

propagieren durch den Abdruck guter Beispiele aus einzelnen Betrieben, auch aus anderen Industriezweigen.

10. Die Standardisierung und Typisierung von Landmaschinen verdient die volle Aufmerksamkeit und Unterstützung der Zeitschrift. Sie will dieser Aufgabe gerecht werden durch eine enge Verbindung mit dem Zentralen Konstruktionsbüro Landmaschinen (ZKB) und durch laufende Veröffentlichung der aufgestellten Landmaschinen-Normen und Normentwürfe.

11. Die Verbreitung der praktischen Erfahrungen unserer so-wjetischen Freunde und unserer Neuerer soll dazu beitragen, den Technikern, Traktoristen, Mechanisatoren und Agronomen neue Arbeitsmethoden so zu vermitteln, daß sie allgemein zur Anwendung kommen.

12. Die Qualifizierung des landtechnischen Nachwuchses ist intensiv zu unterstützen. Die Zeitschrift unterhält zu diesem Zweck ständige enge Verbindung mit den Fachschulen. Sie will die jungen Land-techniker und die Studierenden an den landtechnischen Fachschulen fördern, indem sie in einer besonderen Rubrik Beiträge für das Studium bringt, die dem jeweiligen Stand der Studienpläne angepaßt sind.

13. Durch engste Zusammenarbeit mit der Sektion Landtechnik und den Instituten – insbesondere dem Institut für Landtechnik in Potsdam-Bornim – der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften ist eine wesentliche Steigerung des Wertes der Zeitschrift und eine allseitige Förderung der landtechnischen Entwicklung anzustreben.

14. Die Zusammenarbeit der Zeitschrift mit dem Fachverband Agrartechnik der KdY muß weiter gepflegt und gefestigt werden, damit der Gedanke der freiwilligen technischen Gemeinschaftsarbeit sich auch in der Landtechnik durchsetzt.

15. Die landtechnische Ausstattung der Betriebe muß nach wissenschaftlichen Grundsätzen erfolgen und den örtlichen Bedingungen entsprechen. Zur Popularisierung dieser Grundforderung der Betriebs-wissenschaft wird die Zeitschrift die Erfahrungen bekannter Wissen-schaftler und Praktiker einem breiteren Kreis zugänglich machen. Den Genossenschaftsbauern wird in einer besonderen Rubrik durch Beiträge aus der Praxis das technische Rüstzeug für die tägliche Arbeit vermittelt.

Die Programmpunkte unserer künftigen Arbeit basieren auf den Beschlüssen des 17. und 20. Plenums des ZK und des IV. Parteitages der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands sowie dem Re-gierungsbeschluß vom 4. Februar 1954 über Maßnahmen zur Weiter-entwicklung unserer Landwirtschaft. Sie folgen den Vorschlägen des IV. Parteitages für die Hauptpunkte des zweiten Fünfjahrplans. Ihre Realisierung bedeutet eine Steigerung der landwirtschaftlichen Erträge und damit eine Erhöhung des allgemeinen Lebensstandards. Dieses Ergebnis wird wiederum erhebliche Auswirkungen auf eine positive Einstellung der Menschen in Westdeutschland zur DDR hervorbringen. Wir dienen damit dem großen Ziel der friedlichen Wiedervereinigung Deutschlands.

Wenn wir dieses Arbeitsprogramm unserer Zeitschrift für 1955 unseren Lesern bekanntgeben, dann entspringt dies unserem Wunsch nach einer weiteren Ver-tiefung der Beziehungen zwischen Leserschaft und Zeitschrift. Wir würden es deshalb begrüßen, wenn unsere Leser zu diesem Plan Stellung nehmen und uns ihre Ansichten darüber bzw. Vorschläge und Anregungen für eine noch wirkungs-vollere Arbeit der Deutschen Agrartechnik mitteilen würden. Ganz besonders er-freut wären wir über Hinweise unserer Genossenschaftsbauern für den gewünschten Inhalt der neuen für sie bestimmten Rubrik. Je zahlreicher hierzu Vorschläge aus der Praxis kommen, um so größer wird der Erfolg für die Praxis selbst sein.

AK 1799 Die Redaktion

Forderungen des Ackerbodens an Schleppergewichte und Schlepperreifen

DK 631.4:629.114.2:631.3

Von M. DOMSCH, Institut für landw. Versuchs- und Untersuchungswesen Jena (Direktor: Prof. F. Kertscher)

Die bisherigen rechnerischen Untersuchungen über die not-wendige Motorleistung, richtige Getriebeabstufung bzw. erforderliches Eigengewicht eines Schleppers gingen in den meisten Fällen von den gewonnenen Erfahrungswerten vom Kraftfahr-zeug aus, das sich im Gegensatz zum Ackerschlepper haupt-sächlich auf fester Fahrstraße fortbewegt. Weiterhin wurde in allen Untersuchungen der Schlepper als eine Zugmaschine be-trachtet, die also in jedem Fall nur Arbeitsgeräte zu ziehen hat.

Unterstützt wurde diese Anschauung noch durch die bisherige Durchführung der Schlepperprüfung. Um vergleichbare Zahlen zu erhalten, wurden Zugleistungsprüfungen auf besonderen „Prüfbahnen“ und z. T. auf fester Betonstraße durchgeführt. Dabei war man im Interesse jedes Fabrikates bestrebt, jeweils Höchstwerte zu erreichen, wozu man die Schlepper oft mit 50 und mehr Prozent ihres Normalgewichtes zusätzlich belastete. Verschiedene Konstrukteure wurden dadurch veranlaßt, ihre Schlepper gleich von Haus aus entsprechend schwer zu bauen.

Ein solcher Test sagte z. B. aber nichts aus über das Ver-halten des Schleppers auf dem Acker in bezug auf den Boden-druck, der von der jeweils verwendeten Reifengröße abhängig ist, zumal die Unterschiede verschiedener Reifendimensionen auf der „Prüfbahn“ mit ihren optimalen Haftfähigkeitsbedin-gungen ebensowenig in Erscheinung traten wie die Vorteile des Allradantriebs.

Die letzten beiden Vegetationsjahre erlaubten aufschlußreiche Vergleiche über den möglichen Schadeinfluß eines zur Unzeit eingesetzten Schleppers heutiger Bauweise auf die Bodenstruk-tur und damit auf den jeweiligen Pflanznaufwuchs und -ertrag. Die dadurch ausgelösten Ertragsdifferenzen sind oft so groß, daß alle anderen Faktoren, wie Bodenart, Düngung, Sorte usw., vollkommen verdeckt und überlagert werden.

