

Über die Ein-Mann-Arbeit bei der Schlepperlängshacke in Rüben

Institut für Landtechnik, Bonn

1. Aufgabenstellung

Die Unkrautvernichtung und Bodenlockerung zwischen den Rübenreihen wird im Zuge der fortgeschrittenen Technisierung der Landwirtschaft im allgemeinen mit der Schlepperhacke durchgeführt. Dabei bestehen drei Möglichkeiten, die Hackwerkzeuge am Schlepper anzuordnen: vor dem Schlepper, unter dem Schlepper oder hinter dem Schlepper. Bei Anordnung der Werkzeuge hinter dem Schlepper muß jedoch neben dem Schlepperfahrer noch ein zweiter Mann zur Feinsteuerung der Hackwerkzeuge eingesetzt werden. Diese zweite Arbeitskraft kann eingespart werden, wenn der Hackrahmen unter oder vor dem Schlepper angebaut wird, also beim Zwischenachs- oder Frontanbau [1]. Mit diesen Anordnungen ist Ein-Mann-Arbeit möglich, da die Werkzeuge im Blickfeld des Schlepperfahrers liegen und mit der Schleppersteuerung längs der Reihe geführt werden.

Die bisherigen Untersuchungen zur Frage der Ein-Mann-Arbeit mit der Schlepperlängshacke behandeln überwiegend die Beanspruchung oder das Leistungsvermögen des Schlepperfahrers [2 . . . 9]. Eine Aussage über die Arbeitsqualität, die mit der Front- und Zwischenachshacke praktisch erreichbar ist, fehlt jedoch, so daß es nahe lag, Untersuchungen mit der Fragestellung durchzuführen, ob unter der Voraussetzung der Ein-Mann-Arbeit eine befriedigende Arbeitsgüte bei den verschiedenen Werkzeuanordnungen zu erzielen ist. Entsprechend dieser Fragestellung wurden folgende Varianten, die die Arbeitsqualität beeinflussen können, untersucht:

- Unterschiedliche Radstände, in Anlehnung an vorhandene Standard-, Tragschlepper und Geräteträger;
- Anordnung des Hackrahmens zwischen und vor den Schlepperachsen, Höhen- und Seitenverschiebung der Sitzschale;
- Unterschiedliche Fahrgeschwindigkeiten.

2. Eigene Untersuchungen

2.1. Versuchsgeräte

Die oben aufgeführten Varianten wurden in Feldversuchen untersucht. Dazu wurde ein amerikanischer Kleinschlepper¹⁾ — im folgenden Versuchsschlepper (A) genannt — zu einem vielseitig verstellbaren Versuchsschlepper für den Front- und Zwischenachs-anbau umgebaut (Bild 1). Die Vorderachse konnte beliebig verschoben und damit jeder gewünschte Radstand eingestellt werden, wobei stets die gleiche Lenkgeometrie beibehalten wurde. Ein mit Gänsefußmessern und Hohlschutzscheiben ausgerüsteter Hackrahmen wurde ebenfalls verschiebbar angeordnet. Die Sitzschale wurde an einem Steg höhen- und seitenverstellbar befestigt.

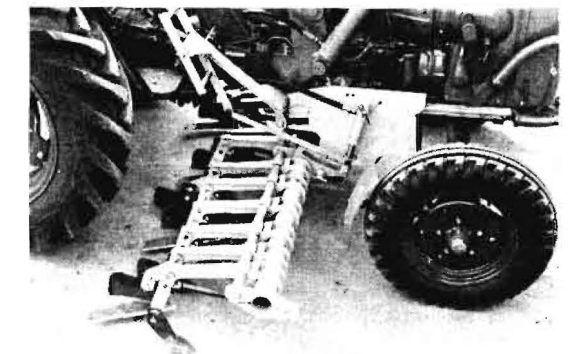
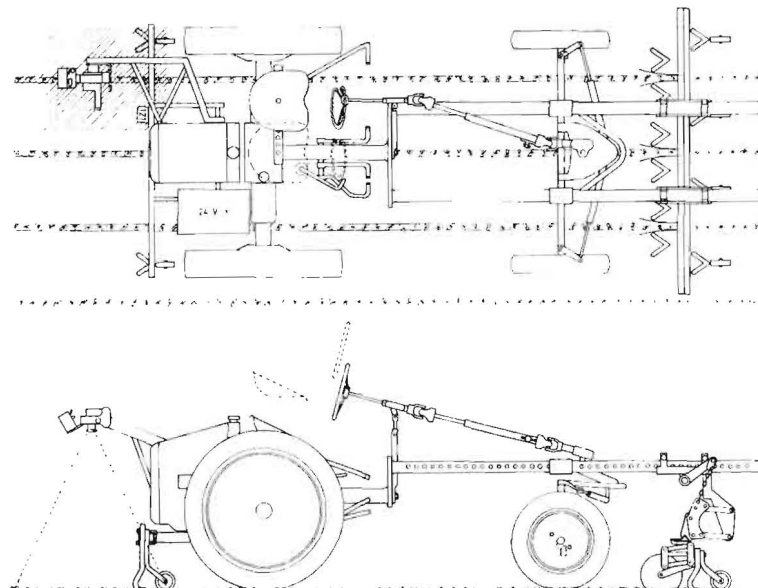


Bild 2: Zwischenachshacke am Versuchsschlepper (B)

Bild 1: Aufsicht und Seitenansicht des Versuchsschleppers (A)

Als zweites Versuchsgerät stand ein Schlepper der Standardbauart²⁾ — im folgenden Versuchsschlepper (B) genannt — zur Verfügung. Bei diesem Schlepper konnte eine Zwischenachshacke³⁾ angebaut werden (Bild 2). Bei diesem Gerät wurden als Werkzeuge Winkelmesser benutzt, deren Spitzen und senkrechte Seitenflächen nach vorn und hinten ausgezogen waren. Auf Hohlschutzscheiben konnte verzichtet werden, da diese Art der Winkelmesser, die ziemlich stopfsicher waren, die Pflanzen vor einem Zudecken hinreichend schützte [9]. Die Fronthacke⁴⁾ für den Versuchsschlepper (B) wurde in die Frontladerschwinge eingehängt (Bild 3). Als Hackwerkzeuge wurden parallelogrammgeführte Gänsefußmesser und Hohlschutzscheiben benutzt.

