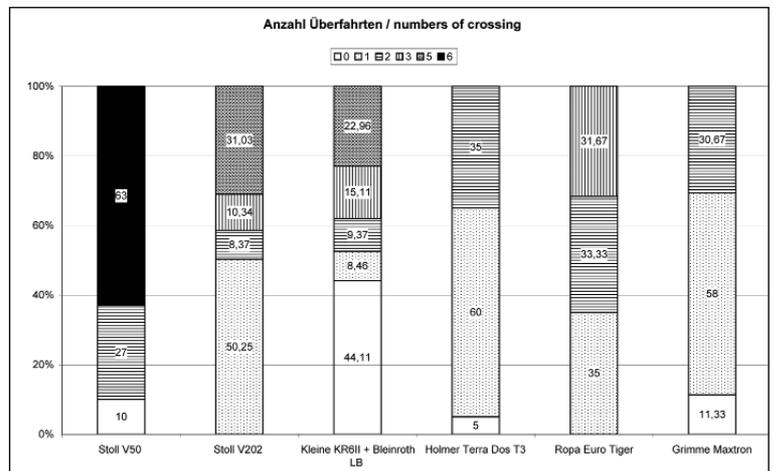


Heinz Bernhardt, Constantin Schwarz und Marc Schreiber, Giessen

Entwicklung der mechanischen Bodenbelastung bei Zuckerrübenvollerntern

Zuckerrübenroder werden auf Grund ihrer Maschinenmassen ähnlich wie Mäh-drescher [1] häufig für Bodenstruktur-schäden verantwortlich gemacht. Um diesen Problembereich genauer zu ana-lysierten, werden verschiedene typische Zuckerrübenerntesysteme und Maschi-nentypen der letzten drei Jahrzehnte auf ihre Bodenbelastung in Form der Über-rollhäufigkeiten und mittleren Kontakt-flächendrücke miteinander verglichen.

Bild 1: Überroll-häufigkeit
Fig 1: Frequency of crossings



Die landtechnische Entwicklung der letzten Jahrzehnte ist aufgrund der ökonomischen und organisatorischen Rahmenbedingungen der Landwirtschaft durch den Trend zu immer leistungsfähigeren und dadurch auch schwereren Arbeitsmaschinen geprägt. Besonders bei Zuckerrübenrodern wird die daraus resultierende mechanische Belastung durch die Fahrwerke oft als Hauptursache für Bodenverdichtungen im Pflanzenbau angegeben [2].

Am Beispiel verschiedener Zuckerrübenerntesysteme und -maschinen sollen die unterschiedlichen Auswirkungen auf ausgewählte belastungsrelevante Kenngrößen dargestellt werden.

Material und Methode

Um die Entwicklung der Bodenbelastung bei Zuckerrübenrodern anhand der Belastungsfaktoren Überrollhäufigkeit, Spur-

flächensumme und Kontaktflächendruck darzustellen, werden sechs typische Rübenrodesysteme der Baujahre zwischen 1981 und 2007 vergleichend gegenübergestellt (Tab. 1). Bei den analysierten Zuckerrübenrodern handelt es sich um verschiedene Erntesysteme. Stoll V50 und V202 sind gezogene Köpfrödebunker. Die Kombination Kleine KR6II und Bleinroth LB20 ist ein absetziges Verfahren, in dem im ersten Arbeitsgang die Zuckerrüben geköpft und gerodet werden und im zweiten Arbeitsgang das Rübenschwad vom Ladebunker aufgenommen und gereinigt wird. Die drei Roder von Holmer, Ropa und Grimme sind selbstfahrende Köpfrödebunker. Unterschiede existieren dabei besonders bezüglich des konstruktiven Fahrwerksaufbaus. Der Holmer ist ein Zweiaxser mit Rädern, der Ropa ein Dreiaxser mit Rädern und der Roder von Grimme besitzt ein Kombination aus Gummibandlaufwerk und Lenkrädern.

