

quantities and their velocities. Using a high air pressure with a low air volume resulted in a more unfavourable effect than the application of greater air volumes with a low pressure.

Ulrich Baerwald: «Etudes comparées de voiles de pulvérisation et d'atomisation à l'aide de quelques grandeurs physiques».

On a effectué des études comparées de voiles de pulvérisation et d'atomisation afin de connaître leurs caractéristiques physiques. D'abord il a été nécessaire d'élaborer des données de mesure pour pouvoir classer les différents brouillards de gouttelettes. Les valeurs déterminées à l'aide des appareils de mesure ont révélé certaines relations valables pour les buses de pulvérisation et d'atomisation, dans lesquelles l'unité "impulsion" s'est montrée comme facteur précieux. Il a pu servir de grandeur de comparaison dans les recherches sur les brouillards de pulvérisation et d'atomisation.

Les résultats de mesure rassemblés pour les différentes buses ont été contrôlés et comparés en vérifiant leur effet sur la population de plantes. On a dû constater que seule une population artificielle permet d'obtenir toujours les mêmes conditions d'essai.

Les essais ont montré avec évidence que l'on n'obtient une répartition uniforme de la substance active sur les plantes qu'en adaptant adéquatement les débits d'air et d'eau et leur vitesse, une pression blérée appliquée à un volume d'air restreint s'est montrée moins

avantageuse qu'un volume d'air plus importants soumis à une pression plus réduite.

Ulrich Baerwald: «Investigaciones comparativas en los chorros de rocío de aparatos pulverizadores, a base de algunos valores característicos».

Se emprendieron investigaciones físicas comparativas del chorro de aparatos pulverizadores, siendo para ello preciso establecer primero las bases por medición que habían de servir para caracterizar los diferentes chorros. Los valores encontrados en las instalaciones de ensayo dieron a conocer las relaciones existentes entre las diferentes toberas, resultando que el valor del impulso sirve como valor de referenciá valioso, pudiendo empleárselo en la investigación de los diferentes chorros.

El efecto de los valores encontrados para las diferentes toberas se comprobó y se ha comparado en plantaciones, encontrándose que, como base de la comprobación, sólo sirve una distribución artificial de las plantas que cumpla la exigencia de la igualdad de condiciones en los ensayos.

Los ensayos han demostrado que sólo es posible conseguir precipitaciones iguales en las plantas, ajustando las cantidades de líquido y de aire y la velocidad de proyección al caso. El empleo de una presión de aire elevada con volumen de aire reducido, resulta menos favorable que el empleo de una cantidad de aire más grande con presión reducida.

Klaus Hingst:

Untersuchung von Zuckerrüben-Rodescharen in einem Bodenkanal

Landmaschinen-Institut, Göttingen

Das Roden des unterirdischen Teils von Zuckerrüben, des Wurzelkörpers, ist im Laufe der landtechnischen Entwicklung auf verschiedene Weise mechanisiert worden. Während der Akkordarbeiter jede einzelne Rübe „aus dem Gefühl heraus“ richtig erntete, sie also mehr oder weniger kraftaufwendig mit einem Handgerät hob, werden heute an die Erntemaschine vielfältigere Anforderungen gestellt: Die Rübe muß gerodet, gereinigt, gesammelt und in entsprechender Weise abgelegt werden. Außerdem ist das umfangreiche Blattmaterial gleichzeitig bis zur Ablage auf dem Feld oder auf dem Wagen zu bewältigen. Eine einwandfreie Erntequalität hängt unter anderem von der Witterung, der Bodenart und der Rübenform ab.

Die vorliegende Arbeit sollte dazu dienen, das eigentliche Roden näher zu untersuchen. Dazu war zunächst notwendig, eine Versuchseinrichtung zu entwickeln, die vergleichbare Messungen unter verschiedenen Rodebedingungen zuließ. Damit sollten die wesentlichen Kräfte, die beim Rodevorgang an der Rübe auftreten, gemessen und zu Vergleichen mit Rodeversuchen unter anderen Erntebedingungen herangezogen werden. Ferner war beabsichtigt, aus den gefundenen Ergebnissen Schlüsse auf mögliche Beschädigungen der geernteten Rüben sowie deren Ursachen zu ziehen.

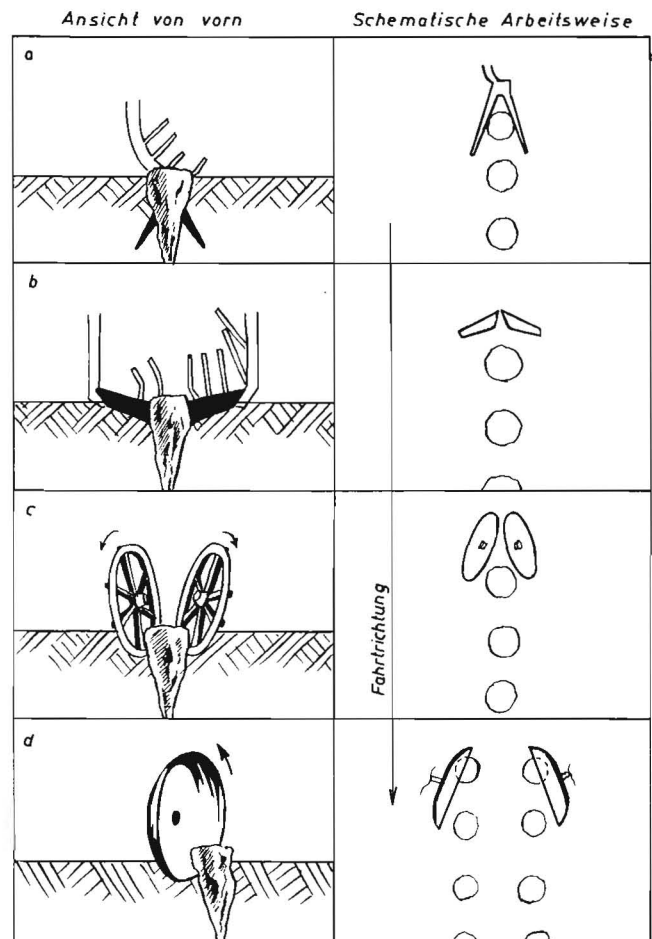
Um diese Arbeiten weitgehend vergleichbar zu machen, wurden sie in einem Bodenkanal durchgeführt. Die Erntekampagnen 1958 und 1959 sowie die Erfahrungen und Ergebnisse weiter zurückliegender Versuche in natürlichen Zuckerrübenbeständen dienten dabei zur ständigen Kontrolle und zur Sicherung der Meßwerte.