2.2. Meßverfahren zur Bestimmung der Arbeitsqualität

Während bei bisher durchgeführten Untersuchungen konstruierte Pflanzenreihen als Solllinien angesehen wurden [5; 6; 9], wurden hier praxisnahe Bedingungen berücksichtigt. Zu diesem Zweck wurden die Abstände der Pflanzenreihe von den Kanten des Schutzstreifens gemessen. Um eine zeitliche Trennung von Versuchsarbeit und -auswertung zu erreichen, wurde eine vollautomatische Registrierkamera⁵⁾ (Bild 4) am Heck des Versuchsschleppers (A) so angebaut, daß sie jeweils die Schutzstreifenlänge von 1 m fotografierte. Mit dieser Anlage wurde die Hackarbeit fortlaufend in einzelnen Bildern festgehalten. Diese Einzelbilder wurden nach Beendigung der Außenarbeiten im Labor so projiziert, daß der Schutzstreifen mit den Pflanzen in natürlicher Größe auf einer Leinwand sichtbar war.

2.3. Versuchsanlage und -durchführung

Entsprechend der Aufgabenstellung wurde die Lage der Hackwerkzeuge zwischen und vor den Schlepperachsen bei unterschiedlichen Radständen, Sitzpositionen und Fahrgeschwindigkeiten variiert und der jeweilige Einfluß dieser Faktoren auf die Arbeitsqualität untersucht. Sämtliche Untersuchungen wurden mit dem Versuchsschlepper (A) durchgeführt. Der zweite Versuchsschlepper (B) diente nur zu Parallelversuchen.

Bei der Zwischenachshacke des Versuchsschleppers (A) konnten folgende Radstände eingestellt werden: 1700 mm, 1850 mm, 2000 mm, 2300 mm, 2600 mm und 2800 mm. Die Auswahl

¹⁾ Modell G der Fa. Allis Chalmers

²⁾ Typ D 40 L der Fa. Klöckner-Humboldt Deutz AG

³⁾ Fabrikat der Fa. Gloster, Gloucester/England

⁴⁾ Fabrikat der Fa. Ophcis, Kleve

⁵⁾ Fabrikat der Fa. Robot, Düsseldorf

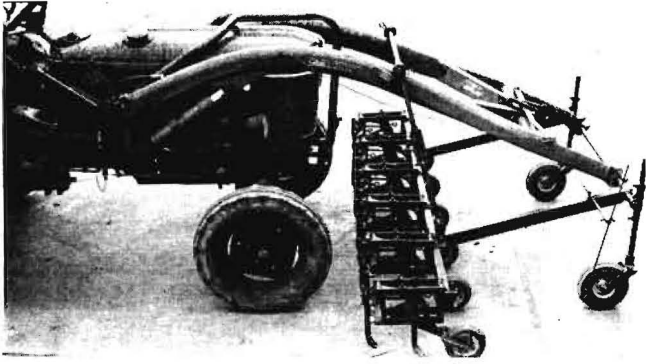


Bild 3: Fronthacke am Versuchsschlepper (B)

erfolgte nach den in der deutschen Ackerschlepperindustrie verwendeten Radständen bei Standard-, Tragschleppern und Geräteträgern zwischen 20 und 35 PS (nach Firmenprospekten). Der Abstand der Hackwerkzeuge zur Hinterachse wurde so bemessen, daß er stets dem 1,4fachen des Radstandes entsprach. Die Versuche mit diesen Radständen wurden bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten durchgeführt, und zwar bei 2 km/h, 4 km/h und 6 km/h.

Der Einfluß der Sitzposition des Schlepperfahrers auf die Arbeitsqualität wurde in einer gesonderten Versuchsreihe untersucht, die Sitzhöhe dabei gemäß DIN 9670 von 1000 mm auf 1300 mm eingestellt. Die Sitzschale wurde zur Vermeidung einer Seitenparallaxe stets 350 mm aus der Schlepperlängsachse zur Steuerreihe hin verschoben befestigt. Um jedoch den möglichen Einfluß einer seitlichen Sitzverschiebung ermitteln zu können, wurde der Sitz bei einer weiteren Versuchsreihe um 150 mm, 250 mm und 350 mm aus der Schlepperlängsachse zur Steuerreihe hin verschoben.

Für die Fronthacke des Versuchsschleppers (A) wurden dieselben Radstände wie bei der Zwischenachshacke benutzt. Allerdings konnte der größte Radstand nur auf 2200 mm eingestellt werden. Der Abstand der Hackwerkzeuge zur Vorderachse wurde bei jedem Radstand konstant auf 550 mm gehalten. Die Fahrgeschwindigkeiten betragen wiederum 2 km/h, 4 km/h und 6 km/h. Die Seitenverschiebung des Sitzes wurde in genau der gleichen Weise durchgeführt wie bei der Zwischenachshacke.

Bei dem Versuchsschlepper (B) lag die Zwischenachshacke 1200 mm vor der Hinterachse und die Fronthacke 600 mm vor der Vorderachse. Der Sitz wurde 260 mm zur Seite verschoben.

Die Schaffung möglichst gleicher Versuchsbedingungen war die Voraussetzung für die Durchführung der geplanten Untersuchungen. Zu diesem Zweck wurden zwei Versuchsfelder von 2,5 ha Größe mit einer im Institut für Landtechnik, Bonn, entwickelten Präzisions-Einzelkorndrillmaschine mit Zuckerrübensaatgut bestellt; die Reihenweite betrug 500 mm. Die Aussaat erfolgte im Abstand von 3,5 cm. Das meist sommerliche Wetter ergab ein rasches Auflaufen und einen gleichmäßigen Aufgang, so daß im Mindestfall ein Pflanzenbestand von zehn Pflanzen je Meter, meistens jedoch mehr, zur Verfügung stand.

Bei allen Versuchen betrug die Breite des Schutzstreifens nur 60 mm. Mit diesen scharfen Anforderungen an die Steuergenauigkeit wurde vermieden, daß Unterschiede in der Arbeitsqualität durch einen breiteren Schutzstreifen verwischt wurden. Alle Versuche wurden mit demselben Fahrer (dem Verfasser) durchgeführt. Eine zweite Person übernahm die Einstellung der Radstände, den Filmwechsel und die Protokollierung der Versuche (Bild 5), um einerseits den Fahrer nicht durch andere Arbeiten als das Hacken zu belasten und um andererseits zusammenhängende Versuchsreihen an einem Tage durchführen zu können.

