

## Bodenbearbeitung, Tiefe und Geschwindigkeit in hartem Boden

*Der folgende Aufsatz ist ein Auszug aus dem Referat, das Obering. LORENZ SCHERER, Gebrüder Eberhardt, Pflugfabrik, auf der Tagung „Erprobungsmethoden für Landmaschinen“ der VDI-Fachgruppe Landtechnik in Heidelberg am 22. Oktober 1963 gehalten hat.*

Niemand wird daran zweifeln, daß ein Erzeugnis, wie beispielsweise der Pflug, welches schon bei uns starken landschaftlichen und traditionellen Einflüssen unterworfen ist, besonders für die erschwerten Bedingungen in den Tropen nicht verkauft werden kann, ohne daß Versuche vorausgehen. Die üblichen Werksversuche können, insbesondere bei Geräten für extreme Bodenverhältnisse, Proben am späteren Arbeitsort nicht ersetzen. Selbst umfangreiche Dauerversuche unter wohl auch schwierigen Bedingungen im Inland geben keine sichere Garantie für die Bewährung eines Gerätes.

Das gerade zur Bearbeitungszeit heiße Klima, der unter der Hitze schnell zusammenbackende, oft zementartige Boden, die wegen der bevorstehenden Regenzeit gebotene Eile und nicht zuletzt der in Entwicklungsländern bezüglich landwirtschaftlichem und technischem Denken ganz anders orientierte Mensch ergeben völlig andere Versuchsbedingungen.

Die Aufgabenstellung des planenden Ingenieurs muß sich nach diesen veränderten Faktoren richten, wenn die Entwicklungszeit eines Gerätes sich nicht ins Uferlose ausdehnen soll und wenn Rückschläge während der Serienfertigung vermieden werden sollen.

Für Firmen in der Größenordnung, wie sie in der Bundesrepublik vorhanden sind, bedeutet die Durchführung von Versuchen in überseeischen Landwirtschaftsgebieten verständlicherweise eine erhebliche Belastung. Die Frage der Wirtschaftlichkeit rückt damit stark in den Vordergrund. Der mit der Auslanderprobung beauftragte Ingenieur hat deshalb sorgfältig den noch tragbaren Aufwand abzuwägen. Das geht nicht ohne enge Zusammenarbeit mit den Exportabteilungen. Höchstwichtig ist außerdem die Mitarbeit der ortansässigen Fachleute.

Exakte Messungen, wie sie bei Werksversuchen durchgeführt werden können, sind unter den gegebenen Verhältnissen kaum möglich. Dafür wird eine während der Konstruktionsarbeit an den wichtigsten Stellen berechnete Prototypen den später zu erwartenden tatsächlichen Belastungen in der Praxis ausgesetzt.

Eine festigkeits- und funktionsgerechte Ausführung kann bei den zur Sprache stehenden Geräten nur in langwierigen Versuchen ermittelt werden. Der Vorbereitung, besonders von Dauerversuchen, dienen die Funktions- und zum Teil auch Gewaltproben, über welche nachfolgend berichtet wird.

Die Leitlinie für die folgenden Ausführungen ergibt sich aus der natürlichen Folge der Bodenbearbeitung, also von der Kultivierung des Bodens bis zur regelmäßigen landwirtschaftlichen Bearbeitung.

Als Beispiel ist über Kultivierungsarbeiten im bekanntlich sehr

bergigen und steinigen Sizilien zu berichten. Es handelt sich um ein Regierungsprojekt, wobei mit Raupenschleppern (50–70 PS) in Schichtarbeit gepflügt werden mußte.

Unter Verhältnissen, wie sie Bild 1 zeigt, geben Messungen, beispielsweise des Tiefgangs, nur einen geringen Anhaltspunkt. Durch die vielen Felsen und Steine wechselt der Pflug unter Umständen alle paar Meter seinen Tiefgang von 0 auf 40 cm. Auch von einer konstanten Arbeitsgeschwindigkeit kann nicht die Rede sein; die im Akkord arbeitenden Schlepperfahrer sorgen jedoch dafür, daß aus Fahrzeug und Pflug das letzte herausgeholt wird.

Einen Eindruck von der ungepflügten und gepflügten Landschaft vermittelt Bild 2. Im Vordergrund steht die außerordentlich hohe und häufige Stoßbeanspruchung, besonders bei Bergabwärtsfahrten. Man muß bei manchen Bauteilen mit Stoßfaktoren von 8–10 rechnen. Eine sorgfältige kerbfreie Konstruktion ist besonders bei den vielfach verwendeten hochwertigen Bau- und Vergütungsstählen mit Festigkeiten bis zu 160 kg/mm<sup>2</sup> unerlässlich. Die starke Rüttelbeanspruchung stellt höchste Anforderungen an alle Lager- und Verbindungsstellen. Das ist der Grund, warum beispielsweise der Rahmen eines solchen Pfluges genietet werden muß.

