

Schrifttum

- [1] COENENBERG, H. H.: Die Triebwerke der Ackerschlepper, V. Technik und Landwirtschaft, 8 (1956), Heft 4, S. 77
- SEIBOLD, H.: Drei verschiedene Zapfwellen. Landtechnik 11 (1957), S. 263 bis 265
- [2] KRUPP, G.: Begriffsragout zum Thema Zapfwelle — muß das sein? (mit Schrifttum). Deutsche Agrartechnik 8 (1958), Heft 12, S. 570
- [3] STAUFFER, O.: Neue Zapfwellen-Norm in den USA. Landtechnische Forschung 8 (1958), Heft 3, S. 81—84
- [4] Tractor power take-off speeds. Farm Mechanization Vol. X, N. 113 (1958), Seite 413
- [5] SCHRÖTER, K.: Die Kraftübertragung zum Tricbachsanhänger. Landtechnik 13 (1958), Heft 3, S. 57—62

Résumé

Hans Helmut Coenenberg: "Some Important Problems in the Design of Power Take-off Shafts."

Present-day power take-off systems should be divided into three classes. This has already been taken into consideration when formulating suggestions for the standardisation of nomenclature. Analysis of the many possible solutions to the problem of take-off shaft design reveals their advantages and disadvantages.

The new American standards for power take-off shafts combine a speed of 1,000 r. p. m. with an involute spline profile, which has a higher form stability and also prevents accidental connection to machinery whose running speed is only 540 r. p. m. This very neat combination can yet prove to be of the utmost importance and value, not only to us, but to the rest of the world.

Consideration of design and running requirements leads to the conclusion that the speed over the ground of the power take-off shaft should be finally standardised at about 10 r. p. m. per metre of linear advance over the ground. Any great increases or decreases in this speed are disadvantageous.

Present-day designs of driving axles are generally not satisfactory from the point of view of their riding qualities. Viewed dynamically, an infinitely variable transmission controlled by centre pole pressure is to be desired. If this suggestion were found to be of economic value the present type of power take-off shaft would prove to be superfluous.

The above discussion of some problems in the design of power take-off shafts is neither complete nor final. It should rather be regarded as an incentive to still further realistic and fruitful discussions.

Hans Helmut Coenenberg: Problèmes actuels posés par les prises de force.

On distingue aujourd'hui trois types de prises de force suivant leur fonctionnement. Cette classification correspond d'ailleurs au projet de normalisation définissant les désignations. La discussion de quelques-unes des nombreuses solutions constructives possibles de prises de force permet de montrer leurs avantages et leurs inconvénients réciproques.

La nouvelle norme américaine de prise de force prévoit la réunion d'un nombre de tours de 1000 t/min. avec un profil à denture à développante

qui confère une stabilité de forme très grande et exclue le risque d'accoupler, par mégarde, des outils exigeant un nombre de tours de 540 t/min. Cette combinaison est sans doute très heureuse et peut obtenir une signification nationale et internationale très grande.

Pour des raisons constructives et de mécanique de marche, il semble nécessaire de normaliser définitivement le rapport de 10 tours de prise de force/m d'avancement. Les désavantages augmentent d'autant plus que le rapport nombre de tours/m d'avancement s'écarte de cette valeur.

Les propriétés de marche des constructions actuelles d'essieux moteurs ne peuvent satisfaire. Une amélioration de la mécanique de marche peut être obtenue par l'incorporation d'un variateur de vitesse dans la transmission réglé par les efforts transmis par le timon. Dans le cas qu'une telle solution puisse être obtenue à un prix acceptable, une prise de force solidaire de l'avancement devient superflue.

Le présent exposé sur les quelques problèmes posés par les prises de force ne peut être ni complet ni définitif. Il doit seulement inviter à une discussion objective et, par conséquent, fructueuse sur ce problème.

Hans Helmut Coenenberg: «Problemas de actualidad que ofrecen los ejes de toma de fuerza.»

Convenría hoy distinguir entre tres formas de impulsión por eje de toma de fuerza, según la función, tal como se había previsto ya en la proposición para la determinación de los conceptos de norma. Un examen de algunas de las soluciones constructivas del eje de toma de fuerza posibles demostrará sus ventajas y sus inconvenientes.

La nueva norma U. S.-americana relaciona un número de 1000 r. p. m. con un perfil cuneiforme de evolventes que ofrece una configuración más precisa, evitándose así el acoplamiento erróneo de aparatos construidos para un número de revoluciones normal de 540 r. p. m. Esta combinación ingeniosa puede sin duda llegar a tener importancia para nosotros y en general importancia internacional.

Por motivos lo mismo constructivos como también mecánicos de rodadura resulta necesario establecer como norma definitiva para el número de revoluciones del eje de toma de fuerza con relación a la rodadura, p. e. de 10 revoluciones por un metro de recorrido. Un número de revoluciones/recorrido más o menos elevado resulta desfavorable, aumentando los inconvenientes, cuanto más se separe el número de revoluciones del valor citado.

El comportamiento de rodadura de las construcciones actuales desde los ejes de propulsión no es satisfactorio. Desde el punto de vista de la mecánica de rodadura convenría más una transmisión regulada por la barra de tracción con engranaje sin escalonamiento. Si esta construcción resultase racional, el eje de toma de fuerza con número de revoluciones basado en el recorrido llegaría a ser superfluo.

El presente examen de algunos de los problemas que nos pone el eje de toma de fuerza, no puede ser ni completo ni definitivo, siendo su objeto sino el de abrir una discusión objetiva y por lo tanto fructífera.

Clemens Heller:

Sichtbare Verluste in der Zuckerrübenenernte

Institut für Landtechnik, Bonn

Mit dem Übergang zu mechanischen Verfahren in der Zuckerrübenenernte werden der Erntemaschine alle Funktionen übertragen, die bisher von Hand durchgeführt wurden. Im Verlauf der Entwicklung haben sich aus der Vielzahl der möglichen Ernteverfahren diejenigen herauskristallisiert, die aus arbeitswirtschaftlichen und arbeitstechnischen Gründen als besonders zweckmäßig anzusehen sind. Es sind dies die Verfahren, die gleichzeitig köpfen und die Rüben in einem großen Bunker auf der gesamten Schlaglänge sammeln [2 und 6]. Der Bunker selbst wird am Vorgewende entweder in einen Standwagen umgeladen oder aber in einer Feldrandmiete entleert. Selbstverständlich umfaßt dieses sogenannte Bunkerverfahren eine ganze Gruppe von Verfahren, die sich dadurch unterscheiden, daß Schlepper, Köpfer, Roder und Rübensammelbunker verschieden einander zugeordnet sind. In allen Fällen muß man in der Lage sein, bei der Entleerung des Bunkers einen Standwagen voll von einer Seite zu beladen, ohne daß ein Mann von der Maschine oder vom Schlepper absteigen muß. Ferner ist an eine Erntemaschine, die eine so weitgehende

Mechanisierung aller Arbeiten ermöglicht, die Forderung zu stellen, daß sie einen Schlag vollkommen mechanisch abernten kann, also auch in der Lage ist, die Durchbrüche zu köpfen und zu roden. Bei kleinen Parzellen kann das Köpfen und Roden der Durchbrüche von Hand oder mit Gespanngeräten mehr Arbeit kosten als das maschinelle Abernten der restlichen Parzelle. Bei größeren Schlägen macht man häufig mehrere Durchbrüche, damit die Erntemaschine auf dem Vorgewende nicht zu lange Wendezeiten hat und zu hohen Tagesleistungen kommt.

