

Fahrgeschwindigkeit und Beanspruchung des Menschen bei Ein- und Zweimannarbeit mit Schlepperanbaugeräten

Von **Ulrich Schünke**, Braunschweig-Völkenrode

Die Lage der Landwirtschaft zwingt heute bei der Wahl der Schlepper und Geräte mehr denn je dazu, auf die Zahl der für deren Einsatz notwendigen Arbeitskräfte und auf das Leistungsvermögen der Maschinen Rücksicht zu nehmen. Der Arbeitslohn des Menschen ist in der Industriegesellschaft ein wichtiger Faktor im Rahmen der Gesamtkosten geworden, was jedoch nicht dazu führen darf, den Menschen überzubeanspruchen. Die Forderung nach hoher Flächenleistung der Maschine und hoher Arbeitsproduktivität des Menschen kann nur unter bestimmten Voraussetzungen erfüllt werden.

Die vorliegende Untersuchung befaßt sich mit dem Einfluß einer verschiedenartigen Anordnung der Arbeitsgeräte am Schlepper auf die Fahrgeschwindigkeit und die Beanspruchung des Menschen bei verschiedenen Arbeiten. Dabei war es notwendig, die Einmannarbeit der Zweimannarbeit gegenüberzustellen. Die Untersuchung wurde im Rahmen eines größeren Forschungsvorhabens durchgeführt, wobei auch die Grenzen der Einmannarbeit am Hang behandelt wurden [1; 2]. Bei den hier aufgetretenen physiologischen Fragen wurde an Untersuchungen des Max-Planck-Instituts für Landarbeit und Landtechnik in Bad Kreuznach angeknüpft, das diese Probleme erstmalig für die Landwirtschaft bearbeitet hat [3 bis 5].

Die Anforderungen an den Menschen

Bei der Arbeit mit dem Schlepper hat der Fahrer bzw. der Steuermann der Geräte zwei Aufgaben zu erfüllen:

1. das Steuern der Arbeitswerkzeuge, verbunden mit dem Betätigen aller übrigen Hebel, und
2. das Beobachten ihrer Arbeit.

Bei der Arbeit mit nur einer Arbeitskraft sind diese Aufgaben von dem Schlepperfahrer allein zu verrichten, bei zwei Arbeitskräften sind sie so aufgeteilt, daß der zweite Mann dem Schlepperfahrer das Feinsteuern der Arbeitswerkzeuge und das Beobachten des Arbeitsablaufes abnimmt.

Die Anforderungen an die Häufigkeit der Beobachtung der Werkzeuge und an die Genauigkeit des Steuerns sind sehr unterschiedlich. **Bild 1** zeigt dies in übersichtlicher Form für einige wichtige Arbeiten, unabhängig davon, ob sie mit dem Schlepper oder mit selbstfahrenden Maschinen mit einer Arbeitskraft oder zwei ausgeführt werden. Das Klassifizieren dieser Anforderungen an den Menschen war hinsichtlich des Steuerns und Lenkens durch die Festlegung der zulässigen Abweichung vom Sollkurs (Genauigkeit) verhältnismäßig einfach. Beim Klassifizieren der Anforderungen hinsichtlich des Beobachtens der Arbeitswerkzeuge wurde nur die Häufigkeit der Vorgänge berücksichtigt, ohne daß damit die Beanspruchung des Menschen im ganzen erfaßt wurde. Bei einigen Arbeiten sind die Anforderungen an das Beobachten und Steuern verschieden groß, bei anderen wiederum treten hohe Anforderungen an das Beobachten und das Steuern gleichzeitig auf. Diese müssen in der Konstruktion und bei der Arbeit mit der Maschine besonders berücksichtigt werden. Zu ihnen gehören das Drillen und die Einzelkornablage, ferner die ersten Rübenhacken und das Hacken von Getreide. Weniger kritische Arbeiten sind z. B. die späteren Rübenhacken und das Hacken und Häufeln von Kartoffeln. Diese Arbeiten haben nur einen geringen Anteil an der Jahreseinsatzzeit eines Schleppers; ihre Bedeutung liegt jedoch in dem unmittelbaren Einfluß auf den Ertrag.

Für ein genaues Lenken sollte der Fahrer bzw. der Steuermann grundsätzlich über der Sollspur sitzen. Die Sollspur kann durch eine Spurlinie, eine Pflanzenreihe oder die Grenzlinie zwischen bearbeitetem und nicht bearbeitetem Feld gegeben sein, mit denen ein Zeiger, ein Rad, ein Werkzeug oder die Mitte zwischen zwei spiegelbildlichen Werkzeugteilen zur Deckung gebracht werden sollen. Beim Frontanbau hängt die Genauigkeit der Steuerung vom Verhältnis des Steuerradeinschlages zum Einschlag der Vorderräder ab. Die Beobachtung richtet sich bei den heutigen Ausführungsformen der Werkzeuge auf diese selbst bzw. ihren Arbeitserfolg, bei mehrreihiger Arbeit also auf alle Werkzeuge, die zugleich mit dem Spurzeiger seitlich geführt werden.

