

# Zusammenhänge zwischen Standraumzumessung und Köpfqualität bei Zuckerrüben

Dr. G. Wormanns, Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR<sup>1)</sup>

Welche Bedeutung der Zuckerrübenanbau in der Landwirtschaft der DDR hat, geht allein daraus hervor, daß die Anbaufläche 1975 um rund 33 000 ha und damit auf insgesamt 267 000 ha erweitert wurde. Einer weiteren Ausdehnung sind jedoch enge Grenzen gesetzt. Das Weißzuckeraufkommen muß darum im wesentlichen durch höhere und sichere Zuckerrübenenerträge gesteigert werden. Dabei sind solche Maßnahmen bedeutungsvoll, die mit sichern helfen, den gestiegenen Rübenanbau möglichst verlustarm der Weißzuckergewinnung zuzuführen.

Durch richtige Aussaat und Pflege solche Zuckerrübenbestände zu schaffen, die bei gleichmäßigem Abstand von Rübe zu Rübe Bestandsdichten von 80 000 bis 100 000 Pflanzen je Hektar aufweisen, ist eine dieser Maßnahmen, denn der Abstand von Rübe zu Rübe bestimmt infolge der biologischen Gegebenheiten maßgeblich die bei der Rübenenernte maximal erzielbare Köpfqualität.

## Biologische Gegebenheiten

Der Wuchs der Einzelrübe eines Zuckerrübenbestands wird durch eine Vielzahl von Wachstumsfaktoren beeinflusst. Sie führen in ihrer komplexen Wirkung dazu, daß selbst in sehr sorgfältig handverteilten Beständen benachbarte Rüben erhebliche Wuchsdifferenzen aufweisen können.

Bestandshebungen zufolge weisen die in einer Drillreihe benachbarten Rüben Differenzen der Scheitelhöhe bis zu 50 mm auf. Selbst Doppelrüben sind meist unterschiedlich hoch gewachsen.

Wie die Gesamthöhe wechselt auch die Höhe der untersten Ansätze grüner Blattstiele von Rübe zu Rübe. Hier betragen die Differenzen bei benachbart stehenden Rüben gleichfalls 0 bis 50 mm, doch ist der Anteil mit geringen Höhendifferenzen deutlich größer (Bild 1).

Der höchste Weißzuckerertrag kann dann erwartet werden, wenn jede Zuckerrübe 1 cm unterhalb der Ebene der grünen Blattstiele durch geraden Schnitt geköpft wird [1]. Nach den erhaltenen Werten beträgt die Höhendifferenz dieser idealen Schnittebene zwischen den in einer Drillreihe benachbart stehenden Rüben im Mittel etwa 2 cm. Hieraus leitet sich bekanntlich die Notwendigkeit ab, die Rübe vor dem Ansetzen des Köpfmessers abzutasten. Bei den in der DDR verwendeten Köpfladern sind darum die Köpfapparate gelenkig angeordnet und mit einem Tastrad versehen.

Ob sich die Köpfapparate den gegebenen Höhendifferenzen voll anpassen können, wird maßgeblich durch den lichten Abstand benachbart stehender Rüben bestimmt.

## Wodurch wird der kleinstmögliche Rübenabstand bestimmt?

Aus den genannten biologischen Gegebenheiten und den zu beachtenden technisch-physikalischen Grundsätzen läßt sich ableiten, wie groß der lichte Abstand benachbart stehender Rüben sein müßte, um die Folgerübe jeweils richtig köpfen zu können. Dieser kleinstmögliche lichte Rübenabstand wird im wesentlichen bestimmt durch

- den Tastraddurchmesser
- die Form und Abmessungen des Messers
- das Reaktionsvermögen des Köpfapparates
- die Fahrgeschwindigkeit des Köpfladers.