Ein Arbeitsverfahren sollte aber nicht allein nach arbeitstechnischen und arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten beurteilt werden; auch die Höhe der auftretenden Verluste ist von großer Wichtigkeit. Gerade auf der Stufe der Hochmechanisierung, die ja doch erhebliche Maschinenkosten erfordert, sollte die Vermeidung von Verlusten oberstes Gebot sein. In der Zuckerrübenenernte hat man nach unsichtbaren Verlusten und nach sichtbaren Verlusten zu unterscheiden. Über den Umfang der unsichtbaren Verluste, die durch die Veratmung von Zucker ent-

stehen, ist vom Verfasser bereits früher ausführlich berichtet worden [5]. Diese unsichtbaren Verluste sind in Bild 1 für zwei Ernteverfahren verschiedenen Mechanisierungsgrades dargestellt. Die linke Säule des Diagramms gibt die Zuckerverluste in kg/ha wieder, die beim alten Pommritzer Verfahren entstehen, während die rechte Säule die Verluste für das vollmechanische Bunkerverfahren angibt, bei dem die Rüben gleichzeitig geköpft und gerodet und bis zum Vorgewende mitgenommen werden. Wie aus dem Bild zu entnehmen ist, belaufen sich die unsichtbaren Zuckerverluste beim Pommritzer Verfahren auf insgesamt rund 500 kg/ha (entsprechend 7 bis 8% des Ertrages). Dabei ist unterstellt, daß die Rüben drei Tage geköpft im Boden stehen und anschließend nach dem Roden fünf Tage in kleinen Haufen auf dem Acker liegenbleiben, wie bei diesem Verfahren vielfach üblich war. Beim Übergang zum Bunkerverfahren gehen die Atmungsverluste auf etwa 120 kg/ha (entsprechend 2% des Ertrages) zurück. Die Mechanisierung hat also in diesem Fall eine erhebliche Verminderung der Zuckerverluste gebracht, und zwar dadurch, daß sie den Übergang zu einem anderen Arbeitsverfahren ermöglicht hat. Hier laufen also die arbeitswirtschaftlichen Wünsche parallel mit der Forderung nach möglichst geringen Verlusten.

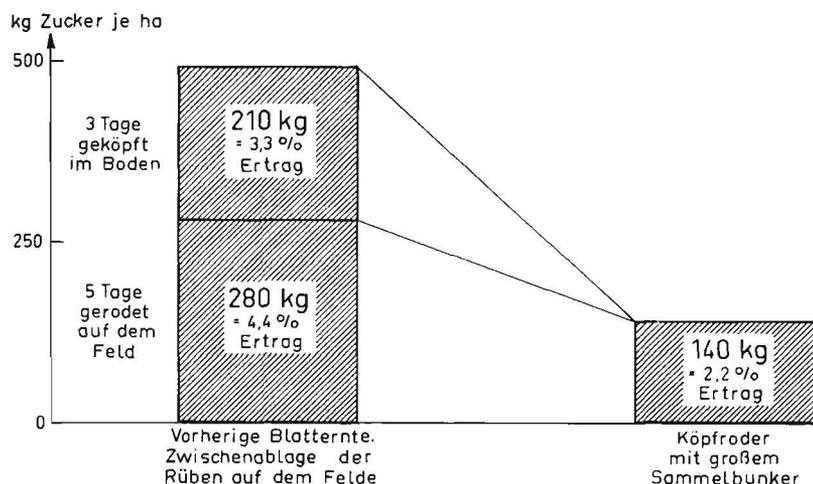
Neben diesen unsichtbaren Verlusten können auch erhebliche sichtbare Verluste in der Zuckerrübenenernte auftreten. Beobachtungen und Feststellungen in praktischen Betrieben im Herbst 1957 zeigten [8], daß Verluste durch steckengebliebene, abgebrochene und verlorengegangene Rüben zwischen 3 und 15% vorkommen. Ähnliche Werte werden in früheren Untersuchungen von BERNSTEIN ermittelt [1]. Zwar wird in vielen Fällen von Hand nachgesammelt, so daß diese hohen Verluste nicht voll in Erscheinung treten. Es ist jedoch zu bedenken, daß in Zukunft bei weiterer Arbeitskräfteverknappung für das Nachsammeln von Hand keine Arbeitskräfte mehr vorhanden sein werden, beziehungsweise, daß die höheren dabei entstehenden Lohnkosten in keinem Verhältnis zu dem Mehrertrag stehen. Es ist also sehr wichtig, diesen Verlusten und ihren Ursachen einmal nachzugehen.

Einfluß der Köpfhöhe auf den Ertrag

Sichtbare Verluste können auftreten durch zu starkes Köpfen der Rüben, Abbrechen von Wurzelschwänzen, Steckenbleiben und Verlorengehen von Rüben. Um zunächst eine Vorstellung zu bekommen, in welchem Maße sich ein zu starkes Köpfen sowie das Abbrechen von Wurzelschwänzen auf den Mengenertrag auswirkt, wurde in der Ernte 1958 eine Vielzahl von Rüben in verschiedener Höhe geköpft sowie verschieden weit am Wurzelende abgeschnitten.

