

Warum nicht mehr Schlepperprüfungen unter landwirtschaftlichen Einsatzbedingungen?

Zur Geschichte der Schlepperprüfung

Bei einem Rückblick auf die Schlepperprüfungen vor und nach dem ersten Weltkrieg stellt man fest, daß damals die verschiedenen Vergleichsuntersuchungen meist im praktischen Einsatz auf dem Acker stattfanden. Da in den Prüfungskommissionen neben den Ingenieuren auch Landwirte mitwirkten, wurden bei der Beurteilung der Pflugarbeit nicht nur die Flächenleistung, sondern auch deren Güte bewertet [3, 14, 15]. Unter anderem verglich man damals die Leistungsfähigkeit eines Schleppers, indem man den bearbeiteten Bodenquerschnitt (Arbeitsbreite mal Tiefe) auf das Gesamtgewicht des eingesetzten Schleppers und Pfluges bezog. Durch dieses Verfahren stellte man sehr schnell fest, daß sich der spezifische Bodenwiderstand bei Verwendung schwerer Schlepper infolge der nachteiligen Pressungdruckbeeinflussung vergrößert, wodurch ein höherer Aufwand für die Bodenbearbeitung (z. B. durch das Pflügen) gegenüber dem leichteren Tragpflug („STOCK“) notwendig wurde. Leider hat man aus diesen Beobachtungen keine entsprechenden Schlußfolgerungen für die Weiterentwicklung von Schlepper und Gerät im Interesse einer wirtschaftlichen und strukturschonenden Bodenbearbeitung gezogen. Nachdem wir unabhängig davon in den letzten Jahren diese früheren Feststellungen erneut machen mußten, wird es bei der jetzt notwendigen weitgehenden Mechanisierung der Bodenbearbeitung und darüber hinaus der gesamten Feldarbeit aber erforderlich, sich der damaligen Beobachtungen zu erinnern.

Im späteren Verlauf der Schlepperprüfungen war man bemüht, Methoden zu entwickeln, die für denselben Schlepper annähernd die gleiche Bewertung an allen Orten ergab, was unter den sich laufend verändernden Bedingungen eines landwirtschaftlichen Bodens infolge seiner wechselnden Feuchte und Festigkeit kaum möglich war. So entfernte man sich aus meßtechnischen Gründen immer mehr von den Problemen, die bei der Zugkraftübertragung unter den praktischen Einsatzbedingungen auftraten und die heute immer stärker nach einer Abhilfe verlangen.

Um zu reproduzierbaren Werten zu kommen, wurde schließlich die Zugkraftmessung in Anlehnung an die Meßmethode von Nebraska auf „schwerem Boden“ durchgeführt. Diese mit „schwerer Boden“ bezeichnete Fahrbahn hat mit einem landwirtschaftlichen Ackerboden kaum noch etwas gemein, sondern ist eher mit einem trocken-harten, festgefahrenen Landweg zu vergleichen. Später wurden auch Beton- (Bornim, Marburg) oder Asphaltbahnen (England) verwendet. Um noch witterungsunabhängiger zu werden, hat man in Schweden einen Rollenprüfstand in eine Halle eingebaut, um so Zugkraftprüfungen sogar unter möglichst gleichmäßigen Klimabedingungen durchführen zu können.

Bei annähernd gleichen Haftreibungsverhältnissen zwischen Reifen und diesen Fahrbahnen konnten dann bald die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Zugkraft und Schleppergewicht gefunden werden [7]. So ist es heute ohne weiteres möglich, an Hand der Konstruktionsdaten eines Schleppers (Gewichtsverteilung auf Vorder- und Hinterachse, Motorleistung, Radstand, Höhe des Zugangriffspunktes) die zu erwartende Zugleistung auf den Prüfbahnen im voraus zu berechnen [9].

Man ist sich dabei bewußt, daß die erzielten Leistungen Höchstwerte und damit Spitzenbelastungen für den Prüfschlepper darstellen, die zur Beurteilung seiner konstruktiven Festigkeit notwendig sind, aber für die landwirtschaftliche Praxis nur beschränkt Gültigkeit haben, da sie sich dort unter den üblichen Bedingungen nie erzielen lassen, wenn man von Stoßbeanspruchungen (Steine usw.) absieht.

*) Institut für landw. Versuchs- und Untersuchungswesen Jena der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. (Direktor: Prof. F. KERTSCHER).

Die „Betonwerte“ werden bei Paralleluntersuchungen auf dem Acker nur zu 50 bis 60% erreicht. Ähnliche Abstufungen in dem Zugkraftvermögen auf verschiedenen Fahrbahnen kann man auch den englischen Testen entnehmen, wo vergleichsweise die Schlepper auch auf verschiedenen landwirtschaftlichen Fahrbahnen (Grasland, Stoppelfeld und gegrubberter Boden) geprüft werden.

In diesen Ausführungen sei unter dem Fahrbahnbegriff „Acker“ ein solcher Bodenzustand verstanden, bei dem jeweils die Profilstollen des Reifens voll einsinken, so daß die Reifenoberfläche zwischen den Stollen mit zum Tragen kommt. Dieser Bodenzustand ist bei allen Bestellarbeiten, bei der Saatenpflege, der Hackfruchternte und der Winterfurche gegeben.

Im folgenden soll an einigen Beispielen untersucht werden, ob die bei der Testung auf Prüfbahnen erzielten Meßwerte und festgestellten Eigenschaften der Schlepper zur Beurteilung ihrer Leistungen für bestimmte Aufgaben im landwirtschaftlichen Einsatz ausreichen.