Eine Beziehung zwischen kleinstmöglichem lichten Rübenabstand und Tastraddurchmesser ist dann gegeben, wenn eine größere Zuckerrübe einer kleineren folgt. Der Mindestabstand zwischen beiden Rüben muß so groß sein, daß die Schnittphase bei der kleinen Rübe beendet ist, bevor der Taster die Folgerübe berührt. Bei vorzeitiger Tasterberührung wird das Messer während des Schnittes nach oben ausgelenkt, was entweder zum Abbrechen

des Rübenkopfes oder zu einem schrägen Schnitt und damit zu einer größeren Verdunstungsfläche führt. Ist der lichte Rübenabstand sehr gering oder gleich Null (Doppelrüben), wird das Messer bei der kleinen Rübe bereits zu hoch angesetzt. In Anlehnung an theoretische Überlegungen von Tatjanko [2] läßt sich der kleinstordnungsgemäß tastbare lichte Rübenabstand  $l_{R \min}$  bestimmen (Bild 2) als

$$l_{R \min} \geq \overline{AB} + n_M + \frac{d'_1 - (d_1 + d_2)}{2} \quad (1)$$

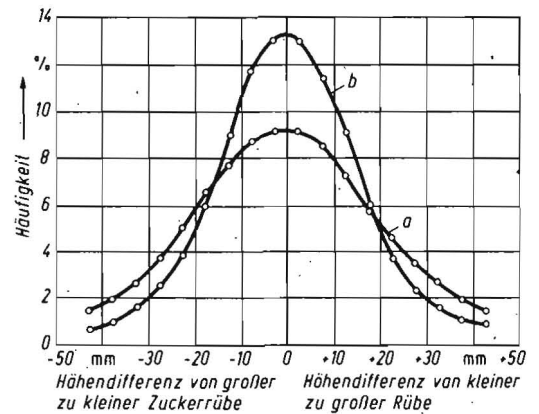


Bild 1. Höhendifferenzen von in der Drillreihe benachbart stehenden Zuckerrüben; a Höhendifferenz der Gesamthöhe (Scheitelhöhe), b Höhendifferenz der Ansätze grüner Blattstiele

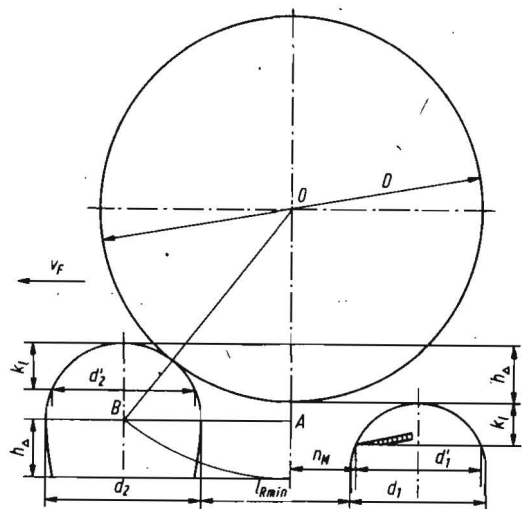


Bild 2. Zusammenhang zwischen Tastraddurchmesser und kleinstmöglichem lichten Rübenabstand; D Tastraddurchmesser, d Rübendurchmesser, d' Schnittflächendurchmesser,  $l_{R \min}$  kleinstmöglichster lichter Rübenabstand,  $h_{\Delta}$  Scheitelhöhendifferenz,  $k_1$  lotrechter Abstand zwischen tiefstem Tasterpunkt und Messerschnitte,  $n_M$  Messernachlauf,  $v_f$  Fahrgeschwindigkeit

Aus dieser Darstellung ergibt sich weiterhin:

$$\overline{AO} = 1/2 (D + d_2) - h_A \quad (2)$$

$$\overline{BO} = 1/2 (D + d_2) \quad (3)$$

$$\overline{AB} = \sqrt{(\overline{BO})^2 - (\overline{AO})^2} = \sqrt{h_A (D + d_2) - h_A^2} \quad (4)$$

