

Zum Thema Raddruck in der Zuckerrübenvollernte

Bayrische Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München

Grundsätzlich roden Bunkerköpfröder aus der Gare, das heißt, Köpfen und Roden folgen unmittelbar nacheinander. Die Schatten-gare wird damit dem Rodevorgang dienstbar gemacht. Bei den Verfahren der Vollernte mit Bunkern besteht allerdings insofern im System ein Unterschied, als die Räder von Zugmaschine und Roder entweder außerhalb der Rübenreihen oder zwischen zwei Rübenreihen laufen können. Vor- und Nachteile beider Systeme werden viel diskutiert und geben oft den Ausschlag bei der Wahl des Rodertyps.

Als die bessere Lösung wird das Fahren außerhalb der Rübenreihen betrachtet, und zwar deshalb, weil angenommen wird, daß der Raddruck im schlimmsten Fall die eine angrenzende Rübenreihe treffen kann. Wenn die Räder innerhalb der Rübenreihen laufen, dann wird vielfach der Raddruck als hemmend für den Ablauf des Rodevorgangs betrachtet. Die Anschauungen zu den Verfahren des Rübenrodens bildeten sich rein gefühlsmäßig unter dem optischen Eindruck der zwischen den Rübenreihen verlaufenden Spuren.

Untersuchungsmethode

Um ermitteln zu können, inwieweit der Raddruck Einfluß auf das Roden nimmt, ist es notwendig, den Verlauf der Drucklinien unter einem belasteten Rad zu kennen. SÖHNE [1] kam auf Grund von Berechnungen zu dem Schluß, daß die Drucklinien unter einem Schlepperrad sich zunächst nach außen verlagern und sich dann wieder verengen, so daß sich etwa die Form einer langen Zwiebel ergibt. Wesentlich ist nun die Frage, ob die Druckzwiebel den Rübenkörper erreicht.

Zur Klärung dieser Frage wurden Feldversuche nach zwei Methoden angelegt. Es ist schwierig, durch Messungen mit Stechzylindern, Bodensonden oder Durchlüftungsmessern Bodenverformungen durch Räder im Acker abzutasten und abzugrenzen. Es wurden deshalb Methoden gewählt, die gestatten, Druckverformungen optisch sichtbar zu machen und zeichnerisch sowie fotografisch zu erfassen.

Die eine Methode besteht darin, daß innerhalb der Rübenreihen aufgegraben und eine glatte Profilwand abgestochen wurde. In die Profilwand wurden in Abständen von drei Zentimetern zwei Zentimeter breite Plastikfolien eingedrückt. Anschließend wurde zugegraben mit dem Bemühen, die ursprüngliche Struktur möglichst wieder herzustellen. Bei dieser Methodik bleibt im Bereich der Folien die natürliche Struktur erhalten.

Beim zweiten Verfahren wurden innerhalb der Reihen in größerer Länge Schichten von Kalk in den Boden eingelegt. Beide Untersuchungsverfahren wurden in Wiederholungen auf degradiertem Lößlehm durchgeführt.

