschöpft werden, da beim Fahrtrichtungswechsel aus Sicherheitsgründen auch die Zugriffserlaubnis auf Fahrtrieb und Steuergeräte verloren geht und für den nächsten Ballen wieder neu bestätigt werden muss. Trotzdem ist auch die Teilfunktion „automatisches Anhalten“ bereits eine große Arbeitserleichterung, und falls die Geländeform stark schwankt, kann die Ballenkammer durch einen einzelnen Klick im Hauptmenü des Terminals auch sehr rasch vor unbeabsichtigtem Öffnen bewahrt werden. Ein Deaktivieren im ISOBUS-Untermenü ist dafür also nicht zwingend notwendig.

Die Kosten

Der Aufpreis der TIM-Funktion an der Presse beträgt 685 Euro für die Software und weitere 705 Euro für den Ballenauswerfer, in Summe also ca. zwei Prozent vom Gesamtlistenpreis (alle Preise exkl. MwSt.). Wenn beim Traktor davon ausgegangen wird, dass alle anderen Voraussetzungen, wie beispielsweise ein stufenloses Getriebe, ohnehin angeschafft wer-

den, fallen für ISOBUS III bzw. TIM Mehrkosten von rund 500 bis 1.000 Euro an. Mit der bei unserem Versuchsaufbau festgestellten Leistungssteigerung von rund sieben Prozent amortisiert sich das System nach ungefähr 100 Stunden Einsatzzeit. Darüber hinaus wirkt sich die geringere Standzeit zwischen den Pressvorgängen auch positiv auf den Dieserverbrauch je Ballen aus.

Fazit

Der ISOBUS-Baustein TIM bietet Landwirten und Lohnunternehmern die Möglichkeit, Teilvorgänge beim Ballenpressen zu automatisieren. Neben einer Zeitersparnis von mehreren Sekunden beim Ballenauswurf entlastet es den Fahrer an langen Arbeitstagen, erleichtert ungeübten Fahrern den Einstieg und hilft, die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen. Die Notwendigkeit eines Ballenauswerfers erschwert den Einsatz auf Steilflächen und macht eine sichere Ballenablage nur bedingt möglich. Die automatische Anhaltefunktion beim Erreichen des Ballendurchmessers unterstützt aber auch am Hang. Die überschaubaren Mehrkosten rechnen sich vor allem bei einem intensiven Einsatz der Maschine relativ rasch. Wer zusätzlich den gewonnenen Komfort und die Zeitersparnis beim Anlernen neuer Fahrer in seine Kalkulationen miteinbezieht, wird sich bei der Rundballenpresse für TIM entscheiden.



Am Hang erfolgt die Ballenablage wie gewohnt nur auf der Kuppe oder beim Einknicken der Presse über 90° (sodass das Heck leicht hangaufwärts schaut).

Fotos und Abbildungen: Innovation Farm

DAMIT ISOBUS IN DER PRAXIS FUNKTIONIERT

Vor rund 20 Jahren wurde der sogenannte ISO-BUS-Standard geschaffen. ISOBUS ist die Kurzbezeichnung für die Norm ISO 11783. ISO ist die Internationale Organisation für Normung, BUS steht für Binary Unit System. Ein BUS-System dient zur Datenübertragung zwischen mehreren Teilnehmern über einen gemeinsamen Übertragungsweg. Ursprüngliches Ziel war die Steuerung von Geräten verschiedener Hersteller mit nur einem im Traktor integrierten oder montierten Terminal. Da die Norm laufend um Funktionalitäten erweitert wird, hat sich der ISOBUS zum zentralen Instrument für den standardisierten und herstellerübergreifenden Datenaustausch zwischen Traktor, Geräten und Betriebsmanagementsystem am Hof entwickelt.

Die Basis des ISOBUS ist die Funktionalität **TECU (Tractor ECU basic)**. Sie besagt, dass der Traktor über einen ISOBUS-tauglichen Jobrechner verfügt und der Traktor am ISOBUS Daten wie Geschwindigkeit, Zapfwellendrehzahl usw. für andere mit dem ISOBUS verbundene Geräte zur Verfügung stellt. Teil dieser Funktionalität sind auch die ISOBUS-Steckdosen am Traktorheck für das Gerät und in der Kabine für das Terminal.