Grundsätzlich ist bei trockenem Boden kaum eine schädliche Auswirkung auf die Bodenstruktur zu befürchten. Erst nach Überschreitung einer bestimmten prozentualen Bodenfeuchtig-keit kann sich ein zu hohes Maschinengewicht nachteilig aus-wirken, worüber Söhne [1] umfangreiche Modelluntersuchungen durchgeführt hat (Bild 1). Daraus ist zu entnehmen, daß auf diesem Boden die gefährliche Feuchtigkeitsgrenze zwischen 20

und 23% liegt. Je leichter ein Schlepper und sein Gerät sind, um so höher kann die jeweilige Bodenfeuchtigkeit ohne Nach-teile für die Struktur sein und um so breiter wird dann der Arbeitsspielraum.

Im folgenden seien verschiedene nachteilige Auswirkungen beim Einsatz zu schwerer Schlepper bei zu hoher Bodenfeuchte beschrieben.

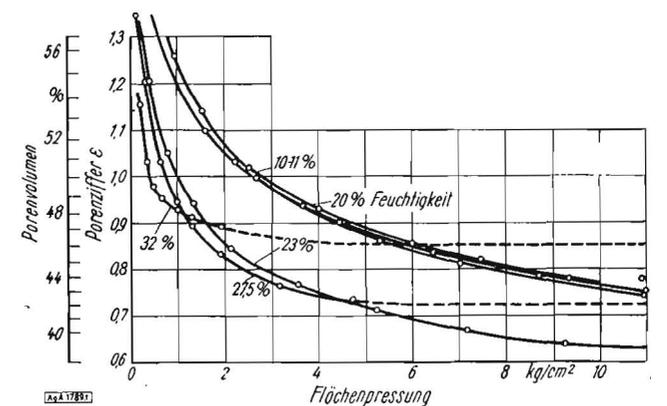


Bild 1. Zusammendrückbarkeit eines lockeren Lehmbodens bei verschiedener Feuchtigkeit

Grundsätzlich sollte nach Bachtin [2] bei zu hoher Boden-feuchte jede Bodenbearbeitung unterbleiben, da sie von „nega-tivem agrotechnischem Erfolg“ ist, dessen Schaden oft noch nach Jahren sich auswirken kann.

Bei einer zu nassen Winterfurche vermochte jeweils der Pflugkörper, der die Landrapsur des Schleppers wendete, diese wegen des zu hohen Pressungsdruckes nicht mehr zu krümeln (Bild 2). Durch die einebnende Schleppe wird nun der durch den Frost aufgelockerte Boden der Furchenkämme in die Furchentäler geschoben. Bei fehlenden Niederschlägen keimt dann in diesem losen Boden ohne Feuchtigkeitsaufstieg von unten her das Saatgut erst verspätet. Diese Aufgangsverzöge-



Bild 2. Bei einer zu nassen Winterfurche vermag der Pflugkörper, der die Landradspur des Schleppers wendet, diese wegen des zu hohen Pressungsdruckes nicht mehr zu krümeln



Bild 3. Der zu ungleiche Saataufgang läßt noch die Arbeitsrichtung der zu nassen Winterfurche erkennen

zung kann dann die Pflanze während der Vegetationszeit bis zur Reife nicht mehr einholen und quittiert sie durch Minderertrag (Bild 3).

Im Frühjahr finden wir in der Krume der schweren Böden meist ein stärkeres Feuchtigkeitsgefälle (Tafel 1), wodurch auf diesen immer die Gefahr von Pressungsschäden auch dann noch gegeben ist, wenn die Oberfläche schon „stäuben“ kann.

Tafel 1

| Tiefe | Wassergehalt in Gewichts-% |
|----------------|----------------------------------|
| Oberfläche . . | 2,2 |
| 3 bis 8 cm . . | 13,6 |
| 15 bis 20 cm . | 20,0 |

Ein liegendegebliebener Stoppelacker (schwerer Lehm) soll im Frühjahr durch Scheibenegge saarfertig gemacht werden. Diese vermochte jeweils hinter der Schlepperspur nur schollige „Würstel“ zu schneiden (Bild 4).

Unter ungünstigen Bedingungen kann ein Schlepper mit hohem spezifischen Bodendruck dann die Radspur stärker und tiefer verfestigen, als das nachfolgende Gerät oder ein Spurlockerer wieder aufzulockern vermag. Der Tiefgang des Gerätes ist unter solchen Umständen in den Spuren nicht gleichmäßig einzuhalten. Jeder Spurlockerer, gleich welcher Konstruktion, bricht die Schlepperspur nur grobschollig auf (Bild 5), ohne den Boden krümeln zu können. Solche Schollen trocknen dann bei von Haus aus geringerer Wasserspeicherfähigkeit viel schneller aus als normal gelagerter Krümelboden (Bild 6), so daß bereits nach Tagen eine normale gleichmäßige Keimung unmöglich wird. Dieses schon von Anfang an stark abgestufte Pflanzenbild bleibt dann auch während der ganzen Vegetationszeit mit seinen verschiedenen Nachteilen erhalten (Bild 7).

Nicht nur Getreide, auch die anderen Kulturen zeigen mehr oder weniger ausgeprägt den nachteiligen Einfluß eines schädlichen Pressungsdruckes bei zu hoher Bodenfeuchte, wie z. B.

die wuchshemmenden Wurzelverformungen bei Futterrüben in Bild 8.

Inzwischen sind aber sowjetische [3] und westdeutsche [4] Untersuchungen bekanntgeworden, die übereinstimmend nachweisen, daß der Druckeinfluß eines schweren Schleppers unter ungünstigen Verhältnissen bis in solche Tiefen geht, die wohl nie von einem Auflockerungsgerät wirtschaftlich erreicht werden können (Bild 9 und 10). Bemerkenswert ist dabei die Feststellung von Söhne [5], daß für den Druckeinfluß immer das Produkt aus Schleppergewicht mal spezifischen Bodendruck ausschlaggebend ist. Wenn man also durch entsprechende Wahl der Reifengröße den spezifischen Bodendruck zwischen zwei Schleppergrößen gleichgehalten hat, so reicht der Druckeinfluß des schwereren Schleppers trotzdem noch tiefer in den Untergrund. Gerade aus diesen Untersuchungen wird die Bedeutung eines möglichst niedrigen Schleppereigengewichtes für eine strukturschonende Bodenbearbeitung besonders klar erkennbar.

Aus praktischer Erfahrung und durch vergleichende Untersuchungen ist bekannt, daß durch Pressungsdruck verdichteter Boden einer Wiederauflockerung einen höheren Widerstand entgegensezt, der oft das Doppelte des normalen übersteigt. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, daß die Zerfallsbereitschaft der gepreßten Streifen wesentlich geringer ist, diese also unbedingt eine zusätzliche Nachbearbeitung erfordern, was auf der anderen Seite für die „Normalstreifen“ schon ein krümelzerstörendes „Toteggen“ auslösen kann.