Nach Einsetzen von  $\overline{AB}$  aus (4) in (1) erhält man:

$$l_{R \min} \geq \sqrt{h_A (D + d_2) - h_A^2} + n_{V1} + \frac{d'_1 - (d_1 + d_2)}{2} \quad (5)$$

Daraus läßt sich für die Köpfapparate des Köpfladers E 732 (Reihenabstand 41,7 cm) und E 733 (Reihenabstand 45 cm) bei einer Schnitthöhendifferenz von 20 mm und ansteigendem Köpfmesser ein kleinstmöglicher lichter Rübenabstand von 11 cm und damit ein Abstand von Rübenmitte zu Rübenmitte von etwa 20 cm ermitteln (Bild 3a). Je kleiner ein Tastrad ist, um so günstiger ist dies hinsichtlich des kleinstmöglichen lichten Rübenabstands. Einer Verringerung des Tastraddurchmessers sind jedoch sehr enge Grenzen gesetzt, denn zugleich erhöht sich der horizontal auf die Rübe wirkende Anteil der Tastkraft. Damit erhöht sich die Gefahr, daß das Tastrad die Rübe beim Köpfen umstößt. Als optimal werden Durchmesser zwischen 450 und 650 mm angesehen [3] [4]. Die in der DDR eingesetzten Köpflader liegen innerhalb dieses Optimums.

Das Köpfmesser kann ein Anpassen des Köpfapparats an den Rübenwuchs in solchen Fällen begrenzen, in denen eine kleine Rübe einer größeren dicht folgt. Das Tastrad hängt dann beim Köpfen der großen Rübe zunächst frei in der Luft. Der Köpfapparat kann nicht schneller absinken, als dies das über die Schnittkante der Zuckerrübe absinkende Messer mit seinen für den Krauttransport gedachten Leitstäben zuläßt.

Beim Messer der Köpflader E 732 und E 733 sind zum Überwinden der Höhendifferenz von 20 mm insgesamt 9 cm lichter Rübenabstand und damit etwa 18 cm von Rübenmitte zu Rübenmitte notwendig (Bild 3b). Infolge der an den Messerrücken angesetzten Leitstäbe ergibt sich innerhalb eines kleinen Abschnittes x eine nicht stetig absinkende Kurve.

Bei kleineren als den angegebenen lichten Rübenabständen wird das Messer zu hoch an der Rübe angesetzt. Es kommt zu Fehlköpfungen. Grüne Blattstiele verbleiben an den Rüben.

Unter der gleichen Voraussetzung, daß eine kleinere Rübe einer größeren folgt, wird der kleinstmögliche lichte Rübenabstand durch das Reaktionsvermögen der Köpfapparate und die Fahrgeschwindigkeit der Köpflader bestimmt. Entsprechend der Fahrgeschwindigkeit  $v_F$  der Köpflader, dem lichten Rübenabstand  $l_R$  und der Messerbreite  $b_M$  (Messer ohne Leitstäbe in Fahrtrichtung gemessen) ist für den Köpfapparat ein Maximalwert der Reaktionszeit  $t_r$  verfügbar:

$$t_r = \frac{l_R - b_M}{v_F} \quad (6)$$

Das ist jene Zeit, in der die Höhendifferenz zwischen den beiden Rüben überwunden werden muß, nachdem das Messer die zuvor geköpfte Rübe verlassen hat. Mit Verringerung der lichten Rübenabstände und Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit wird diese Zeit immer kürzer. Ihr steht die vom Köpfapparat benötigte Reaktionszeit gegenüber. Sie ist wie  $t_r$  von der Fahrgeschwindigkeit abhängig, doch kann ein schnelles Fahren nicht mit einem schnellen Reagieren der Köpfapparate gleichgesetzt werden. Vielmehr wird die Reaktionszeit durch technisch-physikalische Einflußgrößen (Masse und Massenträgheitsmoment des Köpfapparats, Tastkraft u. a.) bestimmt. Sie führen dazu, daß innerhalb der verfügbaren Zeit der Köpfapparat nur eine ganz bestimmte Höhendifferenz überwinden kann. Da die Höhendifferenz durch den Bestand vorgegeben ist, bestimmt der lichte Rübenabstand die maximal mögliche Arbeitsgeschwindigkeit des Köpfladers.