Hinterrad- oder Allradantrieb?

Erfahrungsgemäß kommen die Vorteile eines vierrad- bzw. allradangetriebenen Schleppers weniger auf der Testprüfbahn, dafür aber um so ausgeprägter auf dem Acker zum Ausdruck. Aus diesem Grunde wurde z. B. für den „Unimog“ ein Ergänzungsbild angefertigt [12], in dem die auf lockerem, krümeligem Boden erzielten Werte enthalten sind und z. T. mit den Betonmessungen verglichen wurden. Danach brachte der zusätzliche Allradantrieb ohne Zuladung schon etwa 65% mehr Zugkraft als bei Hinterradantrieb mit 880 kg Zuladung (Tabelle 1).

Tabelle 1

	Hinterradantrieb	Allradantrieb
Zusatzgewicht [kg]	880	—
Zugkraft [kg]	600	1000
	6,4	10,7
relativ [PS]	100	167

Bei der DLG-Vergleichsprüfung des 25-PS-„MAN“-Schleppers, in der zwei Maschinen mit beiden Antriebsarten miteinander verglichen wurden, sprechen die im Dauerversuch erzielten Ergebnisse ebenfalls für den Vierradantrieb unter landwirtschaftlichen Einsatzbedingungen [2]. Der Vorteil des Allradantriebs tritt um so stärker hervor, je schwieriger die Arbeitsbedingungen für den Standardschlepper werden, z. B. bei ungünstigen Bodenverhältnissen in Hanglagen [16].

Ähnliche Feststellungen konnten wir in diesem Jahre mit einem 40/42-PS-Allradschlepper selbst machen. Auf einer wegen zu hohem Grundwasserstand liegengelassenen Fläche pflügte der „Allrad“ (Gesamtgewicht etwa 3,7 t) mit einem Vierscharanbaupflug ebenso wie die wesentlich schwerere Raupe mit ihrem Anhängerpflug und einem Gesamtgewicht von 6,5 t (Bild 1). Bei Bestellarbeiten konnte der Allradschlepper in allen Fällen die für Raupenzug vorgesehenen Gerätekombinationen sicher ziehen. Der begrenzende Faktor für die Arbeitsgeschwindigkeit des Allradschleppers war lediglich sein um 20 PS schwächerer Motor.

Dem hinterradangetriebenen „Pionier“ bzw. „Harz“ war der Allradantrieb bei etwa demselben Einsatzgewicht und gleicher Motorstärke durch geringeren Schlupf wesentlich überlegen. So hatte der „Allrad“ bei der Saatbettvorbereitung (Auelehm, bereits abgeschleppte Winterfurche) mit Grubber und gekoppelter schwerer Egge nur 5,5% Schlupf, der Standardschlepper dagegen 17,5%. Das bedeutet für diesen einen um 15% höheren Zeitbedarf für die gleiche Arbeit.

Besonders unter ungünstigen Bedingungen konnte der Allradantrieb noch dort seine volle Leistung entfalten, wo der „Pionier“ wegen 100prozentigem Schlupf bereits versagte und wo dann heute in der Praxis die reparaturaufwendige Raupe eingesetzt werden muß. Der Allradschlepper schafft also die Voraussetzungen, daß die für die Großflächenwirtschaft bisher als notwendig gehaltenen Kettenschlepper weitgehend ersetzt werden könnten.

Neben den achsschenkelgelenkten Allradantrieben sind auch Bauformen wegen ihres geringeren Konstruktionsaufwandes bekannt geworden, die ähnlich einer Raupe gelenkt werden. Ackerbaulich wäre zu untersuchen, ob und unter welchen Bedingungen auch solche Schlepper mit starren Vorderrädern eingesetzt werden können. Während auf festen, tragfähigen Böden keine Schwierigkeiten auftreten dürften, erfordern frisch gelockerte eine entsprechende Abstimmung zwischen Schleppergewicht und Reifengröße, die sich im wesentlichen mit unseren Wünschen bezüglich einer strukturschonenden Bodenbearbeitung decken, wenn bei engen Kurven tiefere Spuren vermieden werden sollen (Bild 2).



Bild 1. Eine Raupe mit Vierschar-Anhängepflug (Gewicht 6,5 t) und ein allradantriebener Schlepper mit Vierschar-Anbaupflug (Gewicht 3,7 t) im Vergleichseinsatz

Neben dem wirtschaftlichen Vorteil der höheren Zugleistung des Allradantriebs gegenüber dem bisherigen Standardschlepper besitzt der echte, d. h. kopflastige Vierradschlepper den besonderen ackerbaulichen Vorteil, daß er bei der Arbeit sein Gewicht auf alle vier Räder etwa gleichmäßig abstützt, während der normale Schlepper dann sein schon meist zu hohes Hinterachsgewicht noch weiter erhöht (Bild 3).

