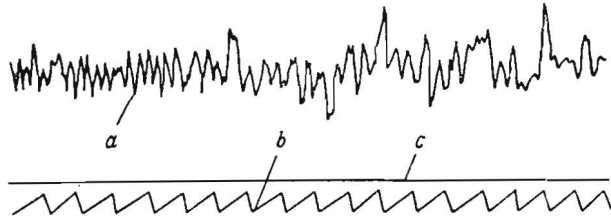


entsteht. Für je 100 kg Zunahme der Zugkraft ergibt sich eine Druckerhöhung von 1,5 at. Die Membran selbst braucht infolge der allseitigen Begrenzung keinerlei Kräfte aufzunehmen, sondern hat lediglich die Aufgabe, die Füllflüssigkeit gegen die Atmosphäre abzudichten. Die Längsbewegung des Zugbolzens ist auf 3 mm begrenzt, um die Membran nicht überzubelasten.

Der Zugbolzen wurde an zwei Stellen, d. h. vor und hinter der Gummimembran gelagert, um ein Verkanten oder Verklemmen auszuschließen und trotzdem eine gute Führung zu erreichen. Aus diesem Grunde wurde auch der Abstand der beiden Lagerstellen so groß wie möglich gehalten. Um auch die Reibung auf ein Mindestmaß zu beschränken, wurde eine Art Kugellagerung gewählt. Der innere und der äußere Lagering sind in diesem Falle allerdings als einfache, glatte Buchsen



**Bild 3.** Ausschnitt aus einem Diagramm über den Zugkraftbedarf des Grubbers RSK 13 mit angehängter dreiteiliger Egge. Die Aufzeichnung erfolgte in Verbindung mit dem Schreibgerät K-4. Die Untersuchungen wurden auf schwerem Boden durchgeführt, Zugmittel KS 30. a Zugkraft, b Zeitmarke, c Nulllinie

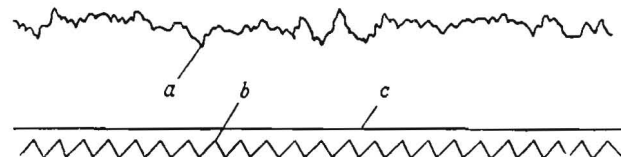
ausgebildet, sie besitzen keine Laufrille für die Kugeln. Der Käfig wird durch mehrere weiche Schraubenfedern stets senkrecht zur Bolzenachse in der Mitte der beiden Lagering gehalten. Bei Zugeinwirkung, bei einer Längsbewegung des Bolzens also, verschieben sich auch die beiden Lagering gegeneinander, d. h., sie rollen auf den Kugeln des beweglichen Käfigs ab. Die maximal mögliche Verschiebung beträgt 3 mm und ist dann durch Anschlag begrenzt. Durch die Rollbewegung der

Kugeln ist dieser Vorgang praktisch wartungs- und verschleißfrei. Das Eindringen von Schmutz- und Staubteilchen in die Lagerstellen wird durch Dichtungsringe aus Gummi verhindert.

Der Zugkraftmesser wird mit drei Schrauben an der Zugschiene des Schleppers befestigt. Durch die beiden Langlöcher ist eine Anpassung an die unterschiedlichen Lochabstände der Zugschienen der verschiedenen Schleppertypen möglich.

#### Bisherige Ergebnisse

Das Gerät hat sich in einer über ein Jahr erstreckenden praktischen Erprobung bestens bewährt. Schäden irgendwelcher Art sind in diesem Zeitraum nicht aufgetreten. Durch das Fehlen von Kolben und Zylindern treten keinerlei Leckverluste mit ihren nachteiligen Folgen auf. Es kann dadurch



**Bild 4.** Ausschnitt aus einem Diagramm über den Zugkraftbedarf von drei gekoppelten Kettendüngerstreuern mit je 2,5 m Arbeitsbreite. Die Aufzeichnungen erfolgten in Verbindung mit dem Schreibgerät K-4. Die Untersuchungen fanden auf abgeschleppter Ackerfurche statt, Zugmittel RS 01. a Zugkraft, b Zeitmarke, c Nulllinie

einfach bedient und gewartet werden, so daß auch angelegerte Kräfte damit umgehen können. Auf Grund dieser Vorteile soll der Zugkraftmesser zusammen mit dem Schreibgerät in den Prüfgruppen der MTS eingeführt werden. Zwei Diagramm-Schreibproben zeigen Bild 3 und 4.