Garkuscha [6] hat ähnliche Verhältnisse festgestellt und betont deshalb die Wichtigkeit, eine gute Bodenstruktur nicht nur zur Verbesserung der Wachstumsbedingungen für die Pflanzen, sondern auch zur Erleichterung der mechanischen Bodenbearbeitung zu schaffen, was wiederum nur mit möglichst leichten Schleppern und Bodenbearbeitungsgeräten erreicht werden kann. Die arbeits- und betriebswirtschaftliche Bedeutung



Bild 4. Trotzdem die Oberfläche stäubt, vermag die Scheibenegge die Schlepperspur nicht mehr zu krümeln



Bild 5. Jeder Spurlockerer, gleich welcher Konstruktion, bricht die Schlepperspur nur grobschollig auf, ohne den Boden zu krümeln

einer strukturschonenden Bodenbearbeitung mit dem Ziel möglichst hoher Ertragsleistung des Bodens wird dadurch offensichtlich.

Gelingt es uns, durch zweckmäßige Laufwerksgestaltung und unter Ausnutzung sonstiger konstruktiver Möglichkeiten den spezifischen Bodendruck jeweils unter der schädlichen Grenze zu halten, so erleichtern wir uns nicht nur die Arbeit und verringern den Aufwand, sondern der Zeitraum für optimale Arbeitsbedingungen wird erheblich erweitert. Für die notwendige Arbeitsplanung der MTS wäre das ein unschätzbare Vorteil, um damit ihre vorgesehenen Arbeiten, unabhängig von der jeweiligen Witterung, unter Berücksichtigung des erreichbaren Wirkungsgrades in bezug auf optimale Krümelung verbessern zu können.

In diesem Vegetationsjahr sind nun in bezug auf die Auswirkungen des Pressungsdruckes bei nur oberflächlicher Betrachtung z. T. entgegengesetzte Erscheinungen festzustellen, die ebenfalls mit der (diesmal zu geringen) Bodenfeuchtigkeit in Zusammenhang gebracht werden müssen. Seit dem Herbst 1953 bis Juni 1954 hatten wir im Thüringer Raum gegenüber dem langjährigen Mittel ein Niederschlagsdefizit von etwa 150 mm. Noch wichtiger erscheint aber die Tatsache, daß in dieser Zeitspanne nicht ein einziger durchdringender Regen niedergegangen ist, wodurch die sonst normale natürliche Ablagerung auf vielen Flächen mit grobscholliger Pflugfurche, oft als eine Nachwirkung einer zu nassen Bearbeitung im Vorjahre, nicht eingetreten ist. Wir haben dafür einige zahlenmäßige Unterlagen erhalten (Tafel 2).

Bemerkenswert ist weiterhin, daß die Feuchtigkeitsverhältnisse im Boden (Produkt aus Trockengewicht mal Wassergehalt) in der Spur etwa um 14% günstiger sind.

Auf dem in trockenem Zustande befahrenen Acker ist also der Boden nur bis zu dem für die Pflanze günstigsten Porenvolumen von etwa 50% zusammengedrückt worden, während im übrigen Bereich noch 53 bis 56% gemessen wurden. Bei diesem Lockerheitsgrad ist vermutlich die Wasserführung in der bearbeiteten Krume und vor allen Dingen durch den ungenügenden Schluß an der Bearbeitungsgrenze für die Pflanze unterhalb des Optimums.

Dieser infolge der Trockenheit und lang anhaltenden Frostperiode ungenügende „Bodenschluß“ hat

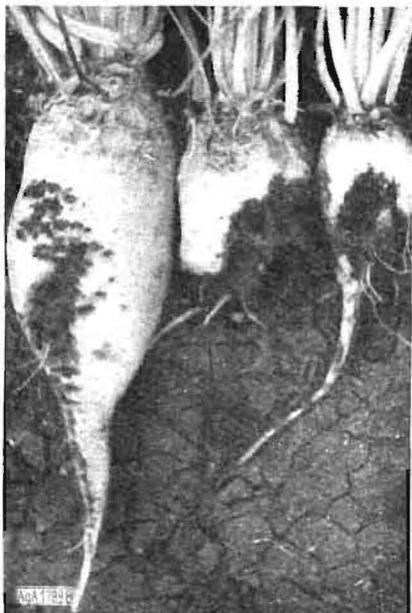


Bild 8. Zwei durch Schlepperspuren in ihrem Wachstum benachteiligte Rüben (rechts) im Vergleich zu einer Normalrübe (links)

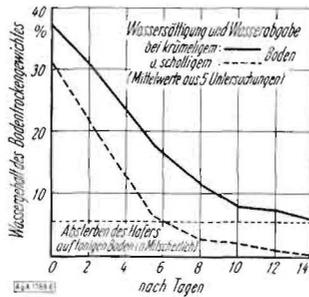


Bild 6. Wassersättigung und Wasserabgabe

Tafel 2

| P. V. % | Spur normale Pflanzenentwicklung | | | Normal ausgewintert, schlechter Bestand | | | |
|---------------------------|----------------------------------|----------------|------------------|---|-------------------|----------------|------------------|
| | Wassersättigung % | Wassergehalt % | Trockengewicht g | P. V. % | Wassersättigung % | Wassergehalt % | Trockengewicht g |
| 49,8 | 45,4 | 16,9 | 139,9 | 52,9 | 48,7 | 15,8 | 131,3 |
| Feuchtigkeitsverhältnisse | | 237 114 | | 208 100 | | | |

sich nun überraschend stark in der vegetativen Entwicklung nicht nur bei der Winterung, sondern erstaunlicherweise auch noch bei der Sommerung ausgeprägt.

Auf solchen zu losen Böden traten Auswinterungs- oder zumindest nachhaltige Frostschäden besonders stark auf, die dann später in einer erheblichen Wachstumsverzögerung ihren Ausdruck fanden. Winterrap war nur in den Spuren gut durchgekommen, aber auf „normal“ 100% ig ausgewintert (Bild 11).



Bild 7. Schlepperspuren bleiben während der ganzen Vegetationszeit

Besonders deutlich reagierte der Winterweizen auf diesen ungenügenden Bodenschluß. Im Abstand der jeweiligen Arbeitsbreite des Saatpfluges stand eine Reihe Weizen mit Beginn der Vegetation im Frühjahr sichtbar besser, da hier das breite Schlepperfurchenrad immer die vorangegangene Pflugfurche etwas angedrückt hatte (Bild 12). In einem anderen Falle war ein Feldstück vor der Bestellung kreuz und quer bearbeitet worden. Die dadurch entstandenen Schlepperspuren quitierte der Winterweizen mit „Fensterahmenwuchs“ (Bild 13).

Ein Haferfeld schob nach gut krümelnder Frühjahrsfurche mit Gespann gleichmäßig die Rispen (Bild 14, rechts), während das vor Winter trocken (grobschollig) gepflügte Teilstück in der Entwicklung bis auf die bei der Bestellung verursachten Schlepperspuren zurückgeblieben war (Bild 14, links).