Schlepperlaufwerk

Aus Bild 4 ist eindrucksvoll zu erkennen, daß der motorische Wirkungsgrad eigentlich nur durch Verringerung der Schlupfverluste des Laufwerkes zu verbessern ist [8]. Durch die Schleppertestung wurde wohl bisher eine laufende Senkung des spezifischen Brennstoffverbrauchs je Motor-PS erreicht. Man hat sich aber wenig oder gar nicht darum gesorgt, wieviel Prozent der im Motor erzeugten PS im vielfach für den Ackereinsatz ungeeigneten Laufwerk verlorengehen. Allein eine Verminderung der Schlupfverluste um etwa ein Drittel, ein bei allen Ackerarbeiten durchaus erreichbarer Wert, würde durch die



Bild 2. Allradantriebener Radschlepper mit „Raupe lenkung“ bei Fahrversuchen auf lockerem Fräsländ

dadurch gesteigerte Arbeitsproduktivität und Treibstoffeinsparung bereits einen hohen ökonomischen Nutzen bringen. Noch nicht berücksichtigt sind dabei die durch Radschlupf und -druck – vor allem auf den schwereren Böden bei höherer Wassersättigung – möglichen Strukturschäden, die sich vorläufig in ihren Auswirkungen und im Umfang noch schwer erfassen lassen. Wir können uns nicht oft genug vor Augen führen, daß wir z. Z. bei der Bodenbearbeitung eigentlich noch doppelte Energie vergeuden. Durch die zu hohe Schlupfverlust-

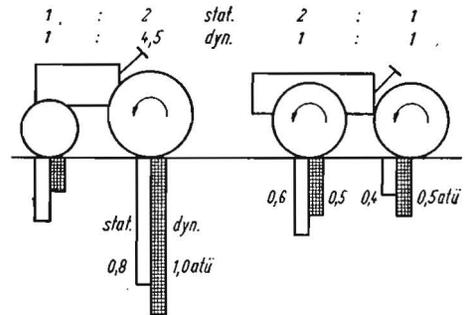
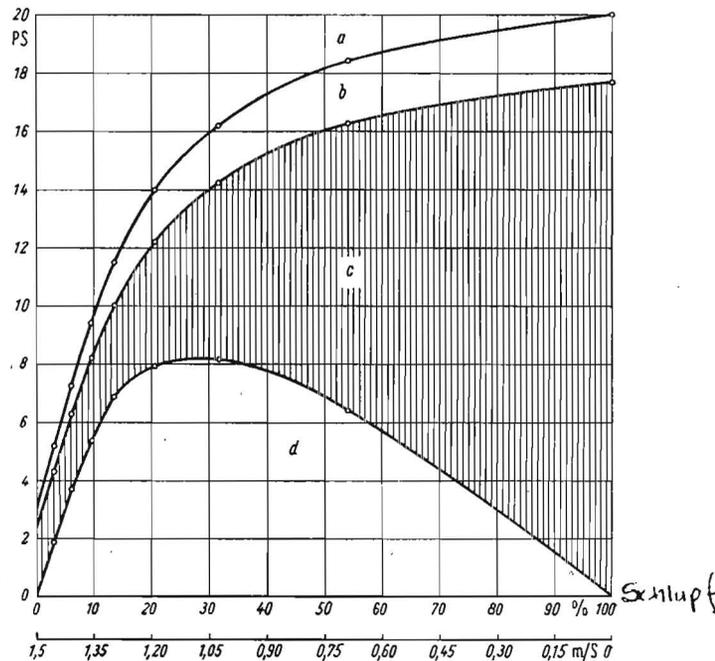


Bild 3. Im Gegensatz zu dem bisherigen Standardschlepper belastet ein echter Allradantrieb im Zuge alle Räder gleichmäßig

Bild 4. Der Wirkungsgrad eines Schleppers kann nur durch günstigere Gestaltung des Laufwerkes verbessert werden (Werte aus: HEYDE, Mechanik für Schlepper, Tafel 1); a Motor, b Getriebeverlust, c Fahr- und Schlupfverlust, d Nutzleistung



leistung, die sich ohne weiteres erheblich reduzieren ließe, wird im Boden eine zusätzliche Verdichtung bzw. Gefügezerstörung ausgelöst. Die Beseitigung dieser selbst verschuldeten Schäden erfordert aber einen bedeutend höheren Arbeitsaufwand im Vergleich zu einer früher nur notwendigen Wiederauflöckerung des normalen jährlichen Ablagerens der Krume.

Leider lassen sich die durch zweckmäßige Bereifung des Schleppers möglichen Zugkraftverbesserungen nicht auf einer Prüfbahn, sondern nur unter ackerbaulichen Einsatzbedingungen erarbeiten, wie schon aus vielen Veröffentlichungen hervorgeht [1, 10, 11]. Deshalb wählten bisher die Schlepperhersteller aus preislichen Gründen immer nur solche Reifengrößen, deren Tragkraft für den betreffenden Schlepper gerade ausreichend war. Nur englischen Prüfberichten ist zu entnehmen, daß einige Werke (Fordson, Nuffield) ihre Schlepper außer mit der Normalbereifung auch mit einer Übergröße testen lassen. Die dabei gemessenen Zugkraftverbesserungen dürften aber wohl im wesentlichen auf die höhere Triebachsbelastung infolge des

größeren Reifenvolumens (Wasserfüllung) zurückzuführen sein. Ähnliche Überlegungen mögen auch einige westdeutsche Firmen bewegen haben, vereinzelt Schlepper bei der Testung mit Übergrößen zu bestücken, um über die dadurch mögliche höhere Triebachsbelastung ebenfalls eine höhere Zugkraft zu erreichen.