Bild 1 (unten): Unsichtbare Verluste in der Zuckerrübenenernte bei verschiedenen Ernteverfahren

Bild 2 (rechts): Sichtbare Verluste durch zu starkes Köpfen und durch Wurzelbruch



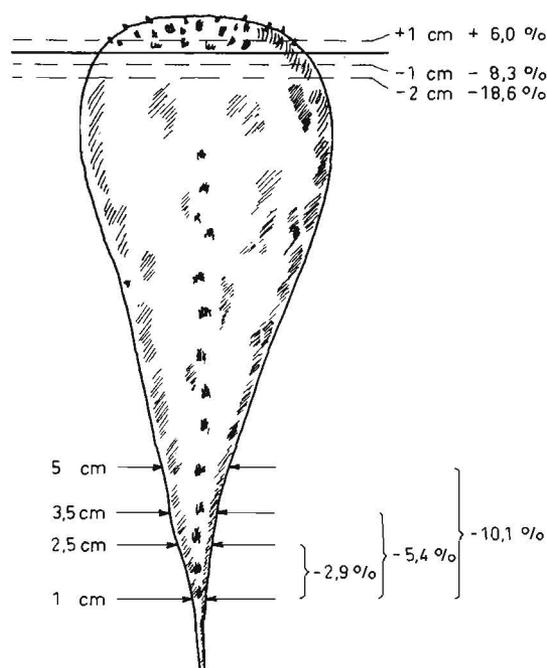
ten. Die dadurch auftretenden Gewichtsveränderungen hängen von der Größe und Wuchsform der jeweiligen Rübe ab. In Bild 2 ist dargestellt, welche prozentualen Gewichtsveränderungen im Durchschnitt bei verschiedener Köpfhöhe und verschiedenem Wurzelbruch auftreten. Wie aus dem Bild ersichtlich, führt ein stärkeres Köpfen zu einem erheblichen Verlust an Rübengewicht. Wird nur 1 cm unter der Sollhöhe geköpft, so entsteht schon ein Gewichtsverlust von durchschnittlich 9%. Bei einem noch stärkeren Köpfen bis 2 cm unter der Soll-Linie gehen fast 20% der Rübenmasse mit dem Blatt weg. Wird dagegen zu hoch geköpft, so vergrößert sich der Rübenenertrag, jedoch nicht in dem Umfang, wie er beim zu starken Köpfen zurückgeht. Würden alle Rüben 1 cm zu hoch geköpft, so würde das einen Mehrertrag von etwa 7% bringen. Allerdings besteht bei zu hohem Köpfen die Gefahr, daß hierfür bei der Ablieferung der Rüben zusätzliche Abzüge gemacht werden.

Allgemein ist zu sagen, daß das mechanische Köpfen auf der ganzen Linie, beginnend mit dem Gespann-Köpfschlitten bis zum modernen Köpfröder, zu stärkerem Köpfen geführt hat gegenüber dem früher üblichen Handköpfen. Bei vorsichtiger Schätzung wird man eine Differenz von durchschnittlich 5 bis 10% an Rübenmasse ansetzen können, die weniger zur Zuckerfabrik gefahren wird. Sie ist zwar nicht als reiner Verlust zu bewerten, da sie beim Rübenblatt ja als Mehrernte in Erscheinung tritt. Trotzdem entsteht zweifellos ein finanzieller Verlust. Es sollte also angestrebt werden, auch beim maschinellen Köpfen auf die früher übliche knappe Köpfhöhe zurückzugehen.

Leider ist aber mit mechanischen Köpfeinrichtungen bisher ein ideales Köpfen jeder Rübe nicht möglich. Man hat immer damit zu rechnen, daß ein gewisser Anteil der Rüben zu hoch und zu tief geköpft wird. Diese Unregelmäßigkeit in der Köpfarbeit wird in Zukunft wahrscheinlich noch größer werden, und zwar aus zwei Gründen:

1. Die Mechanisierung der Frühjahrsarbeiten bringt zwangsläufig unregelmäßige Abstände der Rüben in der Reihe, ganz abgesehen von dem Mehr an Doppelrüben;
2. Bei der Ernte wird man in Zukunft schneller fahren, um zu höheren Flächenleistungen zu kommen.

In beiden Fällen, sowohl bei einer größeren Unregelmäßigkeit im Bestand als auch bei einem größeren Arbeitstempo, steht dem Köpffaggregat eine kürzere Zeitspanne für das Abtasten der Rübenköpfe zur Verfügung. Die Köpfarbeit wird zwangsläufig bei der dichteren Aufeinanderfolge der Rüben schlechter. Um ein Bild über die Größe dieser Einflüsse zu gewinnen, wurden in den vergangenen Jahren eine Reihe von Köpfversuchen mit verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten angestellt. Da das Tastorgan und



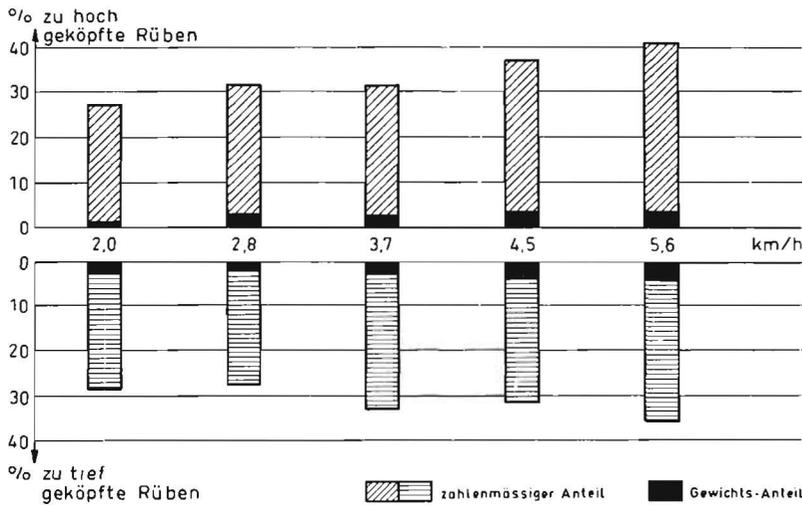
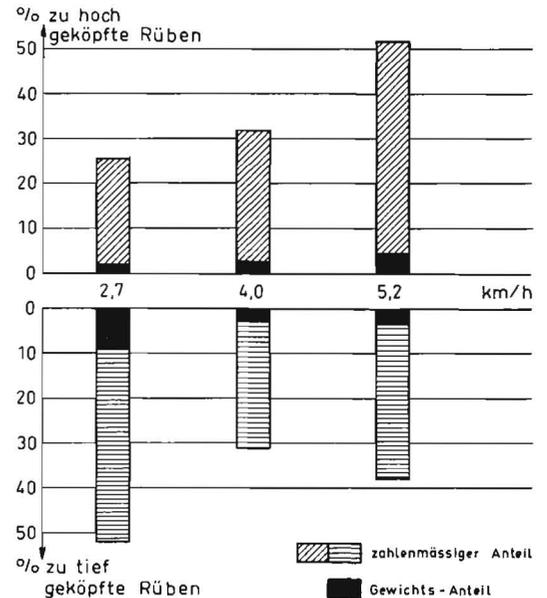


Bild 3 (oben): Güte der Köpfarbeit bei verschiedener Fahrgeschwindigkeit beim bodenangetriebenen Taster

Bild 4 (rechts): Güte der Köpfarbeit bei verschiedener Fahrgeschwindigkeit beim zapfwellengetriebenen Taster



sein Antrieb von sehr großer Bedeutung für die Güte der Köpfarbeit ist, wurden die Versuche mit Köpfergeräten mit bodenrad- und zapfwellenangetriebenen Tasträdern durchgeführt.