PD Dr. Heinz Bernhardt ist kommissarischer Verwalter, B.Sc. Constantin Schwarz ist Student und Dipl.-Ing. agr Marc Schreiber Mitarbeiter am Institut für Landtechnik der Justus Liebig Universität Giessen, Senckenbergstrasse 3, 35390 Giessen; e-mail: Heinz.Bernhardt@agr.uni-giessen.de

Schlüsselwörter

Zuckerrübenroder, Reifen, Boden, mittlerer Kontaktflächendruck

Keywords

Sugar beet harvester, tire, soil stress, mean contact area pressure

Literatur

Literaturhinweise finden sich unter LT 08505 über Internet www.landtechnik-net.de/literatur.htm.

Tab 1: Daten der hinsichtlich ihrer Bodenbelastung untersuchten Zuckerrübenroder

Tab 1: Data regarding soil compaction of the sugar beet harvesters examined

Modell model	Baujahr Construction year	Reihen row	Leistung power [ha/h]	Masch.arbeitsgewicht leer Weight of machine empty [t]
Stoll V50 + Fendt 308	1981	1	0,13	6,32
Stoll V202 + Fendt 308	1990	2	0,3-0,4	7,77
Kleine KR6II + Bleinroth LB20 + Fendt 612	1992	6	1,2	8,5 + 14,08
Holmer Terra Dos T3	2007	6	1,2-1,5	26,8
Ropa Euro Tiger V8	2007	6	1,2-1,5	33
Grimme Maxtron 620	2007	6	1,2-1,5	29,5

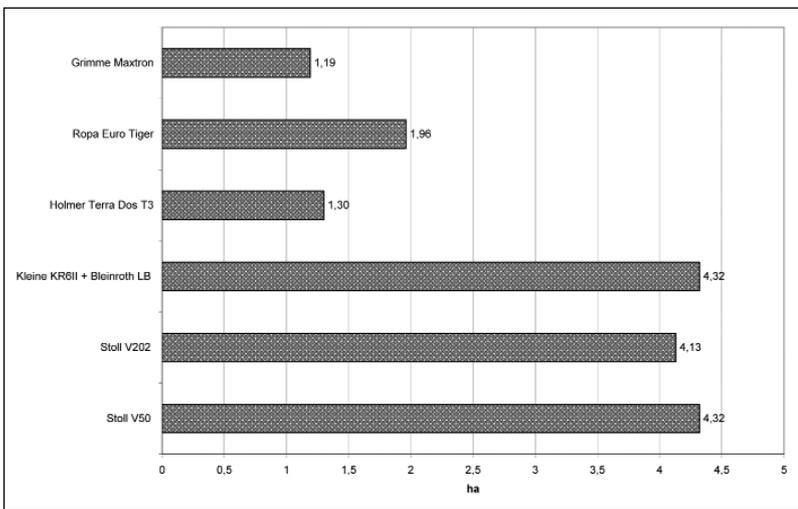


Bild 2:
Spurflächen-
summe bei
der Ernte
von 1ha
Zuckerrü-
ben

Fig 2: Area
of lanes for
the harvest
of 1 ha
sugar beets

Für die Analyse der bodenexogenen Belastungsfaktoren wird ein Reihenabstand der Zuckerrüben von 50 cm unterstellt.

