

Gewichtsübertragung vom Anbaupflug auf den Traktor

Reduzierung von Triebbradslupf und Senkung von Kraftstoffverbrauch durch Achslasterhöhung

Das geringe Leistungsgewicht moderner Traktoren hat dazu geführt, dass diese für schwere Zugarbeiten ballastiert werden. An der FAL Braunschweig werden in Zusammenarbeit mit Bosch Rexroth Konzepte erprobt, die eine permanente Übertragung von Anbaupfluggewicht auf die Traktorhinterachse ermöglichen und so die Flächenleistung erhöhen können.

Dipl.-Ing. (FH) Christian Oberhaus und Dr.-Ing. Rainer H. Biller sind wissenschaftliche Mitarbeiter des Institutes für Betriebstechnik und Bauforschung der FAL Braunschweig, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, e-mail: christian.oberhaus@fal.de
Dr.-Ing. Gerhard Keuper und Dr.-Ing. Peter Stachnik sind Mitarbeiter der Bosch Rexroth AG, Bereich Mobile Hydraulics, Postfach 300240, 70442 Stuttgart

Schlüsselwörter

Bodenbearbeitung, Radlasterhöhung, Leistungsbedarf, Bodenschonung

Keywords

Soil tillage, increasing wheel load, power requirements, soil conservation

Literatur

- [1] Steinkamp, H.: Ermittlungen von Reifenkennlinien und Gerätezugleistungen für Ackerschlepper. Landbauforschung Völkenrode Sh. 75, Braunschweig, 1975
[2] Biller, R. H., G. Keuper und H. Hesse: Neue Konzepte für Kraftheberregelungen. Landtechnik, 56 (2001), H. 6, S. 398-399

Der universelle und effiziente Traktoreinsatz in der Landwirtschaft erfordert eine leichte Grundmaschine mit vielfältigen Ballastierungsmöglichkeiten. Bei schwerer Bodenbearbeitung werden hohe Triebkräfte benötigt, die die Reifen durch Triebbradslupf an der Bodenoberfläche abstützen. Hierbei verringert eine Radlasterhöhung an den angetriebenen Achsen den auftretenden Schlupf und erhöht so die Flächenleistung [1].

Flexible Gewichtsverteilung

Bei der hier vorgestellten flexiblen Gewichtsübertragung wird Anbaugerätegewicht mit Hilfe eines hydraulischen, druckgeregelten Oberlenkers permanent auf die Traktorhinterachse verlagert. Hierzu wurde der institutseigene Versuchstraktor Fastrac (Leistung 128 kW, Betriebsgewicht mit Frontballast 7390 kg) mit einer Druckzusatzregelung ausgerüstet, die den hydraulischen Oberlenker einfachwirkend regelt (Bild 1, Variante A). Die Radlast kann während des Betriebes vom Fahrersitz aus eingestellt werden. Einerseits kann so durch die auftretende Triebbradslupfreaktion der Kraftstoffverbrauch gesenkt werden, zum anderen kann auf empfindlichen Böden gezielt auf eine Radlasterhöhung verzichtet werden, um eine Schadverdichtung zu vermeiden [2]. Entgegen dem konventionellen Pflügen sind Traktor und Anbaupflug durch

den hydraulischen Oberlenker fest miteinander verbunden. Die Regelung hält die Hinterachsbelastung unabhängig von der relativen Lage von Traktor und Anbaupflug konstant, so dass die Beweglichkeit zwischen Traktor und Pflug wie beim konventionellen Pflügen (Langloch) erhalten bleibt. Dies ist zur Einhaltung der Arbeitstiefe an den hinteren Pflugscharen notwendig.

Projektziel

Es wird untersucht, ob mit der flexiblen Gewichtsverteilung eine Belastung der Traktorhinterachse ohne Beeinträchtigung der Pflugarbeitsqualität möglich ist. Ziel ist es, mit der flexiblen Gewichtsverteilung ein ähnliches Einsparpotenzial zu erreichen, wie es sonst nur mit statischer Ballastierung möglich ist. Im Feldversuch wird die flexible Lastverteilung zusammen mit einem Anbaupflug eingesetzt, da hier nicht nur Gerätegewicht, sondern auch die Vertikalkomponente des Zugwiderstandes übertragen werden kann.

In einem weiteren erprobten Ansatz wird ein hydraulisches Pflugstützrad druckgeregelt, welches nahe dem Pflugschwerpunkt angebracht ist (Bild 1, Variante B). Die flexible Gewichtsverteilung auf die Traktorhinterachse erfolgt durch Entlastung des Pflugstützrads.