Während die bisherigen Untersuchungen mit verschiedenen Reifen vor allem das unterschiedliche Zugkraftverhalten klären sollten, legten wir besonderen Wert auf den Nachweis, daß durch großvolumigere Bereifung in Verbindung mit abgesenktem Luftdruck sich ohne Zugrafteinbuße ein schädlicher Rad- druck weitgehend verringern oder sogar vollkommen ausschalten läßt. Darüber hinaus brachten die mit Unterstützung des IfL Potsdam-Bornim seit 1954 durchgeführten Versuche mit überdimensionierter Bereifung als erfreuliches zusätzliches Ergebnis, daß unter den für die Bodenstruktur kritischen Einsatzbedingungen im Herbst und Frühjahr (lockere und feuchte Böden) der größere Reifen besonders erst mit abgesenktem Luftdruck nicht nur in bezug auf geringere Verdichtung des Bodens, sondern auch durch weniger Schlupf vorteilhaft abschnitt (Tabelle 2).

Tabelle 2

Schlepper: 28 PS Reifen: 12,75—28		Hinterachsgewicht: 1200 kg	
Luftdruck	[atü]	1,2	0,5
Zugkraft	[kg]	700	850
Zugleistung	[PS]	8,8	11,3
relativ		100	127

Bei Reifenvergleichsuntersuchungen am „RS 14“ wurde neben der bisherigen Standardgröße 9,00 bis 40 der von Ingenieur- seite für diese Schleppertypen vorgeschlagene Reifen 8—36 und die von uns aus dem Blickwinkel des Bodens empfohlene und gleichzeitig im Durchmesser zur bisherigen passende Größe 11—38 verglichen (Tabelle 3).

Tabelle 3

Schlepper: „RS 14“ Auelehm — geschälte Stoppel — 18 Gew.-% H ₂ O		Hinterachsgewicht: 1350 kg		
		8—36	9,00—40	11—38
Luftdruck	[atü]	1,1	0,65	0,5
Zugkraft	[kg]	830	1050	1275
Zugleistung	[PS]	8,2	10,35	12,6
Wirkungsgrad				
Nutzleistung-PS		27	35	42
Motor-PS				

Dabei erwies sich der größere Reifen gegenüber der bisherigen Standardgröße unter ackerbaulichen Bodenverhältnissen erheblich überlegen, während der 8"-Reifen etwa in demselben Maße abfiel, da seine begrenzte Tragfähigkeit bei dem gegebenen Triebachsgewicht eine Luftdruckabsenkung überhaupt nicht zuließ. Auch hier deckten sich die ackerbaulichen Vor- teile (geringerer Bodendruck) mit den technischen Belangen (höhere Nutzleistung des Schleppers).

Zur weiteren Klärung des Einflusses verschiedener Reifen- größen wurde bei der diesjährigen Frühjahrsbestellung ein Schlepper (statische Hinterachslast etwa 900 kg) mit dem dafür ausreichenden Reifen 7—36 ausgerüstet. Unter Berücksichtigung der Zusatzbelastung durch eine Anbauschleibege wurde ein Luftdruck von 1,5 atü gewählt. Als Vergleich dazu wurde an demselben Schlepper eine Zwillingsbereifung 10—28 mit Wasserfüllung und einem Luftdruck von 0,5 atü montiert. Theoretisch hat die Zwillingsbereifung mit der Zusatzlast noch einen geringeren spezifischen Bodendruck als einfach bereift ohne Wasserfüllung.

Mit diesen beiden Reifenkombinationen waren Arbeitseinsätze mit demselben Anbaugerät auf gleichen Flächen besonders eindrucksvoll. Obwohl der Acker auf der Oberfläche gut ab- getrocknet war, verschmierte das Profil des schmalen und da- durch tiefer einsinkenden Reifens vollkommen (Bild 5a), wo-

durch einige nasse Stellen nur mit ausgehobenem Gerät über- wunden werden konnten. Zur gleichen Zeit blieb das Profil der Zwillingsbereifung vollkommen sauber und überwandt auch den erhöhten Zugkraftbedarf der nassen Stellen spielend (Bild 5b, Tabelle 4).



Bild 5a. Verschmiertes Profil beim schmalen Reifen 7—36 ...

Bild 5b. ... während es bei der breiten Zwillingsbereifung sauber bleibt



Tabelle 4

	7—36	10—28 Zwilling
Zusatzlast	[kg]	etwa 400
Luftdruck	[atü]	0,5
Radumdrehungen ... (Last)		212
Radumdrehungen ... (leer)		189
Schlupf	[%]	11
Zeitaufwand	(rel.)	100

Im Durchschnitt der Messungen auf fünf verschiedenen Flächen benötigte die zu kleine Bereifung gegenüber der über- dimensionierten Zwillingsbereifung 37% mehr Radumdrehun- gen und damit bei gleicher Motordrehzahl in demselben Maße mehr Arbeitszeit.

Eine andere Meßreihe mit einem 40/42 PS Radschlepper ergab folgende Werte:

Tabelle 5

Hinterachsge­wicht: 1700 kg Auelehm · Bestellarbeiten mit Grubber und schwerer Egge			
	9—36	13—28	9—36 und 13—28 als Zwilling
Luftdruck [atü]	1,0	0,65	0,6
Radumdrehungen . . . (Last)	237	223	200
Radumdrehungen . . . (leer)	171	179	174
Schlupf [%]	28	19	13
Zeitaufwand (rel.)	118	112	100

Hier würde der schmale Reifen einen Mehraufwand von 18% erfordern bzw. eine etwa 15% geringere Leistung ergeben (Bild 6).