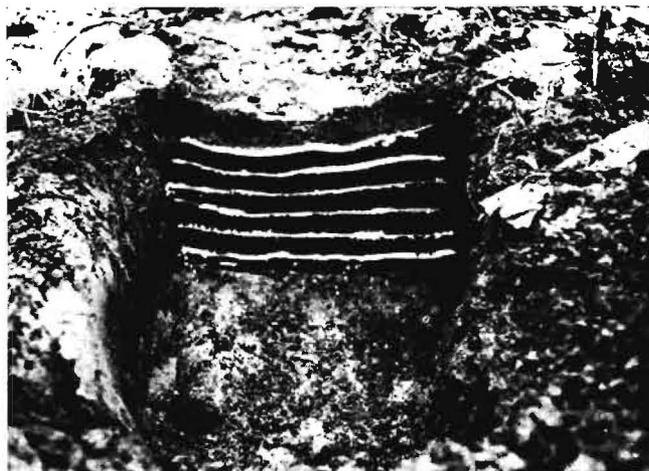


Bild 1: Bodenverformung unter der Spur, an eingelegten Folien sichtbar gemacht

Bei einer Bodenfeuchtigkeit von 22 Gewichtsprozent (33 Vol.-%), die bereits über dem Optimum liegt, fuhr ein Schlepper mit einem Gewicht von 1600 kg (27 PS) und einer Bereifung von 8—36 beziehungsweise 5,50—16 zweimal durch die Rübenreihen. Es ist nicht möglich, mit dem Aggregat Schlepper und Roder durch die Reihen zu fahren, weil dann die Plastikfolien oder die Kalkschichten zerstört würden. Nachdem jedoch auf die Radspur 3200 kg

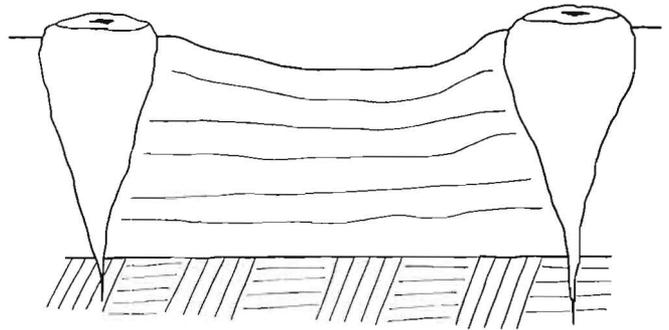


Bild 2: Unterschiedlich starke Pressung in der Ackerkrume, auf dem Felde aufgenommen

einwirkten und die Achsdrücke von Schlepper und Roder annähernd in diesem Größenverhältnis liegen, wurden mit dieser Versuchsanstellung die Bedingungen, wie sie beim Roden gegeben sind, erfaßt. Wie bereits früher festzustellen war [2], wird eine bereits zweimal überfahrene Radspur bei nochmaligem Überfahren nicht mehr weiter verdichtet.

Ergebnisse

In Bild 1 ist das Ergebnis einer Untersuchung nach der Folienmethode wiedergegeben, das als typisch gelten darf. Die Folien wurden zur besseren Kenntlichmachung nach dem Aufgraben mit Silberbronze gestrichen. Der Schlepper ist nicht genau in der Mitte, sondern etwas seitlich gefahren. Wie bereits nachgewiesen [2], ist nun deutlich zu sehen, daß der größte Druck in den oberen Zentimetern liegt. Die ersten Folien sind stark nach unten verschoben, während die letzten Folien kaum noch vom Raddruck erfaßt wurden. Die Zwiebelform ist erkennbar, sie ist jedoch nur wenig ausgeprägt. Der Raddruck reicht nicht an den Rübenkörper heran. Eine vom Profil abgenommene Zeichnung (Bild 2) bestätigt die gleichen Verhältnisse.

Aus der Untersuchung mit der Kalkschichtmethode ergeben sich dieselben Feststellungen wie bei der Folienmethode. Auch hier liegt die größte Pressung oben. Die unteren Schichten wurden kaum noch nach abwärts gedrückt (Bild 3).



Bild 3: Bodenverformung unter der Spur, mit Kalkschichten sichtbar gemacht

Theoretische Überlegungen

Betrachtet man das belastete Rad als Fundament, so kann nach der im Hochbau verwendeten Formel [3] der Verlauf der Radpressung berechnet werden. Der Grad der Pressung hängt ab von der Länge und Breite des Fundamentes sowie von seinem Gewicht. Der Winkel φ wird hauptsächlich von der Bodenart bestimmt, er beträgt bei dem Lehmboden des untersuchten Standortes etwa 40 Grad. Um den Bereich des größten Drucks kann ein Kreis beschrieben werden. Nimmt man bei dem 8-Zoll-Rad eine Auflagefläche auf dem Acker von 25 Zentimetern an, dann ergibt sich die in Bild 4 skizzierte Druckverlagerung. Der Druckkreis wird von der Pfluggrenze abgeschnitten. Es entsteht dann auch nach der theoretischen Berechnung ein Druckverlauf, wie ihn die Bilder 1 und 3 vermitteln.