2.4. Auswertung der Ergebnisse

Für die Auswertung lagen die fotografierten Abweichungen des Hackgerätes beziehungsweise der Hohlenschutzscheiben von der Pflanzenreihe vor. Mit einem Meßlineal wurden je Bild drei dieser Abweichungen ausgemessen, und zwar je im oberen, mittleren und unteren Drittel. Bei jedem Versuch wurden 200 m Versuchsstrecke

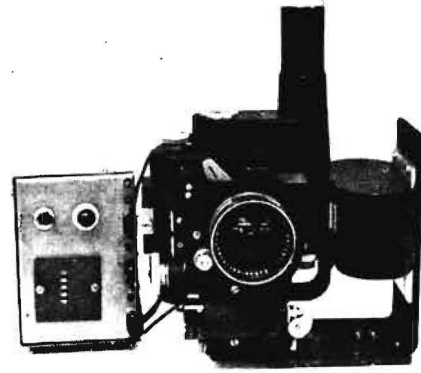


Bild 4: Vollautomatische fotografische Registrieranlage mit Schaltkasten



Bild 5: Versuchsschlepper (A) mit Fronthacke beim Einsatz

ausgewertet, so daß insgesamt 600 Meßwerte vorlagen. Als Solllinie wurde hierbei die Lage der Schutzstreifenkanten in 30 mm Abstand von der Pflanzenreihe betrachtet. Bei Steuerabweichungen veränderte sich dieser Abstand je nach der Größe des Steuerausschlages. Die Abweichungen wurden in verschiedenen Gruppen klassifiziert, von denen als Bewertungsmaßstab für die Arbeitsqualität im folgenden nur die letzte Gruppe berücksichtigt wurde, bei der die Abweichungen von der Solllinie mehr als 25 mm betragen. Bei diesen Abweichungen konnte man unterstellen, daß die Pflanzen mehr oder weniger weggehackt wurden und als Verluste zu betrachten waren.

Da bei der Hackarbeit darauf zu achten war, möglichst alle Pflanzen zu erhalten, ergab der prozentuale Anteil an weggehackten, beziehungsweise stark beschädigten Pflanzen einen Maßstab, mit dessen Hilfe die Arbeitsqualität einer maschinellen Hackarbeit durch eine Wertzahl gekennzeichnet werden konnte.

3. Versuchsergebnisse

3.1. Lage der Hackwerkzeuge zwischen den Schlepperachsen

Die in den folgenden Abschnitten zu besprechenden Ergebnisse zeigen die Steuerabweichungen ≥ 25 mm, und zwar bei unterschiedlichen Radständen, Fahrgeschwindigkeiten und Sitzpositionen.

Bei allen Versuchen zeigte sich, daß es von entscheidender Bedeutung war, unter welchem Winkel α zur Horizontalen der Fahrer auf die Pflanzen herabsehen mußte und in welchem Abstand sich die Pflanze vom Auge befand. In den folgenden Tafeln sind die jeweiligen Maße für den Blickwinkel α und den Sichtabstand s aufgeführt.

3.1.1. Einfluß des Radstandes

In Tafel 1 sind die Ergebnisse der Versuche mit unterschiedlichen Radständen zusammengefaßt. Aus Tafel 1 sind die Werte für 2 km/h Fahrgeschwindigkeit in Bild 6 graphisch dargestellt, um den Einfluß des Radstandes zu erläutern. Bei einem Radstand von 1700 mm beträgt der Anteil der Steuerabweichungen von der Solllinie 7,4%. Durch eine Vergrößerung des Radstandes von 1700 mm auf 1850 mm sinkt der Verlustanteil auf 3,8% ab. Die Kurve zeigt bei den Radständen 2000 mm und 2300 mm ein ausgeprägtes Minimum. Die entsprechenden Werte von 1,6% und

Tafel 1: Steuerabweichungen ≥ 25 mm bei unterschiedlichen Radständen und Geschwindigkeiten

Versuchsschlepper (A) mit Zwischenachshacke; Sitzhöhe 1000 mm; Sitz 350 mm seitlich verschoben; Reihenabstand 500 mm

Radstand [mm]	1700	1850	2000	2300	2600	2800
Blickwinkel α [°]	68	67	63	56	49	46
Sichtabstand s [mm]	1860	1900	1970	2120	2130	2440
Abweichung [%]						
bei 2 km/h . . .	7,4	3,8	1,6	1,8	2,9	5,6
bei 4 km/h . . .	10,7	8,7	4,7	6,8	7,7	10,4
bei 6 km/h . . .	15,9	13,8	12,2	9,1	13,8	15,5

1,8% weichen nur geringfügig voneinander ab und können als gleich groß betrachtet werden. Bei weiterer Vergrößerung des Radstandes auf 2600 mm schlägt die Tendenz um. Bei diesem Radstand steigt der Anteil an weggehackten Pflanzen auf 2,8%, er erreicht bei 2800 mm Radstand den Wert von 5,6%.

Die Begründung für die oben geschilderten Tendenzen ist in der Veränderung des Blickwinkels und des Sichtabstandes zu sehen. Der Blickwinkel α fällt von 68° bei 1700 mm Radstand auf 46° bei 2800 mm Radstand, während gleichzeitig der Sichtabstand s von 1860 mm bis auf 2440 mm ansteigt. Das Ansteigen der Steuerfehler und damit der Verluste auf dem linken Kurvenast ist offenbar darauf zurückzuführen, daß die Sichtverhältnisse für das Auge mit größer werdendem horizontalen Blickwinkel α schlechter werden. Das Auge muß von Pflanze zu Pflanze stelen, und zwar mit einer Winkelgeschwindigkeit, die bei gleichen Stelzwegen (= Lücken) zunimmt. Dieses Stelen führt aber zu ruckweisem Erkennen der Pflanzen und damit auch zu ruckweisem Steuern. Die Folge davon können die erhöhten Verluste sein. Die Kurve steigt dann auf ihrem rechten Ast trotz kleiner werdendem