Welche weiteren Vorteile ein größerer Reifen infolge seiner höheren Leistungsfähigkeit im Dauereinsatz erbringen kann, zeigen die diesjährigen Erfahrungen der Versuchsbrigade Frauenprießnitz mit einem „Pionier“, der von uns mit der Reifengröße 14—30 bestückt wurde. Es besagt wenig, wenn man mit einer durchschnittlichen Leistungssteigerung von



Bild 6. „Zetor Super“ mit Zwilling (9—36 und 13—28)

wenigstens 10% rechnen kann. Für die Praxis ist vielmehr die dann noch vorhandene große „innere Reserve“ für unvorhergesehene Belastungsspitzen (z. B. nasse Bodenstellen, Tonkuppen) entscheidend, die der größere Reifen ohne weiteres auffängt, wogegen sonst jeder „Pionier“ mit der jetzigen Normalbereifung erfahrungsgemäß steckenbleibt, was dann die Ansicht der Praxis verstärkt, ohne Raupe nicht auskommen zu können. Dieses Beispiel zeigt wieder, daß mit einer zweckmäßigen Bereifung auch ein gewöhnlicher Radschlepper zü­giges Arbeiten unter erschwerten Einsatzbedingungen gestattet. Nach Meinung der Brigade steht ihr jetzt mit diesem „Pionier“ eine zweite Raupe zur Verfügung.

Um wieviel leichter und sicherer würde die Arbeit der MTS durchzuführen sein, wenn die z. Z. im Einsatz befindlichen Schlepper schon vor Jahren auf eine größere Bereifung um­gestellt worden wären und nicht erst evtl. in nächster Zeit, nachdem eine solche jetzt von uns aus Gründen einer struktur­schonenden Bodenbearbeitung verlangt werden muß.

Einfluß der An- und Aufbaugeräte

Bisher wird bei der Festlegung der Reifengröße vielfach der Schlepper noch allein gesehen, ohne die durch Anbau- oder Aufbaugeräte bedingte Zusatzbelastung oder die besonderen Umstände des Einsatzortes, z. B. Heuernte auf Moorböden, Drillarbeiten auf losen Böden, entsprechend zu berücksichtigen. Bei bestimmten Geräte­kombinationen kann für den Tragschlepper die Auswahl einer dafür geeigneten Reifengröße überhaupt erst die sichere Funktion der Arbeitsgeräte gewährleisten, wie z. B. bei der Rübenernte (Bild 7).

Es häufen sich immer weitere Beweise, daß ein auf- oder angebautes Gerät gegenüber einem angehängten oft überraschende Leistungsverbesserungen bei gleichzeitig erheblich verringertem



Bild 7. „RS 08“ mit Übergröße 12,75—28 und dreireihigem Rübenerheber

tem Maschinengewicht bringt [4]. Aus dem Blickwinkel der Praxis muß man sich fragen, warum Geräteträger oder typische Schlepper für Dreipunktanlenkung, die nur in Verbindung mit einem für sie passenden Arbeitsgerät erst ihre volle Leistungsfähigkeit auf dem Acker entfalten können, bei der Testung als Zugschlepper „vergewaltigt“ werden.

Soweit uns bekannt ist, hat lediglich die schwedische Maschinenprüfungsanstalt Vergleichsmessungen mit Anbau- und Anhängepflügen bei gleichzeitiger Feststellung der Veränderung der Vorder- und Hinterachslasten an einem „Ferguson“-Schlepper angestellt [18]. SKALWEIT [17] ermittelte den Einfluß der Kräfte eines Anbaupfluges auf den Schlepper mit Dreipunktaufhängung bei verschiedenen Arbeitstiefen und Bodenwiderständen aus dem Parallelogramm der Kräfte. Diese Zahlen, nach denen das Landrad z. T. nur halb so schwer belastet ist wie das Furchenrad (erhöhter Schlupfverlust) und wonach ein mit zunehmender Furchentiefe größer werdendes Drehmoment um die Hochachse auftritt, das wiederum nur durch Lenkeinschlag der Vorderachse ausgeglichen werden kann (höherer Rollwiderstand), sollten anregen, solche Untersuchungen planmäßig durchzuführen, um die günstigste Zugkraftausnutzung zu gewährleisten.

Vielleicht finden wir durch breitere Anwendung dieser Kon­struktionsprinzipien, ackerbaulich gesehen, wieder Anschluß an die Entwicklungsstufe der Tragschlepper, die vor etwa 30 Jahren aus uns schwer erkennbaren Gründen leider verlassen wurde.

LANGE [11] und KLIEFOTH [10] fanden, daß auf Ackerböden im Gegensatz zur Prüfbahn eine zusätzliche Gewichtsbelastung der Triebachse dann keinen Zugkraftgewinn bringt, wenn gleichzeitig der Luftdruck des Reifens erhöht werden muß. Bei Verwendung eines großvolumigeren Reifens kann aber durch dessen höhere Tragfähigkeit eine Luftdruck­erhöhung vermieden werden.