Nach der Berechnung beträgt die größte seitliche Abweichung von den Falllinien jeweils 4 cm. Zu den 25 cm Auflagefläche des Rades kämen zusätzlich noch 8 cm, die größte Druckausdehnung würde in der Krume nach dieser Berechnung also 33 cm betragen. Damit besteht bei einer Reihenweite von 41,7 cm noch ein kleiner Spielraum zwischen Druckzwiebel und Rübenkörper, bei einer Reihenweite von 50 cm aber ist der Spielraum wesentlich größer. Es ist zu berücksichtigen, daß der Rübenkörper durch seine Form den

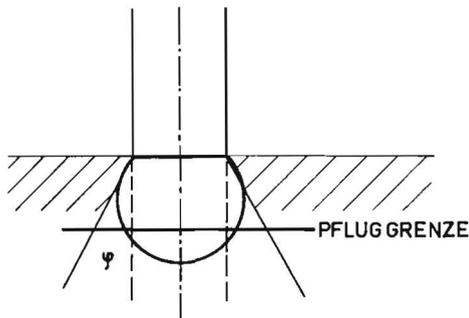


Bild 4: Rechnerisch ermittelter Verlauf der Drucklinien

Drucklinien ausweicht. Selbst wenn die Räder einmal nahe an die Rübenreihe herankommen, werden die Drucklinien nur in seltenen Fällen die Rübe direkt erreichen.

Der arbeitende Teil des Rodeschars wird von den Druckspuren nicht behindert. Hemmende Reibungskräfte, die eventuell in der Scharmitte bei Abweichen der Druckspuren von der Reihenmitte wirksam werden können, dürften durch die in Fahrtrichtung auftretenden Massenkräfte weitgehend kompensiert werden. Sie können deshalb vernachlässigt werden.

Reifenbreite und Bodenschluß

Eine entscheidende Rolle spielt die Abmessung der Reifen. Optimal ist die Abmessung 8 Zoll. Bei einer Reihenweite von 50 cm darf auch noch das 10-Zoll-Rad als unschädlich betrachtet werden. Größere Radbreiten scheiden für die Rübenernte dann sowieso aus, weil sie zwischen den Reihen nicht mehr Platz finden. Es ergibt sich aus diesen Untersuchungen zugleich auch ein Beitrag zur Frage der optimalen Radabmessungen.

Die Frage, inwieweit ein kleines Rad, das der von einem großen Rad gepreßten Spur folgt, die Pressung erhöht, wurde bereits in früheren Untersuchungen geklärt [2]. Es hatte sich damals gezeigt, daß derartige sekundäre Pressungen nur geringfügig beziehungsweise gar nicht mehr nachweisbar sind. Diese Bedingungen treffen sowohl für das Vorderrad des Schleppers wie für das nachfolgende Rad des Vollernters zu.

Die Einsinktiefe eines Rades ist bei lockerem Boden größer als bei abgesetztem Boden. Es ist bekannt, daß die Zuckerrübe festen Bodenschluß braucht, vor allem in den alten Rübenanbaugebieten erfolgt die Bestellung in diesem Sinne. In Zuckerrübenbeständen können deshalb Maschinenräder den Boden nicht mehr so stark verdichten, wie zum Beispiel bei einer Sommerfrucht. Der Radruck reicht nicht mehr so tief und ist nicht mehr so intensiv wie bei fehlendem Bodenschluß. Daraus ergibt sich ebenfalls eine Erklärung für das Ergebnis der Untersuchungen.

Beim Einsatz von Vollerntemaschinen wird deshalb bereits bei der Bestellung die Erzielung eines Bodenschlusses zur Planung der

Vollernte gehören. Daß sich Bodenschluß und Zuckerrübenbau vertragen, kommt der Durchführung der Vollernte sehr zustatten. Bodenschluß und Gare aber schließen sich keinesfalls gegenseitig aus. Auch ein unter Bodenschluß liegender Acker kann sehr günstige strukturelle Verhältnisse aufweisen. Gerade die unter dem Blätterdach sich bildende, überwiegend auf biologischen Prozessen beruhende Schattengare verhindert die zum Beispiel unter Getreidebeständen ablaufenden natürlichen Absetzungsvorgänge, die meist ein Zusammensacken der Struktur darstellen. Die Schattengare unter dem Rübenbestand aber bedeutet eine vom Bodenschluß ausgehende Aufwärtsentwicklung der Bodenstruktur.