Technische Daten: Meßbereich: 0 bis 3000 kg, Fehler:  $\pm 1\%$ . Länge: 300 mm, Breite: 320 mm, Durchmesser: 135 mm; Gewicht: 10,5 kg. A 3279

Staatl. gepr. Landw. G. CURDT\*)

## Die Abhängigkeit der mechanischen Bodenverdichtung von der Dauer der Druckeinwirkung

Während der letzten Jahre brachte die „Deutsche Agrartechnik“ zahlreiche Abhandlungen von Untersuchungen über den Bodendruck der Schlepper und Landmaschinen, die dadurch hervorgerufenen Veränderungen der Bodenstruktur und über technische Möglichkeiten für eine strukturschonende Bodenbearbeitung [1], [2], [3], [4]. Immer wieder wurden in diesen Aufsätzen zwei wesentliche Faktoren erwähnt, die das Zusammenspiel zwischen der Landmaschine und dem Boden beeinflussen:

1. Der Bodenzustand, bei dem der Acker mit Schleppern und Landmaschinen befahren wird und
2. der spezifische Bodendruck unter den Schlepper- und Maschinenlaufwerken, der das Ausmaß der von der Maschine auf den Boden ausgeübten Druckspannungen charakterisiert.

Durch das vielfältige Zusammenwirken dieser Faktoren wird der fördernde oder schädigende Einfluß der Schlepper- und Gerätespuren auf die Ertragsfähigkeit der Ackerböden bedingt. Der technologische Vorgang und das mechanische Bodenverhalten unter Schlepper- und Landmaschinenlaufwerken ist aus der Wirkung von Druckspannungen auf das Gefüge des

Bodens zu erklären, wodurch dieser nach TERZAGHI [5] zu einem spannungsfähigen Körper wird, dessen Verhalten den Gesetzen der Bodenmechanik unterworfen ist. Vermöge seiner unterschiedlichen Festigkeit setzt der Boden den einwirkenden Druckspannungen mehr oder minder großen Widerstand entgegen, bzw. er wird nach dessen Überwindung verformt. SOEJINE [6] weist darauf hin, daß sich der Ackerboden in seinem Verhalten gegenüber Belastungen nicht dem HOOK'schen Gesetz unterordnet, d. h. seine Verformungen sind nicht den auf ihn einwirkenden Druckspannungen proportional.

Die Verformbarkeit der Ackerböden wird praktisch in Form der Schlepper- und Gerätespuren sichtbar und als Bodenverdichtung pflanzenphysiologisch und energetisch wirksam. Die zwischen dem spezifischen Bodendruck der Landmaschinen und dem Bodenzustand bestehenden Relationen drücken sich im unterschiedlichen Grad der Verfestigung des Bodens aus. Viele Erkenntnisse der Bodenmechanik konnten zur Klärung bodentechnologischer Probleme nutzbringende Verwendung finden. Es ist daher verständlich, daß sich die Landtechniker auch beim Studium des Bodenverhaltens unter Landmaschinenrädern dieser Erkenntnisse bedienen.

In der Bodenmechanik erfolgt die Darstellung der unter Druckeinwirkung hervorgerufenen Bodenverfestigung

\*) Institut für landwirtschaftliches Versuchs- und Untersuchungswesen Jena (Direktor: Prof. F. KERTSCHER).