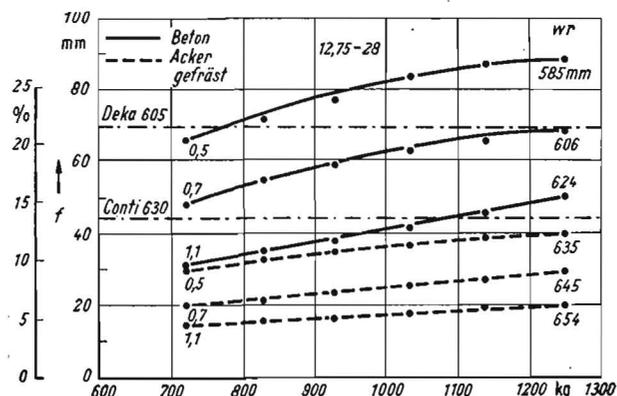


Bild 8. Einfederung des Schlepperreifens 12,75—28 bei unterschiedlicher Radlast, Fahrbahn und Luftdruck

Inzwischen zeigen unsere neueren Untersuchungen, daß die Abplattung eines Reifens und damit sein wirksamer Radius auf dem Acker gegenüber fester Fahrbahn wesentlich geringer ist (Bild 8). Nachdem wir jetzt die jeweilige Einsenkung des Reifens auf unterschiedlichen Fahrbahnen (Straße, Acker) in Abhängigkeit von Radlast und Luftdruck messen können, zeigte sich z. B. in einer Versuchsreihe, daß der Reifen 12,75-28 bei seiner Norm-Tragfähigkeit auf gefrästem Acker bei nur 0,5 atü noch um 11 mm weniger abplattete als auf Beton bei 1,1 atü. Bei gleicher Radlast kann der wirksame Radius auf fester und lockerer Fahrbahn um 30 bis 50 mm differieren. Da wir vom Boden her die größtmögliche Auflagefläche anstreben, die wir bei derselben Reifengröße erreichen können, interessiert die Frage, wie weit darf überhaupt ein Reifen einfedern, ohne in seinem Aufbau geschädigt zu werden.

Nach den Katalogangaben kann die Frage noch nicht sicher beantwortet werden. Bei gleichem Halbmesser (674 mm) gibt z. B. „Deka“ für den Reifen 12,75-28: 605, „Conti“ 630 und die CSR sogar 634 mm für den wirksamen Radius an; d. h. die CSR und „Conti“ lassen nur eine Einsenkung von 40 bzw. 44 mm zu, während „Deka“ an dem alten, relativ hohen Wert von 69 mm festhält. Da angenommen werden muß, daß diese Unterschiede nur durch die Art der Meßmethode und nicht im Interesse langer Lebensdauer durch den Reifenaufbau gegeben sind, bleibt zur Erschließung dieser bisher noch viel zu wenig genutzten Reserve für eine strukturschonende Bodenbearbeitung nur der Weg über einen genau zu kontrollierenden Dauerversuch, um die Bedingungen und Beziehungen zwischen Fahrbahn, Radlast und Luftdruck evtl. neu festzulegen. Bei diesen Untersuchungen wäre besonderer Wert auf die unterschiedlichen Fahrbahnbedingungen des Ackers zu legen.

Eine der schwersten Arbeiten für den Schlepper, besonders im Herbst, ist auch heute noch das Pflügen. Je feuchter und je schwerer der Boden, umso ungünstiger wird dann der Wirkungsgrad infolge des hohen Schlupfverlustes, der meist durch das Landrad bedingt wird. Auch hier müßte durch planmäßige Untersuchungen eine günstigere Lösung gesucht werden, ohne



Bild 9.
„Ferguson“ mit Halbraupe auf der Landseite beim Pflügen auf oberflächlich nassem Acker

etwa wieder auf das alte Eisenrad zurückgreifen zu müssen. Wir konnten mit einer über das Landrad montierten Gummihalbraupe die Arbeitsergebnisse überraschend verbessern (Bild 9).

Einzelradbremse und Zugpendel

Die Bedeutung dieser für die sichere Lenkung auf dem Acker unerläßlichen Hilfsmittel tritt bei der Testung auf fester Fahrbahn ebenfalls kaum in Erscheinung. In der Zusammenstellung aus Marburgtesten von FINKENZELLER [6] werden zwischen „ohne“ und „mit“ Lenkbremse nur Spurensunterschiede von 0,8 bis 1,4 m festgestellt. Nach unseren wiederholten Vergleichen auf dem Acker betragen sie dort aber ein Mehrfaches der Testwerte. Besondere Fälle, z. B. Herausfahren aus einer

tieferen Furche, sind überhaupt nur mit Hilfe der Einzelradbremse möglich.

Es ist auch hier wieder bedauerlich, daß unser z. Z. verbreitetster Schlepper diese schon aus den Anfängen der Schlepperentwicklung bekannten Möglichkeiten zur Verbesserung der Lenkeigenschaften nicht besitzt. Wie oft entstehen jetzt zeitraubende Produktionsausfälle, weil z. B. der „Pionier“ bei der Saatbetteinrichtung trotz vollen Lenkeinschlages infolge der Vorderradentlastung stur geradeaus weiterfährt und dann evtl. auf dem Nachbarfeld noch Flurschaden verursacht (Bild 10). Die sechs mit Unterstützung des Ministeriums für Land- und Forstwirtschaft



Bild 10. Infolge fehlender Einzelradbremse auf die benachbarte nasse Wiese gerutscht und versackt. Gesamtarbeitsausfall: zehn Schlepperstunden

schaft nachträglich mit Zugpendel und Einzelradbremse ausgerüsteten „Pionier“-Schlepper im Bereich der MTS Porstendorf haben inzwischen ihre Vorteile so deutlich nachgewiesen, daß daraufhin weitere Maschinen für die Nachrüstung vorgesehen sind. Der Preis (etwa 40,— DM für die Einzelteile und etwa 15 Arbeitsstunden) steht in keinem Verhältnis zu dem im Einsatz erzielbaren Nutzen.