In dem Bodenprofil (Bild 15) ist deutlich die Druckwirkung der Schlepperspur erkennbar, während links und rechts davon noch z. T. nur lose zugerieselte Hohlräume an der Bearbeitungsgrenze sichtbar sind. Oft ließen sich spielend leicht die einzelnen Schollen herauslösen (Bild 16).

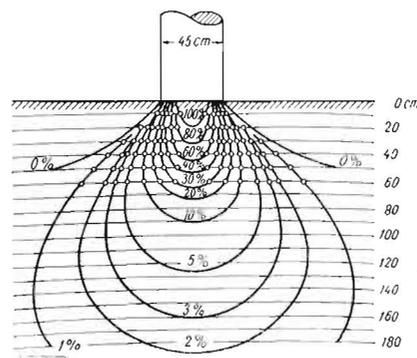


Bild 9. Druckeinfluß eines schweren Schleppers unter ungünstigen Verhältnissen

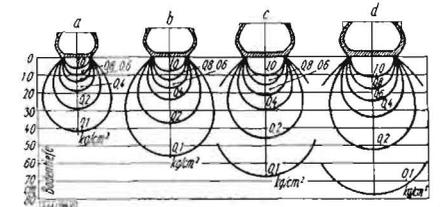


Bild 10. Druckverteilung unter Schlepperrädern auf hartem Lehmboden

- a Reifen 8,00—20 P = 300 kg $p_i = 0,8 \text{ atü}$
- b Reifen 9,00—24 P = 500 kg $p_i = 0,8 \text{ atü}$
- c Reifen 11,25—24 P = 750 kg $p_i = 0,8 \text{ atü}$
- d Reifen 12,75—28 P = 1000 kg $p_i = 0,8 \text{ atü}$



Bild 11. Wintereraps, auf losem Boden völlig ausgewintert, dagegen in den festen Schlepperspuren gut durchgekommen



Bild 12. Winterweizen mit ungenügendem Bodenschluß. Nur da, wo das breite Schlepperfurchenrad die vorangegangene Pflugfurche angedrückt hat, steht der Weizen besser

Die in dieser Vegetationsperiode zu beobachtende Ausnahmerscheinung, wonach die Pflanzen auf den Druckspuren günstiger stehen, läßt sich durch den bei der Bearbeitung im Herbst und Frühjahr nur geringen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens erklären, wo in den meisten Fällen die Gefahrgrenze des Schlepperdruckes nicht erreicht wurde. Nur auf grund-(schicht-)wasser-nahen schweren Muschelkalk- oder Keuperböden sind auch in diesem Jahre die üblichen schädigenden Auswirkungen bei Schlepperbearbeitung bemerkt worden.

Die besonderen Witterungsverhältnisse in den letzten beiden Jahren haben an Boden und Pflanze eindringlich aufgezeigt, daß beim Einsatz unserer derzeitigen Schleppertypen nach Überschreitung einer bestimmten Feuchtigkeitsgrenze Spürschäden entstehen können. Da diese Radstreifen einer Wiederauflockerung größeren Widerstand entgegensetzen, vermögen nachfolgende Bearbeitungsgeräte die Ackerkrume nicht mehr in ein gleichmäßiges Strukturgefüge überzuführen, so daß dieser Vegetationsfaktor je nach dem Spuranteil nicht mehr ins Optimum für die jeweils anzubauende Frucht gebracht werden kann. Höchsterträge sind in Frage gestellt. Die von uns in den letzten beiden Jahren vorgenommenen Erntefeststellungen ergaben im Durchschnitt jeweils 29 bzw. 38% Minderertrag. Da leider gerade ein hoher Prozentsatz von LPG-Flächen, denen unsere besondere Aufmerksamkeit gelten muß, solche Schäden aufweisen, ist ihre Verhütung Schwerpunkt Nr. 1.



Bild 13. „Fensterrahmenwuchs“ von Winterweizen, entstanden durch kreuz- und querfahrende Schlepper vor der Bestellung

Schon 1927 hat der sowjetische Wissenschaftler *Pigulewsky* anlässlich einer internationalen Schlepperprüfung in der Ukraine sich mit Raddruckschäden beschäftigt. Er kam dabei zu der Schlußfolgerung, daß diese u. U. sehr bedenklich sein können, und daß der Wahl entsprechender Rad- und Greiferformen größte Bedeutung beizumessen sei. Er hält es für notwendig, „daß bei der Konstruktion eines Schleppers die Arbeit nicht bei dem Triebwerk anzufangen hat, sondern man muß vom Boden ausgehen...“. Versuchen wir nach beinahe drei Jahrzehnten, diese Forderung des Bodens unter Verwendung der inzwischen erzielten technischen Fortschritte sowohl beim Schlepper als auch von der Geräteseite her zu erfüllen: „Herunter mit den Totgewichten unserer Bodenbearbeitungsgeräte“, die ich schon seit Jahren immer wieder gestellt habe [7].

Als Zwischenlösung haben wir uns besonders für das Gitterrad eingesetzt [8]. Für die Zukunft lautet die Aufgabe, daß

dieselbe Arbeit, für die bisher ein relativ schwerer Schlepper notwendig war, jetzt mit einem so leichten Zuggerät ausgeführt werden kann, ohne daß eine nachteilige Bodendruckbeeinflussung eintritt.

Diese Möglichkeit ist theoretisch gegeben durch Auswertung und Kopplung mehrerer Entwicklungsvorrichtungen, die sich z. Z. sowohl von der Schlepper- als auch von der Geräteseite her abzeichnen:



Bild 14. Ungleichmäßig entwickeltes Haferfeld. Rechts: Saat auf gut krümelnder Frühjahrsfurche, links: Dieses Teilstück war im Winter trocken (grob-schollig) gepflügt, nur da, wo der Schlepper den Boden angedrückt hat, hat sich der Hafer besser entwickelt

- durch Vierradantrieb des Schleppers (Gewichtsverminderung),
- durch zweckmäßige größere Bereifung bei verringertem Luftdruck (Bodendruckminderung),
- durch Übergang vom rein gezogenen zum teilweise durch die Zapfwelle angetriebenen Gerät (Gewichtsverminderung),
- mit Hilfe des Hubgetriebes weitgehende Verwendung von Anbau-(Sattel-) an Stelle von Anhängergeräten (dadurch für schweren Zug mögliche Gewichtsbelastung).

Man muß sich dabei allerdings von der alten Anschauung trennen, daß ein Schlepper von einer bestimmten Motorleistung schon von Haus aus so schwer gebaut sein muß, um in jedem Fall die volle Zugleistung über die Triebäder übertragen zu können. Warum können wir aber nicht bei der Entwurfsplanung die nicht unerheblichen Gewichte, mit denen wir den Schlepper bei Bedarf ohne Schwierigkeiten zusätzlich belasten können oder sogar müssen, z. B. durch Anbaugeräte, erst einmal als Totlast weglassen?