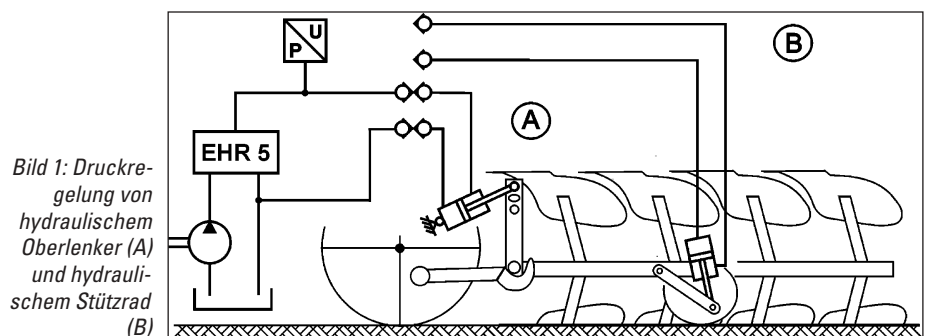


Fig. 1: Closed loop pressure control of the hydraulically operated upper link (A), respectively the hydraulically actuated depth wheel (B)

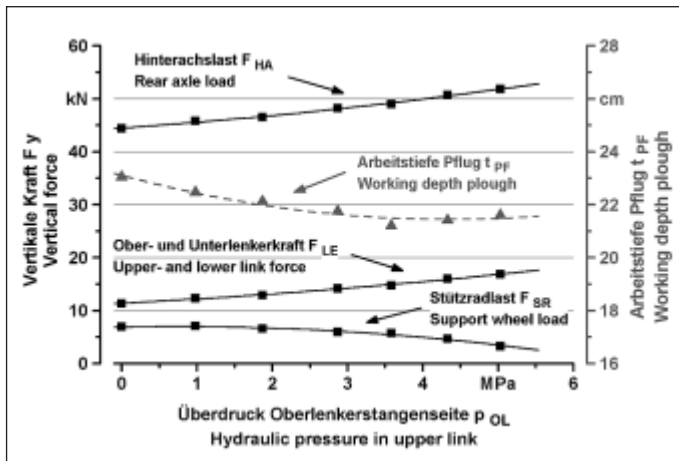


Bild 2: Gewichtskräfte und Achslasten über Oberlenkerdruck

Fig. 2: Weight forces and axle loads versus upper link pressure

Messtechnik

Zur Bestimmung des Einsparpotenzials durch eine variable Gewichtsverteilung sind Versuchstraktor Fastrac und Anbaupflug mit einem Datenerfassungssystem und entsprechender Messtechnik ausgestattet.

Die Gewichtsverteilung vom Anbaugerät auf die Traktorhinterachse wird durch Drucksensoren in Oberlenker und im Dreipunktkraftheber sowie Dehnungsmessstreifen (DMS) an der Stützradaufhängung erfasst. Zur Ermittlung des Kraftstoffesparpotenzials ist ein Verdrängungszähler in der Kraftstoffzuleitung integriert. Der Triebdruckschlupf wird durch Messung der theoretischen und der tatsächlichen Arbeitsgeschwindigkeit mit Drehzahl- und Radarsensoren ermittelt. Zur Dokumentation eines praxisgerechten Arbeitsergebnisses werden die Lagen von Oberlenker und Dreipunktkraftheber gemessen. Weiterhin wird die Arbeitstiefe mit drei Winkelgebern erfasst, die vorne und hinten am Pflug befestigt sind.

Ergebnisse

In den Feldversuchen wurde zunächst die allgemeine Funktion der flexiblen Gewichtsverteilung untersucht. Mit Kenntnis der auftretenden Hydraulikdrücke und der Lenkerkinematik können der vertikale Lastanteil des Krafthebers und die auftretenden Traktorchachslasten berechnet werden.

Ein steigender Oberlenkerdruck bewirkt die lineare Verlagerung von Anbaugerätegewicht auf die Traktorhinterachse (Bild 2). Die übertragbare Gesamtkraft F_{LE} beträgt 6 kN, wobei am Stützrad eine Entlastung von 3,2 kN gemessen wird. Damit kann die Hinterachslast F_{HA} um 18 % erhöht werden.

Die Gewichtsdivergenz entsteht durch die Abstützung der vertikalen Pflulanlagen an

der Sohle (nicht gemessen). Der Reifeneinendruck ist ein einfach messbarer Indikator für die Bodenschonung. Moderne Traktorhinterreifen können trotz der zusätzlich übertragenen Last mit einem Luftdruck von unter 1 bar in der Furche gefahren werden (Lastangaben für 2x 650 / 65 R 24). Durch den Einsatz von Frontballast ist die Vorderachsentslastung vernachlässigbar (200 N). Die Arbeitstiefe an dem vierten Schar verringerte sich um etwa 1,6 bis 1,8 cm, was einem Fehler von 6,5 % von der Sollarbeitstiefe (28 cm) entspricht.