- a) durch die Verminderung der Bodenhöhe als Folge der Belastung bzw. durch das Setzen des Bodens unter verschiedener Flächenbelastung;
- b) durch die Porenvolumenverminderung infolge der Auflast bzw. durch die Differenz der Porenziffern vor und nach der Belastung des Bodens.

Als Kennwert für den Verfestigungszustand im Boden dient der „Verdichtungsgrad“ wie er durch verschieden hohe Auflasten im Boden herbeigeführt wird. Er errechnet sich nach der Formel

$$VG = \frac{PV_o - PV_x}{PV_o} \quad (1)$$

In graphischen Darstellungen wird der unter Druck im Boden erzeugte Verdichtungsgrad als Funktion der dazu erforderlichen Druckspannungen aufgetragen. Diese Darstellungsform gestattet es uns, in viele bodentechnologische Vorgänge Einblick zu nehmen und auch die Abhängigkeit der mechanischen Bodenverdichtungen von der zeitlichen Dauer der Druckeinwirkung aufzuzeigen.

Als vor einigen Jahren GLIEMEROTH [7] von seinen Versuchen über Verfestigungs- und Verlagerungsvorgänge im Ackerboden unter Rad- und Raupenschleppern berichtete, belegte er die Abhängigkeit der Bodenverformungen unter den Schlepperlaufwerken von der Dauer der Flächenbelastung des Bodens. Grundlegende bodenmechanische Studien bestätigen die Richtigkeit seiner Beobachtungen.

Aufbauend auf den Erfahrungen der bereits zitierten Arbeiten und der Veröffentlichungen aus der Baugrundforschung [8], [9] untersuchte der Verfasser in umfangreichen Laborversuchen das mechanische Verhalten der Ackerböden unter-

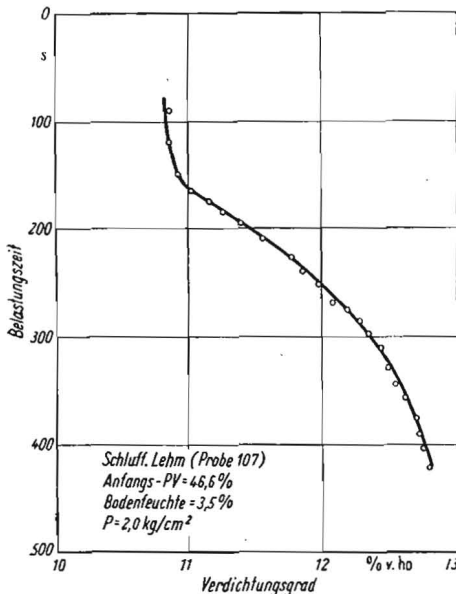


Bild 1. Die Bodenverdichtung als Funktion der Belastungsdauer bei gleichbleibender Lasthöhe

schiedlicher Feuchtigkeit und Ausgangsstruktur bei verschiedenen Belastungen. Auch dabei ergab sich die Abhängigkeit der Bodenverdichtung vom Bodenzustand, der spezifischen Flächenbelastung und endlich auch der Belastungsdauer. Als Beispiel für viele sollen die für einen Lehmboden unter gleichbleibender Flächenlast von 2,0 kg/cm<sup>2</sup> gefundenen Ergebnisse dienen, die in Bild 1 wiedergegeben werden. Auf die praktischen Probleme übertragen heißt das: ein Boden wird um so stärker verdichtet, je länger eine gleichbleibende Druckspannung auf ihn einwirkt bzw. je langsamer ein bodenverdichtendes Fahrzeug über ihn fährt. Diese Erkenntnis findet beim Walzen des Ackerbodens ihre praktische Nutzanwendung. Dabei wird der Arbeitserfolg, d. h. die Bodenverfestigung unter der Walze um so intensiver, je geringer deren Fahrgeschwindigkeit über den Acker ist.

ATTWOOD [10] konnte diesen Effekt messen (Bild 2).