Es ist allgemein bekannt, daß auf losem Acker durch Vierradantrieb bei demselben Schleppergewicht sich wesentlich höhere Zugkräfte übertragen lassen, eine Erfahrungstatsache, die aber bei den üblichen Testverfahren kaum oder gar nicht in Erscheinung tritt [9] und [10]. Als ein typisches Beispiel dafür sei die Zusatzprüfung des vierradangetriebenen „Unimog“ [11] angeführt, der bei der üblichen Gewichtszuladung bei Heckantrieb nicht im entferntesten das leistete, was durch eingeschalteten Allradantrieb bereits ohne Zuladung erzielt werden konnte, nämlich praktisch die Zugleistung zu verdoppeln (Tafel 3).

Tafel 3. Zughakenleistung des „Unimog“ bei verschiedenen Gewichten und Antrieben auf losem Acker (nach Marburg-Test bei 20% Schlupf)

| Antriebsart | Schleppergewicht | | | |
|---------------------|-------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
| | normal 1956 kg | rel. | mit Zusatz- gewicht 2836 kg | rel. |
| Heckantrieb | 480 kg | 100 (100) | 670 kg | 140 (100) |
| Allradantrieb | 1040 kg | 100 (210) | 1310 kg | 126 (195) |

Diesen erst auf dem Acker stärker hervortretenden Vorteil des Vierradantriebes konnten wir in einem Prinzipversuch mit Unterstützung des Ministeriums für Land- und Forstwirtschaft und der Firma Scheuch-Erfurt ebenfalls bestätigen. Durch zwei miteinander verbundene „Maulwurf“-Triebachsen erhielten wir ohne große Unkosten einen allradangetriebenen Schlepper, der praktisch dieselben Zugkräfte zu übertragen vermochte, wie der um 50% schwerere „Pionier“. Bisher hat der Schlepperkonstrukteur wegen des relativ geringen Vorteils des Vierradantriebes auf der Prüfbahn und wegen des erhöhten technischen Aufwandes demselben zurückhaltend gegenübergestanden. Auf Grund der bisher kaum berücksichtigten Anforderungen des Bodens ist es aber an der Zeit, daß diese Ansicht revidiert wird.

Eine weitere bisher noch nicht genügend ausgenutzte Möglichkeit zur Bodendruckminderung liegt in der zweckmäßigen Dimensionierung der Schlepperbereifung. Wohl aus preislichen Gründen wurden bisher die Schlepper jeweils nur mit der kleinsten Reifengröße bestückt, die gerade die entsprechende Radlast zu tragen vermochte. Erst neuerdings waren bei der Reifenwahl die dem Schlepper zugeordneten Aufgaben entscheidend, wie z. B. beim Geräteträger „Maulwurf“, wo man im Interesse der Pflegearbeiten in engen Reihenkulturen die

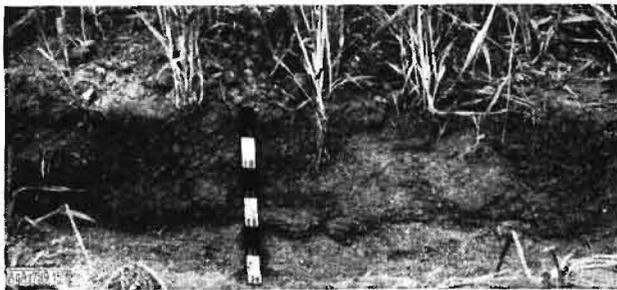


Bild 15. Druckwirkung (↑) der Schlepperspur

vom Bodendruck aus gesehene viel zu kleine Größe 7–36 wählte. Es wäre aber zu prüfen, ob nicht bei der Weiterentwicklung des „RS 09“ dafür die Reifengröße 8–36, notfalls mit konisch verlaufendem Profil, vorgesehen werden könnte. Entsprechend seines um etwa 30% größeren Luftvolumens gestalten sich bei diesem gleichzeitig die Bodendruckverhältnisse günstiger.



Bild 17. Maulwurf.
Rechts: Normalreifen 7–36 wühlt sich ein,
links: Die Übergroße 12,75–28 steht

Ähnliche Beziehungen bestehen zwischen dem bisherigen Standardreifen 12,75–28 und der neuen Normgröße 13–30, die beispielsweise bei dem kommenden 45-PS-Schlepper die Bodendruckverhältnisse durch das um etwa 20% größere Luftvolumen ebenfalls entsprechend verbessern könnte.

Es wäre ja auch denkbar, daß man einen Schlepper entsprechend seinem vorgesehenen Verwendungszweck wahlweise verschieden bereift, wie es bei dem „Belarus“, „Zetor“ und einigen westdeutschen Typen schon üblich ist. Nur müßte bei der Auswahl auch die Forderung nach einem möglichst geringen Bodendruck besonders berücksichtigt werden.

Außer der Reifengröße hat bekanntlich der Luftdruck im Reifen einen großen Einfluß auf die Auflagefläche des Reifens und damit auf den spezifischen Bodendruck. Bisher galt 0,8 atü



Bild 16. Durch den Schlepper zusammengedrückter Boden läßt sich schollenartig herauslösen

als untere Grenze, um ein schädliches „Wandern“ des Reifens auf der Felge mit seinen nachteiligen Folgen (Ventilausriß usw.) zu verhindern. Aus diesem Grunde brachte auch ein übergroßer Reifen kaum die erhofften Vorteile, da bei der geringen spezifischen Reifenbelastung die sonst bei höherem Schleppergewicht beobachtete Abplattung nicht eintrat.

Wenn man nun z. B. einen Reifen 12,75–28, der normal, bei 0,8 atü für eine Radlast von 1100 kg aufgebaut wird, nur mit etwa 600 kg belasten will, so kann derselbe wesentlich schwächer und bei billigerer Herstellung „weicher“ gehalten werden. Schließlich kann wegen der geringeren Radlast auch der Luftdruck unter 0,8 atü, in unserem Falle auf 0,5 atü, gesenkt werden, ehe die zulässige Abplattung eintritt. Durch eine kleine Änderung an der Felge erhielt der Reifen auch bei diesem niedrigen Luftdruck absolut festen Sitz. Wenn der wirksame Radius eingehalten und nicht unterschritten wird, dürfte auf losem Acker keine Reifenschädigung zu befürchten sein. Mit einem solchen Satz Reifen, der uns freundlicherweise besonders vom Gummiwerk Riesa zu Versuchszwecken gefertigt wurde, sank der Schlupf beim „Maulwurf“ gegenüber dem Standardreifen von 40 auf 11% auf lockerem Lehmboden (Bild 17 und 18). Das entspricht einer gesteigerten Flächenproduktivität von