Eignung für Hangeinsatz

Bei Testfahrten auf der Prüfbahn ist es für das Ergebnis gleichgültig, ob ein Schlepper eine hohe oder niedrige Schwerpunktlage besitzt. Mit Rücksicht auf die notwendige Sicherheit für Mensch und Maschine gewinnt diese Frage aber sofort stärkstes Interesse, wenn ein Schlepper an Hängen eingesetzt wird. Man muß nur einmal die verkrampte und deshalb schnellermüde Haltung des Traktoristen beobachtet haben, wenn er bei Hangarbeiten glaubt, daß die Kippgrenze bald erreicht ist. Leider fehlt bisher sowohl in den Prospekten als auch in den meisten Prüftesten die Angabe der Schwerpunkthöhe, eine für die annähernd theoretische Bestimmung des Kippwinkels geeignete Größe. Wir haben die Schwerpunkthöhe nur in Österreich und der Schweiz bestimmt gefunden. In Marburgtesten ist unseres Wissens dieser Wert nur einmal angegeben [13].

Während beim „RS 09“ die Verlagerung der Schwerpunkthöhe durch Verstellung des Achsvorgeleges je nach den Einsatzbedingungen möglich ist (z. B. hoch als Maisschlepper), kann diese Veränderung beim „RS 14“ z. Z. nicht mehr durchgeführt werden, nachdem das Vorgelege im Getriebekasten eingebaut wurde.

Die hohe Schwerpunktlage dieses Schleppers ist aber nur wegen der großen Bodenfreiheit bei der Hackfruchtpflege bedingt. Während der übrigen Jahreszeit ist mit Rücksicht auf die bessere Standsicherheit beim Hangeinsatz eine geringere Bodenfreiheit durchaus zulässig, wenn die Voraussetzung für eine entsprechende Umrüstung vorhanden wäre.

Um die besonders notwendige Mechanisierung der Hanglagen im Mittelgebirgsraum zu erleichtern, sind bei allen dafür vorgesehenen Schleppern diesbezügliche Untersuchungen und evtl.

notwendige Änderungen der Rüstzustände vordringlich. Offen bleibt, ob dann die Anlenkpunkte für das Dreipunktgestänge ebenfalls zu versetzen sind, da heute schon bei allen Überlegungen nicht nur der Schlepper für sich allein, sondern stets in Verbindung mit dem jeweiligen Gerät als eine Arbeitseinheit betrachtet werden muß. Erinnerung sei in diesem Zusammenhang an unsere diesbezüglichen Testversuche [4, 5].

Zusammenfassung

An Hand einiger Beispiele sollte gezeigt werden, daß beim praktischen Einsatz auf dem Acker manche Rüstzustände des Schleppers, seien es Allradantrieb, überdimensionierte Bereifung oder Einzelradbremse, bei der genormten Schlepper-
testung auf besonderen Prüfbahnen schwer zu erfassen sind. Das gilt ebenfalls für die Herausstellung der spezifischen Eigenschaften der Geräteträger als auch für Schlepper, die erst in Verbindung mit einem angebauten Gerät eine vollwertige Arbeitseinheit ergeben. Die Motorkraft (Wirkungsgrad) und damit die Arbeitsproduktivität könnten im Interesse einer erfolgreichen Mechanisierung noch wesentlich verbessert werden. Um diese Reserven unter gleichzeitiger Berücksichtigung einer unbedingt notwendigen Schonung der Bodenstruktur zu mobilisieren, wird deshalb eine verstärkte Ausdehnung von Schlepperuntersuchungen unter den jeweiligen Arbeitsbedingungen der landwirtschaftlichen Praxis empfohlen.

Dipl.-Ing. oec. M. KÖRNER (KdT), Bautzen/Sa.

Die technisch-ökonomische Bewertung bei Landmaschinen

Die im anschließenden Beitrag angeschnittenen Probleme sind so interessant und aktuell, daß wir den Aufsatz zur Diskussion stellen möchten. Wir werden in dieser Absicht durch die Tatsache bestärkt, daß auf der 33. Tagung des Zentralkomitees der SED ökonomische Fragen im Vordergrund standen und auf der 3. Fest-sitzung und Wissenschaftlichen Tagung der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin ökonomische Probleme in bezug auf die Landtechnik ausführlich behandelt wurden. Die Redaktion

1 Eine theoretische Klärung ist notwendig!

Die Ermittlung des Weltniveaus von Maschinenbauerzeugnissen ist eine Frage der Ökonomie und Technik. Die besondere Schwierigkeit dabei ist, beides in das richtige Verhältnis zu bringen. Die bisherigen Veröffentlichungen [1] haben ihre Schwäche in der Beschränkung auf die technische Bewertung. Diese mag im Industriemaschinenbau ohne Zweifel wertvolle Schlußfolgerungen ermöglichen. Für Landmaschinen ist sie jedoch unzureichend. Deshalb soll in diesem Aufsatz versucht werden, die inneren Zusammenhänge zwischen Ökonomie und Technik bei der Bewertung von Landmaschinen aufzuzeigen. Diese Betrachtungen müssen unter Berücksichtigung der jeweiligen gesellschaftlichen Verhältnisse erfolgen, da unsere Landmaschinen in steigendem Maße exportiert werden.

2 Zur Charakteristik und Definition des Weltniveaus bei Landmaschinen

Alle Ökonomie läuft schließlich auf die Ökonomie der Arbeitszeit hinaus. Da besonders die vorgegenständliche Arbeit schlecht in Zeiteinheiten gemessen werden kann, bedient man sich der Wirtschaftlichkeits- oder der Kostenberechnungen.