Die Feldversuche sollten ferner zeigen, ob durch die flexible Gewichtsverteilung eine Triebdruckschlupfreaktion und Kraftstoffersparnis gegeben sind. Gepflügt wurde in der Furche unter unterschiedlichen Traktionsbedingungen (Bodenfeuchte, Lockerungsgrad) mit einer Arbeitsgeschwindigkeit von 6,5 km/h und einer Arbeitsbreite von 1,4 m.

Bild 3 zeigt die Veränderung von Triebdruckschlupf und Kraftstoffverbrauch bei unterschiedlichen Gewichtsverteilungen (Oberlenkerdruck) gegenüber dem konventionellen Pflügen.

Es ist offensichtlich, dass sich durch den Einsatz der Gewichtsverteilung ein Einsparpotenzial ergibt. Unter guten Traktionsbedingungen (Bodenart toniger Schluff, Bodenfeuchte zehn bis zwölf Gewichts-%) ergibt sich für die konventionelle Pflugarbeit (0 MPa) ein durchschnittlicher Triebdruckschlupf (linke Ordinate) von 7 %. Mit zunehmender Gewichtsübertragung sinkt der Schlupf auf 2 bis 3 % (Kurve 1). Der flächenbezogene Kraftstoffverbrauch (rechte Ordinate) fällt von 24 l/ha auf 20 l/ha, was einer Einsparung von 20 % entspricht (Kurve 2). Bei schlechteren Traktionsbedingungen wird zur Bereitstellung des Gerätezugkraftbedarfs generell ein größerer Triebdruckschlupf benötigt. Dies ist ebenfalls in Bild 3

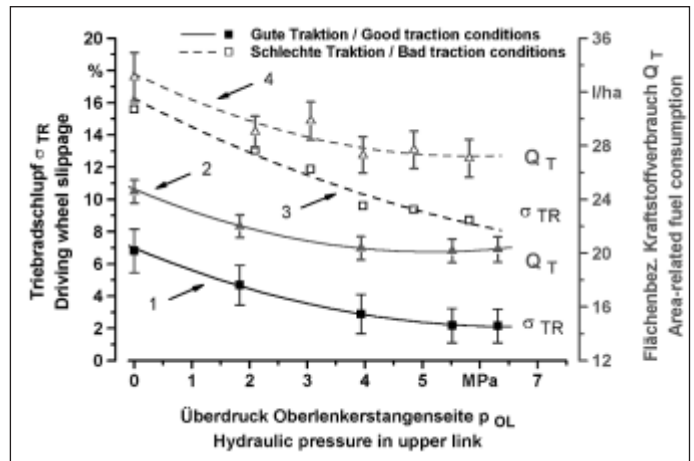


Bild 3: Triebdruckschlupf und Kraftstoffverbrauch über Oberlenkerdruck: Vergleich unterschiedlicher Bodenzustände

Fig. 3: Wheel slippage and fuel consumption versus upper link pressure: comparing soil conditions

ersichtlich, wo sich bei dem Oberlenkerdruck 0 MPa ein Triebdruckschlupf von 16 % ergibt (toniger Schluff, etwa 20 Gewichts-% Bodenfeuchte, Kurve 3). Mit zunehmender Gewichtsverlagerung verringert sich der Triebdruckschlupf auf 9 %. Der flächenbezogene Kraftstoffverbrauch sinkt unter diesen Bedingungen um 16 % von 33 l/ha auf 28 l/ha (Kurve 4). Auch unter schlechten Traktionsbedingungen ist durch die flexible Gewichtsverteilung somit eine Kraftstoffersparnis gegeben.

Die Variation von Arbeitsgeschwindigkeit (bis 8,5 km/h) und -breite (bis 1,8 m) ergibt ähnliche Ergebnisse. Auch durch Entlastung des hydraulischen Stützrades (Bild 1, Variante B) kann auf ebenen Flächen eine Kraftstoffersparnis erzielt werden.

Zusammenfassung

Eine neue Möglichkeit der Traktorballastierung ist die flexible Gewichtsverteilung. Ein hydraulischer Oberlenker überträgt druckreguliert Gewicht vom Anbaupflug auf die Traktorhinterachse.

Die Gewichtsverteilung wurde mit einem Versuchstraktor und einem Anbaupflug unter unterschiedlichen Bodenbedingungen im Feldeinsatz untersucht.

Durch die Hinterachsbelastung können der Triebdruckschlupf verringert und so Kraftstoff und Arbeitszeit eingespart werden.

Die Arbeitsqualität wird gegenüber der konventionellen Pflugarbeit nicht beeinträchtigt.