Der Rodevorgang von Zuckerrüben

Der mechanisierte Rodevorgang ist der erste Abschnitt der Ernte der Wurzelkörper von Zuckerrüben, bei dem das Schar die Rüben erfaßt, sie vom unteren Teil der Pfahlwurzel sowie den Nebenwurzeln trennt und zusammen mit einem Teil der aufgebrochenen Erde aus dem Bodenverband herausbefördert. Je geringer dabei die Beschädigungen sind, und je niedriger der noch anhaftende Schmutzanteil ist, desto günstiger ist der Rodevorgang zu beurteilen. Je sauberer die Rübe das Schar verläßt, desto geringer bleiben die Anforderungen an die nachfolgenden Reinigungselemente, die ihrerseits wieder Verlust- beziehungsweise Beschädigungsursachen darstellen können.

Die Rodeschare

Gegenwärtig können im wesentlichen folgende Schartypen unterschieden werden (Bilder 1a bis 1d):



Bilder 1a bis 1d: Schema der wichtigsten Bauformen von Zuckerrüben-Rodescharen

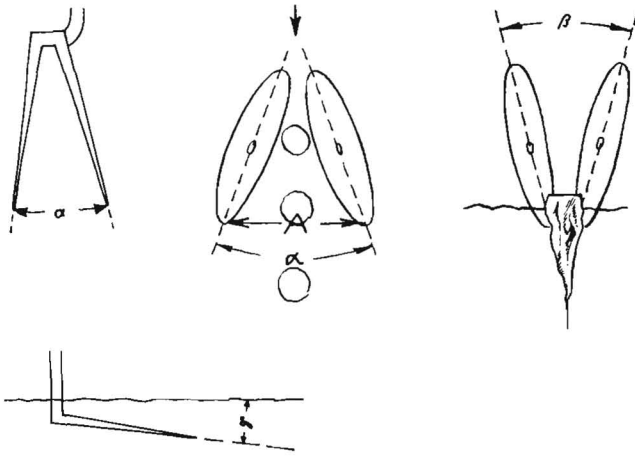


Bild 2: Schareinstellungen

α = Öffnungswinkel; β = Neigungswinkel; γ = Anstellwinkel

1. Zweizinkenschare verschiedener Formgebung (Bild 1a);
2. verschiedene Ausführungen des Polderschares (Bild 1b);
3. die Gruppe der nach dem zweiten Weltkrieg in den USA beziehungsweise Dänemark bekanntgewordenen, rotierenden Rodewerkzeuge (Bilder 1c-- 1d).

Während die Arbeitsweise der unter 1. und 2. genannten Schare als bekannt vorausgesetzt werden darf, muß über die rotierenden Rodewerkzeuge einiges gesagt werden, da dieses Rodeprinzip seinem Wesen nach neuartig ist. Die Schare bestehen in der ursprünglichen Form aus zwei voneinander unabhängigen Rädern mit scharfkantigen, meißelartigen Speichen, die als Greifer für die Rübe dienen. Eine Felge ist zunächst nicht vorhanden, stattdessen dienen die außen verbreiterten Speichen als Lauffläche, ähnlich wie bei einem Scheibensech. Die Durchmesser der Radschare sowie die Anzahl der Greifer variieren innerhalb der verschiedenen Typen zwischen 50 und 70 cm beziehungsweise zwischen 11 und 22 Stück je Rad.

Die Zuckerrüben werden mit diesen Organen auf folgende Weise gerodet: Die nebeneinander angeordneten, in Fahrtrichtung ähnlich dem Polderschar um $20 \dots 40^\circ$ (Öffnungswinkel α) gespreizten Radschare rollen beiderseits einer Reihe geköpfter Rüben durch Bodenanstrieb ab. Die Arbeitstiefe liegt zwischen 5 und 8 cm je nach Schartyp und in Abhängigkeit von den Erntebedingungen. Eine Neigung der Körper nach außen (Neigungswinkel $\frac{\beta}{2} = 10 \dots 20^\circ$) läßt zwangsläufig einen genau definierbaren engen Durchlaß zwischen den Außenkanten beider Rodeorgane entstehen (Bild 2). An dieser Stelle (Klemmstelle), die im Boden liegt, wird nun die zu rodende Zuckerrübe beidseitig eingeklemmt und beim Weiterrollen der Schare herausgehoben. Diese Bewegung, das heißt der Hubweg

der Rübe innerhalb rotierender Schare, ist im Gegensatz zur Aufwärtsbewegung innerhalb starrer Schare eine fast senkrechte (zykloidsche) Bewegung. Ist der Wurzelkörper aus dem Erdverband gelöst, erweitert sich der Abstand der Außenkanten wieder, die Rübe kann sich aus den Greifern lösen und fällt nach rückwärts heraus. Dieses Herausfallen wird durch Schlagwerkzeuge unterstützt, die zwischen beiden Rodekörpern rotieren. Die Entwicklung dieser Schartypen führte inzwischen auch zu Rodekörpern mit geschlossenen Greiferringen, das heißt zu „Felgen“ mit scharfen Außenkanten.

Eine neue holländische Konstruktion wandelte dieses System noch weiter ab. Beide Körper des rotierenden Rodeorganes, bei dem sich aber nicht mehr je zwei Speichen gegenüberstehen, werden von der Zapfwelle des ziehenden Schleppers angetrieben. Gerodet wird hierbei nicht durch Einklemmen der Rübe, sondern durch wechselseitiges Losklopfen. Jede einzelne Rübe erhält im Normalfall bis zu sechs seitliche Lockerungsschläge. Sie wird gleichzeitig durch entsprechendes Anstellen der insgesamt acht Schlagwerkzeuge in eine Aufwärtsbewegung versetzt und nach rückwärts in das Reinigungsorgan geworfen.

Der Vollständigkeit halber sei noch ein Rodeprinzip beschrieben, das aus Dänemark stammt (Bild 1d). Dieses System, das allerdings bisher nicht an Sammelrodern verwendet wurde, ist auffallend einfach: In der Dreipunktlydraulik des Schleppers hängt ein Schlitten, dessen beide Kufen jeweils zwei Rübenreihen einschließen und die, an den hervorstehenden, geköpften Rüben geführt, entlanggleiten. Wie Bild 1d erkennen läßt, wird jede Reihe von nur einer gewölbten Scheibe erfaßt und gerodet. Dabei kompensieren sich die Seitenkräfte beider Scheiben.