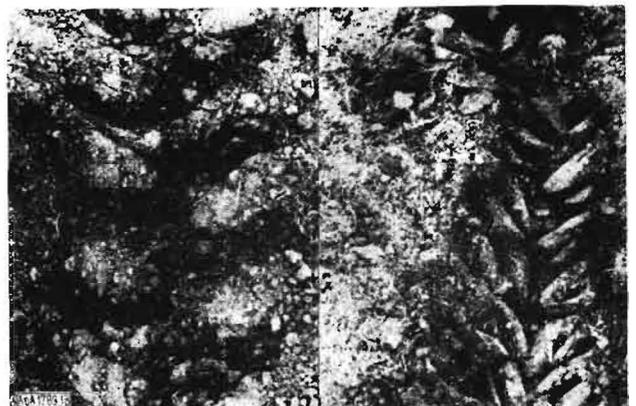


Bild 18. Rechts: Der starke Schlupf des Normalreifens ist an dem abgescherten Profileindruck erkennbar,
links: Reifen 12,75–28

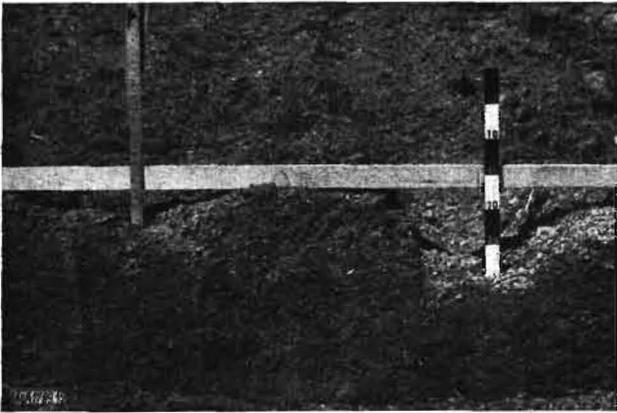


Bild 19. Der geringere Flächendruck des Reifens 12,75—28 (links) gegenüber 7—36 (rechts)

48%. Daneben konnte der Bodendruck bis auf einen belanglosen Wert herabgedrückt werden (Bild 19).

Inzwischen hat Bock [12] Untersuchungen veröffentlicht, wonach auf lockeren und nassen Ackerböden bei derselben Triebachslast größere Reifen in Verbindung mit einer Luftdruckabsenkung die Zugfähigkeit von Schleppern verbessern.

R. Preuschen [13] hat nachgewiesen, daß auf losem Acker, also z. B. bei den die Bodenstruktur entscheidend beeinflussenden Bestellarbeiten für die Zugkraftübertragung nicht das Eigengewicht des Schleppers entscheidend ist, sondern die Summe der im Eingriff befindlichen Flankenflächen des Reifenprofils, die dann im losen Boden bis zum jeweiligen Abscherwiderstand, d. h. im Bereich des „Dehnungsschlupfes“ eine „Zahnstangenwirkung“ ausüben (Bild 20), während auf fester Fahrbahn (Schlepperprüffeld!) nur der durch den Raddruck bzw. Schleppergewicht beeinflussbare Reibungswiderstand der Profiloberfläche für die Zugkraftübertragung in Frage kommt.

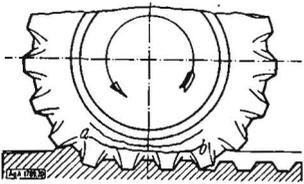


Bild 20. (Links) Die „Zahnstange“ eines gut profilierten Antriebsreifens im Ackerboden

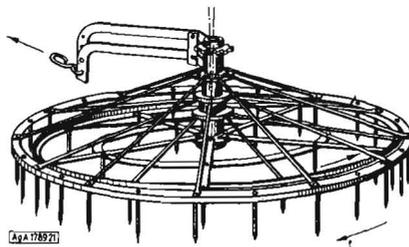


Bild 21. (Rechts); Doppelkreiselegge

Auf diesem skizzierten Wege wären durch Vierradantrieb nicht nur Schlepper mit geringerem Eigengewicht möglich, sondern durch optimal abgestimmte Reifen würde ein solcher Schlepper auch noch infolge größerer Auflagefläche dem Boden gegenüber relativ leichter werden. Dadurch wird von selbst die günstigste Zeitspanne für einen optimalen Auflockerungserfolg aller druckempfindlichen Böden wesentlich vergrößert, als Voraussetzung für eine verstärkte mechanische Bearbeitung solcher Böden.

Umgekehrt kann ein solcher Schlepper durch Wasserfüllung in die Reifen je nach deren Luftvolumen günstigstenfalls bis zu 900 kg zusätzlich belastet werden. Wenn dann noch ein Anbaupflug mit entsprechend vorverlegtem Zugangrißspunkt verwendet wird, ist der von Haus aus leichte Schlepper ohne weiteres durch diese beiden zusätzlichen Belastungsmöglichkeiten auch für die beim Pflügen auftretenden höheren Zugkräfte verwendbar, ohne bei ausgesprochen leichten Arbeiten dauernd ein hohes Eigengewicht mit dem dadurch erhöhten kraftstoffzehrenden Rollwiderstand nutzlos über den Acker wälzen zu müssen. Außerdem werden zukünftig durch die z. Z. in Erprobung befindliche „Kraftegge“ gegenüber den bisher mit dem Pflug gekoppelten Krümelwalzen weniger Kräfte über die

Räder übertragen, sondern schon von der Zapfwelle unmittelbar abgenommen werden können [14].

Für die Saatbettvorbereitung kann um so eher ein leichterer Schlepper eingesetzt werden, als sich von der Geräteseite her Möglichkeiten abzeichnen, zumindest teilweise von den rein gezogenen Geräten zu zapfwellenangetriebenen rotierenden oder schwingenden Formen zu kommen.

Die gute Arbeitsweise des Krümelkombinators ist allgemein bekannt. Es dürfte keine Schwierigkeiten bereiten, die Walzensterne mit einer etwas höheren Umfangsgeschwindigkeit anzutreiben, als sie der jeweiligen Vorwärtsgeschwindigkeit des Schleppers entspricht. Dabei ist selbstverständlich neben dem mechanischen Krümelersolg auch die Auswirkung auf das biologische Leben im Boden zu beachten, das unter keinen Umständen dadurch irgendwie benachteiligt werden darf.