Literatur

- [1] BOCK: Beobachtungen bei Feldversuchen über die Zugfähigkeit von Schleppern. 11. Konstrukteurheft, VDI-Verlag Düsseldorf, S. 42 bis 48.
- [2] DLG-Einzelprüfung des 25-PS-„MAN“-Schleppers. Landtechnik (1953) H. 2, S. 47 bis 49.
- [3] DOMSCH, M.: Betrachtungen zur Motorpflugentwicklung aus dem Blickwinkel des Bodens. Die Deutsche Landwirtschaft (1956) H. 8, S. 390 bis 394.
- [4] DOMSCH, M.: Forderungen an Schlepper- und Bodenbearbeitungsgeräte im Hinblick auf strukturschonende Bodenbearbeitung. Deutsche Agrartechnik (1956) H. 4, S. 150 bis 153.
- [5] DOMSCH, M.: Einige Gedanken zur Vollmechanisierung der Bodenbearbeitung. Die Deutsche Landwirtschaft (1955) H. 11, S. 537 bis 543.
- [6] FINKENZELLER: Der Marburg-Test gibt Vergleichsmöglichkeiten. Landtechnik (1957) H. 4, S. 126 bis 128.
- [7] FRANKE: Einrichtungen für die Prüfung von Ackerschleppern. Landtechnische Forschung (1953) H. 2.
- [8] HEYDE, H.: Mechanik des Schleppers. Deutsche Agrartechnik (1957) H. 1 bis 4.
- [9] KLIEFOTH, F.: Zugkraft, Fahrgeschwindigkeit und Gewicht der Schlepper. Landtechnische Forschung (1953) H. 4.
- [10] KLIEFOTH, F.: Der Einfluß der Reifengröße auf die Zugfähigkeit des Schleppers. Landtechnische Forschung (1957) H. 4, S. 99 bis 102.
- [11] LANGE, H.: Über die Zugfähigkeit von Reifen gleichen Durchmesser. Landtechnische Forschung (1957) H. 4, S. 103 bis 105.
- [12] Marburg-Test Nr. 10.
- [13] Marburg-Test Nr. 138.
- [14] MARTINY: Die Motorpflüge. Verlag M. Krayn, Berlin 1917.
- [15] MARTINY: Hauptprüfung von Motorpflügen im Jahre 1925. Arbeiten der DLG, H. 344.
- [16] SEUSER: Allradantrieb, Lenkbremse und Differentialsperre beim Schlepperflügen am Hang. Landtechnische Forschung (1955) H. 1.
- [17] SKALWEIT, H.: Einfluß der Pflugkräfte auf Schlepper mit Dreipunktaufhängung. Landtechnische Forschung (1955) H. 1, S. 6 bis 11.
- [18] Bericht 910 der Staatlichen Maschinenprüfungsanstalt Ultuna (Schweden). A 2911

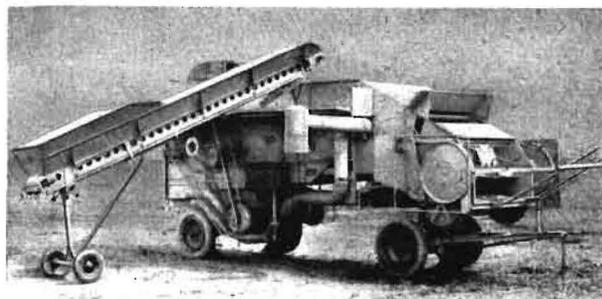


Bild 1. Die Dreschmaschine K 117 des VEB Fortschritt, Erntebergungsmaschinen, Neustadt/Sa., deren Zugehörigkeit zum Weltniveau durch einen internationalen technisch-ökonomischen Vergleich von 55 Schlagleistungsdreschmaschinen bestätigt wurde. Die Stärke der Maschine liegt besonders im hohen Mechanisierungsgrad und anderen Vorteilen, die in der Hilfspunktrechnung aufgezeigt werden. Auch die Kennziffer des Raumbedarfs liegt mit 4,30 m³/dz/h günstig. Trotz höherer Lebensdauer der Stahldreschmaschinen liegen die Baugewichte, wie das Diagramm in Bild 2 zeigt, nicht weit von denen der Holzdreschmaschinen entfernt.

Alle Kosten lassen sich wiederum nicht in jedem Falle ermitteln (z. B. eventuelle Unfallkosten durch das Fehlen einer Sicherheitsvorrichtung). Zur Kennzeichnung dieser ökonomisch schlecht meßbaren Werte sollen deshalb technische Hilfswerte benutzt werden.

Um das landwirtschaftliche Produkt mit den niedrigsten Gesamtkosten herzustellen, können verschiedene technische Konstruktionen verwendet werden. Allgemein wird die Landmaschine, die dem technischen Fortschritt am besten entspricht, die niedrigsten Kosten je Einheit des landwirtschaftlichen Produkts verursachen und somit den höchsten Gebrauchswert für den Benutzer haben.

Es kann aber auch der Fall eintreten, daß absichtlich auf eine technische Verbesserung verzichtet wird, weil der ökonomische Nutzen geringer ist als der technische Aufwand.

Die ökonomische Bewertung der Landmaschinen wird von den territorialen Bedingungen, z. B. Klima und die dadurch verschieden erforderliche „Schlagkraft“ in der Ernte, beeinflusst.

Die breitere Maschinenanwendung in der sozialistischen Landwirtschaft verpflichtet dazu, für jede Landmaschine eine hohe Wirtschaftlichkeit anzustreben.