Entwicklung einer Versuchseinrichtung zur Messung der Kräfte beim Rodevorgang

Um einen bodenmechanisch sowie meßtechnisch schwer erfaßbaren Vorgang wie das Roden von Zuckerrüben im Modell zu untersuchen, müssen zuvor umfangreiche Kenntnisse über die natürlichen Bedingungen gesammelt werden. Darauf folgend bietet der Modellversuch im Bodenkanal die Möglichkeit, störende äußere Einflüsse weitgehend auszuschalten und nur die Komponenten zu isolieren und meßbar zu machen, die für die Untersuchung von Wichtigkeit sind.

Zur Entwicklung der im folgenden beschriebenen Versuchseinrichtung wurden Erfahrungen und Ergebnisse von Arbeiten des Landmaschineninstituts aus den Jahren 1955/56 herangezogen [1...3]. Besonders die Messungen von Wurzelhaltekräften und der Biegefestigkeit des natürlichen Rübenmaterials wurden danach zum Teil wiederholt, fortgeführt und ergänzt.

Bild 3 zeigt schematisch den gesamten Versuchsstand. Über eine elektrisch betriebene Seilwinde wird das jeweilige Rodewerkzeug angebaud an einen rollengelagerten Schlitten, durch den Bodenkanal gezogen. Dabei wurde der Versuchsboden, ein langjährig be-

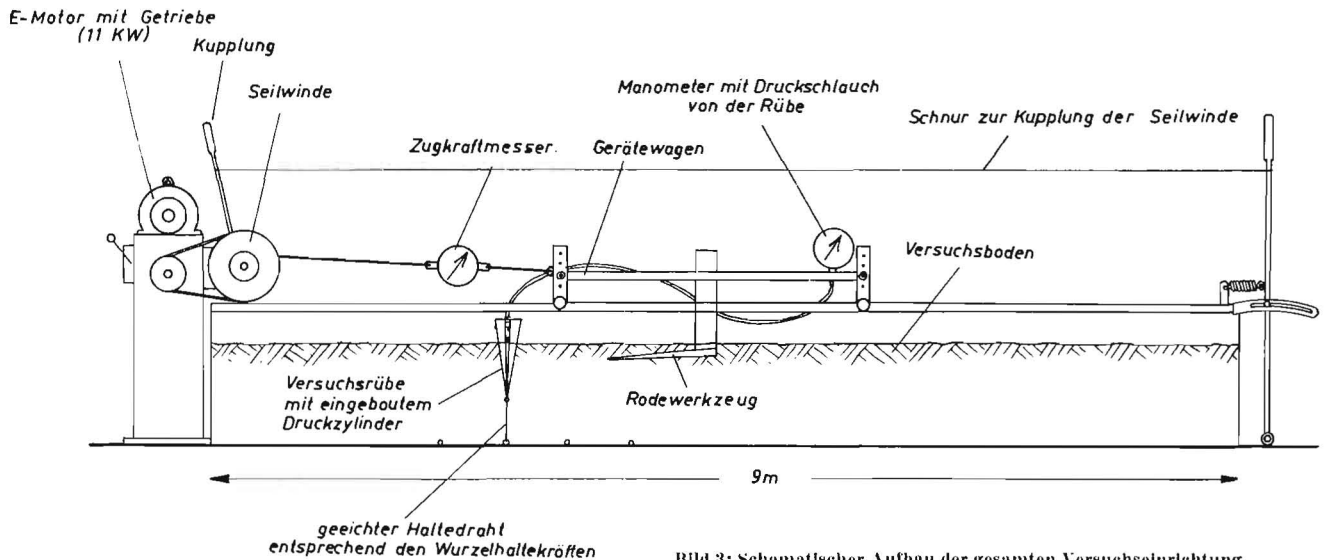


Bild 3: Schematischer Aufbau der gesamten Versuchseinrichtung

arbeiteter Löß, durch mechanisches Verdichten konstant fest und unter laufenden Feuchtigkeitskontrollen konstant feucht gehalten. Die größten Schwierigkeiten ergaben sich bei der Übernahme der Zuckerrüben in den Versuch. Vielfalt in Rübenformen und -größen, bedingt durch verschiedene Sorten, Standorte, Witterung, zwang gänzlich vom natürlichen Material abzugehen und ein künstliches Rübenmodell zu entwickeln.

Messung zweiseitig an der Rübe auftretender Druckkräfte

Unter weitgehender Verwendung aller vorhandenen Erfahrungen und Meßergebnisse wurde eine Meßrübe gebaut (Bild 4), die in ihrem Äußeren einer mittleren Durchschnittszuckerrübe annähernd entsprach. Ein Lederüberzug über den Metallkörper schaffte Oberflächenverhältnisse, die ein sicheres Anhaften der Rodewerkzeuge ermöglichten und zugleich die Lage der Angriffstellen erkennen ließen. An diesem Modell konnten, im Gegensatz zu früheren Versuchen [2], die beim Roden auftretenden Kräfte direkt gemessen werden. Ein eingebauter Druckzylinder übertrug auf hydraulischem Wege alle vom Schar hervorgerufenen Drücke während des Losreißen des Wurzelkörpers aus dem Boden. Da etwa 85% der Haltekräfte einer Rübe durch die Pfahlwurzel bedingt sind, wie durch vertikales Ziehen einer Vielzahl von Rüben festgestellt worden war [1], konnte die Pfahlwurzel durch Zerreißdrähte ersetzt werden. Verzinkter Eisendraht mit 30; 50; 70 beziehungsweise 120 kg Zerreißfestigkeit diente somit als Verankerung des Rübenmodells im Bodenkanal.

Messung der gesamten Zugkräfte in horizontaler Richtung während des Rodevorgangs

Ein Zugkraftschreiber (System Freise) war derart zwischen Seilzug und dem Schlitten mit dem Schar eingehängt, daß alle Zugkräfte, die während der Versuche auftraten, gemessen und aufgezeichnet werden konnten. 8- bis 10fache Wiederholungen bei gleicher Einstellung dienten zur Sicherung der Ergebnisse.