Das Ergebnis einer solchen Erprobung ist ein bulliger Pflug mit starkem Rahmen, kräftigen armierten Achsen, relativ kleinen Körpern, ausgerüstet mit hochgehärteten Meißeln, Gewicht etwa 1,3 t, Arbeitsbreite 85 cm, ein Pflug für Steine und Felsen (Bild 3).

Bild 4 gibt ein Beispiel von Rodungsarbeiten in Indien. Übermannshohes Elefantengras und schwerer, verwachsener Boden werden von einem Scheibenpflug bei einer Arbeitstiefe von etwa 30 cm umgepflügt. Die Beanspruchung des Gerätes ist hier auch hoch; die Hauptschwierigkeit liegt jedoch darin, den Pflug überhaupt in den Boden zu bringen und geradeaus zu führen. Außerdem darf der Arbeitsablauf nicht durch Verstopfungen zwischen den Pflugscheiben gestört werden. Die Stellung der Scheiben, die Hauptmaße zwischen den Scheiben beziehungsweise unter dem Pflugbalken sind hierfür verantwortlich. Eine möglichst wickelfreie Ausführung der rotierenden Teile, also der Arbeitsscheiben und Räder, ist bei dem zähen und langen Elefantengras von großem Vorteil.

Die Anlage neuer Felder ist in den Entwicklungsländern häufig nur möglich, wenn der sogenannte „Busch“ vernichtet wird. Während der letzten Jahre wird vermehrt hierzu ein Verfahren angewendet, welches bei relativ geringem Aufwand eine verblüffende Leistung bringt. Ein an der Dreipunkthydraulik angebautes, zapfwellenbetriebenes Gerät, ein Buschschneider, zerschlägt alles, was der vorausfahrende Schlepper niederwalzen kann. Zwei oder auch mehrere schnell rotierende Messer zertrümmern das unter die Gerätehaube einziehende Buschwerk. Man arbeitet mit 500 bis 800 U/min an der Messerwelle. Wenn es sich hier auch nicht um ein Bodenbearbeitungsgerät handelt, so ist dieses Verfahren schon auch wegen der Probleme der Weiterbearbeitung wichtig.



Bild 1: Rodungsarbeiten mit dem Scharpflug in Sizilien



Bild 2: Hügelgelände in Sizilien. Vordergrund: Noch für die Getreidewirtschaft nutzbarer Boden

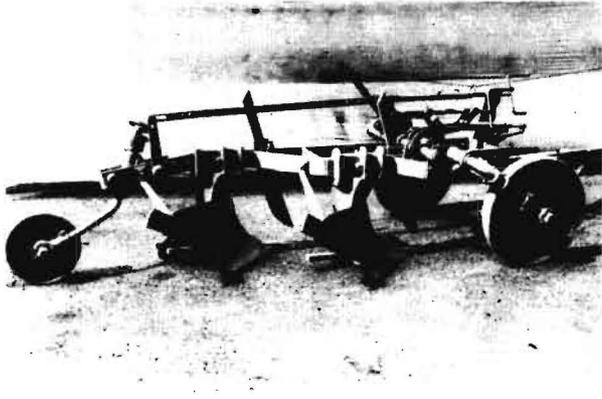


Bild 3: Scharpflug für Arbeiten im Steingebiet

Die Beanspruchung des Gerätegetriebes, der Gelenkwelle, der Drehmomentenbegrenzung und selbstverständlich auch des Zapfwellenantriebs des Schleppers geben so manchem versierten Geräte- oder Schlepperkonstrukteur Aufgaben, deren Lösung nur in jahrelanger Entwicklungsarbeit gefunden werden kann. Der Schlepper selbst muß natürlich ebenfalls die Voraussetzung für das Zerschlagen des Buschwerkes mit sich bringen; eine frontal angeordnete Querschleife zum Umbrechen der Büsche, eine Schutzvorrichtung und vor allem auch eine unempfindliche Schlepperunterseite sind hier absolute Forderungen. Ein Arbeitsbeispiel mit einem Versuchsgerät in Kolumbien vermittelt einen Eindruck von diesem Rodungsverfahren (Bild 5).

Der hauptsächlich in tropischen und subtropischen Gebieten eingesetzte Pflug ist bekanntlich der Scheibenpflug. Die Entwicklung neuer Scheibenpflüge für hohe Schlepper- und Flächenleistungen war nach dem Krieg für exportabhängige Pflugfabriken geradezu eine Lebensnotwendigkeit. Umfangreiche Versuchsarbeiten in Afrika waren zur Schaffung der hierzu erforderlichen Grundlagen notwendig (Bild 6).

