TIM: BalerAutomationSystem von New Holland

Werkfotos

Energieeinsparung durch Digitalisierung

Energie im landwirtschaftlichen Betrieb einzusparen, ist an vielen Stellen möglich. Die Maßnahmen reichen von einfacher angepasster Fahrweise bis hin zur Nutzung komplexer Regeltechniken. In aktueller Landtechnik sind dazu oft mehr digitale Helfer verbaut als äußerlich erkennbar. Lesen Sie dazu einen Beitrag von Prof. Dr. Thomas Rademacher, TH Bingen.

Die Optionen der Energieeinsparung beim Einsatz von Landmaschinen mit digitalen Hilfsmitteln sind vergleichsweise vielfältig. An dieser Stelle werden vornehmlich die Optionen im Bereich der maschinengestützten Intelligenz vorgestellt, die im Rahmen des Projekts Experimentierfeld Südwest erarbeitet wurden. Im speziellen sind die Möglichkeiten bei Traktoren und Landmaschinen wie Mähdreschern sehr unterschiedlich (Abbildung 1).

Landwirte/innen nutzen bei Traktoren die Zug- und Anzapfleistung gemäß Abbildung 2. Alle anderen Leistungen dienen nicht der eigentlichen Arbeit des Traktors. Somit ist beim Traktor zwischen den Nutzleistungen zu differenzieren. Das Potenzial der Dieseleinsparung ist folglich von der jeweiligen Arbeit abhängig.

Der Schlüssel zur Energieeinsparung bei der Nutzung von Dieselmotoren besteht in der Interaktion von Motorkennfeld und betriebenen Maschinen und Geräten beim Traktor sowie der Einstellung und Nutzung der Aggregate bei selbstfahrenden Erntemaschinen wie Mähdrescher und Feldhäcksler. Wird ein Dieselmotor durch Belastung von höherer zu geringerer Motordrehzahl gedrückt, so nimmt bei aktuellen Varianten das Drehmoment in so hohem Maße zu, dass der Motor mehr Leistung als im Nennpunkt abgibt, also Überleistung entsteht. Gleichzeitig nimmt der spezifische Kraftstoffverbrauch (g/kWh) ab. Daher ist die Nutzung des Motors im Bereich des geringsten spezifischen Kraftstoffverbrauches auf jeden Fall energiesparend. Dabei ist je nach zu erbringender Leistung der Drehzahlabfall von besonderer Bedeutung.

Folglich sind die Einsparreserven bei Zug- und Hydraulikleistung größer als bei Zapfwellenleistung. Bei ersteren Leistungen kann ein höherer Drehzahlabfall toleriert werden als bei Zapfwellennutzung. Hier ist bei vielen Geräten, wie z. B. Ballenpressen, eine möglichst konstante Drehzahl erforderlich. Vor allem bei Traktoren mit leistungsverzweigten Getrieben sind über Grenzlast- und/oder Tempomatfunktionen kraftstoffsparende Fahrweisen möglich, die anstelle der manuellen Bedienung genutzt werden sollten.

Zusätzlich bieten einige Hersteller Verknüpfungen mit sogenannten Expertensystemen an. In CEMOS-Traktor (elektronisches Maschinenoptimierungssystem von Claas) ist das System Terranimo von der Schweizer Fachhochschule Bern eingebunden. Terranimo berücksichtigt Kennwerte wie Bodenart und Bodenwassergehalt und entwickelt daraus Daten zur Befahrbarbeit und Bearbeitung. Daraus werden in Abhängigkeit von Reifenart und -typ Empfehlungen für die Einstellungen am Traktor wie Ballastierung und Reifeninnendruck abgeleitet. Werden diese umgesetzt, so ergibt sich eine Effizienzsteigerung bei gleichzeitigem Bodenschutz. Den Nutzen hat die DLG mit ihrem Prüfbericht 7096 nachgewiesen - bei der Bodenbearbeitung ergaben sich im Mittel 6 % Dieseleinsparung bei 5,6 % mehr Flächenleistung durch die Nutzung dieser digitalen Hilfe.