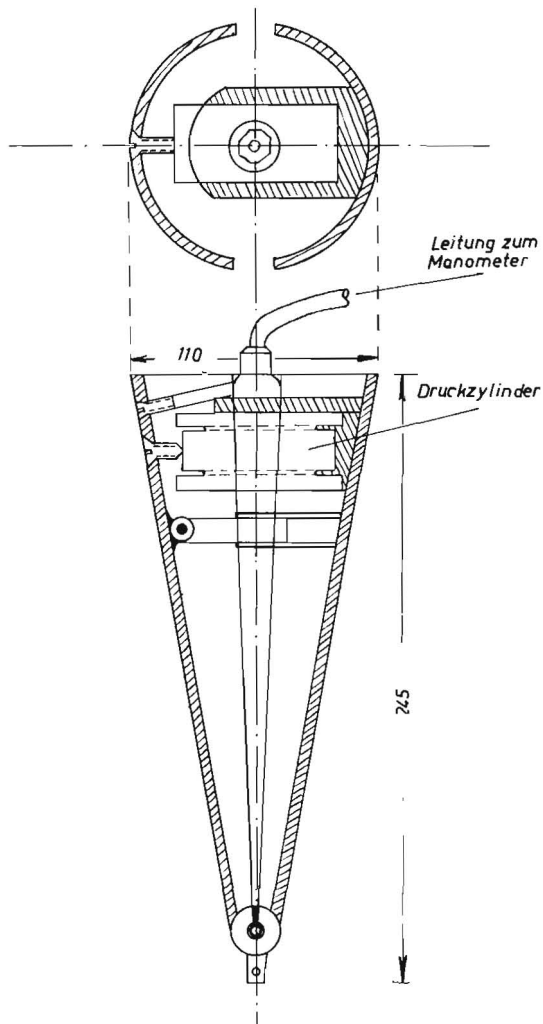


Bild 4: Quer- und Längsschnitt durch das Rübenmodell mit Meßeinrichtung

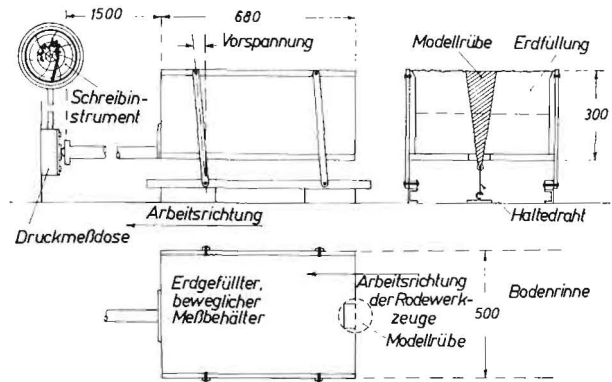


Bild 5: Vorrichtung zum Messen horizontaler Schubkräfte in Fahrtrichtung

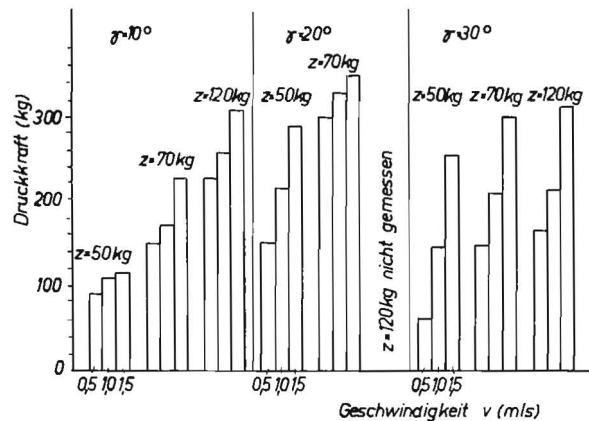


Bild 6: Vom Zweizinkenschar an der Rübe verursachte zweiseitig wirkende Druckkräfte, in Abhängigkeit von Arbeitsgeschwindigkeit, Wurzelhaltekraft und Einstellung des Rodeorgans (an einer Modellrübe gemessen) z - Wurzelhaltekraft

Messen der Schubkräfte, die einseitig, horizontal an der Rübe angreifen

Die bekannten starren Rodescharen, wie Zweizinken- und Polder-schar, verursachen besonders bei ungünstigen Erntebedingungen Brüche der Rübenwurzel durch Schub in horizontaler Richtung. Bild 5 zeigt eine Einrichtung, mit der es möglich war, diese Schubkraft als Teil der gesamten Kraft in Fahrtrichtung zu messen.

Der dargestellte Behälter war innerhalb des Bodenkanals fest eingebaut. Er konnte in gleicher Weise wie der Bodenkanal selbst durchgeführt werden. Der Unterschied bestand in seinem besonders gelagerten Unterbau, der während des Rodevorgangs alle vom Schar auf die Rübe abgestützten Kräfte auf die hydraulische Meßdose weitergab. Die gleichzeitig auf das Erdvolumen übertragenen Kräfte konnten durch Parallelmessungen ohne das eingebaute Rübenmodell ermittelt und somit berücksichtigt werden.

Schon während der Entwicklung der speziellen Meßeinrichtung für diese Kraftkomponente entstand eine Reihe von Problemen, die nur durch umfangreiche zusätzliche Untersuchungen zu lösen waren. Sowohl am Modell als auch in natürlichen Beständen sind diese angestellt worden.

Zu allen Modellversuchen muß gesagt werden, daß bewußt nur die absoluten Kräfte gemessen und ausgewertet wurden. Eine Ermittlung spezifischer Kräfte und deren Vergleich dürfte bei der Vielfalt der beeinflussenden Faktoren kaum der gestellten Aufgabe gedient haben. Damit würde ferner die Grenze der Möglichkeiten eines Modellversuchs zur Klärung von Verhältnissen beim echten Roden, wie in vorliegender Arbeit beabsichtigt, überschritten werden.

Ergebnisse

Zweiseitig an der Rübe auftretende Druckkräfte

Unter der Annahme, daß eine natürliche Zuckerrübe etwa bei einem Durchmesser von 8 ... 10 cm vom starren Schar erfaßt wird, müßten mindestens 300 ... 400 kg Druckkraft einwirken, um Beschädigungen der Epidermis hervorzurufen, wie sich aus früheren

Untersuchungen ergab [1]. Am Modell gemessene Werte, die auch hier in 8- bis 10facher Wiederholung ermittelt werden konnten, lagen beim Zweizinkenschar zwischen 90 und 310 kg Druckkraft, also im wesentlichen unterhalb des kritischen Bereichs (Bild 6). Die große Schwankungsbreite ist dabei naturgemäß durch unterschiedliche Erdbewegung, Scharanstellung, Wurzelhaltekräfte sowie Fahrgeschwindigkeit bedingt. Nach früheren Untersuchungen nimmt außerdem die Festigkeit der natürlichen Zuckerrübe mit wachsendem Durchmesser zu [1]. Durch Bestrebungen, in der Praxis flacher zu roden, also das Schar an der Stelle mit größerem Durchmesser angreifen zu lassen und damit die Rübe höher zu fassen, würde nicht nur die Bodenbewegung verringert, sondern auch die Gefahr von Druckbeschädigungen herabgemindert.