Man unterscheidet bei Scheibentiefpflügen, die für das Saftpflügen verwendet werden, allgemein zwei Größenklassen: die Normalgröße mit 26"- und 28"-Scheiben für Tiefgangbereiche bis 30 cm und als schwere Ausführung Pflüge mit 28"- und 32"-Scheiben für Tiefgangbereiche bis 40 cm.

Die Scheibenzahlen bewegen sich zwischen zwei und vier bei Anbau- und Aufsattelgeräten und zwischen drei und sechs bei angehängten Geräten. Letztere weisen beispielsweise ein Gewicht von 1—1,5 t in der Normalklasse und 2—2,5 t in der schweren Klasse (jeweils sechsscheibig) auf.

Das wichtigste an einem solchen Pflug sind die Arbeitsscheiben und deren Stellung zur Horizontalen und zur Fahrtrichtung. Weiter ist die Gewichtsverteilung, der Zugkraftangriff und die Abstütmöglichkeit der Laufräder von großer Bedeutung. Je nach Scheibenkonkavität und -größe liegt der günstigste Neigungswinkel zwischen 65° und 80°, der beste Richtungswinkel zwischen 35° und 50°.

Steile Stellung bedeutet schnelles Eindringen und gute Krümelung, jedoch hohen Zugkraftbedarf; flache Stellung bessere Ablage bei feuchtem Boden, selbstverständlich in richtiger Kombination mit dem Scheibenwinkel in Fahrtrichtung, bei dem eine spitze Stellung vermehrte Abstützung an der Furchenwand und bessere Wendung, und eine stumpfe Stellung besseren Freischnitt am Schneidenrücken und bessere Krümelung ergeben.

Einige Zahlen aus Versuchsergebnissen sollen die Ausführungen belegen: Für einen sechsscheibigen Pflug mit einem Tiefgang von 25 cm und einer Arbeitsbreite von 1,50 m wurde bei Versuchen in sehr hartem Boden ein Raupenschlepper mit 65 PS Zughakenleistung benötigt. Die hierbei erzielbare Geschwindigkeit war etwa 4,5 km/h. Dies entspricht einem spezifischen Bodenwiderstand von 100—110 kg/dm<sup>2</sup>.

Die auf eine Scheibe beziehungsweise deren Lagerung, die eines der empfindlichen Teile am Scheibenpflug ist, wirkende Längskraft beträgt hier bereits etwa 650 kg. Die auftretenden Seiten- und Vertikalkräfte, deren Relation zu den Längskräften aus Messungen



Bild 4: Umbruch von Elefantengras in Indien

in den Vereinigten Staaten und im Institut für Grundlagenforschung, Braunschweig-Völkenrode, bekannt ist, müssen selbstverständlich berücksichtigt werden. Legt man nun Stoßfaktoren von mindestens 3 zugrunde und berücksichtigt zugleich die Tatsache, daß durch Auffahren auf Steine ein wesentlich größerer Anteil der Gesamtzugkraft des Schleppers auf eine Scheibe kommen kann, so ergeben sich für den Konstrukteur bereits erhebliche Schwierigkeiten sowohl wirtschaftlicher Art als auch in Bezug auf die gegebenen Raumverhältnisse für die Lagerung hinter der Scheibe. Wie so häufig muß auch hier ein Kompromiß zwischen der technischen Forderung und der Wirtschaftlichkeit geschlossen werden.

Ob diese Überlegungen richtig waren, kann praktisch nur durch Versuche ermittelt werden, denn niemand wird in der Lage sein, durch reine Rechnung ein Optimum zu finden, zumal die Beanspruchungsfälle sehr verschiedenartig gelagert sind und das Erzeugnis, in diesem Falle der Scheibenpflug, letzten Endes in die verschiedensten Länder mit jeweils anders liegenden Konkurrenzverhältnissen geliefert werden soll.

Im Vergleich zu den oben genannten Zahlen noch kurz einige Werte, welche bei schwerster Arbeit, also mit Scheibenpflügen mit 32"-Scheiben sich ergaben:

Bei äußerst hartem, ausgebranntem Tonboden wurde für einen Pflug mit etwa 2,5 t Gewicht und sechs Scheiben, welche Arbeitsleistungen von 40 cm Tiefe und 180 cm Breite zulassen, ein