Welche Bedeutung dabei dem Massenträgheitsmoment des Köpfapparats zukommt, wurde in Laboruntersuchungen ermittelt (Bild 4). Unter den angegebenen Voraussetzungen (statische Tastkraft 200 N) erreichte hierbei der Köpfapparat des E 732 und des E 733 (Köpfapparat 1) eine befriedigende Köpfqualität bis zu

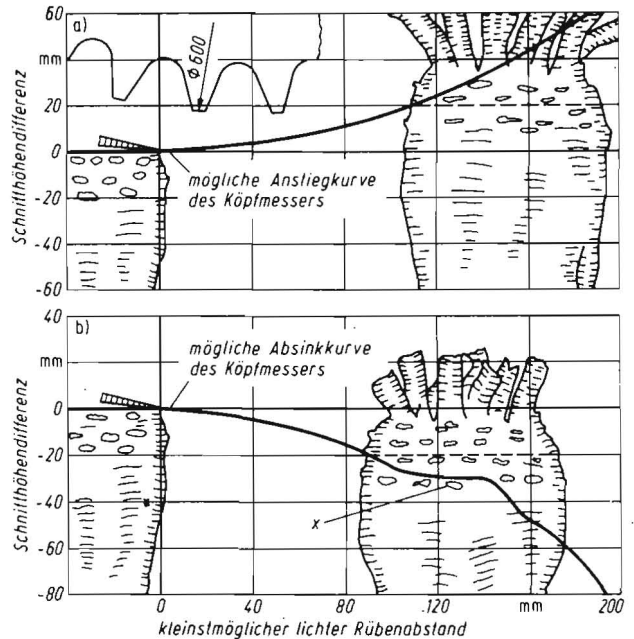


Bild 3. Kleinstmöglicher lichter Rübenabstand für den Köpflader E 732: a) bei ansteigendem Köpfmesser b) bei absinkendem Köpfmesser

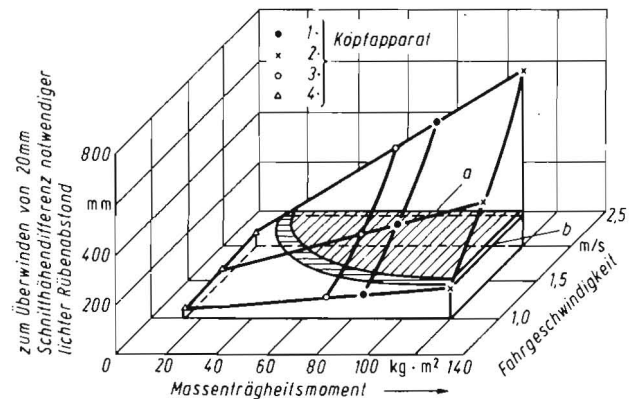


Bild 4. Begrenzung der Fahrgeschwindigkeit von Köpfmaschinen infolge des Einflusses des Massenträgheitsmoments der Köpfapparate auf die zum Überwinden von 20 mm Schnitthöhendifferenz notwendigen lichten Rübenabstände: statische Tastkraft 200 N. a\* Eignungsgrenze bei Reihenabstand 41,7 cm. b Eignungsgrenze bei Reihenabstand 45 cm

einer Fahrgeschwindigkeit von etwa 1 m/s. Diese Geschwindigkeit gilt für Zuckerrübenbestände mit 80 000 bis 100 000 Pflanzen je Hektar, in denen die Standraumzummessung sorgfältig erfolgte. Häuft sich jedoch infolge ungünstiger Pflanzenverteilungen im Bestand der Anteil kleiner Rübenabstände, muß im Interesse ausreichender Köpfqualität die Fahrgeschwindigkeit gemindert werden.