Beim Polderschar lagen die Druckkräfte, denen die Rübe während des Rodehubs ausgesetzt war, niedriger. In nicht einem Fall wurden 300 kg erreicht. Auch die gesamte Schwankungsbreite der Ergebnisse war geringer. Dies kann mit der erheblich höheren Bodenbewegung, mehr aber noch mit dem „negativen“ Anstellwinkel dieser Schare in Zusammenhang stehen. Während das Zweizinkenschar seinen Tiefstpunkt am vorderen Ende hat, sich also (positiv) in den Boden zieht, erfordert das Polderschar einen nicht unerheblichen Vertikaldruck, um sicher und in gleicher Tiefe zu arbeiten. Dadurch stützt sich ein Teil der Kräfte bereits an dem die Rübe unmittelbar umgebenden Boden ab. Ferner wirkt die breitere Auflagefläche der Schare druckausgleichend.

Zweiteilige, rotierende Schare erfassen die Rübe zwar auch beidseitig, bleiben jedoch während des darauffolgenden Rodevorgangs an der ursprünglichen Auflagestelle liegen. Die Druckkräfte steigen dabei solange an, bis der engste Abstand zwischen beiden Teilen erreicht ist und die Hubbewegung beginnt. Da dieser Abstand während des Rodens fest eingestellt ist, wird die Höhe der Druckkräfte außer von der Werkzeugeinstellung, der Wurzelhaltekraft auch vom Maß des jeweils erfaßten Rübenquerschnittes abhängig sein.

Die ursprüngliche Form der Radschare und diejenige mit „Felgen“ unterscheiden sich besonders im Hinblick auf die Höhe der an der Rübe entstehenden Druckkräfte. Während der Wurzelkörper einer Rübe zwischen Werkzeugen mit geschlossener „Felge“ einen vorher genau definierbaren Durchlaß (Klemmstelle) passiert, geben ihm die Greiferabstände der ursprünglichen Schartypen (50 bis 60 mm) seitlich Ausweichmöglichkeiten gegenüber höheren Kräften. Dadurch können die Schwankungen innerhalb der verschiedenen Meßwerte bei sonst gleichen Bedingungen relativ groß werden. Im Mittel lagen die Druckkräfte hier jedoch niedriger als bei geschlossenen Körpern.

Folgende Gründe können dafür geltend gemacht werden:

1. die zu rodende Rübe fügt sich vor Erreichung der „Klemmstelle“ weitgehend in die Zwischenräume offener Greiferschare ein und weicht damit dem möglichen Höchstdruck aus;
2. offene Greiferschare erfordern für einen gleichmäßigen und sicheren Bodenantrieb eine etwas größere Arbeitstiefe. Dadurch wird ein kleinerer Rübenquerschnitt erfaßt und der Wurzelkörper geringeren Druckkräften ausgesetzt.

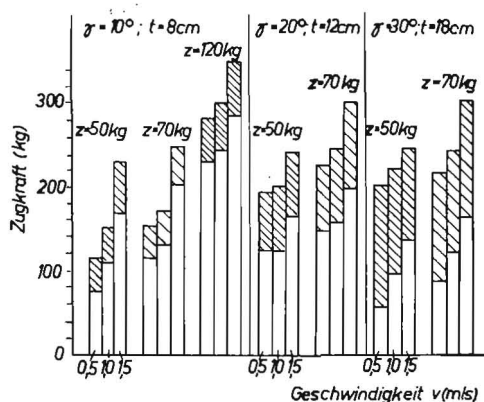


Bild 7: Zugkraftbedarf für Zinkenschar (gemessen in einem Bodenkanal) Erläuterungen siehe Bildtext 9

In der Gesamtbeurteilung aller Versuche wiesen jedoch die geschlossenen, rotierenden Rodeschare günstigere Eigenschaften auf. Die kontinuierlich in den Boden einschneidende „Felge“ gewährleistet wesentlich besser, daß auch seitlich aus der zu rodenden Reihe herausstehende Rüben ohne Schnittverletzung gerodet werden. Bei offenen Greifern besteht dagegen die Gefahr des senkrechten Aufspaltens von Rüben, die nicht genau erfaßt wurden.

Die Einstellung rotierender Schare (geschlossene Felge) auf $\alpha = 30^\circ$ und $\beta = 40^\circ$ bei einem Gesamtdurchmesser der Schare von 600 mm war bei den Versuchen die günstigste. Es hielten sich die Druckkräfte in Bereichen, die irgendwelche Gewebeschäden der Rübe völlig ausschlossen.

Bei keinem der untersuchten Schare ergaben sich Druckkräfte, die den kritischen Wert überstiegen. Auch die Kontrollversuche in natürlichen Rübenbeständen zeigten unter gleicher Einstellung wie im Bodenkanal keine Druckschäden durch unmittelbaren Einfluß der Rodewerkzeuge.

Die gesamten Zugkräfte in horizontaler Richtung während des Rodevorgangs

Diese Messungen konnten mit der geschilderten Versuchsanordnung jeweils gleichzeitig mit denen der Druckkräfte gemacht werden. Sie wurden ebenfalls in Abhängigkeit von Werkzeugeinstellung, Arbeitsgeschwindigkeit, Arbeitstiefe und Wurzelhaltekraft ausgeführt.

Beim Zweizinkenschar war unter den konstanten Bodenverhältnissen die höchste Zugkraft während des Rodehubs bei flachem Anstellwinkel ($\gamma = 10^\circ$) der Scharspitzen festzustellen (Bild 7). Gleichzeitig liegt aber auch der niedrigste Wert innerhalb dieser Einstellung. Die Schwankungen sind also durch Haltekräfte der Wurzeln und die Geschwindigkeit bedingt. Dagegen wurden die Kräfte ausgeglichener unter dem steilen Anstellwinkel ($\gamma = 30^\circ$). Der Anteil des Schares am gesamten Zugwiderstand lag hier bei etwa 50% (schraffierter Teil der Säulen = Schar im „Leerlauf“). Die Meßwerte beim Polderschar (Bild 8) lagen am höchsten aller untersuchten Rodewerkzeuge, wobei der Einfluß der Rübe und deren Haltekraft relativ gering war.