GLIEMEROTH [7] stellte in der bereits zitierten Arbeit fest, daß die Dauer der Bodenbelastung durch das Laufwerk bei Rad- und Kettenschleppern unterschiedlich ist. Er hat für die beiden Schlepperbauformen folgende Belastungszeiten des Bodens gemessen:

	Radschlepper		Kettenschlepper	
	abs.	rel.	abs.	rel.
Gesamtpressungszeit	0,95 s	100	3,5 s	368
Hauptpressungszeit	0,35 s	100	1,3 s	361

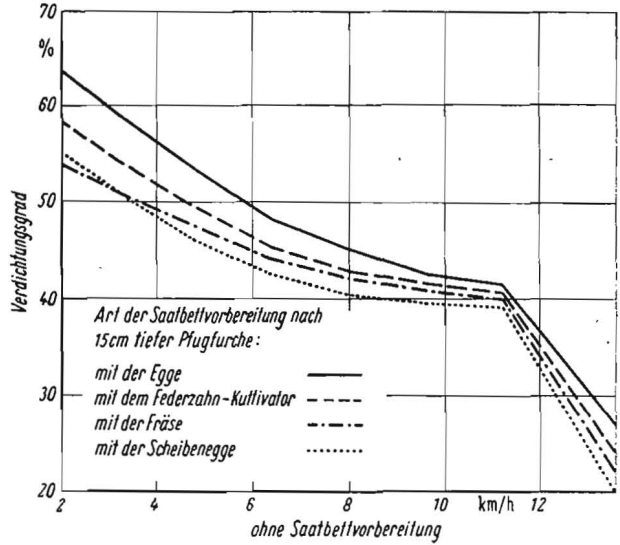


Bild 2. Der Verdichtungsgrad des Bodens als Funktion der Fahrgeschwindigkeit einer Walze und der Art der Saatbettvorbereitung (nach P. R. ATTWOOD). Walzengewicht 360 kg/m, Walzendurchmesser 76 cm.

GLIEMEROTH schlußfolgert daraus, „daß die endgültige Verdichtung unter der Laufkette nicht allein vom spezifischen Bodendruck in kg/cm<sup>2</sup> abhängt, sondern auch von der Dauer der Druckeinwirkung. Damit ließen sich die wider Erwarten doch erheblichen Bodenverdichtungen unter dem Kettenschlepper erklären...“ Versuchsergebnisse des Verfassers konnten die vorstehenden Aussagen in gewissem Maße bestätigen. Bei der Versuchsanstellung waren zwei verschieden feuchte Ackerparzellen mit mehreren Laufwerkvariationen der Schlep-

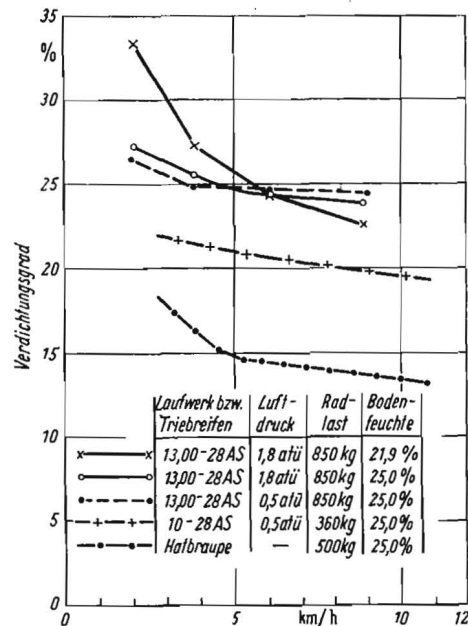


Bild 3. Der Verdichtungsgrad des Ackerbodens (Lehm, 2 bis 7 cm Tiefe) als Funktion der Fahrgeschwindigkeit des Ackerschleppers mit unterschiedlicher Laufwerkbestückung

per und unterschiedlicher Geschwindigkeit überfahren worden. In den Spurbereichen entnommene Stechzylinderproben ergaben gegenüber der unbefahrenen Fläche verschiedenartige und in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit stehende Porenvolumenverminderungen, die, ausgedrückt durch den Verdichtungsgrad, der jeweiligen Fahrgeschwindigkeit wie folgt gegenüberstehen (Bild 3).