In Bild 3 ist dargestellt, wie sich der zahlenmäßige Anteil der zu hoch und zu tief geköpften Rüben sowie die entsprechenden Gewichtsverluste beziehungsweise Mehrgewichte mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit beim bodenangetriebenen Taster verändern. Wie das Diagramm zeigt, steigt bei einer Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit von 2 auf 5,5 km/h der Anteil der zu hoch geköpften Rüben von 28% auf 41% und die Zahl der zu tief geköpften von 29% auf 35% an. Entsprechend verhalten sich auch die Gewichtsanteile, die von 1,2 auf 3,5% bei den zu hoch geköpften und von 2,2 auf 3,3% bei den zu tief geköpften Rüben ansteigen. Trotz dieser ungleichmäßigeren Köpfarbeit ist die geerntete Rübenmenge durch die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit praktisch nicht verändert worden. Der Verlust, der durch die zu tief geköpften Rüben entsteht, wird durch den Mehrertrag bei den zu hoch geköpften Rüben wieder ausgeglichen. Allerdings ist der höhere Anteil der zu hoch geköpften Rüben insofern ein Nachteil, als diese zum Teil noch mit Restblatt behaftet sind, das zusätzliche Gewichtsabzüge bei der Ablieferung der Rüben zur Folge hat. Daher ist bei einer Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit bei der Ernte eine nachträgliche Korrektur der Köpfarbeit notwendig. Dies ist durch ein Nachputzen mit einer doppelseitig arbeitenden Putzschleuder zu erreichen [5]. Die scharfe Schlagwirkung ihrer Gummiklöppel hat die weitere günstige Wirkung, daß die Blattknospen der knapp geköpften Rüben stark geschwächt werden und daher auch bei längerer Lagerung nicht wieder ausschlagen [6 und 9].

Bei diesen Versuchen mit bodenradangetriebenen Tasteru hatte das Tasterrad eine Voreilung gegenüber der Fahrgeschwindigkeit von 15%, wenn man den geringen Schlupf der Antriebsräder unberücksichtigt läßt. In früheren Versuchen hatte sich gezeigt, daß eine Voreilung des Tasters in den Grenzen von 10 bis 20% die beste und gleichmäßigste Köpfarbeit bringt. Auf keinen Fall darf die Umfangsgeschwindigkeit des Tastorgans unter der Fahrgeschwindigkeit liegen.

Erfolgt der Antrieb des Tasters durch die Zapfwelle, so ist seine konstante Voreilung gegenüber der Fahrgeschwindigkeit nicht mehr gegeben. In Bild 4 ist das Ergebnis eines Köpferversuches mit einem zapfwellengetriebenen Taster wiedergegeben. Die Umfangsgeschwindigkeit des Tastorgans betrug 1,45 m/s bei einer Zapfwelldrehzahl von 500 U/min. Wie aus dem Diagramm ersichtlich, wird bei der Fahrgeschwindigkeit von 2,7 km/h nur ein kleiner Teil der Rüben zu hoch geköpft, dagegen geht durch zu tiefes Köpfen eine Rübenmenge von rund 9% mit den Blattköpfen verloren. Der Grund dafür ist, daß die Tasterscheiben infolge ihrer starken Voreilung den Rübenkopf von oben einsägen und dadurch das Köpfmesser zu tief zum Schnitt ansetzen. Bei

einem Fahrtempo von 4,0 km/h liegt der Taster mit einer Voreilung von etwa 20% bereits im günstigen Bereich. Die Köpfarbeit ist dann auch am besten. Wird die Fahrgeschwindigkeit auf über 5 km/h erhöht, so hat der Taster gar keine oder nur noch eine geringe Voreilung. Der Rübenkopf wird dann nicht mehr gegen das Messer gedrückt, so daß die Rüben häufig in Fahrtrichtung umgestoßen werden. Sie werden dann auf der einen Seite zu tief und auf der anderen zu flach geköpft. Infolgedessen erhöht sich sowohl der Anteil an zu hoch als auch an zu tief geköpften Rüben.

Da man damit rechnen muß, daß nicht nur von Betrieb zu Betrieb, sondern auch im gleichen Betrieb mit unterschiedlicher Fahrgeschwindigkeit gefahren wird, sollte auch beim zapfwellengetriebenen Taster ein ungefähres Anpassen der Umfangsgeschwindigkeit möglich sein. Im allgemeinen wird eine einzige Verstellmöglichkeit ausreichen. So würde eine Umfangsgeschwindigkeit des Tasters von 1,2 m/s ausreichen für einen Vorschub von 3 bis 4 km/h und von 1,6 m/s für 4 bis 5,5 km/h. Man hätte in beiden Geschwindigkeitsbereichen eine Voreilung gegenüber der Fahrgeschwindigkeit zwischen 10 und 40%. Allerdings ist es bei der größeren Voreilung, also bei dem jeweils langsameren Fahrtempo, notwendig, die Köpffhöhe zu verringern, da die Tasträder wie oben bereits erwähnt, den Rübenkopf einsägen, der dadurch zu tief geköpft wird.

Verluste durch Abbrechen der Wurzeln und verlorene Rüben

Außer den Mengenverlusten durch zu starkes Köpfen können Verluste durch das Abbrechen von Wurzeln entstehen. In Bild 2 sind diese Verluste ebenfalls dargestellt. Geht man davon aus, daß ein Wurzelbruch erst über 1 cm Wurzeldurchmesser beginnt, so bringt ein Wurzelbruch bis 2,5 cm etwa 3% Gewichtsverlust, ein Wurzelbruch von 3,5 cm etwa 5% und ein Wurzelbruch von 5 cm hat schließlich etwa 10% Ertragsverlust zur Folge. Die Verluste durch Wurzelbruch sind also nicht so hoch, wie man gemeinhin in der Praxis annimmt. Bedenkt man, daß immer nur ein Teil der Rübenschwänze abgebrochen ist, und von diesen Brüchen nur wenige das Ausmaß von 5 cm erreichen, so schrumpft diese Verlustquelle stark zusammen im Vergleich zu der Auswirkung einer auch nur um 1 cm zu tiefen durchschnittlichen Köpffhöhe.