Die rotierende Schare (Bild 9) zeigten ihre besonderen Merkmale auch bei der Ermittlung der horizontalen Zugkräfte während des Rodevorgangs recht deutlich. Sieht man von den extrem hohen Wurzelhaltekräften von 120 kg ab — sie treten nur in völlig verhärteten, bindigen Böden auf —, so konnten kaum Zugkräfte über 200 kg gemessen werden.

Grundsätzlich kann für alle rotierenden Werkzeuge gelten, daß mit höherer Geschwindigkeit auch die Massenkkräfte am Umfang der Rodekörper ansteigen. Auf diese Weise verringert sich der Einfluß der beim Losreißen von Rüben auftretenden Widerstandskräfte der Wurzeln. Eine Vergrößerung des Durchmessers rotierender Schare von 600 auf 700 mm wirkte sich in gleicher Weise aus.

Damit lagen die beim Rodevorgang im Modell gemessenen horizontalen Zugkräfte beim Polderschar am höchsten, am niedrigsten dagegen bei rotierenden Rodewerkzeugen. Während starre Schare

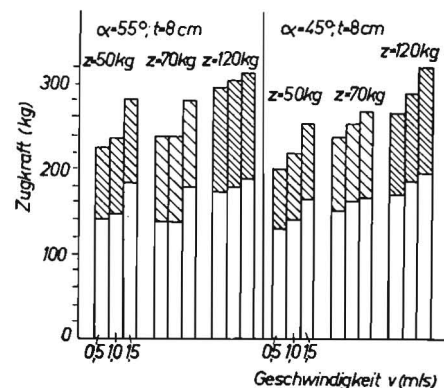
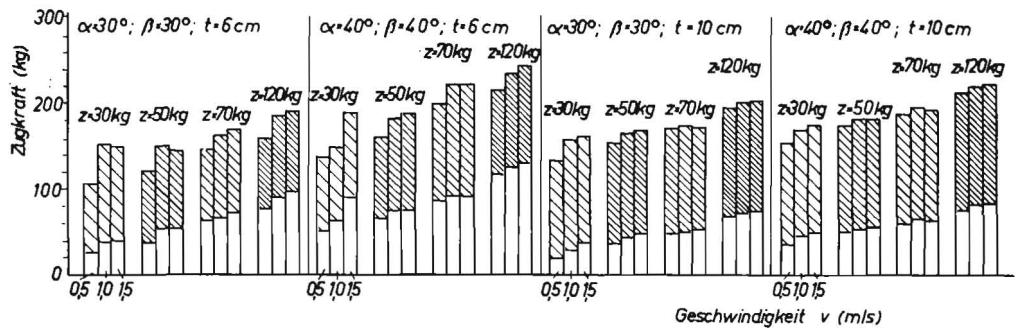


Bild 8: Zugkraftbedarf für Polderschar (gemessen in einem Bodenkanal) Erläuterungen siehe Bildtext 9

Bild 9: Zugkraftbedarf für rotierendes Rodewerkzeug
(gemessen in einem Bodenkanal)
z = Wurzelhaltekraft; t = Arbeitstiefe; schraffierte Säule = Zugkraftanteil des Rodeschares; glatte Säule = beim Hubvorgang auftretende zusätzliche Zugkraft



in ihrem Zugkraftbedarf wesentlich vom Boden und dessen Zustand abhängig sind, trifft das für rotierende Schare nur in geringem Maß zu. Diese arbeiten flacher (5 ... 8 cm), wodurch sich die Bodenbewegung, daß heißt der unproduktive Teil des Zugkraftaufwandes in horizontaler Richtung, verringert.

Horizontale Schubkräfte vom Schar, die einseitig an der Rübe angreifen

Die Untersuchung dieses besonders schwierigen Fragenkomplexes konnte auf die Gruppe der starren Rodewerkzeuge beschränkt bleiben, da nur bei diesen eine Übertragung der horizontalen Kräfte auf die Rübe festzustellen war. Bei rotierenden Scharen tritt zwar auch eine Horizontalkraft meßbar auf; sie wird jedoch nicht auf die Rübe übertragen; sie entspricht vielmehr der für den Antrieb der Rodekörper am Boden abgestützten Komponente.

Eine Gegenüberstellung der beiden starren Schartypen (Bilder 10a bis 10d) veranschaulicht deutlich das unterschiedliche Verhalten der genannten Horizontalkräfte. Während sich auch diese Kräfte zunächst recht gleichmäßig unter dem Einfluß höherer Wurzelhaltekräfte und Geschwindigkeiten steigern, haben beide Scharformen eine erheblich größere Wirkung auf die horizontalen Schubkräfte. Das obere Kurvenbündel (Bild 10a) stellt jeweils die gemessenen Schubkräfte in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit und der Wurzelhaltekraft während der Modellrodung dar. Darunter (gestrichelte Linie) sind die vom Schar jeweils im „Leerlauf“ (ohne Rübe) verursachten Kräfte gezeigt. Subtrahiert man die Werte der „Leerlauf“-Kurven von den zugehörigen oberen Werten der Kurve, so gibt das Ergebnis die Schubkräfte wieder, die die Rübe während des Rodens mit starren Scharen abstützen muß.

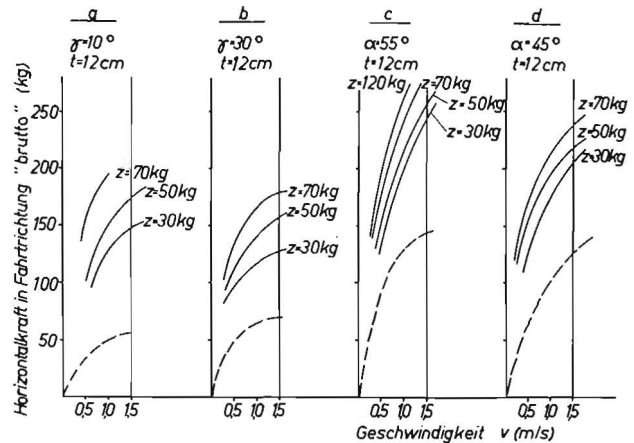
Nach den Feststellungen aus diesen Versuchen ist die genannte horizontale Kraftkomponente, die einseitig vom starren Rodeschar auf die Rübe übertragen wird, die einzig mögliche Verlustursache, welche unmittelbar auf die Arbeit des Rodeorgans zurückgeführt werden kann. Die dabei entstehenden Schäden sind Brüche der Rübenwurzel infolge von Biegungen. Die auslösenden Kräfte sind von verschiedenen, zum Teil schwer erfaßbaren äußeren Einflüssen abhängig, die mit dem Boden beziehungsweise mit der Beschaffenheit der Zuckerrübe eng im Zusammenhang stehen.