Internationales Rechenzentrum

Das von der UNESCO ins Leben gerufene, seit 1958 praktisch arbeitende „Internationale Rechenzentrum“ in Rom will alle staatlichen oder sonstigen Institutionen der verschiedenen Länder bei Forschungsarbeiten über automatische Rechenmethoden unterstützen. Diese Unterstützung soll vor allem Ländern zu kommen, die noch keine eigenen Elektronengehirne besitzen. Das Rechenzentrum übt beratende und praktische Tätigkeit aus. Insbesondere hilft es den Sonderorganisationen der Vereinten Nationen sowie den ihnen angeschlossenen Gesellschaften auf allen seinen Wirkungskreis berührenden Gebieten.

Das Zentrum begann seine Tätigkeit mit der Erfassung sämtlicher mit dem automatischen Rechenwesen beschäftigten Institutionen und Institute sowie mit der Veröffentlichung eines Informationsbulletins und der Zusammenstellung eines mehrsprachigen Fachwörterbuches über elektronisches Rechnen. Zu seinen künftigen Aufgaben sollen, wie aus dem „Jahrbuch 1959 des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft“ hervorgeht, die Ausbildung von wissenschaftlichen Fachkräften und die Veranstaltung von Tagungen gehören, durch welche die Interessenten aller Teile der Welt in ihren Erkenntnissen gefördert werden.

Spezielle Untersuchungen des Schleppereinsatzes im Hopfenbau [4] bieten eine Parallele zu den Untersuchungen im Zuckerrübenbau. Als wesentliches Ergebnis zeigte sich dabei, daß die Radpressung weniger tief reicht, als erwartet wurde. Zwar reichen die Drucklinien noch an den Wurzelstock heran und erfassen auch die Sommerwurzeln des Hopfens, aber sie werden durch die zahlreichen Bearbeitungen während der Vegetationszeit im wesentlichen wieder zerstört. Durch den Einblick in das Geschehen im Boden war es möglich, der Vollmotorisierung im Hopfenbau die Wege zu ebnen, die in der Zwischenzeit auch besritten wurden und besritten werden mußten.

Zusammenfassung

Nach zwei Methoden wurde der Einfluß von zwischen den Zuckerrübenreihen laufenden Maschinenrädern auf die Bodenstruktur untersucht.

Die Untersuchungsergebnisse und Berechnungen zeigen, daß die Bodenpressungen von zwischen den Rübenreihen fahrenden Maschinen den Rodevorgang nicht ungünstig beeinflussen. Die Verformung unter den Rädern reicht nicht bis an den Rübenkörper, der auf Grund seiner Form den Druckzwiebeln ausweicht. Der bei der Bestellung der Zuckerrüben anzustrebende Bodenschluß wirkt sich vorteilhaft auf die Durchführung der Vollernte aus. Die mitgeteilten Untersuchungsergebnisse liefern zugleich einen Beitrag zur Frage der optimalen Reifengröße.

Schrifttum

- [1] SÖHNE, W.: Das mechanische Verhalten des Ackerbodens bei Belastungen, unter rollenden Rädern sowie bei der Bodenbearbeitung. In: 9. Konstruktivheft. Düsseldorf: VDI-Verlag 1951. S. 87—94 (Grundlagen der Landtechnik Heft 1)
- [2] RID, H.: Neue Untersuchungsergebnisse zur Frage Bodendruck. Bayer. Landw. Jahrbuch 33 (1956), S. 145—175
- [3] KIRGIS, L.: Tiefbau-Taschenbuch. 9. Auflage. Stuttgart 1955
- [4] RID, H.: Der Weg zur Motorisierung der Pflegearbeiten im Hopfgarten. Hopfenrundschau 7 (1956), S. 197—199

Résumé

Heinrich Rid: "On Wheel Pressure and its Effect on the Sugar Beet Harvest."