Bei besonders ungünstiger und starker Beanspruchung der Rüben können größere Brüche des Rübenkörpers auftreten, die nicht mehr als Wurzelbruch zu bezeichnen sind. Erfolgt der Rübenbruch im Boden, so bleibt in der Regel mindestens ein Bruchstück im Boden stecken, ist also verloren; wird der Bruch dagegen in der Maschine verursacht, so können im günstigen Falle beide Bruchstücke geborgen werden. Daß die Haltbarkeit derartig beschädigter Rüben herabgesetzt ist, sei nur am Rande erwähnt [3]. Im Extremfall geht die ganze Rübe verloren, sei es, daß sie infolge von Steuerfehlern im Boden steckenbleibt oder innerhalb der Erntemaschine beim Übergang vom Schar zu den Reinigungs-

organen oder auf dem weiteren Förderweg bis zum Sammelbehälter verloren geht. Ob sie endgültig als Verlust anzusehen sind, hängt davon ab, wie weit ein Nachlesen nach dem Roden noch möglich ist.

Es taucht nun die Frage auf, worin die Ursachen für diese Brüche und Verluste liegen. Sie können entweder am Rodeschar, beim Übergang vom Schar in das Reinigungsorgan, im Reinigungsorgan selbst, beim Verlassen des Reinigungsorgans und in den Förderelementen entstehen. Im Rahmen der letztjährigen Untersuchungen wurde geprüft, in welchem Maße durch das Rodeschar und durch das Reinigungsorgan Bruchverluste entstehen können.

Rodeschar und Steuerung der Rodewerkzeuge

Beim Roden der Zuckerrüben spielt zunächst die Form der Rodeschare eine große Rolle. In Bild 5 sind die heute am meisten verbreiteten drei Scharformen wiedergegeben. Während bei den deutschen Rübenerntemaschinen bis vor wenigen Jahren das Zinkenschar fast ausschließlich vorherrschend war, hat sich in den letzten Jahren das aus den holländischen Marsch- und Poldergebieten stammende Polder- oder Flügelschar stark verbreitet. Im Gegensatz zum Zinkenschar werden hier die Rüben nicht mit dem Erdbalken herausgebrochen, sondern aus dem Boden herausgedrückt. Dabei wird die Erde weitgehend seitlich von der Rübe abgestreift. Bei nassem Boden kommt es jedoch vor, daß die an der Vorder- und Rückseite der Rübe anhaftende Erde fest an die Rübe angedrückt wird. Ein in amerikanischen Rübenerntemaschinen heute verwendetes Rodeschar ist das rotierende Radschar. Dieses Schar ist nicht neu, sondern wurde bereits vor mehr als 50 Jahren in deutschen Erntemaschinen versuchsweise erprobt [7]. Die Rodewerkzeuge rotieren durch Eingriff in den Boden und ziehen die Rüben mehr oder weniger aus dem Boden heraus. Untersuchungen über den Rodevorgang, insbesondere bei rotierenden Rodescharen, wurden und werden zur Zeit vom Landmaschinen-Institut der Universität Göttingen durchgeführt [4]. Daneben gibt es noch eine Reihe von Rodescharen, die mit zwangsläufig angetriebenen Rodewerkzeugen arbeiten. Sie haben jedoch bisher nur eine beschränkte Verbreitung gefunden.

Da die verschiedenen Schartypen einen sehr unterschiedlichen Erdbalken aus dem Boden herausnehmen, stellen sie auch unterschiedliche Anforderungen an die Steuerung der Rodewerkzeuge. Allerdings sind, je nach Bodenart und vor allem Bodenzustand, die Steueranforderungen selbst beim gleichen Rodeschar sehr verschieden. Um eine Vorstellung zu bekommen, welchen Einfluß die Steuerung der Rodewerkzeuge auf die Höhe der Verluste hat, wurde in der Rübenenernte 1958 eine Reihe von Versuchen durchgeführt. Dabei wurden die in Bild 6 schematisch dargestell-

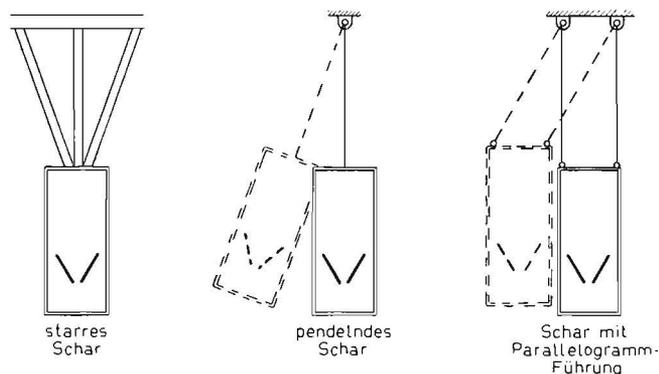


Bild 6: Schema für drei verschiedene Scharanordnungen

ten drei verschiedenen Scharanordnungen hinsichtlich der Rodeverluste bei verschieden starker seitlicher Steuerabweichung miteinander verglichen. Als Rodeschar diente in allen Versuchen das Polderschar.

Je nach der Art der Scharanordnung und -führung bestehen hinsichtlich der Bruchverluste folgende zwei Gefahrenquellen:

1. Die Mittellinie des Schares ist seitlich parallel zur Rübenreihe versetzt (Bild 7, links). Wenn die Rübe gerodet werden soll, muß sie von der einen Scharhälfte zur Seite herübergedrückt werden. Dabei besteht die Gefahr, daß die Rübe an irgendeiner Stelle durchbricht. Die Bruchgefahr wird um so größer, je stärker die seitliche Abweichung, je härter der Boden und je größer die Beschleunigung der Seitenbewegung, also je höher die Fahrgeschwindigkeit ist.
2. Die Mittellinie des Rodeschares steht im Winkel zur Rübenreihe (Bild 7, rechts). Während die beiden Scharhälfen normalerweise in einem bestimmten, aber gleichen Winkel zur Rübenreihe stehen, ist jetzt der Anstellwinkel der beiden Scharhälfen zur Reihe verschieden. Ist dieser Winkel zum Beispiel bei der linken Scharhälfte kleiner als der normale Anstellwinkel, so ist er bei der rechten Scharhälfte um den gleichen Wert größer. Das bedeutet, daß bei der linken Scharhälfte die Gefahr des Aufspießens oder Durchschneidens der Rüben und bei der rechten die Gefahr des Bruches durch zu große Querkräfte besteht.

