

Enrico Sieber und René Thielicke, Halle

Optimierungsmöglichkeiten für Frontladerarbeiten

Traktoren mit Frontladern sind durch ihre vielfältigen Einsatzmöglichkeiten in der Landwirtschaft weit verbreitet. Zur Erhöhung des Arbeitskomforts haben sich technische Lösungen wie Einhebelbedienung, Werkzeugparallelführung und Schwingungsdämpfung schnell durchgesetzt. Weitere Verbesserungen zur Leistungssteigerung und Entlastung des Fahrers sind mit der Einführung teilautomatischer Arbeitsabläufe zu erwarten.

Dipl.-Ing. agr. Enrico Sieber ist Doktorand am Institut für Agrartechnik und Landeskultur der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Leiter: Prof. Dr.-Ing. P. Pickel), Ludwig-Wucherer-Str. 81, 06108 Halle, e-mail: sieber@landw.uni-halle.de.
Dipl.-Ing. (FH) René Thielicke ist Mitarbeiter am Forschungs- und Beratungszentrum für Maschinen- und Energiesysteme (FBZ) e.V., Arbeitskreis Agrartechnik, e-mail: thielicke@landw.uni-halle.de

Schlüsselwörter

Frontlader, Umschlagarbeiten, Automatisierung, Arbeitskomfort

Keywords

Front loader, handling work, automation, working comfort

Traktorfrontlader verursachen im Vergleich zur Anschaffung spezieller Lademaschinen nur geringe Zusatzkosten und stellen vor allem deshalb die in der Landwirtschaft am weitesten verbreitete mobile Umschlagtechnik dar. Die Bedienung der Traktor- und Laderfunktionen erfolgt ausschließlich manuell und eröffnet damit ein großes Optimierungs- und Automatisierungspotenzial.

Stand der Technik

Die meisten Frontlader sind heutzutage als sogenannte „Einfahrfrontlader“ ausgeführt, die Ladeschwinge lässt sich also bei Bedarf vom Traktor abbauen. Um diesen Vorgang ohne Verlassen des Fahrersitzes zu ermöglichen, wurden von einigen Herstellern bereits erste Automatisierungslösungen vorgestellt. Auch die Werkzeugverriegelung ist auf Wunsch fernbedienbar erhältlich.

Zur Erleichterung der eigentlichen Ladearbeit sind folgende Lösungen bekannt oder bereits etabliert:

- mechanische oder hydraulische Werkzeugparallelführung
- Einhebelbedienung der Laderfunktionen mit mechanischer, elektrischer oder CAN-Bus-gestützter Ventilbetätigung
- automatische Wiederherstellung der Belaststellung des Werkzeugs
- Schnellentleerung des Werkzeugs
- Schwingungsdämpfung

Alternative Bedienkonzepte

Bei frontladergestützten Umschlagarbeiten hat der Fahrer mehrere Funktionen teilweise gleichzeitig mit verschiedenen Bedienelementen auszuführen:

- Betätigung der Funktionen des Frontladers (ein oder mehrere Handhebel)
- Fahrgeschwindigkeitsänderung mit Gangschalthebel und/oder Gas- oder Fahrpedal
- Fahrtrichtungsänderung mit Wendeschalt- oder Gangschalthebel
- Lenken mit Lenkrad

Voraussetzung für einen effektiven Einsatz der Technik ist dabei die ergonomisch günstige Anordnung der Bedienelemente und



Bild 1: Traktor mit Frontlader

Fig. 1: Tractor with front loader

zwar möglichst so, dass der Fahrer nicht zwischen mehreren Hebeln umgreifen muss.

Derzeit stellen Traktoren mit stufenlosem Fahrentrieb und Wendeschaltung links unter dem Lenkrad sowie einem rechts vom Fahrer angeordneten Frontlader-Multifunktionshebel die wohl technisch beste Lösung zur Erfüllung dieser Forderung dar. Mit der linken Hand kann der Fahrer lenken und die Fahrtrichtung wählen, mit der rechten Hand erfolgt die Bedienung des Frontladers. Der rechte Fuß beeinflusst die Fahrgeschwindigkeit.