Ergebnisse

Ein entscheidender Faktor für die Bodenwirksamkeit von mechanischen Belastungen durch Zuckerrübenroder stellt die Überrollhäufigkeit dar. Mehrfaches Überrollen verändert die Bodenstruktur in Abhängigkeit der Bodenbeanspruchung, der Strukturstabilität und des bodenartspezifischen Verformungsverhaltens. Wird die Strukturstabilität durch eine mechanische Belastung überschritten, erzeugt die erste Überrollung die größte plastische Kompression der Bodenstruktur, während jede weitere Überrollung zu einer asymptotischen Annäherung an den Endverdichtungszustand führt [3]. In der Untersuchung (Bild 1) zeigt sich, dass es in der Entwicklung der Rübenrodetechnik erhebliche Veränderungen gegeben hat. Beim Stoll V50 werden 63 % der Fläche sechsmal und 27 % zweimal beim Ernteprozess überfahren (10 % unbefahren). Der Stoll V202 überrollt fast die gesamte Fläche, wobei nur noch maximal fünf Überrollungen mit einem Flächenanteil von 31,03 % auftreten. Das absetzige Verfahren überfährt zwar 44,11% überhaupt nicht, dafür aber 15,11% dreimal und 22,96% fünfmal. Demgegenüber überrollen die selbstfahrenden Erntesysteme fast die gesamte Ackerfläche, wobei der Dreiachser maximal eine dreimalige Überrollung auf 31,67 % der Fläche aufweist.

Aus den Daten der Überrollhäufigkeit lassen sich die Werte des Spurflächenanteils als Kenngröße der Befahrungintensität ermitteln (Bild 2). Es wird dabei bestimmt, wie viel Fläche überfahren wird, um einen Hektar Zuckerrüben zu ernten, indem die Spurfläche aller einzelnen Räder aufsummiert wird. Dabei zeigt sich, dass die gezogenen und absetzigen Verfahren deutlich größere Werte als die Selbstfahrer besitzen. Der Fahrflächenanteil beträgt teilweise das Vierfache. Während die Selbstfahrer beim Roden durchschnittlich die Ackerfläche 1,5-

mal überrollen, belasten die gezogenen und absetzigen Verfahren die Fläche durchschnittlich 4,25-mal.

Ein weiterer Untersuchungsaspekt ist der mittlere Kontaktflächendruck unter den Rädern der verschiedenen Roder, der in Bild 3 dargestellt ist. Die Daten wurden mit TASC ermittelt [4], um vergleichbare Werte zu den Untersuchungen bei Mähreschern [1] zu erhalten. Die Kontaktflächendruck-Säulen sind von links nach rechts den einzelnen Achsen der Fahrzeugkombinationen, beginnend mit der Vorderachse, zugeordnet. Da der Roder Stoll V202 an der Achse verschiedene Bereifungen aufweist, entspricht die erste Säule dem linken und die zweite Säule dem rechten Rad.

Bei den gezogenen und absetzigen Verfahren zeigt sich eine deutlich Uneinheitlichkeit des Kontaktflächendrucks an den einzelnen Achsen von Zugeinheit und Rodemaschine: die Werte variieren von 0,7 bis 2,3 bar. Auch weisen diese drei Verfahren Druckwerte auf, die deutlich über den Werten der Selbstfahrer liegen, obwohl die Selbstfahrer größere Gesamtmassen und Radlasten besitzen. Die Selbstfahrer bewegen sich in einem Bereich zwischen 0,95 und 1,32 bar.

Diskussion

Bei der Untersuchung hat sich deutlich gezeigt, dass durch die Entwicklung von

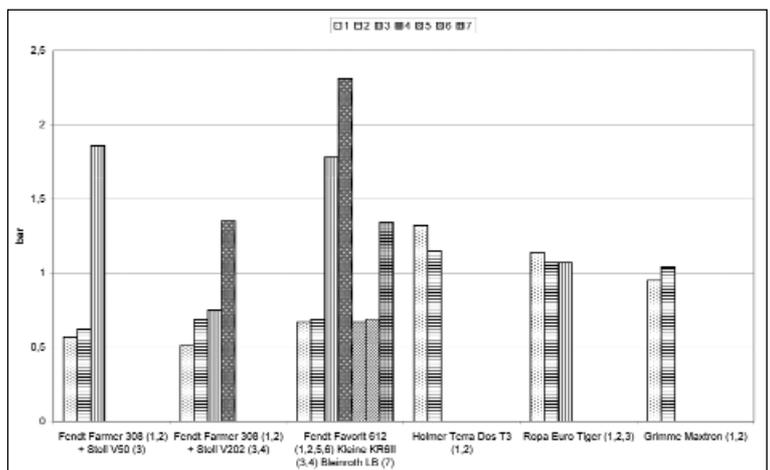
selbstfahrenden, sechsreihigen Zuckerrübenroder sowohl die Anzahl der Überrollungen wie auch der mittlere Kontaktflächendruck gesenkt werden konnten. Außerdem ist die Flächenbelastung als Folge des konstruktiven Fahrwerksaufbaus mit Hundegang nun gleichmäßig über die gesamte Erntefläche verteilt und konzentriert sich nicht mehr auf einzelne, wenige Flächenbereiche.