#### Schlußfolgerungen für die Standraumzummessung

Die Erzielung eines optimalen Zuckerrübenbestands mit 80 000 bis 100 000 Pflanzen je Hektar ist als Voraussetzung für maximale Erträge anzusehen. Ergänzend hierzu muß als Bedingung für eine hohe Köpfqualität gefordert werden, den Pflanzenabstand von 18 cm (dreifacher Kornabstand bei 6 cm Ablage bzw. doppelter Kornabstand bei 9 cm Ablage) möglichst nicht zu unterschreiten. Dies ist überall dort möglich, wo durch hohe Ackerbaukultur ausreichende Aufgangsbestände geschaffen werden. Bei unzureichenden Aufgangsbeständen wird man infolge der Gefahr einer zu starken Reduzierung der Bestandsdichte kleinere Pflanzenabstände akzeptieren müssen. Um optimale Bestände

nach handarbeitsarmer Pflege zu erzielen, sind nach Aussaat mit der Einzelkornsämaschine A 697 folgende Aufgangsbestände erforderlich [5]:

- Bei 45 % Feldkeimfähigkeit:  
160 000 bis 170 000 Pflanzen je ha bei einem Kornabstand von 6 cm
- bei 55 % Feldkeimfähigkeit:  
130 000 bis 140 000 Pflanzen je ha bei einem Kornabstand von 9 cm.

Die Bestimmung des Aufgangsbestands und differenzierte Festlegungen zur manuellen Pflege in Abhängigkeit vom Kornabstand sind unerläßliche Maßnahmen zur Erzielung optimaler Bestandsdichten und Bestandsqualitäten.

#### Zusammenfassung

Infolge der Wuchsunterschiede in einer Drillreihe benachbart stehender Zuckerrüben ist ein gewisser Minimalabstand zwischen den zu köpfenden Rüben notwendig, um die Folgerübe auch richtig köpfen zu können. Wie groß dieser Minimalabstand sein muß, ist im wesentlichen vom Tastraddurchmesser, der Form und den Abmessungen des Köpfmessers und dem Reaktionsvermögen des Köpfapparats abhängig. Dem Reaktionsvermögen kommt dabei die größte Bedeutung zu. Es wird durch eine Reihe technisch-physikalischer Einflußgrößen (Masse und Massenträgheitsmoment des Köpfapparats, Tastkraft u. a.) bestimmt.

Die Wechselwirkung zwischen den genannten Faktoren und dem Abstand der in der Drillreihe benachbart stehenden Zuckerrüben führt dazu, daß nur bei solchen Zuckerrübenbeständen eine befriedigende Köpfqualität erreichbar ist, bei denen neben einer

optimalen Bestandsdichte eine hohe Bestandsqualität erzielt wurde.

#### Literatur

- [1] Maßnahmen zur Durchführung der Zuckerrübenerte 1975. Herausgegeben im Auftrage des Ministeriums für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft von der Landwirtschaftsausstellung der DDR, Leipzig 1975.
- [2] Tatjanko, N. W.: Rastschet rabotschich organow dlja obreski botwy sacharnoi swekly (Berechnung der Arbeitsorgane zum Köpfen des Zuckerrübenblattes). Traktory i selchosmaschiny, Moskwa 32 (1962) H. 11, S. 18—21.
- [3] Wassilenko, A. A.; Gerassimtschik, W.-G.: Untersuchungen der Köpfeinrichtungen von Rübenvollerntemaschinen. Vortrag vor der Ständigen Arbeitsgruppe zur Mechanisierung und Elektrifizierung der Landwirtschaft des RGW, Prag 1961.
- [4] Medek, K.: Výzkum funkčnich prvků seřezávače chrástu (Untersuchungen von Arbeitselementen des Rübenköpfers). Sbornik českoslov. Akad. Zemědělských Věd; Mechanizace, Elektrifikace Zemědělství. Praha-Řepy (1957) S. 245—260.
- [5] Naumann, S.; Bobe, H.; Kolbe, G.: Untersuchungen zur Wirksamkeit der handarbeitsarmen Zuckerrübenpflege 1975 und Schlußfolgerungen für 1976. Feldwirtschaft 17 (1976) H. 1, S. 27—30.