Die Funktionalität **UT (Universal Terminal)** gewährleistet, dass mit einem Terminal über ISOBUS verschiedene Geräte bedient werden können. Damit die Geräte tatsächlich bedient werden können, müssen sowohl das Terminal am Traktor als auch die Geräte über die Funktionalität UT verfügen. Verfügt nur das Terminal oder nur das Gerät über die Funktionalität UT, ist eine Bedienung des Gerätes nicht möglich.

Mit **AUX (Auxiliary Control)** können Bedienelemente des Traktors, beispielsweise bestimmte Tasten am Multicontroller oder an einem elektrischen Joystick, mit bestimmten Gerätefunktionen frei belegt werden. Es gibt mit AUX-O (*old*, alt) und AUX-N (*new*, neu) dabei zwei Standards, die aber nicht miteinander kompatibel sind.

Die Funktionalität **TC (Task Controller, Aufgabensteuerung)** ist in der Regel im Terminal integriert. Sie ist erforderlich, wenn Daten für eine zu verrichtende Arbeit an das Gerät übermittelt werden sollen. Ebenfalls notwendig ist der Task Controller, wenn Daten über durchgeführte Arbeitsgänge über den ISOBUS dokumentiert wer-

den sollen. Der Task Controller stellt auch die Verbindung zur Managementsoftware am Betrieb her. Soll die Steuerung der Aufgaben bzw. die Aufzeichnung der Daten georeferenziert, also ortsspezifisch sein, muss ein Navigationssystem am ISOBUS angeschlossen und die Funktionalität **TC GEO** am Gerät und Terminal vorhanden sein. Ein Beispiel für eine ortsspezifische Aufgabe ist die teilflächenspezifische Düngung anhand einer Applikationskarte. Dazu wird auch die Funktionalität **TC SC (Section Control)** benötigt, die sowohl das Ein- und Ausschalten am Vorgewende als auch die Teilbreitenschaltung automatisiert. Section Control hat bei Düngung und Pflanzenschutz neben dem betriebswirtschaftlichen Vorteil der Betriebsmitteleinsparung auch eine große ökologische Bedeutung, weil Überlappungen und damit Stellen, auf denen Mengen doppelt ausgebracht werden, vermieden werden.

Während es alle bisher beschriebenen Funktionen ermöglichen, mit dem Traktor bzw. dem dort vorhandenen Terminal angebaute Geräte zu steuern, arbeitet die neue **ISOBUS-Funktion TIM (Tractor Implement Management)** genau umgekehrt. Das Gerät steuert bestimmte Traktorfunktionen, wie z.B. die Fahrgeschwindigkeit, hydraulische Steuerventile, die Position des Hubwerkes, die Zapfwellendrehzahl oder sogar die Lenkung. Es sorgt also selbst dafür, dass es im optimalen Betriebszustand arbeiten kann, automatisiert Abläufe und ermöglicht damit eine gleichbleibende Arbeitsqualität, eine möglichst hohe Auslastung und vor allem eine deutliche Entlastung des Fahrers. Das kommt besonders bei sich wiederholenden Abläufen wie zum Beispiel dem Binden und Auswerfen von Ballen beim Pressen zum Tragen.

Der ISOBUS funktioniert nur, wenn alle beteiligten Komponenten (z. B. Traktor, Terminal, Gerät) über die jeweilige ISOBUS-Funktionalität verfügen. Welche Traktoren, Terminals, Geräte oder andere Bauteile von welchem Hersteller über welche Funktionalitäten verfügen, kann in der AEF-Datenbank unter www.aef-isobus-database.org überprüft werden. Die AEF (*Agricultural Industry Electronics Foundation*) wurde von der Landtechnikindustrie für die Unterstützung der Umsetzung von ISOBUS in der Praxis gegründet. ■

Georg Ramharter ist wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Josephinum Research. Franz Handler und Markus Gansberger lehren und forschen an der HBLFA Francisco Josephinum /BLT Wieselburg. Josef Penzinger ist selbstständiger Agrarberater. Dieser Beitrag entstand im Rahmen der Innovation Farm. Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union.

Tipp

Weitere Infos und Beiträge zur Innovation Farm finden Sie in den LANDWIRT-Ausgaben 9 und 13/2020 sowie im Internet unter: www.landwirt-media.com/landtechnik