The effect on the soil structure of the wheels of harvesting equipment running between the rows of sugar-beet plants was investigated by two different methods.

The following conclusions have been arrived at from a study of the results of the investigations: -- Pressure on the surface of the soil due to harvesting equipment moving between the rows of plants cannot exert a harmful effect on the harvesting process, since the deformation of the ground between the wheels does not reach down to the beet itself. Furthermore, the shape of the beet is such that it moves away from the pressure bulb.

The closing of the soil after the harvesting of the beets has a beneficial effect on the complete harvest.

The results of the investigations also form a valuable contribution to the solution of the problem of optimum tire sizes.

Heinrich Rid: «L'influence de la compression du sol sur la récolte de la betterave.»

On a étudié, suivant deux méthodes différentes, l'influence sur la structure du sol, des roues de machines qui circulent entre les lignes des betteraves.

Les résultats de ces recherches, les calculs effectués et les réflexions faites permettent d'en tirer la conclusion suivante: La compression

du sol par les roues des machines qui se déplacent entre les lignes des betteraves, ne peut avoir une influence désavantageuse sur l'arrachage étant donné que la déformation du sol, sous l'action des roues, ne s'étend pas jusqu'aux racines des betteraves et que la betterave peut, grâce à sa forme, échapper aux zones de densification.

L'écroutage du sol à réaliser pendant la préparation du sol a un effet avantageux sur l'exécution de la récolte entièrement mécanisée.

Les résultats des recherches aident en même temps à éclaircir le problème des dimensions optimum des pneumatiques.

Heinrich Rid: «Sobre la influencia de la presión de las ruedas en la cosecha de la remolacha azucarera.»

La influencia que ejercen las ruedas de máquinas que circulan entre las hileras de plantas de remolacha azucarera, sobre la estructura del suelo, se ha investigado por dos métodos distintos.

Fundándose en los resultados conseguidos con estas investigaciones, así como en las deducciones que permiten, se pueden sacar las consecuencias siguientes: Las presiones ejercidas sobre el suelo entre las hileras de remolacha por máquinas que circulan entre ellas, no pueden ejercer influencia desfavorable en la cosecha, ya que la deformación debajo de las ruedas no alcanza el tubérculo y porque éste, por su forma, cede a las presiones.

El cierre de la tierra, deseable en la labor, tiene en cambio un efecto favorable en la cantidad cosechada.

Los resultados que se comunican, contribuyen además a la aclaración de la cuestión del tamaño conveniente de los bandajes de las ruedas.

RUNDSCHAU

Schleuderstreuer-Konstruktionen

Wenn man einmal ein wenig der geschichtlichen Entwicklung der Schleuderstreuer nachgeht, kommt man zu dem Ergebnis, daß der Gedanke, zum Bestreuen von Flächen mit Düngemitteln, Saatgut oder ähnlichen Stoffen eine Schleuderscheibe zu verwenden, die das ihr zugeführte Streugut durch Zentrifugalwirkung breitwürfig abschleudert, bereits vor geraumer Zeit praktische Verwirklichung gefunden hat. Es ist nicht schwierig, in der Literatur schon für das vergangene Jahrhundert verschiedenste Ausführungsformen nachzuweisen. Obwohl es sich hier also um eine altbekannte Maschinengattung handelt und obwohl ihre Einfachheit im Aufbau zweifellos einen Anreiz sowohl zur Fertigung solcher Maschinen als auch zu ihrem Einsatz darstellt, war es doch lange Zeit um ihre weitere Entwicklung recht ruhig geworden. Erst in den letzten Jahren haben diese Maschinen wieder an Be-