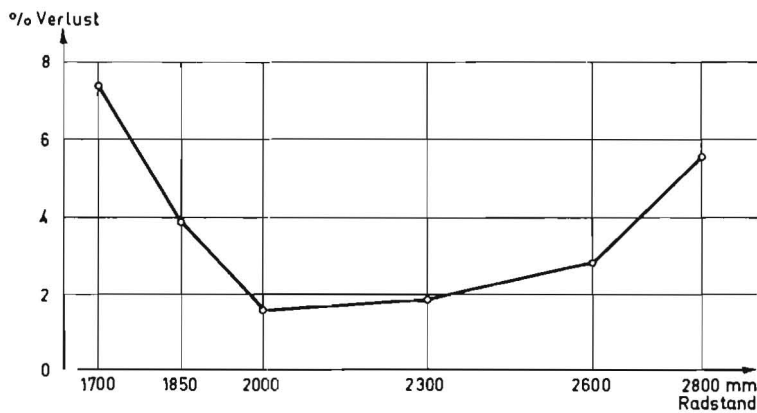


Bild 6: Unterschiedliche Verluste bei verschiedenen Radständen

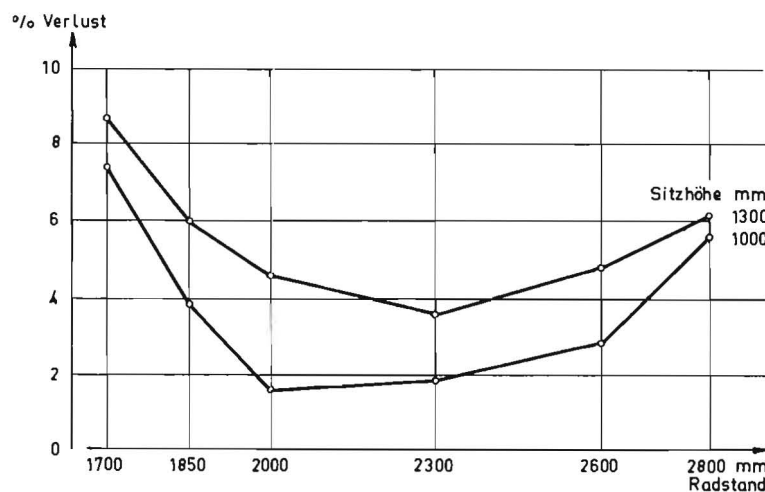


Bild 7: Unterschiedliche Verluste bei Änderung der Sitzhöhe

Tafel 2: Steuerabweichungen bei 1300 mm Sitzhöhe in %
Versuchsschlepper (A) mit Zwischenachshacke; Sitz um 350 mm seitlich verschoben; Reihenabstand 500 mm

Radstand [mm]	1700	1850	2000	2300	2600	2800
Blickwinkel α [°]	71	70	66	60	54	50
Sichtabstand s [mm]	2170	2180	2240	2380	2540	2660
Abweichung [%]						
bei 2 km/h . . .	8,7	6,0	4,6	3,6	4,8	6,2
bei 4 km/h . . .	12,0	10,3	8,0	7,0	10,2	12,5
bei 6 km/h . . .	17,1	16,4	14,9	13,7	14,6	16,5

Blickwinkel α wieder an. Das kann nur dadurch bedingt sein, daß der zunehmende Sichtabstand s einen gegenläufig wirkenden Einfluß ausübt. Offenbar handelt es sich hier um die mit wachsendem s abnehmende Erkennbarkeit der kleinen Pflanzen. — Die Länge des Radstandes bestimmt also insofern den Erfolg der Hackarbeit, als mit dem Radstand ein bestimmter horizontaler Blickwinkel und Sichtabstand gegeben sind.

3.1.2. Einfluß der Geschwindigkeit

Wie aus Tafel 1 zu ersehen ist, beeinflusst die Fahrgeschwindigkeit mit der die Zwischenachshackarbeit durchgeführt wird, in erheblichem Umfang die Arbeitsqualität. Bei einem konstanten Radstand von 1700 mm beträgt der Verlust an Pflanzen 7,4% bei der langsamsten Fahrgeschwindigkeit. Mit einer Steigerung der Geschwindigkeit von 2 km/h auf 4 km/h steigt der Verlust auf 10,7% und erreicht bei 6 km/h den Wert von 15,9%. Diese starke Zunahme der Verluste bei erhöhter Geschwindigkeit ist zurückzuführen auf die erhöhte Winkelgeschwindigkeit, mit der die Pflanzen am Fahrerrauge vorbeiziehen. Bei langsamem Vorschub hat der Fahrer genügend Zeit, die Pflanzenreihe sorgfältig anzusteuern, während bei größerer Fahrgeschwindigkeit die Pflanzen so schnell vorbeiziehen, daß zum sorgfältigen Steuern die Voraussetzung, das genaue Erkennen, fehlt.

Eine Versuchsserie mit der Zwischenachshacke des Versuchsschleppers (B) bestätigte die oben aufgeführte Tendenz, daß mit zunehmender Geschwindigkeit die Verluste ansteigen (bei 2 km/h 4%, bei 4 km/h 7,8% und bei 6 km/h 14,7%).

3.1.3. Einfluß der Sitzposition

3.1.3.1. Höhenverstellung

Während bei den bisherigen Darstellungen die Sitzhöhe 1000 mm betrug, wurde in dieser Versuchsreihe die Sitzhöhe von 1300 mm beim Versuchsschlepper (A) eingestellt. Dadurch ändern sich sowohl der Blickwinkel als auch die Sichtabstände bei den verschiedenen Radständen. Die Ergebnisse sind in Tafel 2 zusammengefaßt. Hinsichtlich Radstand und Geschwindigkeit gilt in der Grundtendenz gleiches wie bei der niedrigeren Sitzhöhe von 1000 mm (siehe Tafel 1).

In Bild 7 sind die obigen Versuchsergebnisse (bei 2 km/h) denen von 1000 mm Sitzhöhe gegenübergestellt.

Die Gründe für den Verlauf der Verlustkurve bei 1300 mm Sitzhöhe sind wie bei der Sitzhöhe von 1000 mm wiederum in der Änderung des Blickwinkels und des Sichtabstandes zu finden. Beide Werte sind gleichzeitig, wenn auch nur geringfügig ungünstiger geworden: der horizontale Blickwinkel ist um 3 bis 4° größer und der Sichtabstand um 250 bis 300 mm länger geworden. Beides zusammen bewirkt die allgemeine Erhöhung der Verluste um etwa 2% gegenüber der Sitzhöhe von 1000 mm.