Für Traktoren mit Voll- oder Teillastschaltung könnte mit geringem Aufwand ein ähnlicher Bedienkomfort erreicht werden, wenn die Schaltung der Übersetzungsstufen am Frontlader-Bedienhebel möglich wäre oder automatisch ausgeführt wird. Damit kann in gewissen Grenzen ebenfalls auf ein Umgreifen zwischen Schalt- und Frontladerhebel verzichtet werden.

Von einigen Hofladern ist die kombinierte Fahrgeschwindigkeits- und Richtungs Wahl mit einem als Wippe ausgeführten Fahrpedal bekannt. Diese Bedienung ist auch beim Traktor denkbar, wobei dann die Fahrtrichtungs Wahl mit der linken Hand entfällt. Prädestiniert sind dafür wiederum Traktoren mit stufenlosem Fahrentrieb.

In sehr großen Radladern für den Einsatz im Tagebau wird sogar auf ein Lenkrad verzichtet. Beim sogenannten integrierten Lenkungs- und Steuerungssystem von Caterpillar erfolgen Lenken, Wahl der Fahrtrichtung und Lastschaltung an einem einzigen mit der linken Hand zu bedienenden Hebel. Mit geringerem konstruktiven Aufwand sollen da-

bei kürzere Ladezyklen und eine niedrigere Belastung für den Fahrer erreicht werden. Eine Übertragung in die Landtechnik ist aber fraglich, da die erforderliche elektrohydraulische Lenkung (steer by wire) nicht der StVZO entspricht.

Es lässt sich festhalten, dass für die Bewegungssteuerung eines Traktors als Trägerfahrzeug des Frontladers verschiedene Alternativen möglich sind, deren Vor- und Nachteile sich aber erst im praktischen Einsatz herausstellen können. Für die eigentliche Steuerung der hydraulischen Funktionen des Frontladers sind Kreuzschalt- oder Multifunktionshebel Stand der Technik.

Um den Frontlader in eine gewünschte Position zu bewegen, muss mit dem Bedienhebel so lange die entsprechende Funktion Heben/Senken oder An-/Abkippen betätigt werden, bis diese nach visueller Einschätzung erreicht ist. Dabei ist die Aufmerksamkeit des Fahrers für die gleichzeitig stattfindende Fahrbewegung eingeschränkt, was bei begrenztem Platzangebot zu erhöhtem Unfallrisiko oder geringerer Ladeleistung führt. Da aber die Bewegungen und Positionen des Frontladers vom Aufnehmen bis zum Abgeben der Ladung bei vielen Umschlagarbeiten immer gleich sind, bietet sich als Lösung eine teilautomatische Bedienung an.

Automatisierung von Bedienfolgen

Durch das Betätigen je einer Funktionstaste sollte dabei die selbsttätige Einstellung von Gutaufnahme-, Gutabgabe- und Transportstellung des Frontladers mit Werkzeug bewirkt werden. Technische Voraussetzungen sind Lagesensoren zur Feststellung der Positionen von Ladeschwinde und Werkzeug sowie elektrisch betätigte Hydraulikventile zur Ansteuerung der Hub- und Werkzeugzylinder. Die Verarbeitung dieser Aktor- und Sensorsignale kann durch eine Programmsteuerung erfolgen. Die Funktionstasten sollten sich am normalen Frontlader-Bedienhebel befinden. Um auf besondere Situationen reagieren zu können, muss der Fahrer eine Eingriffsmöglichkeit in die automatischen Bewegungsabläufe haben. Das ist am einfachsten durch ein manuelles Übersteuern mit dem Bedienhebel realisierbar.

Die Arbeitsweise mit diesen Automatikfunktionen und weitere Optionen werden im Folgenden anhand der Beschreibung eines Ladezyklus verdeutlicht (Bild 2).

Gutaufnahme

Während der Anfahrt an das umzuschlagende Gut hat der Fahrer neben der Steuerung des Fahrzeugs nur die Funktionstaste für die Gutaufnahmeposition zu betätigen. Diese und die anderen ständig wiederkehrenden Frontladerstellungen können der Steuerung

beim ersten Ladezyklus mit einer Speicherfunktion beigebracht werden. Das Transportgut wird nun vom Frontladerwerkzeug aufgenommen, wobei in Abhängigkeit vom Radschlupf automatisch der Vorderachsantrieb zugeschaltet werden sollte.