deutung gewonnen, sind die Produktionszahlen sogar sprunghaft angestiegen. Die Gründe, die für diesen Umschwung maßgebend gewesen sind (bessere Beschaffenheit des Streugutes, Abbau des Vorurteils der zu ungleichmäßigen Verteilung des Streuguts), sollen hier nicht näher untersucht werden. Gerade zu dem letzteren Punkt wird die von MARKS [1] entwickelte These, daß die Anforderungen an die Streugenaugigkeit herabgesetzt werden können, noch einiges beitragen. Vielmehr sollen im Rahmen dieser Arbeit Beispiele von Ausführungsformen aufgezeigt und erläutert werden, die in der Patentliteratur ihren Niederschlag gefunden haben, um mit dieser Zusammenstellung, die natürlich nur einen Ausschnitt geben und nur einige Probleme dieser Maschinenart aufzeigen kann, Anregung zu weiterer Entwicklung zu geben.

Die Art der Zuführung

Von großem Einfluß auf die Arbeitsweise eines Schleuderstreuers ist die Art der Zuführung des Streugutes zur Schleuderscheibe. Bei einer zentralen Zuführung werden sämtliche Sektoren der Scheibe über den ganzen Winkel von 360° gleichmäßig versorgt. Ein gleichmäßiges Abschleudern ist jedoch nicht möglich, da ein Winkelbereich sozusagen ausgeklammert werden muß, dort nämlich, wo der Schleuderstreuer an ein Zugfahrzeug angeschlossen ist und wo durch ein Ablenkblech oder ähnliche Mittel ein Abschleudern von Streugut verhindert oder jedenfalls das Streugut in andere Bahnen gelenkt werden muß. Dennoch ist die zentrale Zuführung häufig vertreten. Ein Beispiel zeigt die britische Patentschrift 747 274 (Bild 1 und 2). Die zur Schleuderscheibe (12; 13) zentrale Öffnung (9) des Vorratsbehälters (6) arbeitet zur Dosierung der Streumenge mit einem auf der Schleuderscheibe befestigten Kegelpfropf (10) zusammen. Die Schleuderscheibe ist zur Regelung des Abstandes zwischen dem Kegelpfropf (10) und der Öffnung (9) höhenbeweglich gelagert, und zwar ist die Hohlwelle (11), an der die Schleuderscheibe befestigt ist, auf der Stange (5) axial verschiebbar. Die Steuerung der Höhenlage der Schleuderscheibe beziehungsweise des Kegelpfropfes (10) ist vom Fahrersitz eines die Maschine ziehenden Schleppers aus durch ein Gestänge möglich, das über Hebel (25; 26; 28; 29) auf eine Schwenkachse (23) wirkt, die in Fahrtrichtung etwa waagrecht und seitlich von der Stange (5) im Maschinenrahmen gelagert ist und mit zwei die Schwenkbewegung übertragenden Laschen (22) an einer Platte (21) angreift, die unterhalb der Schleuderscheibe auf der Stange

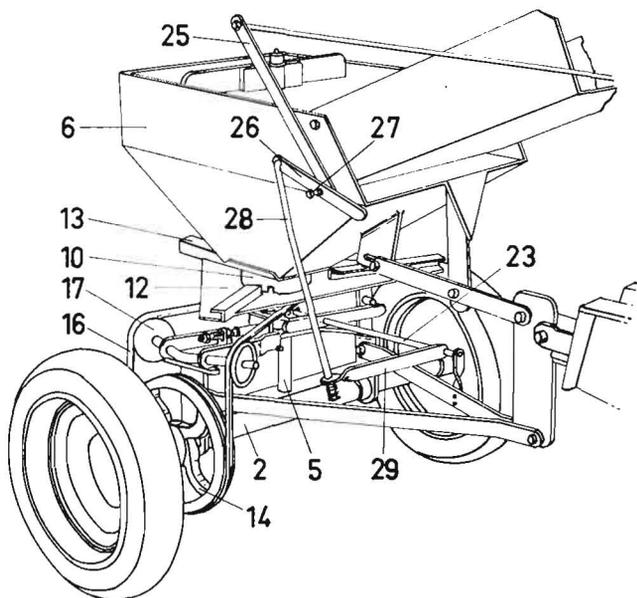


Bild 1: Schleuderstreuer mit zentraler Zuführung des Streugutes
(Britische Patentschrift 747 274)