3.1.3.2. Seitenverstellung

Während bei den bisherigen Versuchen der Sitz stets um 350 mm seitlich zur Steuerreihe hin verschoben war, wurde in einer gesonderten Versuchsreihe der Sitz nacheinander um 0, 150, 250 und 350 mm seitlich herausgerückt (bei 500 mm Reihenweite). Hier kam als neue geometrische Größe, die berücksichtigt werden mußte, der Seitenwinkel β hinzu, unter dem der Fahrer die Werkzeuge sah, wenn er nicht genau über der Steuerreihe saß. Wie in Tafel 3 am Beispiel einer Zwischenachshacke gezeigt wird, treten sehr hohe Verluste bei mittiger Sitzlage auf.

Je mehr der Sitz aus der Mitte heraus und damit zur Steuerreihe gerückt wird, desto geringer werden die Verluste. Bei der Sitzposition, die 350 mm außerhalb der Schlepperlängsachse liegt, erreicht der Verlustwert dieser Versuchsreihe mit 4,9% annähernd den Vergleichswert aus Tafel 1.

Es sei betont, daß diese Versuche nicht mit herausgebeugtem Oberkörper, sondern in aufrechter Sitzhaltung durchgeführt wurden, so daß die Seitenparallaxe voll zur Wirkung kam. Die erheblichen Unterschiede der Verluste bei verschiedener seitlicher Sitzposition sind daher in erster Linie auf den Seitenwinkel β und damit auf die Seitenparallaxe zurückzuführen; denn sowohl der horizontale Blickwinkel als auch der Sichtabstand ändern sich nur in geringfügigem Maß.

3.2. Lage der Hackwerkzeuge vor der Schleppervorderachse

3.2.1. Einfluß des Radstandes

Die Ergebnisse der Versuche über den Einfluß des Radstandes auf die Arbeitsqualität der Fronthacke sind in Tafel 4 zusammengefaßt. Insgesamt zeigt sich, daß die Verluste allgemein hoch sind.

Dabei ist der Einfluß des Radstandes vergleichsweise viel geringer als bei der Zwischenachshacke; denn die Verluste steigen fast geradlinig mit zunehmendem Radstand an, während sie bei der Zwischenachshacke zunächst abfallen mit dem Minimum bei 2000 bis 2300 mm Radstand. Dementsprechend ist der Unterschied in den Verlusten bei diesen Radständen mit mehr als 12% auch am größten.

Die Gründe für die hohen Verluste bei der Fronthacke sind hauptsächlich in der Übersteuerung der Werkzeuge zu sehen. Hinzu kommen noch die Sichtabstände, die mit 2600 bis 3000 mm schon so groß sind, daß das Erkennen der kleinen Pflanzen bereits schwierig wird.

Die Ergebnisse der Kontrollversuche mit dem Versuchsschlepper (B) bestätigen die Ergebnisse der Versuche, die mit dem Versuchsschlepper (A) beim Radstand von 2000 mm durchgeführt wurden (Abweichung bei 2 km/h 13,1%, bei 4 km/h 18,5% und bei 6 km/h 22,7%).

3.2.2. Einfluß der Geschwindigkeit

Aus Tafel 4 läßt sich der Einfluß der Geschwindigkeit auf die Steuerfehler bei der Fronthacke ablesen. Es zeigt sich, daß die

Tafel 3: Einfluß der seitlichen Sitzverschiebung auf die Steuerabweichungen bei der Zwischenachshacke mit Versuchsschlepper (A)
Radstand 2000 mm; Sitzhöhe 1000 mm; Geschwindigkeit 4 km/h; Reihenabstand 500 mm

seitliche Sitzverschiebung um [mm]	0	150	250	350
Höhenwinkel α [°]	60	61	62	63
Seitenwinkel β [°]	14	10	7	4
Sichtabstand s [mm]	2030	1990	1980	1970
Steuerabweichung ≥ 25 mm [%]	14,8	10,2	6,7	4,9

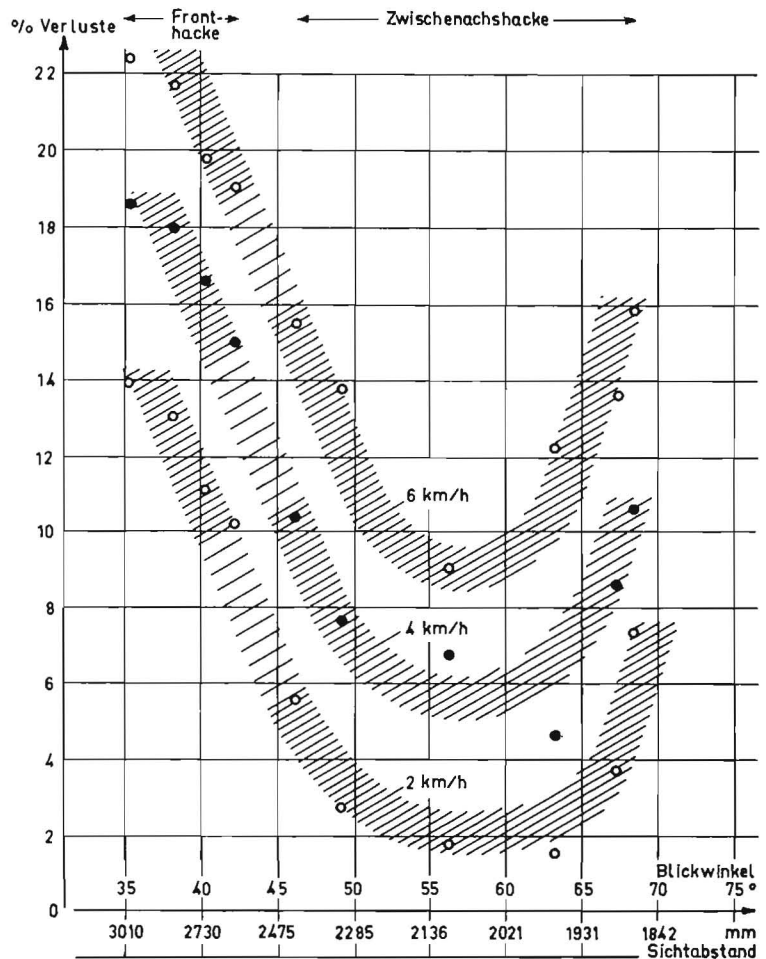


Bild 8: Abhängigkeit der Verluste von Blickwinkel und Sichtabstand bei der Front- und Zwischenachshacke mit Versuchsschlepper (A)

Höhe der Verluste mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit wächst, unabhängig vom Radstand. Der Anstieg ist also ähnlich gleichmäßig wie der der Zwischenachshacke (siehe Tafel 1).