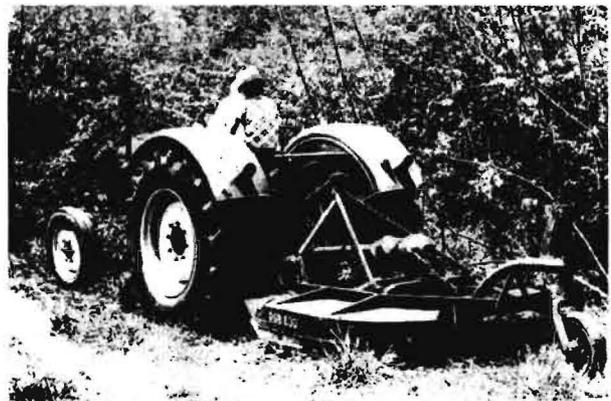


Bild 5: Zerschlagen von Buschwerk in Kolumbien



Bild 6: Erprobung eines 2,3 t schweren Scheibenpfluges in Tunesien

Raupenschlepper von 130 PS Zughakenleistung benötigt. Die noch vertretbare Arbeitsgeschwindigkeit war 4–4,5 km/h. Das entspricht einer Zughakenkraft von etwa 8300 kg und einem spezifischen Bodenwiderstand von 120 kg/dm<sup>2</sup>. Die Resultierende aus Längs- und Seitenkraft kann 1200 kg betragen, ein Wert, der nach Berücksichtigung des Stoßfaktors wohl deutlich zeigt, um welche Probleme es hier geht.

Es ging nach dem Krieg jedoch nicht nur um die Neuentwicklung von Anhänger-Scheibenpflügen. Überall dort, wo schwere Radschlepper Eingang gefunden hatten, mußten im Zuge der Einführung der Dreipunkthydraulik entsprechende Scheibenpflüge, sei es als Anbau- oder als Aufsattelgeräte, konstruiert und erprobt werden. Aufsattelpflüge deshalb, weil dem Gewicht eines reinen Anbaugerätes und damit dem Eindringvermögen bei harten Böden Grenzen gesetzt sind.

Da hier der Schlepper und sein Dreipunktgestänge einen Teil der Führungsfunktion des Pfluges übernimmt, ist eine sorgfältige Abstimmung der Geräteanlenkung erforderlich. Vorteilhaft ist dabei, wenn der ideale Führungspunkt des Dreipunktgestänges während der Arbeit benützt werden kann.

Die Grenze der Leistungsfähigkeit des Schleppers liegt hier häufig jedoch nicht in der Motorleistung, sondern in der Übertragungsfähigkeit der Längskräfte zwischen Reifen und Boden. Höchste Anforderungen werden unter diesen Verhältnissen an die Reifen gestellt. Das Dreipunktgestänge, seine Befestigung am Getriebehäuser sowie die seitliche Verstrebung der unteren Lenker können für Beanspruchungen dieser Art nicht robust genug ausgeführt sein.

Für die bergigen Gebiete Afrikas wurden nun nicht nur sogenannte Beetpflüge, sondern auch Kehrpflüge gewünscht. Auch zur Erosionsbekämpfung ist diese Art von Pflügen von Bedeutung. Die Erprobung von an und für sich veralteten Anhänger-Scheibenschwenkpflügen in Südafrika und Algerien führte zur Entwicklung moderner Anbau-Scheibenschwenkpflüge.

Da in diesen Gebieten die intensive Plantagenwirtschaft vorherrscht und deshalb wegen Arbeitskräftemangel die manuelle



Bild 7: Offset-Scheibenegge  
Erprobung auf Maisstoppel in Marokko

Betätigung besonders der Scheibenumschwenkung als störend empfunden wurde, mußte eine technische Lösung für das automatische Schwenken der Scheiben gefunden werden, also ein gegenüber den früheren Beispielen grundlegend anders gelagertes Problem.

Ein für die Großflächenbearbeitung beispielsweise in Nordafrika unentbehrliches Gerät ist die Scheibenegge. Für die dortigen harten Böden sind schwere Scheibeneggen mit 24"-Scheiben, einem Gewicht von 900 bis 2000 kp bei Scheibenzahlen von 20–40 erforderlich. Die Arbeitsbreite liegt bei einer 32-scheibigen Egge beispielsweise bei 3,5 m.

Die Erprobung einer solchen sogenannten Offset-Scheibenegge mit 38 Scheiben in Marokko zeigt Bild 7.

Das Hauptproblem bei dieser Bauart liegt in der Waagerechtführung der Scheibengruppen. Die auf die Scheiben wirkenden Seitenkräfte ergeben ein Verdrehen der Scheibengruppen um eine in Fahrtrichtung liegende ideale Achse, so daß die vordere Gruppe das Bestreben hat, rechts tiefer zu gehen, während die hintere auf der linken Seite in den Boden gezogen wird. Ein gutes Ausbalancieren des Rahmens und dessen Verbindungsteilen ist also hier notwendig.