Auch hieraus ergibt sich wiederum eine reziproke Relation zwischen der Bodenverdichtung und der Dauer gleichbleibender Flächenbelastung. Zur endgültigen Klärung dieser Zusammenhänge sind weitere bodenmechanische Studien erforderlich. Zu ihnen müßten ergänzende Versuche über die Beziehungen zwischen dem Verdichtungsgrad des Bodens, dem Witterungsablauf und den Pflanzenerträgen treten, wie sie für die Getreidearten von uns bereits eingeleitet wurden. Ein tieferer Einblick in die Verformungsvorgänge des Ackerbodens dürfte auch weitere Kenntnisse über die zweckmäßige Gestaltung der Schlepperlaufwerke vermitteln. Vielleicht wird es dadurch möglich, den ackerbaulichen Wert der Rad- und Kettenschlepper und unserer Bodenbearbeitungsmaßnahmen klarer zu erkennen und den Weg zu zweckmäßigeren Schlepper-

bauformen und ökonomischeren Bodenbearbeitungsmethoden zu finden.

#### Literatur

- [1] DOMSCH, M.: Forderungen des Ackerbodens an Schleppergewichte und Schlepperreifen. Deutsche Agrartechnik, Berlin (1954) H. 12, S. 345 bis 351.
- [2] DOMSCH, M.: Forderungen an Schlepper und Bodenbearbeitungsgeräte im Hinblick auf strukturschonende Bodenbearbeitung. Deutsche Agrartechnik, Berlin (1956), H. 4, S. 150 bis 153.
- [3] FRÖHLICH, H.: Beachtet den Einsatz von Gitterrädern in der Frühjahrsbestellung. Deutsche Agrartechnik, Berlin (1955), H. 3, S. 93.
- [4] PÖHLS, E., und GROTHE, H. J.: Der Scheiben-Radspurlockerer — ein Gerät zur Milderung der nachteiligen Folgen des Schlepperrad-druckes. Deutsche Agrartechnik, Berlin (1955), H. 2, S. 72 bis 73.
- [5] TERZAGHI, K. v.: Theoretische Bodenmechanik. Berlin 1954.
- [6] SOEHNE, W.: Die Verformbarkeit des Ackerbodens. Grundlagen der Landtechnik, Düsseldorf (1952) H. 3, S. 51 bis 60.
- [7] GLIEMEROTH, G.: Untersuchungen über Verfestigungsvorgänge und Verlagerungsvorgänge im Ackerboden unter Rad- und Raupenschleppern. Ztschr. f. Acker- und Pflanzenbau, Berlin (1953) Bd. 95, S. 219 bis 234.
- [8] KÖGLER, F., und SCHEIDIG, A.: Baugrund und Bauwerk. 5. Aufl. Berlin 1947.
- [9] LOMTADSE, W. D.: Bodenphysikalisches Praktikum. 1. Aufl., Berlin 1955.
- [10] ATTWOOD, P. R.: Some effects of speed on the efficiency of rolling. Journal of Agricultural Engineering Research, Silsoe, Vol. 2 (1957), S. 217 bis 221.]