Unter normalen Erntebedingungen ist der höheren Schubkraft des Polderschares zunächst keine negative Bedeutung beizumessen. Dadurch, daß die breiten, zweiteiligen Flächen des Polderschares etwa um 30° weiter gespreizt sind, bleibt der hinter der Rübe anstehende Boden zur Abstützung zunächst sogar besser erhalten als beim Zinkenschar. Dafür wirkt aber die größere Schubkraft ungünstig auf das Rübenoberteil ein. Der Grad der Abknickung ist weitgehend bodenabhängig. Ist der Boden im Bereich des gesamten Wurzelkörpers gleichmäßig, wird die relativ elastische Rübe die Biegungen auffangen. Befindet sich jedoch unter dem tiefsten Punkt des rodenden Schares eine Bodenverdichtung, innerhalb der noch wertvolle Teile der Rübenwurzel liegen, ist eine Bruchgefahr in starkem Maß vorhanden.

Auf weitere Untersuchungen zu dieser Frage, die an natürlichen Zuckerrüben angestellt wurden, wird eventuell in einer späteren Veröffentlichung noch eingegangen.

Zusammenfassung

Die verschiedenen Typen von Zuckerrüben-Rodewerkzeugen werden nach einer Vielzahl praktischer Vorversuche in einem Boden-



Bilder 10 a bis 10 d: Horizontale Kräfte, die von starren Rodewerkzeugen ausgelöst, unmittelbar an der Rübe abgestützt werden
(gemessen in einem Bodenkanal)
z = Wurzelhaltekraft; t = Arbeitstiefe; a und b = Zweizinkenschar; c und d = Polderschar; - - - = Horizontalkräfte des Rodeschares im „Leerlauf“

kanal miteinander verglichen. Dazu mußte zunächst eine Versuchseinrichtung zur Messung der verschiedenen Kräftekomponente entwickelt werden. Eine Modellrübe mit eingebautem, hydraulisch wirkenden Druckzylinder dient zur direkten Messung aller vom Schar verursachten Druckkräfte.

Die Untersuchung zeigt, daß eine Zuckerrübe während des Rodens vielen mechanischen Beanspruchungen in Form von Zug und Druck ausgesetzt ist. Verluste treten allerdings nur durch eine dieser Komponenten auf, nämlich durch die Komponente, die zum Abknicken der Rübenkörper führt. In dieser Hinsicht ist die Arbeitsweise rotierender Schare besonders günstig. Diese rotierenden Schare arbeiten bei einer einwandfreien Steuerung vor allem auch unter schwierigen Bedingungen, ohne daß wertvolle Teile der Rübe abbrechen. Ein Nachteil der bisher bekanntgewordenen Konstruktionen ist die noch unzureichende Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Rübenkopfdurchmesser, ein Mangel, der bei starren Scharen nicht in Erscheinung tritt.

Literatur

[1] v. HÜLST, H., H. GÖHLICH und B. SÖCHTING: Untersuchungen an Rodewerkzeugen für Zuckerrüben. Zucker 10 (1957), S. 535—538
[2] GÖHLICH, H., und H. v. HÜLST: Untersuchungen an Rodewerkzeugen für Zucker 11 (1958), S. 154—156
[3] HINGST, K.: Untersuchungen an Zuckerrüben-Rodewerkzeugen — Die Kräfte zwischen Schar und Rübe, unter besonderer Berücksichtigung eines schonenden, verlustarmen Rodevorganges. Dissertation, Göttingen 1960

Résumé

Klaus Hingst: „Investigations on Sugar Beet Harvester Blades.“

After a great number of practical preliminary experiments the various types of sugar-beet harvesting implements are compared with each other in a soil canal. For this purpose a testing installation for measuring the various components of forces had to be developed first. A model beet with a built-in hydraulically acting pressure cylinder serves for measuring all compressive forces caused by the share.

The investigation proved that a sugar beet is subject to many mechanical stresses in the shape of tension and pressure during harvesting. However, losses only occur as a result of one of these components, i.e. the component that causes the beet to bend over. The method of operation of rotating blades is particularly favourable in this respect. These rotating blades, if properly set, will operate successfully under difficult working conditions, so that valuable parts of the beet do not break off. A disadvantage of all designs investigated up to the time of writing is a lack of capacity for adjustment to suit the varying diameters of sugar beet tops. This is a disadvantage that is not present in harvesters having fixed blades.

Klaus Hingst: «Recherches sur les socs d'arracheuses de betteraves effectuées dans un canal du sol.»

Les différents types d'outils d'arrachage de betteraves sont comparés après avoir effectué de nombreux essais dans un canal de terre. On a dû d'abord construire une installation d'essai pour la mesure des différentes composantes de force. Une betterave prototype dans laquelle on a incorporé un cylindre de compression hydraulique, sert à la mesure directe de toutes les forces de compression exercées par le soc.

Les recherches ont montré qu'une betterave doit supporter pendant l'opération d'arrachage, des sollicitations mécaniques multiples sous forme de traction et de compression. Cependant, les pertes ne proviennent que d'un de ces facteurs, c'est-à-dire de celui qui provoque la rupture de la betterave. Sous ce point de vue, le mode de travail des socs rotatifs est particulièrement avantageux. A la condition d'une

conduite impeccable de la machine, ces socs rotatifs travaillent également dans des conditions difficiles sans que la betterave soit brisée et perde des parties précieuses. Un inconvénient des constructions actuelles est le manque d'adaptation aux différents diamètres de betterave. Cet inconvénient ne se produit pas quand on utilise des socs rigides.

Klaus Hingst: «Ensayos con rejas de arrancar remolacha azucarera hechos en una zanja.»