Fast ebenso wichtig wie die Scheibenegge ist in vielen Gebieten der Erde der Grubber. In Ägypten wird im Nildelta beispielsweise wegen der nahe unter der Bodenoberfläche liegenden salzhaltigen Ablagerungen eine Pflugarbeit, die diese unerwünschten Sedimente hochbringen würde, abgelehnt. Der Grubber, der den Boden mehr aufreißt als wendet, ist hier am Platz. Der äußerst feine Nilschlamm backt unter der Sonnenhitze zu einem zementartigen Boden zusammen. Es ist deshalb keine Selbstverständlichkeit, wenn ein Grubber den dort vorkommenden Beanspruchungen ohne weiteres standhält. Ein Gerät, das nur in Deutschland erprobt worden ist, hat kaum Aussicht, dort zu bestehen.

Versuche mit einem Grubber älterer Bauart an Ort und Stelle führten zu modernen Hochleistungsgrubbern. Die Arbeitsbreite des Grubbers betrug bei diesen Versuchen 1,5 m, die Arbeitstiefe 18 cm. Bei der gegebenen Zughakenleistung von 34 PS kommen unter Berücksichtigung der Greifer etwa 370 kp auf einen Zinken, also ein enormer Bodenwiderstand. Die Arbeitsgeschwindigkeit betrug bei äußerster Ausnützung der Schlepperleistung 3,5 km/h.

Ein größerer Tiefgang wird mit den sogenannten Untergrundlockerern erreicht, die in den Tropen genau wie bei uns zur Durchlüftung des Bodens angewendet werden. Versuchsarbeiten mit solchen Werkzeugen, welche etwa 50 cm tief gehen, zeigt Bild 8. Die starke Anhebung des Bodens im Zinkenbereich ist ein Zeichen für die Härte des Bodens. Ein Raupenschlepper mit 76 PS Motorleistung konnte bei diesem Test das zweizinkige Gerät bei einer Geschwindigkeit von 3,7 km/h gerade noch vorwärtsbewegen. Umgerechnet auf ein Arbeitswerkzeug ergibt das eine erforderliche Zugkraft von etwa 2,4 t, also eine Gewaltbeanspruchung ersten Ranges. Mit derartigen Fällen ist aber durchaus zu rechnen. Man tut also gut daran, bei Geräten, die für Arbeiten in den Tropen und Subtropen entwickelt werden, ein gehöriges Maß an Beanspruchungsreserve einzukalkulieren.



Bild 8: Untergrundlockerer beim Aufreißen einer Mährescherplste

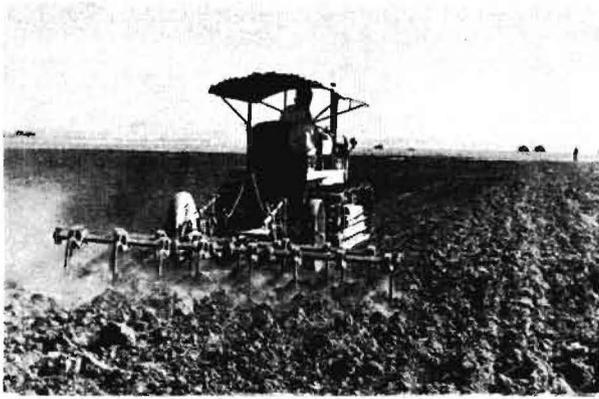


Bild 9: Großflächenbearbeitung durch vielzinkige Federzinken-Grubber

Auch zur großflächigen Oberflächenbearbeitung werden Grubber eingesetzt. Das in Bild 8 gezeigte Mehrzweckgerät ist in Bild 9 mit 16 äußerst zähen, hochelastischen Zinken ausgerüstet und beansprucht die volle Leistung eines 50 PS-Raupenschleppers bei 15 cm Tiefgang, 3 m Arbeitsbreite und 4 km/h Geschwindigkeit. Besonders in Nordafrika, wo die entsprechenden Versuche auch durchgeführt worden sind, wird dieses Gerät neben der Scheibenegge bevorzugt angewendet.

Zum Schluß noch kurz ein Blick auf Spezialgebiete der Bodenbearbeitung in den Tropen. Die Bewässerung spielt in vielen Gebieten der Erde bekanntlich eine große Rolle. Bewässerte Baumwollkulturen müssen wegen der besseren Wasserzuführung an die Pflanzen gehäufelt werden. Daß hierzu keine bei uns üblichen Geräte und Häufelkörper verwendet werden können, leuchtet ein. Der Boden ist wesentlich härter als bei uns. Tiefgang und Reihenweite weichen von unseren Gepflogenheiten stark ab.