Ein zu begutachtender Verbesserungsvorschlag entsprach im wesentlichen einer bereits vor etwa 20 Jahren von der früheren Firma Sack-Leipzig gebauten „Kreiselegge“ (Bild 21), bei der zwei verschieden große, horizontal entgegengesetzt geneigte und mit Eggenszinken versehene Ringe konzentrisch angeordnet sind. Beim Zug drehen sie sich dann gegenläufig, wodurch im Vergleich zur Normalegge ein längerer Kurvenweg der Zinken und damit eine intensivere Bodenbearbeitung erfolgt. Diesen für Gespannzug richtigen Gedankengang kann man unter Benutzung der Schlepperzapfwelle weiterentwickeln. Durch Strecken der beiden Ringe erhält man mit demselben Materialaufwand etwa die dreifache Arbeitsbreite. Bei einer gelenkigen Anordnung dieser Eggenszinken und gegenläufigem Antrieb derselben durch die Zapfwelle sind dann etwa nur 40% der Zugkräfte durch die Räder noch zu übertragen, gegenüber einem Satz normaler Eggen. Etwas Ähnliches ist bereits im Entwicklungsplan unserer Industrie enthalten.

Die Gegenüberstellung in der Tafel 4 zeigt auf, welche Gewichts- und Energieeinsparungen beim Schlepper und seinen Geräten zwischen „Gestern“ und „Morgen“ durch die vorher skizzierte Entwicklung möglich wären. Die Berechnung lehnt sich an ähnliche Untersuchungen von Prof. Jante [15] und Dr. Söhne [16] an. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde: in beiden Fällen dreifurchig mit 6 km/h einen Acker mit einem spezifischen Bodenwiderstand von 50 kg/dm² zu pflügen. Das ergibt einen Pflugwiderstand von (85 cm breit × 20 cm tief × 50 kg) 850 kg.

„Gestern“ benutzt dazu den „DZ 25“ mit 685 kg Eigengewicht. Sein Fahrwiderstand im Einsatz (erhöht durch die vertikale Bodenkraft) mit eisernen Pflugrädern errechnet sich zu 160 kg. Dazu kommt noch die Notzonegge mit etwa 250 kg Zugkraftbedarf. Aus der Summe (850 + 160 + 250) = 1260 kg Zughakenlast ergibt sich das dafür notwendige Schleppergewicht (Normalausführung mit Hinterradantrieb: 450 kg Zugkraft / 1000 kg Schleppergewicht) mit 2800 kg. Die notwendige Motorleistung aus Zugkraft und Fahrwiderstand des Schleppers beträgt (1260 + 280 × 6 km : 270) = 34,2 PS.

„Morgen“ wird man an Stelle des eisernen „DZ-25“-Anhängerpfluges den luftbereiften Sattelpflug verwenden, der auf die Zugmaschine an das Hubgetriebe „aufgesattelt“ wird. Der Wegfall der Vorderkarre bringt eine Materialeinsparung von 41%. Die Pfluglast ruht etwa zu 60% auf der Schlepperhinterachse und zu 40% auf dem Pflugspornrad. Infolge des geringeren Eigengewichtes und des luftbereiften Spornrades verringert sich der Fahrwiderstand des Sattelpfluges um 59%. Die an Stelle der Notzonegge benutzte Kraftegge mit demselben Gesamtleistungsbedarf benötigt nur etwa 40% = 100 kg als Zugkraft, während 60% = etwa 3,3 PS unmittelbar von der Zapfwelle abgenommen werden. Der gesamte Zugkraftbedarf beträgt also für „Morgen“ (850 + 65 + 100) = 1015 kg = 19% weniger. Ein vierradangetriebener Schlepper überträgt nach Prof. Jante je 1000 kg Eigengewicht 550 kg Zughakenlast. In unserem Falle müßte also ein solcher 1850 kg wiegen und wäre dann schon 34% leichter als der von „Gestern“.

Aus dem geringeren Eigengewicht von Sattelpflug und Schlepper und dem deshalb kleineren Fahrwiderstand ergibt

sich einschließlich der Zapfwellenleistung für die Kraftegge ein Gesamtbedarf von nur 30 PS, also 4,2 PS = 12% weniger gegenüber „Gestern“.

Ohne Berücksichtigung der Wendezeiten würden in unserem Beispiel in einer Stunde beide Schlepperausführungen 0,5 ha pflügen können. Dafür benötigt „Gestern“ mit seinem 4,2 PS höheren Leistungsbedarf rund 2 kg Treibstoff mehr je Hektar.

Das Gewicht des vierradangetriebenen Schleppers kann ohne Zugkraftverluste gegenüber dem „Gestern“ noch weiter verringert werden. Einmal geht sowieso die anteilige Last des Sattelpfluges ab (360 kg). Daneben würde die mögliche Reifenfüllung mit Wasser weitere 900 kg ausmachen. Unter Ausnutzung dieser an und für sich bekannten Maßnahmen würden für den Schlepper von „Morgen“ theoretisch schon 590 kg = 21%

des bisher notwendigen Gewichtes genügen, falls ... es überhaupt konstruktiv zu erreichen sein sollte. Das Gewicht von 1490 kg für den Schlepper „Morgen“ dürfte aber unter Ausnutzung aller heutigen konstruktiven Möglichkeiten zu erreichen sein.

Interessant ist nun noch ein Vergleich der Bodendruckverhältnisse zwischen „Gestern“ und „Morgen“ (Tafel 5). „Gestern“ verwendet den Reifen 11,25—24, der bei einem Luftvolumen statisch mit 6,7 kg/l (1/2 Achsgewicht: 150) belastet ist. Im dynamischen Zug erhöht sich dieses Gewicht noch um etwa 30% der Zughakenlast (400 kg), so daß sich die Literlast auf 7,6 kg erhöht. Die aus der Auflageellipse des Reifens errechnete Fläche von 1180 cm² ergibt statisch einen Bodendruck von 0,79 kg/cm² und im Zug von 0,96 kg/cm².

Tafel 5

| | „Gestern“ | „Morgen“ |
|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Hinterachsgewicht ... | 1870 kg (2270) | 1000 kg |
| Reifen ... | 11,25—24 | 13—30 |
| Wirksamer Radius ... | 525 mm | 650 mm |
| Reifenbreite ... | 301 mm | 365 mm |
| Luftvolumen ... | 150 l | 270 l + 80% |
| Literlast ... | 6,7 (7,6 kg/l) | 1,9 kg/l - 72% |
| Auflagefläche ... | 1180 cm ² | 1590 cm ² + 35% |
| Bodendruck ... | 0,79 (0,96 kg/cm ²) | 0,31 kg/cm ² - 61% |

„Morgen“ mit nur 1000 kg Hinterachslast verwendet den neuen Normreifen 13—30, dessen Luftvolumen gegenüber 11,25—24 um 80% größer ist. Daraus ergibt sich nur eine ganz niedrige Literbelastung, die wiederum erlaubt, ohne Schaden für den Reifen mit ganz geringem Luftdruck auf dem Acker zu fahren. Die um 35% größere Auflageellipse ergibt rechnerisch nur noch einen Bodendruck von 0,31 kg/cm². Eine solche Schlepperbauweise kann in Verbindung mit zweckmäßiger Bereifung druckmäßig also sogar günstiger als die bisherigen Raupenlaufwerke mit etwa 0,4 kg/cm² liegen. Schließlich ist der Fahrwiderstand des leichteren Schleppers um 47% geringer, was je Betriebsstunde auf dem Acker etwa 0,7 kg Treibstoff einspart.