A 1183

- 1) Der Autor stützt sich in seinem Beitrag auf Ergebnisse von Untersuchungen, die er während seiner Tätigkeit am Lehrstuhl Landtechnik der Sektion Pflanzenproduktion der Martin-Luther-Universität Halle durchgeführt hat

## Zur Zueinstellung von Traktor-Pflug-Aggregaten

Dr.-Ing. R. Buchmann, KDT, Institut für Landmaschinentechnik Leipzig des VEB Weimar-Kombinat

In der Landwirtschaft sieht man häufig ZT 300 bzw. ZT 303 mit dem Aufsattelpflug B 200 mit unrichtiger Zueinstellung. Das zeigt sich daran, daß die Lenkräder dieser Traktoren während der Arbeit in Richtung des ungepflügten Landes eingeschlagen sind. Unter anderem ist dies deutlich auf dem Titelbild der „Informationen der Land- und Nahrungsgütertechnik der DDR“, Heft 11/1973, zu erkennen. In demselben Heft weist Genschmer [1] in seinem Beitrag „Der ZT 300 im Einsatz mit Aufsattelpflügen“ richtig darauf hin, daß „ein Einschlag der Vorderräder gegen die Furchenkante bei richtiger Zueinstellung und bei losen Lenkerketten nicht erforderlich ist“ [1].

Einer richtigen Zueinstellung beim Pflug kommt im Sinne der Materialökonomie eine große Bedeutung zu. Denn ein ständiges Gegenlenken hat Verluste zur Folge, die sich in verringerter Zugleistung, in erhöhtem Verschleiß, in schlechter Arbeitsqualität, in geringer Flächenleistung und in niedriger Arbeitsproduktivität auswirken.

Deshalb wird die richtige Zueinstellung von Traktor und Pflug anhand der wirkenden Kräfte erläutert.

### 1. Zueinstellung beim Traktor ZT 300 bzw. ZT 303 mit Aufsattel-Beetpflug B 200

Bild 1 zeigt ein Traktor-Aufsattelpflug-Aggregat schematisch in der Draufsicht bei der Arbeit. Die mit  $F_W$  bezeichnete Kraft ist der Arbeitswiderstand des Pfluges und greift in dessen sogenanntem Widerstandszentrum D an. Man findet D als Schnittpunkt der Geraden, die die Arbeitsbreite des Pfluges halbiert, mit einer Geraden, die zur Verbindungslinie der Scharspitzen parallel liegt, jedoch um ein Drittel der Scharschneidenlänge eines Körpers entgegengesetzt zur Fahrtrichtung versetzt ist.  $F_W$  schließt stets mit der Arbeitsrichtung einen Winkel ein, d. h., die Wirkungslinie von  $F_W$  liegt schräg zur Fahrtrichtung.

Für die Zueinstellung eines Pfluges gilt allgemein die Regel: „Die Punkte D, K und F müssen auf der Längs-Symmetrielinie des Traktors liegen“. Der Punkt D ist bereits bekannt. K ist der Kupplungspunkt. Beim Aufsattelpflug B 200 und seinen Varianten ist K die Achse des Vertikalgelenks, um den sich der Pflug gegenüber dem Traktor drehen kann. Bei Anhängerpflügen ist K der Punkt der Anhängeschiene, an dem der Pflug mit dem Traktor

Bild 1. Traktor mit Aufsattelpflug; die wirkenden Kräfte führen zu einem Einschlagen der Vorderräder gegen die Furchenkante, die Zueinstellung ist falsch