Die Analyse der selbstfahrenden Zuckerrübenroder zeigt, dass eine gleichmäßige Gewichtsverteilung auf die einzelnen Achsen bei angepasster Bereifung, insbesondere während des Rodevorgangs, angestrebt werden sollte. Der dreiaxsiges Köpfrödebunker weist zwar das höchste Gesamtgewicht auf, durch die drei Achsen kommt es jedoch zu einer besseren Lastverteilung. Der mittlere Kontaktflächendruck unter den einzelnen Rädern differiert nur um 0,07 bar und liegt bei maximal 1,14 bar.

Sehr interessant für die zukünftige Entwicklung dürften Raupenlaufwerke werden, denn eine Zielfunktion lautet weiterhin, die Fahrzeuggewichte auf eine möglichst große Bodenfläche zu verteilen. Auch wenn Luftreifen aufgrund ihrer mechanischen Eigenschaften sehr einfach durch die Senkung des Reifeninnendrucks zur Verringerung der mechanischen Bodenbelastung und damit zur Bodenschonung beitragen können, stoßen Luftreifenfahrwerke durch die Anforderungen an Zuckerrübindurchgang und Fahrzeugaußenbreite zunehmend an ihre Grenzen. Ein weiteres Breitenwachstum der Reifen zur Vergrößerung der Aufstandsfläche dürfte ausgeschlossen sein. Hier können Gummibandlaufwerke interessant werden, da diese bei Einhaltung der Fahrzeugbreite über einen Längenzuwachs größere Aufstandsflächen ermöglichen. Eine Weiterentwicklung der Gummibandlaufwerke für eine gleichmäßigere Verteilung des Kontaktflächendrucks, speziell der Beseitigung der Druckspitzen unter den Druckrollen, können zu einer weiteren Bodenschonung beitragen.

Bild 3: Mittlere Kontaktflächendruck der verschiedenen Achsen der Untersuchungsmaschinen bei voller Beladung berechnet mit TASC

Fig 3: Average ground contact area pressure at the different axles of the machines investigated, computed with full load by TASC



Literatur

- [1] *Bernhardt, H., V. Klüber und M. Schreiber* : Entwicklung der mechanischen Bodenbelastung bei Mähdreschern. *Landtechnik* 61 (2006), H. 5, S. 254-255
- [2] *Van Der Ploeg, R.R., W. Ehlers und R. Horn* : Schwerlasten auf dem Acker. *Spektrum der Wissenschaft* (2006), H. 8, S. 80-88
- [3] *Geischeder, R., R. Brandhuber and M. Demmel* : Potential of low Ground Pressure Undercarriages to Prevent Soil Compaction. *AgEng 2008 - Agricultural and Biosystems Engineering for a Sustainable World, 23-25 June 2008, Hersonissos/Griechenland, CD*
- [4] *Diserens, E., und E. Spiess* : Wechselwirkung zwischen Fahrwerk und Ackerboden. TASC: Eine PC-Anwendung zum Beurteilen und Optimieren der Bodenbeanspruchung. Bericht Nr. 613/2003 der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT) der Schweiz, 2004