Bei Schüttgütern kann die an den Werkzeugaufnahme- oder Drehpunkten entstehende Schubkraft ein mögliches Abbruchkriterium für den Befüllvorgang sein. Diese lässt sich sowohl direkt mit Kraftmessbolzen als auch indirekt zum Beispiel durch steigenden Kraftstoffverbrauch im Motor ermitteln. Für Stückgüter bieten sich Abstandssensoren wie Ultraschall-, Radar- oder Lasersensoren an.

Einnehmen der Transportstellung

Wird die Gutaufnahme mit Hilfe von Sensoren selbsttätig beendet, so könnte unmittelbar nach dem Fahrtrichtungswechsel der Frontlader und das Werkzeug mit Ladung vollautomatisch in die vorgewählte Transportstellung bewegt werden.

Wird auf die teure Sensorik verzichtet, muss der Fahrer die zweite Funktionstaste für die Transportstellung betätigen.

Anfahren der Transporteinheit

Nach einem erneuten Fahrtrichtungswechsel fährt der Traktor zur Gutabgabestelle und der Fahrer betätigt die dritte Funktionstaste, woraufhin sich der Frontlader in die Gutabgabestelle bewegt, die Ladung aber noch im Werkzeug lässt. Die Auslösung dieser Funktion muss so zeitig wie nötig und so spät wie möglich erfolgen, um einerseits rechtzeitig vor Erreichen der Transporteinheit den Hubvorgang beendet zu haben, andererseits aber solange wie möglich in der für die Fahrstabilität günstigen Transportposition zu verbleiben. Da diese Einschätzung auch für geübte Fahrer immer wieder schwierig ist, könnte der Vorgang deshalb auch vollautomatisch von der Programmsteuerung durchgeführt werden, wenn dieser durch entsprechende Sensorik die Parameter Fahrgeschwindigkeit, Entfernung zum Transportfahrzeug und verfügbarer Hydrauliköl-Volumenstrom bekannt sind.

Gutabgabe

Die Bewegung des Frontladers zur Gutabgabe sollte für die meisten landwirtschaftlichen Güter manuell betätigt werden, um einerseits eine weitere Funktionstaste zu vermeiden und andererseits die spezifischen Eigenschaften der Ladung zu berücksichtigen. So ist bei manchen Schüttgütern zeitweise ein Schütteln der Ladeschaufel oder -gabel erforderlich, um anhaftende Reste zu entfernen. Solche Funktionen lassen sich sensorgesteuert nur mit erhöhtem Aufwand realisieren.

Für „unkomplizierte“, weil homogene Schüttgüter wie Getreide wäre aber auch eine automatisch betätigte Werkzeugentleerung vorstellbar, die beispielsweise die Signale der bereits erwähnten Sensorik zur Entfernungsmessung nutzt. Beim Erreichen einer vorwählbaren Distanz zum Transportfahrzeug wird dann punktgenau der Schaufelinhalt abgekippt.

Entfernung von der Transporteinheit

Unmittelbar nach der Gutabgabe wird die Funktionstaste Transportstellung betätigt und das Lager erneut angefahren.

Zusammenfassung

Durch die beschriebenen Optimierungsmöglichkeiten können mehrere Vorteile erreicht werden:

- physische Entlastung des Fahrers durch weniger Betätigungen
- psychische Entlastung des Fahrers durch automatische Abläufe
- Leistungssteigerung durch Verkürzung der Zykluszeiten
- verbesserte Aufmerksamkeit für Fahrzeugsteuerung und Beobachtung der Umgebung

Die komplexe Umsetzung der Punkte lässt in ihrer Summe eine Leistungssteigerung bei verbessertem Komfort erwarten. Die technischen Voraussetzungen halten sich beim Verzicht auf Entfernungsmesser größerer Reichweiten hinsichtlich ihrer Kosten in akzeptablen Grenzen oder sind bei modernen Traktoren zum Großteil schon gegeben.

Bild 2: Teilautomatischer Ladezyklus

Fig. 2: Partially automated load cycle