Ähnliche Effekte lassen sich auch mit TIM-Systemen (Traktor-Implement-Management) erzielen. Hierbei steuert die angehängte Technik, das sogenannte Implement wie z. B. Ladewagen oder Ballenpresse den Traktor derart, dass sowohl die eigene als auch die Auslastung des Traktors optimiert wird. Dies steigert die Effizienz. Diese Systeme werden zunehmend automatisiert, der Traktor fährt die Schwaden auch bei Kurvenfahrt u. a. sogar so an, dass sie von der Pickup mittig aufge-

CEMOS mit Terranimo für Claas-Traktoren

Abbildung 1: Gliederung der Bedienoptionen in Traktoren und im Mähdrescher

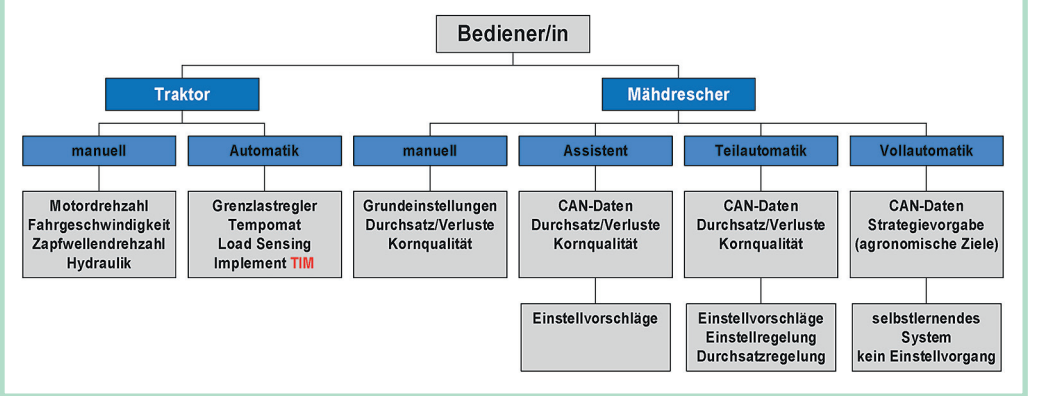
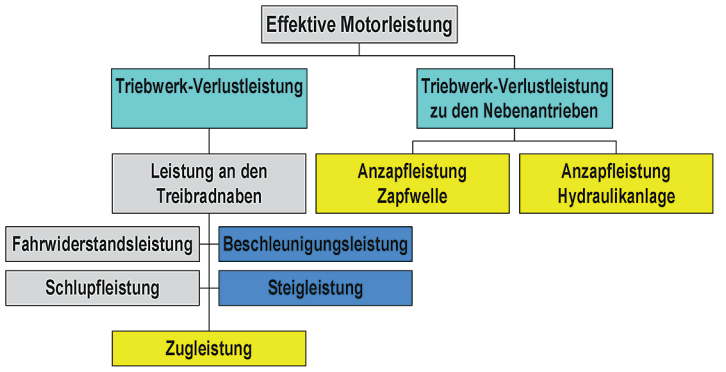


Abbildung 2: Leistungen eines Traktors



nach Blumenthal 1978

nommen werden. Ein Beispiel ist das neue Baler-AutomationSystem von New Holland.