Im Überschwemmungsgebiet des weißen Nil im Sudan wird mit 81 cm Reihenweite gearbeitet, wobei der Häufelkörper in der Lage sein muß, eine möglichst hohe Dammform zu erzeugen. Zwei Formen von Körpern wurden erprobt, eine mit mehr liegendem Streichblech (Bild 10), eine andere mit mehr steilem Streichblech (Bild 11). Auch hier wieder der Kompromiss zwischen technischem beziehungsweise landwirtschaftlichem Wunsch und Wirtschaftlichkeit: Der liegende Körper war wohl besser geeignet, eine ideale Dammform zu erzeugen; in dem harten Boden stieg der Zugkraftbedarf wegen der unvermeidlichen Seitenpressung der Streichbleche jedoch ins Unerträgliche, so daß trotz etwas schlechterer Dammform der mehr steile Körper bevorzugt wurde.

Ohne Wasser ist der Reisanbau nicht denkbar. Die Bearbeitung der Reisfelder wird beim Einsatz von Schleppern häufig mit einer Scheibenegge vorgenommen. Eine aufsetzbare Drillmaschine ermöglicht es, in einem Arbeitsgang den Boden zu bearbeiten und den Reis einzusäen. Das Bild aus Ceylon (Bild 12) zeigt, welchen Anforderungen Schlepper und Gerät hierbei ausgesetzt sind. Eine nicht wirklich „schlammgeprüfte“ Maschine versagt hier tödlich.

### Zusammenfassung

Die Bodenbearbeitung in tropischen und subtropischen Gebieten unterscheidet sich in vielem von den Bearbeitungsmethoden, welche in Mitteleuropa üblich sind. Anderes Klima, härterer Boden, andere landwirtschaftliche Produkte und der nicht auf technischen Perfektionismus ausgerichtete Mensch ergeben für die Entwicklung neuer Geräte Aufgabenstellungen, welche nicht mit den üblichen verglichen werden können. Berechnungen und Werkversuche können nur eine Vorstufe zur eigentlichen Bewährungsprobe, dem Versuch an Ort und Stelle, darstellen.

Die Möglichkeiten in der Versuchspraxis sind in Anbetracht der gegebenen Verhältnisse natürlich sehr eingeschränkt. Anstelle von exakten Messungen mit bei uns vielfach üblichen modernen Meßgeräten tritt der Dauer- oder Gewaltversuch auf dem Feld. Die Erfahrung des Versuchstechnikers und nicht zu vergessen auch des ansässigen Fachmanns muß das Fehlende hinzugeben.

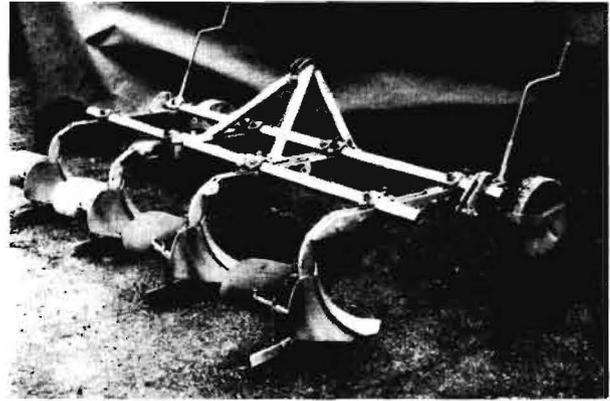


Bild 10: Gewundener Häufelkörper

Gute Dammform, starke Seitenpressung, hohe erforderliche Zugleistung

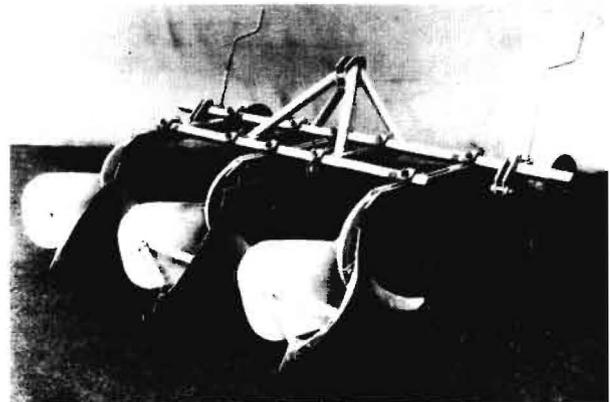


Bild 11: Steiler Häufelkörper

Schlechtere Dammform, gute Bodenkrümelung, geringere erforderliche Zugleistung



Bild 12: Reisfeldbearbeitung mit Scheibenegge

Nur so läßt sich ein wirklich tropengerechtes und robustes Gerät erreichen.

### Résumé

Lorenz Scherer: "Tillage, Depth and Speed With Hard Soil."