Beim starren Schar, das heute fast ausschließlich in Rübenerntemaschinen vorhanden und in Bild 6 schematisch dargestellt ist, hat man vorwiegend mit der ersten Gefahrenquelle, nämlich der seitlichen Parallelverschiebung des Rodeschares, zu rechnen. Das pendelnde Schar, das an einem mehr oder weniger langen Hebelarm schwenkbar befestigt ist, ruft vorwiegend die zweite Gefahrenquelle hervor. Diese wird um so größer, je kürzer die Pendellänge ist. Die erste Gefahrenquelle taucht nur bei größeren Steuerabweichungen auf. Bei dem Schar mit der Parallelogrammführung sind beide Gefahrenquellen weitgehend ausgeschaltet. Im Gegensatz zum pendelnden Schar bleibt hier auch bei seitlichem Ausschwenken die Mittellinie des Schares genau in Richtung der Rübenreihe. Bei stärkerem seitlichem Ausschwenken werden die Rückstellkräfte so groß, daß das Rodeschar nur mit Hilfe von zusätzlichen Führungskufen in der Reihe gehalten werden kann. Der Rodekörper kann anstelle der Parallelogrammführung auch mit einer Rollenführung ausgerüstet sein. Diese hat den Vorteil, daß keine Rückstellkräfte abzufangen sind.

Die Ergebnisse der Rodeversuche mit diesen drei verschiedenen Scharanordnungen sind in Bild 8 zusammengestellt. Wie aus dem Diagramm zu ersehen ist, kann eine Steuerabweichung von 4 cm nach rechts oder links bei dem starren Schar schon beträchtliche Verluste

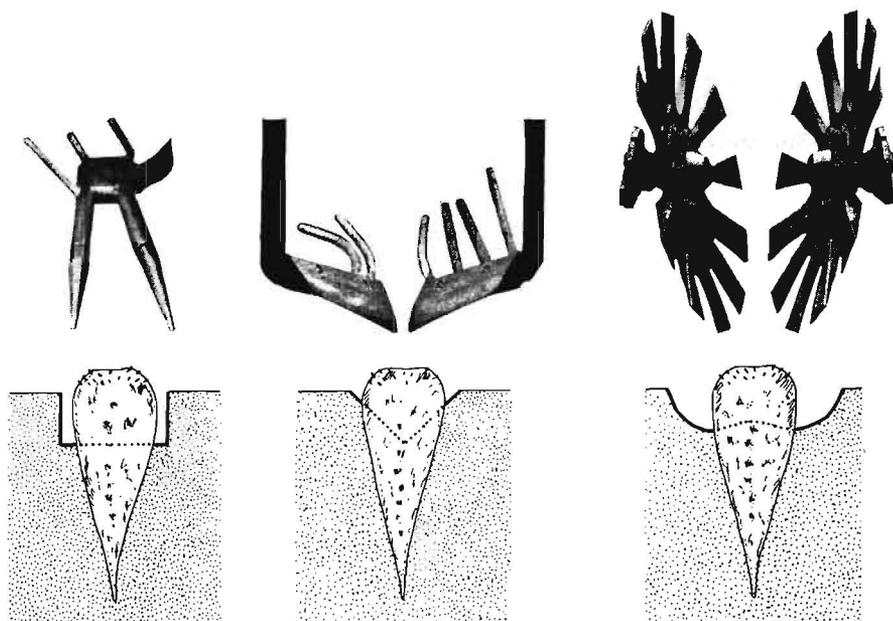


Bild 5: Drei heute vielfach übliche Schartypen und ihre zugehörigen Rodefurchen

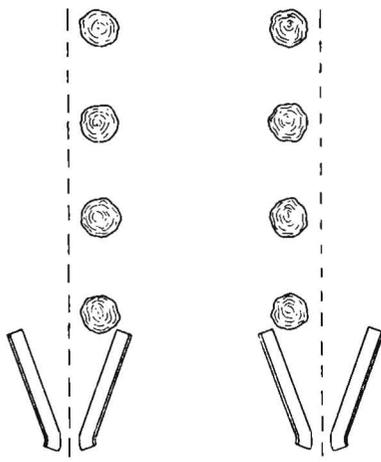


Bild 7 (oben): Stellung der Rodewerkzeuge zur Rübenreihe bei Steuerfehlern

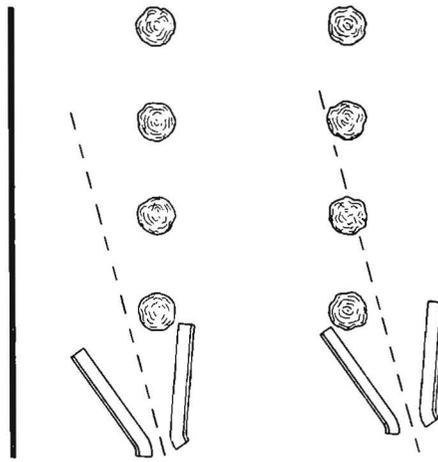
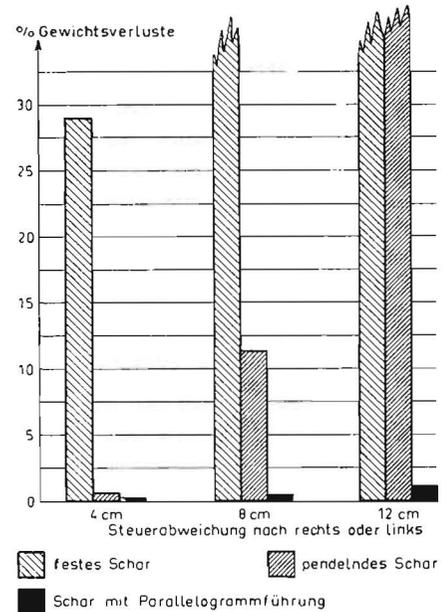


Bild 8 (rechts): Rodeverluste durch seitliche Steuerabweichungen bei verschiedener Scharanordnung



zur Folge haben. Diese Verluste beruhen nur zu einem kleinen Teil auf abgebrochenen Rübenschwänzen. Der größere Teil der Verluste ist durch Rübenbruch entstanden, bei dem eines der Bruchstücke im Boden steckengeblieben ist. Bei 8 cm Steuerabweichung läuft das Rodeschar nach kurzer Zeit bereits ganz aus den Reihen heraus, so daß alle Rüben stecken bleiben. Demgegenüber werden von dem pendelnd aufgehängten Schar (Länge des Pendelarms 700 mm) Abweichungen bis 4 cm nach beiden Seiten aufgefangen. Bei größeren Steuerabweichungen entstehen allerdings auch beim pendelnden Rodeschar bereits erhebliche Verluste. Hat das Rodeschar dagegen eine Parallelogrammführung (Abstand der vorderen und hinteren Gelenkpunkte 500 mm) mit vorlaufenden Gleitkufen, so bringen selbst Steuerungenauigkeiten bis 12 cm noch keine nennenswerten Verluste.

Die Ergebnisse dieser Versuche zeigen also eindeutig, daß die durch Steuerfehler hervorgerufenen Rodeverluste sehr hoch sein können; sie zeigen aber auch, daß es Wege gibt, sie erheblich zu vermindern und die Anforderungen an die Steuerungenauigkeit stark herabzusetzen.