Los diferentes modelos de instrumentos arrancadores de remolacha azucarera se comparan en una zanja de tierra, para lo cual fué preciso construir un dispositivo de ensayo para la medición de las diferentes componentes de la fuerza. Un modelo de remolacha con cilindro de presión, de funcionamiento hidráulico, se emplea para la medición directa de todos los esfuerzos de presión, causados por la reja.

El ensayo ha demostrado que la remolacha está expuesta a muchos esfuerzos mecánicos de tracción y de presión en la operación de arrancar pero solamente una de las componentes da lugar a pérdidas, o sea la que produce la rotura por flexión del cuerpo de la remolacha. En este concepto el trabajo con rejas rotativas resulta especialmente favorable. Estas rejas rotativas trabajan bien, también en condiciones difíciles, sin que se rompan partes apreciables de la remolacha, siempre que la dirección sea conveniente. Una desventaja de los modelos hasta hoy conocidos es la escasa adaptabilidad a remolachas de tamaño distinto: este inconveniente no se presenta en las rejas fijas.

RUNDSCHAU

Das Einspeisen der Pflanzen bei Pflanzensetzmaschinen

Bei der Gestaltung von Pflanzensetzmaschinen steht der Konstrukteur vor Problemen eigener Art. Muß schon bei Sämaschinen, insbesondere bei Einzelkornsämaschinen, durch entsprechende Formgebung der einzelnen Teile dafür gesorgt werden, daß das Saatgut auf seinem Wege vom Vorratsbehälter über Vereinzelungsorgane und Saatleitungen zum Schar nicht verletzt wird, so gilt diese Sorge doch in ungleich stärkerem Maße hinsichtlich der mechanischen Einwirkungen, denen das Pflanzgut in einer Pflanzensetzmaschine ausgesetzt ist, da das Pflanzgut mit seinen jungen, ungeschützten Trieben wesentlich empfindlicher als Saatgut ist. Ein weiteres Problem resultiert daraus, daß beim Vorgang des Pflanzens trotz weitgehender Mechanisierung immer noch ein Rest Handarbeit übrig geblieben ist, der nicht von der Maschine erledigt werden kann. Während es möglich ist, das Pflanzbett maschinell pflanzbereit zu machen, während mit der Maschine die Setzfurche geöffnet, die Pflanze in die Furche eingebracht und anschließend die Furche wieder geschlossen werden kann, während es weiter möglich ist, die Pflanze beispielsweise beim Setzvorgang einzuschlämmen oder mit der Maschine gleichzeitig Düngemittel unterzubringen, ohne daß dabei Handarbeit erforderlich wäre, muß doch das Vereinzeln der Pflanzen aus einem Vorrat und das Einbringen in die Setzorgane manuell ausgeführt werden.

Es liegen allerdings auch Vorschläge vor, den Ablauf des Pflanzvorganges so zu gestalten, daß an der Pflanzensetzmaschine selbst ganz ohne jede Handarbeit auszukommen ist. Das ist möglich, wenn das Pflanzgut in größerer Zahl auf einen Träger aufgebracht wird, mit dessen Hilfe oder mit dem zusammen es dann in den Boden eingebracht werden kann. Der Träger mit den Pflanzen stellt dann praktisch eine Magazinfüllung dar. Diese Arbeitsweise setzt jedoch voraus, daß die Arbeiten des Vereinzeln und Aufbringens auf den Träger schon vorher im eigenen oder einem Spezialbetrieb ausgeführt werden. Im einzelnen wird hierzu auf weiter unten beschriebene Beispiele verwiesen.

Manuelles Einlegen der Pflanzen in das Setzorgan

Vorwiegend arbeiten die Pflanzensetzmaschinen jedoch heute noch in der Weise, daß das Vereinzeln und Einlegen der Pflanzen von Arbeitskräften, die auf der Pflanzensetzmaschine mitfahren, von

Hand ausgeführt wird. Es ergibt sich daher für den Konstrukteur die Aufgabe, die Maschine so zu gestalten und die notwendigen Handgriffe bei diesen Arbeiten so abzustimmen, daß die Arbeit auch bei längerer Arbeitszeit ohne Überanstrengung ausgeführt werden kann und von der Arbeitskraft nicht als unangenehm empfunden wird. Wenn auch die Arbeit eine gewisse Fingerfertigkeit erfordert, so liegt die Schwierigkeit doch keineswegs darin, daß die rein körperliche Beanspruchung hierbei schwer wäre, als vielmehr in der Eintönigkeit der Arbeit, die dann bei Ermüddungserscheinungen die Gefahr von Fehlstellen und Unregelmäßigkeiten mit sich bringt. An Hand einer Zusammenstellung aus der Patentliteratur sollen nachfolgend einige Lösungsbeispiele aufgezeigt werden.

Britische Patentschrift 733 599

Diese Pflanzensetzmaschine gemäß der britischen Patentschrift 733 599 (Bild der 1a und 1b) arbeitet mit klappenförmigen Greifern. Zunächst eine kurze Erläuterung ihres Aufbaus: Der Rahmen (1) der Maschine wird durch einen Zugbalken gebildet, der aus zwei Winkeleisen (4) besteht. Die Winkeleisen (4) verlaufen parallel zueinander in Längsrichtung der Maschine — im wiedergegebenen Bild ist deshalb nur eines sichtbar — und sind durch geeignete Mittel unter Wahrung eines gewissen Abstandes voneinander fest miteinander verbunden. An den vorderen Enden der Winkeleisen (4) ist eine Klemmvorrichtung gelenkig befestigt, die zur Koppelung des Gerätes mit einer Zugvorrichtung dient. Die Klemmvorrichtung besteht aus einem Paar durch Bolzen (7) in Abstand gehaltener Platten (6), die einen Zapfen (11¹) zwischen sich aufnehmen können, der von der Zugstange (12) eines nicht dargestellten Schleppers getragen wird. Die Gelenkverbindung der Klemme zu den Winkeleisen (4) wird durch einen Bolzen (8) hergestellt, wobei ein an den Armen (10) der Platten (6) befestigtes Querstück (11) die mögliche Schwenkbewegung in einer Richtung begrenzt. Die Gelenkverbindung ermöglicht die notwendige Anpassungsmöglichkeit an Bodenebenenheiten. Am anderen Ende der Winkeleisen (4) ist nach unten herausragend ein Furchenschar (36) befestigt, während nach oben zwei Platten (14) anschließen.

Da diese ebenso wie die Winkeleisen (4) einen Abstand zwischen sich frei lassen, können sie zwischen sich auf einer Welle (21) ein