*Tillage operations in tropical and subtropical regions differ much from those usually applied in Central Europe. Another climate, harder soil, other agricultural products, and man not trained for technical perfectionism are problems which have to be taken into account when developing new implements. Calculations and works tests are only a preliminary stage to the real trial, the test on the spot.*

*Considering the existing conditions, the possibilities in the experimental practice are of course very limited. Exact measurements, frequently carried out with modern measuring devices, are replaced by long-duration tests or forced proofs on the field. The experiences of the experimental technician and, last not least, of the local expert must also be considered. A robust implement suitable for tropical conditions can be reached only this way.*

Lorenz Scherer: «Le travail d'une terre dure — profondeur et vitesse du travail.»

Le travail du sol dans les régions tropicales et subtropicales diffère beaucoup des méthodes appliquées en Europe centrale. Un autre climat, un sol plus dur, la culture d'autres plantes et l'agriculteur non orienté vers le perfectionnement technique posent pour le développement de nouveaux outils des problèmes non comparables aux problèmes usuels. Les calculs et les essais à l'usine ne peuvent constituer qu'une phase préliminaire avant l'essai pratique local proprement dit.

Les possibilités pratiques d'essais sont naturellement très restreintes dans les conditions données. Au lieu de mesures exactes à l'aide d'appareils de mesure modernes généralisés en Europe, il faut effectuer l'essai prolongé ou l'essai brutal sur le terrain. L'expérience du technicien chargé de l'essai et non en dernier lieu du spécialiste local doit combler cette lacune. Seules dans ces conditions, on peut réaliser un outil vraiment robuste et adapté aux conditions tropicales.

Lorenz Scherer: «Labranza, profundidad y velocidad en terreno duro.»

La labranza del suelo en países tropicales y subtropicales difiere mucho de los procedimientos corrientes en Centro-Europa. Clima diferente, suelos duros, productos distintos y los hombres que no están hechos todavía al perfeccionismo técnico, dan lugar a problemas para el desarrollo de aperos nuevos que no pueden compararse con los que son corrientes en Europa. Los cálculos y las pruebas que se hagan en fábrica, tan sólo deben considerarse como paso previo de aquellos que se hagan en los países de destino tropicales.

En vista de las condiciones tan distintas, las posibilidades de la práctica en los ensayos de fábrica son muy limitadas. En vez de las mediciones exactas con instrumentos modernos que aquí se emplean, hay que recurrir a ensayos forzados y de duración en el campo. Es preciso contar también con la experiencia del técnico en ensayos y aun más con la del perito en el extranjero, para suplir lo que falte. Sólo así puede llegarse a la construcción de aperos bastantes sólidos que respondan a las exigencias de los países tropicales.

## Wendegetriebe für Ackerschlepper

Die Arbeit mit dem Frontlader läßt es wünschenswert erscheinen, den Wechsel von Vorwärts- auf Rückwärtsfahrt nicht mehr wie üblich durch Auskuppeln mit dem Kupplungspedal, Umschalten des Getriebeschalthebels von vorwärts auf rückwärts oder umgekehrt und Wiedereinkuppeln vorzunehmen, zumal der Schlepper dabei meist auch noch gleichzeitig durch Betätigen des Bremspedals auf Stillstand abgebremst werden muß [1; 2].

An Baumaschinen für Erdbewegung sind Wendegetriebe üblich, die für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt je eine Reibungskupplung besitzen. Durch wechselweises Einkuppeln einer dieser beiden Kupplungen kann man mit der Betätigung eines einzigen Organes aus der einen Arbeitsrichtung zügig in die andere übergehen. Bei raschem Wechsel bremst man den Schlepper in der auslaufenden Fahrt durch Einkuppeln des Ganges der Gegenrichtung ab.

Für Ackerschlepper mit ihren vielen Gängen und der Zapfwelle erscheint ein Wendegetriebe üblicher Art zu teuer und zu aufwendig. Da aber im neuzeitlichen Ackerschlepper-Triebwerk (Bild 1) bereits zwei Reibungskupplungen, eine für die Fahrt (2) und eine für die Motorzapfwelle (3), vorhanden sind, lohnt es sich darüber nachzudenken, wie man diese zum Reversieren nutzbar machen kann. Diese beiden Reibungskupplungen können neuerdings unabhängig voneinander beispielsweise durch zwei nebeneinander liegende Pedale betätigt werden. Daher bietet sich eine einfache Lösung durch geringfügige Abänderung von Ackerschleppertriebwerken mit Motor- und Wegzapfwelle an.

Die Wegzapfwelle, deren Abtrieb bei der Frontladerarbeit nicht benötigt wird und die überhaupt keine Anwendung gefunden hat, wird in der Stellung „Reversieren“ des Zapfwellenschalthebels mit der Zapfwellen-Reibungskupplung (3) in Verbindung gebracht. Im Schema des Bildes 1 müßte beispielsweise Zahnrad (12) mit Zahnrad (11) im Eingriff stehen, aber gleichzeitig über die Klauenkupplung (13) mit dem Zahnrad (14) verbunden sein.