Dipl.-Ing. G. REUMSCHÜSSEL\*)

## Trocknung von Getreide in der Praxis

*Das Problem der schnellen und schonenden Trocknung von Mähreschergetreide beschäftigt unsere Landwirtschaft, seitdem Mährescher verwendet werden. Je größer die Anzahl der verfügbaren Mährescher wird, um so dringlicher wird die Lösung dieser Frage, weil große Mengen feuchten Getreides zu ihrer Trocknung einen Aufwand an mechanischer Arbeit erfordern, zu dem die vorhandenen technischen Einrichtungen oftmals in keinem Verhältnis stehen. Um diese unzureichende Kapazität der vorhandenen Trocknungsanlagen nicht noch durch Außerachtlassung bestehender Gesetzmäßigkeiten weiter einzuzengen, gibt der Autor des folgenden Beitrages Hinweise zur Praxis der Getreidetrocknung und behandelt dabei gleichzeitig die wichtigsten bei uns im Gebrauch stehenden Trocknungsanlagen.*  
Die Redaktion

Der zunehmende Einsatz von Mähreschern hat zur Folge, daß immer mehr Trocknungsanlagen verwendet werden müssen. Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigten, daß Getreide mit einer Kornfeuchtigkeit von 25% und mehr geerntet werden mußte.

Zunächst ist es wichtig zu wissen, ob Futter-, Kousun- oder Saatgetreide getrocknet werden soll.

Je feuchter ein Getreide ist, um so schonender muß es behandelt werden, um so höher werden die Trocknungskosten und um so geringer wird die Stundenleistung der Trockner, da ja mehr Wasser verdunstet werden muß. Die Beschädigungsgefahr ist ebenfalls größer. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Lagerungs- bzw. Trocknungstemperatur. Die folgenden Diagramme sollen diese Darlegungen verdeutlichen. In Bild 1 ist die Gleichgewichtskurve für die Getreidefeuchtigkeit in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit aufgetragen. Man sieht, wie sich der Wassergehalt des Getreides durch die Luftfeuchtigkeit regeln läßt. Dieses Diagramm gilt auch für lagerfähiges Getreide, das mit sehr feuchter Luft belüftet wird. Die Körner nehmen dann den Wassergehalt laut Bild 1 an.

Die Getreidehöchsttemperatur bei der Trocknung als Funktion der Ausgangsfeuchtigkeit veranschaulicht Bild 2. Mit zunehmendem Wassergehalt müssen die Körner mit niedrigen Temperaturen getrocknet werden, um keine Trocknungsschäden zu erhalten. Das Trocknen von Saatgetreide verlangt

besondere Aufmerksamkeit, da die Keimfähigkeit stark von der Körnerfeuchtigkeit und der Trocknungstemperatur (höchstens 45° C) abhängt. Auf Bild 3 erkennt man den steilen Abfall der Keimfähigkeit beim Überschreiten der kritischen Trocknungstemperatur. Ferner ist in Abhängigkeit der Feuchtigkeit deutlich das Sinken der kritischen Trocknungstemperatur zu ersehen.

Welche Bedeutung Lagertemperatur und Getreidefeuchtigkeit für die Keimschnelligkeit haben, zeigen Bild 4 und 5. Bei konstanter Lagertemperatur verdirbt das Getreide um so schneller, je feuchter die Körner sind. Das erste Auftreten von Schimmel und das damit verbundene Sinken der Keimschnelligkeit ist deutlich aus Bild 4 zu ersehen. Bei gleicher Feuchtigkeit sinkt die Keimschnelligkeit mit steigenden Lagertemperaturen (Bild 5), das Getreide wird ebenfalls durch Schimmelbildung verdorben.

Bild 6 zeigt die maximale Lagerzeit von Roggen bei den verschiedenen Lagertemperaturen in Abhängigkeit der Ausgangsfeuchtigkeit. Je niedriger die Lagertemperaturen und je niedriger die Körnerfeuchtigkeit sind, um so länger kann man das Getreide ohne Schaden speichern. Wird beispielsweise Getreide von 20% Feuchtigkeit geerntet, so treten bei 20° C Lagertemperatur bereits nach etwa acht Tagen die ersten Schäden auf, während bei gleichem Wassergehalt und 5° C etwa 40 Tage ohne Wertminderung gelagert werden kann. Fällt noch feuchteres Getreide an, so ist eine sofortige Belüftung oder Trocknung unerläßlich.

\*) Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim, Zweigstelle Dresden, der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. S. ROSEGGER).