Zusammenfassung

Es wurde gezeigt, daß mit unseren jetzigen Schleppertypen verstärkt die Gefahr besteht, daß bei erhöhter Bodenfeuchtigkeit Strukturschäden ausgelöst werden, wodurch die optimale Einsatzmöglichkeit der Schlepper stark eingeengt wird. Er-

Tafel 4

| „Gestern“ | „Morgen“ |
|--|--|
| Gewicht des Anhängerpfluges „DZ 25“, dreifurchig ... = 685 kg | Sattelpflug, dreifurchig ... = 400 kg - 41% |
| Dazu Vertikalbodenkraft für drei Körper ... = 200 kg | = 200 kg |
| Gesamtlast auf drei Pflugeräder verteilt ... = 885 kg | Gesamtlast ... = 600 kg |
| | Davon auf Schlepperhinterachse 60% ... = 360 kg |
| | auf Pflugsponnrad (luftbereift) 40% .. = 240 kg |
| | Fahrwiderstand |
| | Anteil Schlepperhinterachse 0,10 x 360 . = 36 kg |
| | Anteil Sponnrad (luftbereift) 0,12 x 240 = 29 kg |
| Fahrwiderstand des Pfluges 0,18 x 885 ... = 160 kg | Gesamtfahrwiderstand des Pfluges ... = 65 kg - 59% |
| Pflugwiderstand (85 cm breit x 20 cm tief x 50 kg/dm ²) ... = 850 kg | = 850 kg |
| Notzönengege ... = 250 kg | |
| Gesamtzughakenlast ... = 1260 kg | Kraftegge, 40% von 250 ... = 100 kg |
| | = 105 kg - 19% |
| Fahrwiderstand des Schleppers 0,10 x 2800 ... = 280 kg | Fahrwiderstand des Schleppers 0,10 x 1850 = 185 kg |
| = 1540 kg | = 1200 kg |
| Notwendiges Schleppergewicht bei Heckantrieb (450 kg Dauerzugkraft/1000 kg Schleppergewicht) ... = 2800 kg | Notwendiges Schleppergewicht, Vierradantrieb (550 kg Dauerzugkraft / 1000 kg Schleppergewicht) ... = 1850 kg - 34% |
| | Notwendige Motorleistung bei 6 km/h (1200 x 6 : 270) ... = 26,7 PS |
| | + 60% Zapfwellenleistung für die Kraftegge ... = 3,3 PS |
| Notwendige Motorleistung bei 6 km/h (1540 x 6 : 270) ... = 34,2 PS | Gesamtmotorleistung ... = 30,0 PS - 12% |
| Treibstoffbedarf je ha ... = 17,1 kg | = 15,0 kg - 12% |
| | Notwendiges Schleppergewicht im schweren Zug ... = 1850 kg |
| | Davon ab |
| | Anteil Sattelpflug ... = 360 kg |
| | Wasserfüllung der Reifen ... = 900 kg |
| Normalschlepper ... = 2800 kg | Vierradantrieb ... = 590 kg - 79% |

tragsausfälle und erschwerte Nachbearbeitung sind dann Folgerescheinungen.

Um die Gefahrgrenze weitgehend zu verringern, wurde rechnerisch untersucht, inwieweit durch gekoppelte Anwendung heute bereits bekannter Möglichkeiten bei der Schlepper- und Geräteentwicklung ein ackergerechter Allzweckschlepper geschaffen werden kann. Wie das Beispiel zeigt, kann ein zweckmäßig bereifter vierradangetriebener Schlepper bei der Saattbettvorbereitung unter Benutzung von teilweise zapfwellenangetriebenen Geräten so leicht sein, daß kaum die schädliche Pressungsdruckgrenze erreicht werden kann. Umgekehrt wird derselbe Schlepper durch aufgesattelte Geräte und evtl. Zusatzbelastung auch für schwere Zugarbeiten geeignet.

Diese Entwicklungsrichtung würde also nicht nur für die vorgesehene Intensivierung der mechanischen Bodenbearbeitung große Vorteile durch Vermeidung des schädlichen Pressungsdrucks bzw. durch Verbreiterung des optimalen Bearbeitungsspielraumes bringen, wodurch der Einsatz der Geräte von der Witterung wesentlich unabhängiger und die termingerechte Planerfüllung der MTS erleichtert würde, sondern darüber hinaus volkswirtschaftlich erhebliche Einsparungen an Material und Treibstoff ermöglichen.

Literaturnachweis

- [1] Söhne, W.: Die Verformbarkeit des Ackerbodens - Grundlagen der Landtechnik Heft 3.
- [2] Bachtin, P. U.: Die physikalische Bodenreife und die Geschwindigkeit beim Pflügen - Sowj. Bodenkunde Nr. 5/52.
- [3] Lwow, E. D.: Die Schleppertheorie - Maschgis 1946.
- [4/5] Söhne, W.: Das mechanische Verhalten des Ackerbodens bei Belastungen - Grundlagen der Landtechnik Heft 1.
- [6] Garkuscha, J. F.: Bodenkunde - Deutscher Bauernverlag.
- [7] Domsch, M.: Allradschlepper wirklich nur Modesache? - Deutsche Bauerntechnik Heft 4/50.
- [8] Domsch, M.: Versuche mit Gitterrädern - Deutsche Agrartechnik Heft 1/1953.
- [9] Meyer, H.: Beiträge zur Beurteilung von Schlepperbauarten. - Berichte über Landtechnik Heft 3 (KTL).
- [10] Preuschen, G.: Die Technik im landwirtschaftl. Betrieb - Verlag Ulmer, Stuttgart.
- [11] Marburg-Schleppertest Nr. 10.
- [12] Bock, G.: Feldversuche über die Zugfähigkeit von Schleppern - Grundlagen der Landtechnik Heft 5.
- [13] Preuschen, R.: Welehes ist der richtige Triebtradreifen am Schlepper? - Schlepperjahrbuch 1951/52. Verlag Neureuter, Wolftrathshausen.
- [14] Ruszkowski: Pendelegen - Deutsche Agrartechnik Heft 5 (1953).
- [15] Jante, A.: Zur Entwurfsplanung von Ackerschleppern - Deutsche Agrartechnik Heft 11/51.
- [16] Söhne, W.: Der Aufsattelpflug als Zwischenlösung zwischen Anhäng- und Anbaupflug - Grundlagen der Landtechnik Heft 4. A 1789