Einstellhilfen bei Erntemaschinen

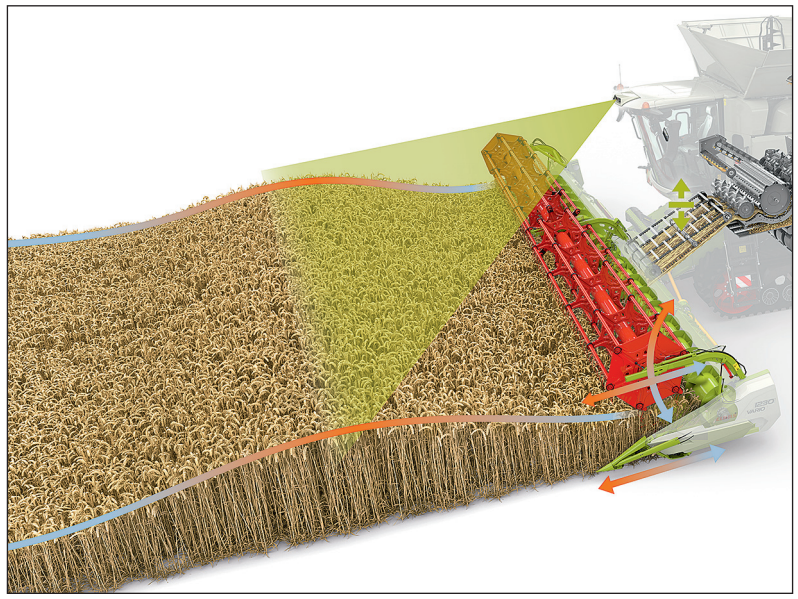
Die leistungsstarken Motoren selbstfahrender Erntemaschinen wie Mähdrescher und Feldhäcksler drehen meistens nahe bei Nenndrehzahl. Dann ist jedoch der spezifische Kraftstoffverbrauch hoch. Erst bei Drückung der Drehzahl nimmt der spezifische Kraftstoffverbrauch ab. Doch was geschieht, wenn die Belastung durch das Erntegut nicht ausreicht, um die Motordrehzahl zu drücken? Der Motor bleibt bei hoher Drehzahl ineffizient. Daher stellt die Elektronik (ECU) je nach Belastung ein passendes Kennfeld ein. Nimmt die Belastung des Motors ab, wird ein Kennfeld für geringere Motorleistung angesteuert. Der Motor bleibt im gedrückten Drehzahlbereich bei geringerem spezifischem Kraftstoffverbrauch. Die DLG hat diesem System dynamic Power von Claas per Prüfbericht 6027 von 2013 einen um 10,6 % reduzierten Dieselverbrauch bezogen auf die Tonne Frischmasse beim Grashäckseln attestiert. In den Mähdreschern der neuen Generation wird diese Technik ebenfalls verbaut. Sie reagiert auch auf die unterschiedlichen Leistungsanforderungen bei Schwadablage und Häckslerbetrieb und spart somit bei Schwadablage und folglich geringerer Motorbelastung Diesel - wieviel genau, wurde bisher noch nicht gemessen.

Bei selbstfahrenden Erntemaschinen wie Mähdreschern beeinflussen die Maschineneinstellungen die Effizienz und somit den Dieselverbrauch. Das beginnt bereits beim Erntevorsatz. Werden Haspel und Tischlänge des Schneidwerks so eingestellt, dass das Erntegut gleichmäßig und mit den Ähren voran eingezogen wird, so nimmt die Kornabscheidung am Dreschkorb zu und es entstehen keine Lastspitzen. Somit kann die Maschine höher ausgelastet werden, d. h. der Dieselverbrauch pro Tonne Druschgut nimmt ab. Diese alte Erkenntnis setzen die Digitalisierer in Regeltechniken um: Beim CEMOS AutoHeader gibt der Bediener die Haspelhöhe vor. Ändert sich die Bestandshöhe, so erkennt dies der Scanner und die Haspelposition wird der jeweiligen Bestandssituation angepasst. Gleiches gilt für die Schneidtischlänge. Erkennt der Schichtdickensensor im Einzugskanal ungleichmäßigen Gutfluss, d. h., schwankt die Schichtdicke in kurzen Zeiträumen, so wird die Schneidtischlänge abhängig von der gegebenen Position so lange verlängert oder verkürzt, bis ein gleichmäßiger Gutfluss gemessen wird.