Als Grund für die Zunahme der Verluste bei einer Geschwindigkeitserhöhung ist ebenfalls wie bei der Zwischenachshacke die erhöhte Winkelgeschwindigkeit, unter der die Pflanze erkannt werden muß, zu nennen. Zwar ist bei der Fronthacke der Blickwinkel kleiner und folglich auch die Winkelgeschwindigkeit, aber in Verbindung mit der Übersteuerung und dem großen Sichtabstand führt die erhöhte Winkelgeschwindigkeit zum Anwachsen der Verluste.

3.2.3. Einfluß der Sitzposition

Die Seitenverschiebung der Sitzschale aus der Schleppermitte heraus ergibt auch bei der Fronthacke eine Verbesserung der Arbeitsqualität, wie Tafel 5 zeigt. In dieser gesonderten Ver-

Tafel 4: Steuerabweichungen ≥ 25 mm bei unterschiedlichen Radständen und Geschwindigkeiten

Versuchsschlepper (A) mit Fronthacke; Sitzhöhe 1000 mm; Sitz um 350 mm seitlich verschoben; Reihenabstand 500 mm

Radstand [mm]	1700	1850	2000	2200
Blickwinkel α [°]	42	40	38	35
Sichtabstand s [mm]	2620	2730	2850	3010
Abweichung [%]				
bei 2 km/h	10,2	11,1	13,0	13,9
bei 4 km/h	15,0	16,6	18,0	18,7
bei 6 km/h	19,1	19,8	21,7	22,4

Tafel 5: Einfluß der seitlichen Sitzverschiebung auf die Steuerabweichungen bei der Fronthacke mit Versuchsschlepper (A)

Radstand 2000 mm; Sitzhöhe 1000 mm; Geschwindigkeit 4 km/h; Reihenabstand 500 mm

seitliche Sitzverschiebung um [mm].	0	150	250	350
Höhenwinkel α [°]	37	37	38	38
Seitenwinkel β [°]	10	7	5	3
Sichtabstand s [mm]	2890	2870	2860	2850
Steuerabweichung ≥ 25 mm [%]	24,4	23,2	20,7	18,4

suchsreihe sind die Verluste bei mittiger Sitzlage (aufrechte Körperhaltung) mit immerhin 24,4% sehr groß. Sie sinken bei einer Sitzposition, die nahezu über der Steuerreihe liegt, auf 18,4% ab. Damit ist auch hier der Vergleichswert aus Tafel 4 annähernd erreicht.

Diese Tendenz der abnehmenden Verluste durch Herausrücken des Sitzes unterscheidet sich von den Parallelversuchen mit der Zwischenachshacke nur in der Höhe der Verluste; die Arbeitsqualität ist auch dort bei weit herausgerücktem Sitz am besten (siehe Tafel 3). Während aber bei der Zwischenachshacke die Verluste auf 5% absinken, sind sie bei der Fronthacke trotz kleinem Blickwinkel und damit geringfügiger Seitenparallaxe doch recht erheblich. Es zeigt sich also auch hier wieder der überwiegende Einfluß von Übersteuerung und großem Sichtabstand.

Im folgenden sind nun die Versuchsergebnisse der Front- und Zwischenachshacke bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten im Zusammenhang dargestellt. Da sich Blickwinkel und Sichtabstand als entscheidende Einflüsse auf die Arbeitsqualität erwiesen haben, sind in Bild 8 die Verlustwerte über den jeweils zugehörigen Blickwinkel eingetragen. Da die Sitzhöhe (1000 mm) und die seitliche Sitzverschiebung (um 350 mm zur Steuerreihe hin) konstant gehalten sind, gehört zu jedem Blickwinkel ein Sichtabstand, so daß eine zweite Abszisse für den Sichtabstand unterlegt werden konnte. Der Verlauf der Verluste in dieser Abhängigkeit von Blickwinkel und Sichtabstand, wie er sich aus den einzelnen Meßwerten ergibt, ist in der Darstellung in kurvenförmigen, schraffierten Bändern eingezeichnet.

Wie nicht anders zu erwarten, zeigt sich bei den Verlustwerten für die Zwischenachshacke grundsätzlich folgendes: der rechte Kurvenast steigt steil an, da der Einfluß des Blickwinkels überwiegt; ebenso der linke Kurvenast, für den der überwiegende Einfluß des großen Sichtabstandes maßgebend ist.

Wenn letztere Deutung stimmt, so müßten die Verlustwerte für die Fronthacke mit ihren noch größeren Sichtabständen eine sinn-gemäße Fortsetzung der Kurvenbereiche ergeben. Die Darstellung zeigt, daß das tatsächlich der Fall ist. Die Deutung erscheint also berechtigt.

4. Zusammenfassung

Zur Frage der Ein-Mann-Arbeit beim Rübenhacken mit dem Schlepper wurde in Feldversuchen untersucht, welchen Einfluß die Geräteanordnung, vor oder zwischen den Achsen, auf die Arbeitsqualität bei verschiedenen Schlepperbauarten hat.

Die anhand von Arbeitsqualitätsmessungen erzielten Ergebnisse zeigen, daß Ein-Mann-Arbeit mit einem befriedigenden Arbeitserfolg möglich ist. Unabhängig von der Werkzeuglage zu den Schlepperachsen ist dabei im Hinblick auf die Arbeitsgüte eine niedrige Sitzposition von 1000 mm einer hohen stets vorzuziehen. Ferner wird die Arbeitsqualität durch ein seitliches Verschieben des Sitzes zur Steuerreihe hin entscheidend verbessert.