Bruchverluste im Reinigungsorgan

Eine weitere Quelle für sichtbare Verluste in der Rübenernte wurde im Rahmen der letztjährigen Versuche untersucht, nämlich die Bruchverluste im Reinigungsorgan der Rübenerntemaschine. Die Reinigung der Rüben und die Schmutzabscheidung erfolgt in Rübenerntemaschinen in sehr verschiedenen Organen. Neben der Siebtrommel und dem Siebster als den beiden am weitesten verbreiteten Reinigungsorganen gibt es die Siebkette, den Siebrost, die Siebschnecke und andere mehr. In allen Fällen wird versucht, durch eine Relativbewegung zwischen Reinigungsgut und Reinigungsorgan eine Schmutzabscheidung zu erzielen. Je intensiver das Siebgut angefaßt wird, um so besser ist zwar die Reinigung, um so größer aber in der Regel auch der Wurzelbruch und damit der Verlust. Deshalb muß man einen Kompromiß finden zwischen möglichst guter Reinigung und möglichst geringer Beschädigung.

Bei den Versuchen in der Rübenernte 1958 wurden die Sieborgane verschiedener heute auf dem Markt befindlicher Erntemaschinen hinsichtlich ihrer Reinigungswirkung und ihrer Rübenbeschädigung untersucht. Um dabei den Einfluß der einzelnen Faktoren leichter ermitteln zu können, wurden die Versuche mit den verschiedenen Erntemaschinen im Stand durchgeführt. In Bild 9 ist der Versuchsstand zu sehen. Die Beschickung der Reinigungsorgane erfolgte mit einem langen Förderband, das dem Reinigungsorgan eine der Fahrgeschwindigkeit bei der Ernte entsprechende sekundliche Rübenmenge zuführte. Zum Antrieb der Maschine diente ein stufenlos regulierbarer Elektromotor. Für jeden Versuch wurden 100 bis 150 frisch gerodete, unbeschädigte Rüben ge-

nommen, die aber noch stark mit Erde behaftet waren. Das Verhältnis von Rüben zu anhaftendem Erdreich betrug im Durchschnitt 1:3, das heißt auf 1 Gewichtsteil Rüben kamen 3 Gewichtsteile Erde. Nach Durchgang durch die Reinigung wurde zunächst die Beschädigung der Rüben ermittelt. Entsprechend den weiter oben aufgeführten künstlich hergestellten Wurzelbrüchen wurden die Rüben in die einzelnen Klassen (leichter, mittlerer und schwerer Wurzelbruch) aufgeteilt. Im Anschluß daran wurden die Rüben gewogen und dann in einer Waschanlage, wie sie auch in den Zuckerfabriken für die Waschproben üblich ist, gewaschen und von dem noch anhaftenden Schmutz befreit. Durch nochmaliges Wiegen der Rüben konnte der Schmutzgehalt, der an den Rüben nach Durchgang durch die Reinigung haftet, ermittelt werden.

Das zusammengefaßte Ergebnis dieser Versuche ist in Bild 10 dargestellt. Im oberen Teil des Diagramms sind die Gewichtsverluste, die durch das Abbrechen von Wurzelenden im Reinigungsorgan entstehen, wiedergegeben, während im unteren Teil der Schmutzgehalt der Rüben nach Durchgang durch die Reinigung aufgeführt ist. Es handelt sich bei den drei Säulengruppen I, II und III um drei heute auf dem Markt befindliche Erntemaschinen.

Die Gewichtsverluste schwanken zwischen 1 und 1,5% bei der Maschine I, zwischen 1,8 und 2,5% bei der Maschine II und zwischen 2,5 und 3,2% bei der Maschine III. In allen Fällen nehmen sie mit höherer Zapfwellendrehzahl zu. Bei der im unteren Teil des Bildes 10 dargestellten Schmutzabscheidung zeigt sich die entgegengesetzte Tendenz. Setzt man die reinen Rüben gleich 100%, so hat Maschine I den Schmutz bis auf rund 17% abgeschieden.

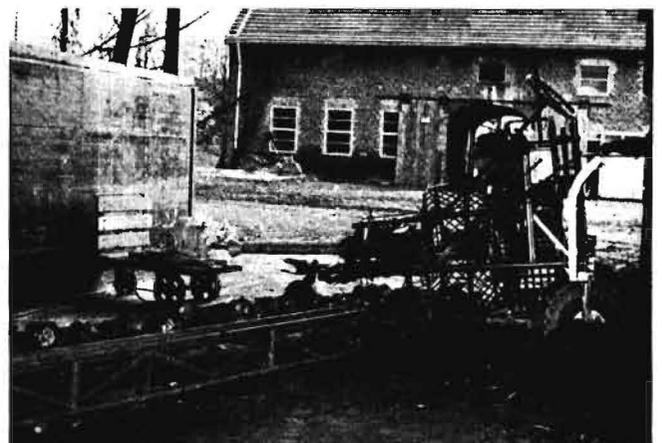


Bild 9: Versuchsstand zur Ermittlung des Wurzelbruchs und der Schmutzabscheidung bei verschiedenen Reinigungsorganen

Bei Maschine II sind nur noch 12—15% und bei Maschine III nur noch 8—10% Restschmutz an den Rüben. Die Zapfwelldrehzahl hat hier keinen eindeutigen Einfluß auf die Schmutzabscheidung. Auch bei verringerter Zapfwelldrehzahl wird im allgemeinen eine gute Reinigung erzielt.

Allgemein ist zu sagen, daß die Verluste, die innerhalb der Reinigungsorgane entstehen, relativ klein sind im Vergleich zu den Rodeverlusten, die durch Steuerfehler verursacht werden. Wenn in der Praxis, wie eingangs gezeigt, Gesamtverluste an abgebrochenen, steckengebliebenen und verlorengegangenen Rüben von 5 bis 15% beobachtet wurden, so sind sie zum weitaus größten Teil den Rodescharen und nicht den Reinigungsorganen zuzuschreiben. Nicht zum Ausdruck kommen dagegen in den obigen Verlustzahlen die Verletzungen und Druckschäden, die gerade bei den Reinigungs- und Fördervorgängen in sehr unterschiedlichem Maße auftreten. Da diese Verletzungen bei einer längeren Lagerung der Rüben von Bedeutung sind [3], sollte man anstreben, sie in erträglichen Grenzen zu halten.