Ebenso verhält es sich mit den Einstellungen an Dresch- und Abscheidetechniken. Die Abbildung 3 zeigt die Reaktion eines Rotor-Mähdreschers auf die Optimierung der Maschineneinstellungen mit einem Einstellassistenten. Bei gleichbleibenden Kornverlusten nimmt der Korndurchsatz um etwa 10 %-Punkte zu. Gleichzeitig steigt die Motorauslastung, so dass dieser gedrückt, d. h., effizienter wird. Folglich gehen auch in diesem Beispiel Kosteneinsparungen - geringere Kornverluste oder höherer Durchsatz - und reduzierter Kraftstoffverbrauch einher.

Aktuelle Regeltechniken wie der Combine Advisor von John Deere und das IntelliSense von New Holland bzw. AFS Harvest Command von Case zeigen ähnliche Wirkungen. Der Bediener gibt die entweder manuell oder mit Einstellassistent optimierten Einstellungen als Sollwert vor und die Regeltechniken stellen die Aggregate so ein, dass Arbeitsleistung und Arbeitsqualität während des Erntetages konstant bleiben. Bei selbstlernenden Systemen wie CEMOS Automatik von Claas geben die Bediener die agronomischen Ziele wie hoher Durchsatz, hohe Arbeitsqualität oder hohe Dieseleffizienz vor und die Regeltechnik stellt die Maschine danach passend ein.

Insgesamt zeigen die Beispiele, dass landwirtschaftliche Arbeitsverfahren mit digitalen Helfern in Form von maschinengestützter Intelligenz eine Energieersparnis und somit geringere CO_2-Emissionen bewirken. Die Liste kann um viele Teilvorgänge wie z. B. die sensorgeregelte Verteilung von gehäckseltem Stroh oder die Einstellung des Häckslers am Mähdrescher sowie weitere Beispiele im Be-



Bei selbstfahrenden Erntemaschinen wie Mähdreschern beeinflussen die Maschineneinstellungen die Effizienz und somit den Dieselverbrauch.

Abbildung 3: Kornverluste und Motorauslastung über dem Korndurchsatz eines Rotor-Mähdreschers bei Standardeinstellwerten und optimierter Einstellung der Dresch- und Abscheideorgane