Beim Zwischenachsenbau sollte der Blickwinkel etwa 55° betragen und der Sichtabstand innerhalb des Bereiches von 2000 bis 2200 mm liegen. Beide Größen ergeben sich aus den niedrigsten Verlusten bei einem weiten Radstand von 2300 mm und einer niedrigen Sitzhöhe von 1000 mm, wobei der Sitz um 350 mm seitlich zur Steuerreihe hin verschoben war. Die Verluste steigen

sowohl bei kleineren Radständen aufgrund des größeren Blickwinkels als auch bei größeren Radständen aufgrund des größeren Sichtabstandes an. Eine Geschwindigkeitserhöhung führt unabhängig vom Radstand stets zu einer schlechteren Arbeitsqualität.

Für den Frontanbau gilt hinsichtlich der Verluste bei zunehmender Geschwindigkeit dasselbe. Die Radstände sind für die Höhe der Verluste viel weniger entscheidend als die Übersteuerung der Werkzeuge.

Der Vergleich von Front- und Zwischenachsenbau zeigt, daß die Zwischenachshacke bei der ersten Hackarbeit hinsichtlich der Arbeitsqualität weitaus überlegen ist. Diese Überlegenheit tritt unsomehr hervor, je schmäler der Schutzstreifen ist.

Schrifttum

- [1] DENCKER, C. H.: Handbuch der Landtechnik, Verlag Paul Parey Hamburg/Berlin 1961
- [2] BOCKHORN, K.-H.: Der Einfluß von Front- und Heckanbaugeräten auf die Flächenleistung bei der Pflanzenpflege, Technik und Landwirtschaft 8. (1956), S. 286—289
- [3] CATCHPOLE, W. M.: Let's see what we're doing! (A plea for better mid-mounted equipment) Farm Mechanization 6 (1954), S. 360—361
- [4] CLAUS, H.-G.: Mechanisches Rübenhacken — Ein Blick in die Praxis, Landtechnik 16 (1961), S. 137
- [5] DIEBRICH, J.: Untersuchungen über Steuerfähigkeit und Sichtverhältnisse an Hackeschleppern, (Berichte über Landtechnik XIV) Wolfratshausen 1950
- [6] FOLTIN, E.: Die Kursfehler von Schlepperanbaugeräten bei Reihenkulturen, Agrartechnik 1 (1951), S. 23—31
- [7] HELLER, CL.: Zuckerrübenbestellung und -pflege in England, Zucker 15 (1902), S. 30—33
- [8] SCHÜNKE, U.: Einmannarbeit mit dem Schlepper, Landtechnik 18 (1963), S. 634—638
- [9] ROSSRUCKER, H.: Die optimale Anordnung von Zwischenachshackgeräten, Die Bodenkultur 10, Wien 1959

Résumé

Elmar Kersting: "One Man Operation with the Tractor-Mounted Straight-Line Hoe in Beets."

In field experiments on one-man operation in tractor beet hoeing it was examined as to what extent the location of implements, in front of or between the axles, affects the quality of work of the various tractor designs.

The results obtained by measurements of the working quality show that one-man operation enables a satisfactory success. With regard to the quality of work a low seating position of 1000 mm is always to be preferred to a higher one, no matter whether the tools are placed in front of or between the axles. Moreover, the quality of work is remarkably improved by sliding the seat towards the control row.

If the tools are mounted between the axles, the angle of view should be about 55° and the sight distance should range between 2000 and 2200 mm. Both figures result from the smallest losses at a wide wheel base of 2300 mm and a low seating height of 1000 mm, the seat having been moved towards the control row by 350 mm. The losses increase both with smaller wheel bases on account of the greater angle of view, and also with greater wheel bases owing to the greater sight distance. By increasing the speed, the quality of work becomes always worse, independent of the wheel base.

Concerning the losses with an increasing speed, the same refers to front mounting. For the amount of losses the wheel bases are much less responsible than an overriding of the tools.

The comparison of hoe mounting in front of or between the axles shows that the hoe between the axles is by far superior regarding the working quality at the first hoeing operation. This superiority is the greater the narrower the border strip is.

Elmar Kersting: «A propos du binage mécanique de betteraves par une seule personne.»

En utilisant des types de tracteur différents, on a effectué des essais dans le champ afin de connaître l'influence que la disposition des outils à l'avant du tracteur ou entre les essieux a sur la qualité de binage quand une seule personne exécute le travail. Les résultats qui ont été déterminés en mesurant la qualité de travail, ont confirmé que le binage mécanique peut être effectué de façon satisfaisante par une seule personne en a constaté que le travail est meilleur avec un siège d'une hauteur de 1000 mm qu'avec un siège plus élevé indépendamment de la position des outils par rapport aux essieux du tracteur. De plus, la qualité de travail est sensiblement améliorée en déplaçant le siège vers le côté du rang visé.

Quand l'outil est monté entre les essieux, l'angle visuel doit être d'environ 55° et le champ visuel doit être distant de 2000 à 2200 mm. On a déterminé ces deux valeurs en considération des pertes les plus

faibles; l'empattement a été en même temps de 2300 mm et la hauteur du siège de 1000 mm; ce dernier a été déplacé de 350 mm vers le côté du rang visé. Les pertes augmentent avec un empattement inférieur à cette valeur à cause de l'agrandissement de l'angle visuel et elles augmentent avec un empattement supérieur à cette valeur à cause de la distance plus grande du champ visuel. Une augmentation de la vitesse diminue toujours la qualité de travail indépendamment de l'empattement.

Quand les outils sont montés à l'avant du tracteur, une vitesse plus grande donne également toujours des pertes plus importantes. L'empattement a moins d'influence sur les pertes que le fait que les outils réagissent de façon plus prononcée aux manœuvres de conduite que la roue de conduite.

La comparaison entre le montage frontal et le montage entre les essieux montre que le dernier donne lors du premier binage une qualité de travail de beaucoup supérieure au travail effectué avec le montage frontal. Cette supériorité est d'autant plus grande que la bande de protection est plus étroite.

Elmar Kersting: «Del trabajo con azeda longitudinal de remolque en el cultivo de la remolacha, trabajando un sólo operario.»

Se ha investigado, haciendo ensayos en el campo, el trabajo con azadas de remolque, trabajando un sólo operario, para averiguar la influencia que ejerce la disposición de los útiles entre los ejes o delante

de ellos, sobre la calidad del trabajo, empleándose tractores de diferentes modelos.