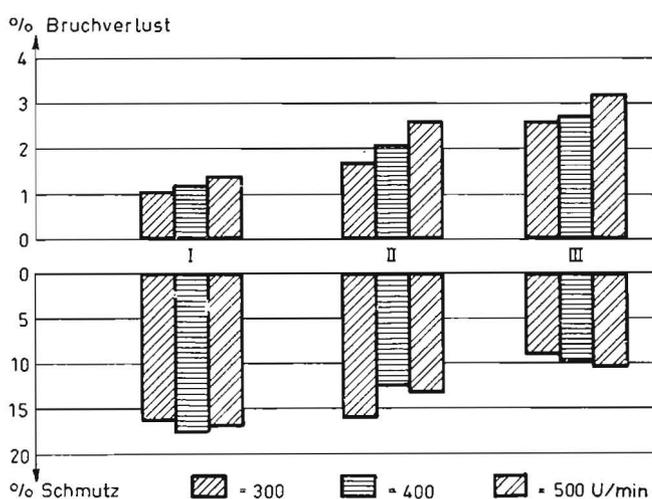


Bild 10: Wurzelbruch und Schmutzabscheidung bei Rodern mit verschiedenen Siebssystemen

Zusammenfassung

Vorliegende Darstellungen befassen sich mit den Verlusten in der Zuckerrübenenernte. Bekanntlich hat man in der Zuckerrübenenernte mit sogenannten unsichtbaren und sichtbaren Verlusten zu rechnen.

Unsichtbare Verluste werden durch Atmungs Vorgänge hervorgerufen und können bei geköpft im Boden stehenden Rüben und bei bereits gerodeten Rüben auftreten. Durch eine sinnvolle Auswahl des mechanischen Ernteverfahrens kann man diese Verluste, die bis 10% betragen können, auf fast den vierten Teil herabdrücken.

Sichtbare Verluste beruhen darauf, daß Rüben entweder zu stark geköpft werden oder am Wurzelende abbrechen oder schließlich ganz in zwei oder mehrere Teile zerbrechen oder verlorengehen. Auch diese Verluste lassen sich durch entsprechend ausgebildete Werkzeuge weitgehend reduzieren. Hier ist der sorgfältigen Köpfarbeit besonderes Augenmerk zu widmen. Ferner ist eine gute Steuerung der Rodewerkzeuge wichtig. Um die Steuerungsfehler zu vermeiden, sind Steuerhilfen in Form von Selbstführungsorganen von besonderer Bedeutung.

Schrifttum

- [1] BERNSTEIN, R.: Mitteilungen des Rübenerteauschusses. Heft 1, Halle 1926
- [2] DENCKER, C. H.: Die Mechanisierung der Zuckerrübenenernte. Landtechnik 11 (1956), S. 428—432
- [3] GASKILL, J. O.: Progress on the effects of nutrition, bruising and washing upon rotting of stored sugar Beets. Proc. Amer. Soc. Sug. Techn. 1950, S. 680

- [4] GÖHLICH, H., H. v. HULST, und B. SÜCHTING: Untersuchungen an Rodewerkzeugen für Zuckerrüben. Zucker 10 (1957), S. 535—538; 11 (1958); S. 154—156
- [5] HELLER, C.: Untersuchungen über die Verluste in der Zuckerrübenenernte. Zucker 9 (1956), S. 315—319 und 366—369
- [6] HELLER, C.: Folgerichtige Mechanisierung der Zuckerrübenenernte. Landtechnik 12 (1957), S. 605—610
- [7] KÜHNE, G.: Rübenheber. In: Arb. d. DLG, Heft 117, Berlin 1910
- [8] OTTO, J.: Sichtbare Verluste bei verschiedenen Rübenerteverfahren. Diplomarbeit Bonn 1957 (unveröffentlicht)
- [9] VAJNA, und M. PAPP: Atmungsversuche mit rheinischen Zuckerrüben. Zuckerindustrie 8 (1958), S. 377—382

Résumé

Clemens Heller: „Visible Losses in Sugar Beet Harvesting Operations.“

This article is devoted to a consideration of the losses which arise during highly mechanized sugar beet harvesting operations. These losses are divided into two categories, visible and invisible losses.

Invisible losses arise during the breathing processes and can occur with beets that have been topped and are still in the ground, as well as with those that have already been grubbed out. These losses, which can amount to as much as 10%, can be cut down to almost a quarter by the adoption of suitable grubbing methods.

Visible losses are usually due to the beets either being topped too deeply or that they break off at the root. It may also happen that they break up into two or more pieces or are otherwise rendered useless. Such losses can be considerably reduced by the use of correctly designed cutting tollos in the grubber. Topping operations should also receive special attention. Proper steering and control of the grubber are also important factors in the reduction of losses. Irregularities in steering and control can be greatly reduced by the adoption of automatic steering and control devices.

Clemens Heller: „Pertes visibles dans la récolte des betteraves.“

L'auteur s'occupe des pertes occasionnées par la mécanisation poussée de la récolte des betteraves et les divise en pertes invisibles et pertes visibles.

Les pertes invisibles sont la suite de phénomènes de respiration et peuvent se présenter aussi bien sur les betteraves décollées et se trouvant encore dans le sol que sur celles déjà arrachées. Ces pertes qui peuvent atteindre 10% du total, peuvent être ramenées à un quart de cette valeur par l'utilisation d'arracheuses-décolleteuses à benne basculante.

Les pertes visibles proviennent d'un décollage trop bas, de la cassure des bouts des racines, de la cassure des betteraves en plusieurs ou de leur perte complète. Ces pertes peuvent être réduites largement par une conception appropriée des outils d'arrachage. Il faut faire attention, en particulier, que le décollage soit effectué soigneusement. De plus, une conduite judicieuse des outils d'arrachage est décisive. Les déviations des outils peuvent être évitées par l'utilisation de socs autoguidés qui constituent une aide précieuse.

Clemens Heller: «Pérdidas visibles en la cosecha de la remolacha azucarera.»

El artículo trata de las pérdidas que se presentan en la cosecha altamente mecanizada de la remolacha, distinguiendo entre pérdidas visibles y pérdidas invisibles.

Se presentan pérdidas invisibles por evaporación de la remolacha deshojada que sigue en tierra, así como en la remolacha ya sacada de la misma. Empleándose arracadoras deshojadoras con depósito, estas pérdidas que quedan llegar al 10%, pueden reducirse hasta la cuarta parte más o menos.

Las pérdidas visibles se deben a que el deshojado se efectúe demasiado bajo, o que se rompa la parte baja del tubérculo, o bien que éstos se partan en dos o más trozos, perdiéndose así completamente. Estas pérdidas pueden quedar reducidas al mínimo, empleándose en la máquina de arrancar herramientas de forma conveniente, siendo preciso proceder con cuidado especial en el corte de las hojas. Importa también que el gobierno de las herramientas funcione con precisión, y que estas herramientas tengan dispositivos de conducción automática.