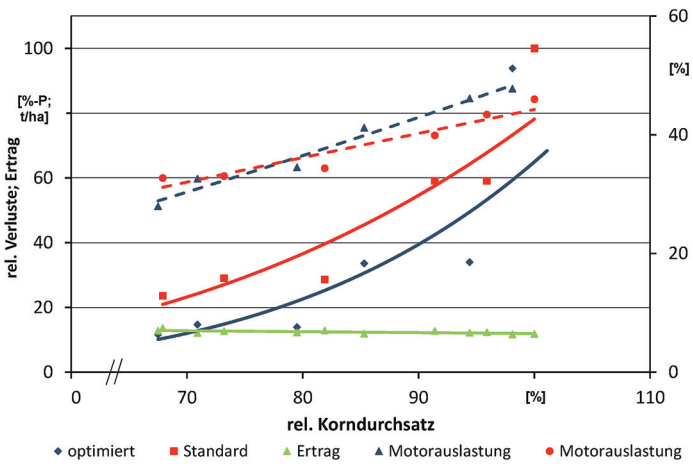
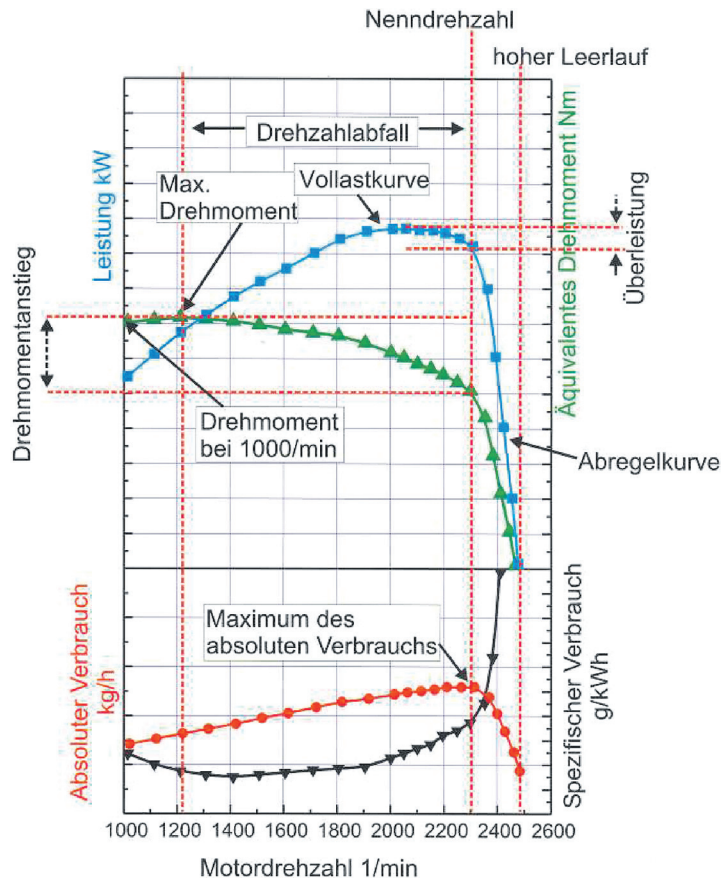


Abbildung 4: Motorkennfeld



Quelle: Uhlig, DLG 2008

Bei Großmaschinen betragen Einsparpotenziale von 10 % absolut durchaus 100 l Diesel pro Tag.

reich Traktoreneinsatz und Traktor-Implement-Management erweitert werden.

Weitere Ansätze werden im Bereich der Technikvernetzung umgesetzt. Einfache Beispiele sind Flottenmanagementhilfen mit Wegeoptimierung für Transportketten oder die Vernetzung bzw. elektronische Koppelung von Maschinen bis hin zur Robotik.

Zusammenfassung

Beim Traktor ist maschinengestützte Intelligenz wie z. B. ein Motor-Getriebe-Management vor allem bei leistungsverzweigten Getrieben länger im Markt als bei selbstfahrenden Erntemaschinen. Die Einsparpotenziale gemäß Motorkennfeld (Abbildung 4) in Abhängigkeit von der Arbeitsart sind mit Hilfe von Tempomat- oder Grenzlastregeltechniken einfach erschließbar. Neuere Entwicklungen implementieren zusätzlich Expertenwissen zur Interaktion zwischen Rädern und Boden um den Traktor an den Bodenzustand anzupassen. Dies spart Diesel und erhöht nochmals die Arbeitsleistung.

Bei selbstfahrenden Erntemaschinen ist die Situation komplexer. Einerseits werden bei Minderbelastung mit Erntegut die Motorkennfelder automatisch gewechselt, um den spezifischen Kraftstoffverbrauch des Motors zu senken. Andererseits werden Einstellassistenten, sogenannte Dialogsysteme und Regeltechniken genutzt, um die Arbeitsleistung und Arbeitsqualität zu maximieren. Dies erhöht die Effizienz und reduziert den CO_2-Ausstoß in der landwirtschaftlichen Produktion in beachtlichem Maße. Denn Einsparpotenziale von 10 % betragen bei Großmaschinen absolut durchaus 100 l Diesel pro Tag. Sämtliche digitalen Helfer werden stets weiterentwickelt. Die Landtechnik leistet damit einen großen Beitrag zur Reduktion von Emissionen in der Nahrungsmittelproduktion. Hat dafür schon jemand Danke gesagt? □