Los resultados demostraron que el trabajo con un sólo operario puede dar resultados satisfactorios. Con independencia del montaje entre los ejes o delante de ellos, la calidad del trabajo resulta siempre ser mejor, cuando se montan los útiles a una altura de 1000 milímetros. Además el desplazamiento lateral con relación al surco guía mejora la calidad del trabajo de forma muy decisiva.

Montándose los útiles entre los ejes, conviene que el ángulo visual sea de aprox. 55° y la distancia entre 2000 y 2200 mm. Los dos valores resultan de las pérdidas mínimas, trabajando con una distancia entre ruedas de 2300 mm y con altura del asiento de 1000 mm, encontrándose el asiento desplazado en 350 mm del surco guía.

Las pérdidas aumentan, siendo la distancia entre ruedas más reducida, debido al ángulo visual más grande, y siendo la distancia visual más grande, debido a esta circunstancia. El aumento de la velocidad da siempre una calidad inferior del trabajo, cualquiera que sea la distancia entre ruedas.

Montándose los útiles delante de las ruedas, las pérdidas son las mismas, aumentando la velocidad. La distancia entre ruedas influye menos en las pérdidas que el exceso de mando de los útiles.

La comparación entre montaje delante del eje o entre los ejes demuestra que la azada montada entre los ejes da mejor calidad de trabajo en el primer paso. La superioridad se nota más, cuanto más estrecho sea el borde de protección.

Forscher und Forschungsmittel

Eine vergleichende OECD-Untersuchung für Westeuropa, Amerika und die Sowjetunion

Mit 1,3% vom Volkseinkommen steht die Bundesrepublik mit ihren Aufwendungen für Forschung und Entwicklung an vorletzter Stelle in einer soeben veröffentlichten vergleichenden Untersuchung der Europäischen Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD). Die Vereinigten Staaten verwenden dafür 3,1%, England 2,2, die Niederlande 1,8, Frankreich 1,5 und Belgien 1,0% ihres Volkseinkommens (zu Marktpreisen). Die Aufwendungen der Sowjetunion, für die keine exakten Zahlen vorliegen, werden nach gründlichen Untersuchungen der Nationalen Akademie der Wissenschaften in Washington im Minimum auf etwas niedriger als die der USA berechnet, wahrscheinlich sind sie aber gleich groß.

Die Studie ist im Auftrag der OECD von C. FREEMAN und Miß A. YOUNG vom Nationalen Institut für Wirtschafts- und Sozialforschung in London angefertigt worden. Sie trägt den Titel „Die Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen in Westeuropa, Nordamerika und der Sowjetunion“. Es ist die gründlichste Untersuchung, die bisher über Forschungsaufwendungen und -personal in den führenden Industrienationen der Welt angestellt wurde.

Die absolute Höhe der Aufwendungen erreichte, auf Dollar umgerechnet, die folgenden Summen:

Forschungs- und Entwicklungsaufwand 1962

Land	Gesamt-Aufwand [Milliarden Dollar]	Pro Kopf-Aufwand [Dollar]
USA	17,5	93,7
Westeuropa . . .	4,36	24,8
England	1,77	33,5
Frankreich . . .	1,11	23,5
Deutschland . . .	1,10	20,1
Holland	0,24	20,3
Belgien	0,13	14,8

Diese Zahlen sagen in Anbetracht der verschiedenen Niveaus von Wissenschaftsgehältern, Ausrüstungskosten und Kaufkraft der Währungen nicht genug. Die Autoren haben deshalb in grober Schätzung einen „Forschungswechselkurs“ ermittelt. Danach betragen die Forschungskosten in Westeuropa nur etwa die Hälfte bis ein Drittel der Kosten in den Vereinigten Staaten. Auf dieser Grundlage übertreffen die Aufwendungen der USA die Westeuropas effektiv um das Zwei- bis Dreifache. Berücksichtigt man Militär- und Raumforschung nicht, dann geben die Vereinigten Staaten — unter Zugrundelegen der „Forschungswechselkurse“ —

nur das 1,5fache dessen aus, was von Westeuropa für Forschung und Entwicklung aufgebracht wird, während die sowjetischen Aufwendungen ebenso hoch sind wie die der USA.

Insgesamt sind gegenwärtig rund eine Million Wissenschaftler und Ingenieure in der Forschung und Entwicklung der Vergleichsländer tätig; an weiterem Personal über 1,7 Millionen. Im einzelnen ergibt sich folgendes Bild (umgerechnet auf Vollzeit-Tätigkeit):

Das Personal in Forschung und Entwicklung

Land	Wissenschaftler und Ingenieure [1000]	Anderes Personal [1000]	Gesamtpersonal pro 1000 der Erwerbstätigen
USA	435	723	10,4
Westeuropa . . .	147	371	4,6
England	59	152	6,1
Deutschland . . .	40	102	3,9
Frankreich . . .	28	83	3,8
Holland	12	20	4,5
Belgien	8	13	3,5
Sowjetunion			
Minimum . . .	416	623	7,3
Maximum . . .	487	985	10,4

Auch die Quellen der Finanzierung wurden untersucht. Sowohl in Amerika als auch in Europa stammt — nach FREEMAN und YOUNG — die Hälfte der Forschungsmittel aus staatlichen Quellen. Dieser Anteil ist in Deutschland, Holland und Belgien etwas geringer, wegen der geringen militärischen Forschung. Rund drei Viertel dieser Mittel werden in den USA in der „kommerziellen“ Forschung verbraucht, während in Europa etwa zwei Drittel auf die kommerzielle Forschung entfallen und in Frankreich weniger als die Hälfte. Der größte Teil davon, rund 75%, kommt auf wenige Industriezweige, wie Flugzeugbau, Elektro- und Elektronik-Industrie und Atomenergie-Industrie.

Rund 1300 Wissenschaftler und Ingenieure „emigrieren“ alljährlich aus Westeuropa nach den Vereinigten Staaten. Sie entsprechen im Mittel fünf Prozent der „Jahresproduktion“ an ausgebildeten Wissenschaftlern und Ingenieuren (Deutschland mit 425 Personen 8,2%; England 7,4%; Frankreich 0,9%; Holland 15,1%; Schweiz 17%). Man unterstellt, daß sie von durchschnittlicher Leistung sind. Als Gründe nennen die Autoren die besseren Arbeitsmöglichkeiten und die höheren Einkommen.

(FAZ, 15. 12. 1965)