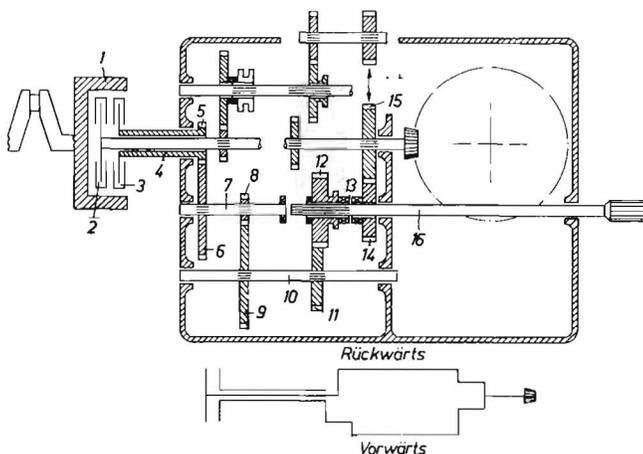


Bild 1: Schema eines neuzeitlichen Ackerschlepper-Triebwerkes

Damit ist das gewöhnliche Ackerschlepper-Triebwerk zu einem Zweiweggetriebe geworden, wie unten im Bild schematisch angedeutet ist.

Der eine Weg für die Vorwärtsfahrt ist durch den Zweig der Zapfwelle gegeben. Man kuppelt die Zapfwellenkupplung (3) ein, wodurch der Schlepper über die Hohlwelle (4), Zahnradpaar (5; 6), Zapfwellenantriebsteil (7), Zahnradpaar (8; 9), Vorgelegewelle (10), Zahnradpaar (11; 12), Klauenkupplung (13) und Zahnradpaar (14; 15) vorwärts angetrieben wird. Bei den üblichen Übersetzungen der Zapfwelle mit 540 U/min Abtriebsdrehzahl und der Wegzapfwelle mit einer Wegdrehzahl von 10 bis 15 U/min ergibt sich gerade eine für Frontladerarbeit brauchbare Vorwärtsgeschwindigkeit von etwa 3,3 bis 5,0 km/h. Wenn man die Zapfwelle für 1000 U/min hierzu verwendet, etwa durch eine direkte Verbindung des Zapfwellenantriebsteiles (7) mit dem Abtriebsteil (16) und dem Zahnrad (14) durch eine andere Anordnung der Schaltklauen als im Bild gezeichnet, so würde man sogar noch einen zweiten schnellen Vorwärtsgang erhalten, der beim Mähen und gleichzeitigen Zussammenschieben des Mähschwades vorteilhaft sein kann.

Der andere Weg für die Rückwärtsfahrt ist durch den Zweig des Fahrtriebwerkes über die Fahrkupplung (2) mit dem eingeschalteten Rückwärtsgang gegeben, wobei man sich bei Getrieben mit mehreren Rückwärtsgängen einen schnellen oder langsamen Gang auswählen kann.

Die Schaltung des Ackerschlepper-Triebwerkes zu einem Zweiweggetriebe für das Reversieren läßt sich mit einfachen konstruktiven Abänderungen bei jeder Bauart sinngemäß verwirklichen, die eine vom Fahrtriebwerke unabhängige Motorzapfwelle und eine Wegzapfwelle besitzt. Bild 1 deutet schematisch die Lösung nur für eine bestimmte Bauart an.

In der Schaltstellung „Reversieren“ der Zapfwelle muß selbstverständlich eine abwechselnd wirksame Sperrvorrichtung eingeschaltet sein, die nur das Einkuppeln einer der beiden Reibungskupplungen zuläßt. Diese werden zweckmäßig durch zwei nebeneinander liegende Pedale betätigt. Die Reversierstellung der Zapfwelle darf sich nur einschalten lassen, wenn man beide Reibungskupplungen mit beiden Pedalen durch den linken Fuß auskuppelt.

Für die Sperrvorrichtung sind einfache Lösungen möglich. Allerdings muß bei der Ausbildung der Betätigungsorgane beachtet werden, daß eine unbeabsichtigte oder falsche Betätigung zu Unfällen führen kann.

Mit einem Wendegetriebe, das nur mit geringen Mehrkosten nach konstruktiver Änderung einiger Schalteile des Ackerschlepper-Triebwerkes herzustellen ist, würde das Zusammenspiel von Ackerschlepper und Frontlader entscheidend verbessert.

### Schrifttum

- [1] MEINCKE, K.: Die technischen Grundlagen des Zusammenspiels von Schlepper und Frontlader. „Landtechnik“ 18 (1963), S. 570—574
- [2] SCHULZ, H.: Anforderungen des Frontladers an den Schlepper. „Landtechnische Forschung“ 11 (1961), S. 21—26

Rudolf Franke