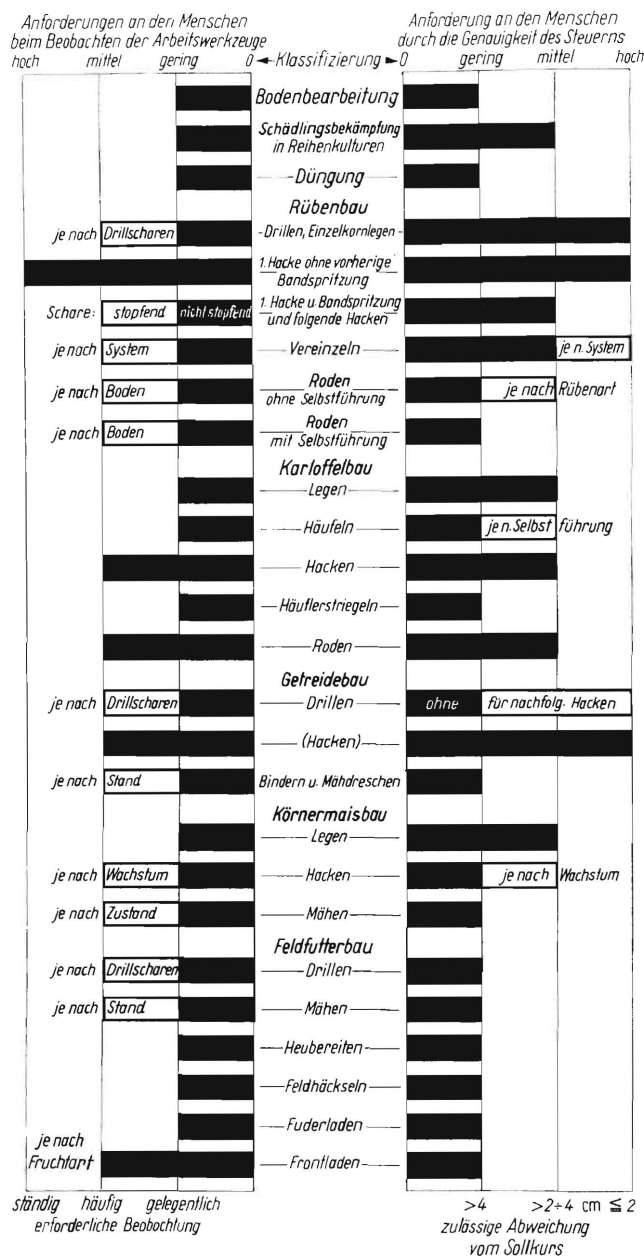


Bild 1. Anforderungen an den Menschen beim Beobachten der Arbeitswerkzeuge und durch die Genauigkeit des Steuerns bei verschiedenen Arbeiten.

Dr. Ulrich Schünke ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Schlepperforschung (Direktor: Prof. Dipl.-Ing. H. Meyer) der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode.

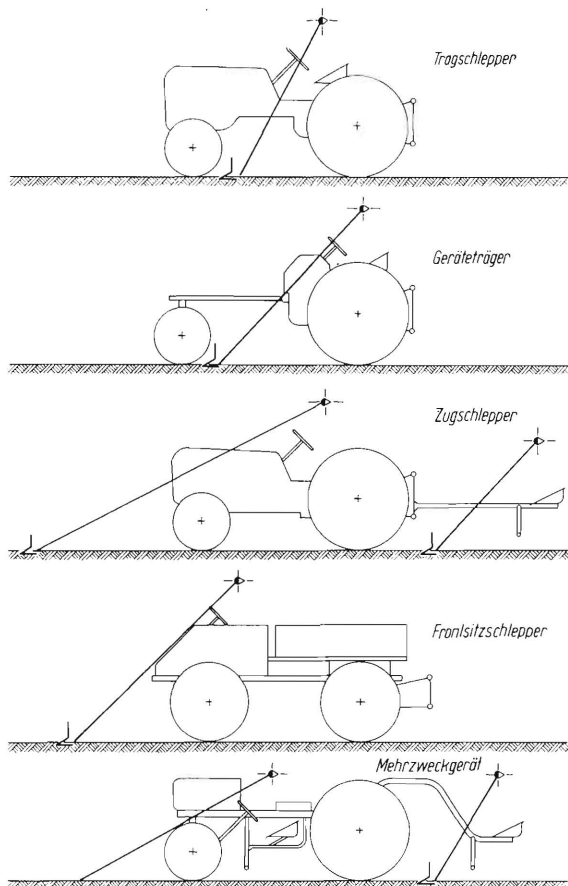


Bild 2. Die Schlepperbauarten und die Geräteanordnung für Pflegearbeiten.

Der Fahrer sitzt deshalb am besten über der Mitte der Arbeitsbreite. Diese beiden Forderungen für die seitliche Zuordnung von Schlepperfahrer und Sollspur bzw. Arbeitsbreite stehen manchmal miteinander oder mit den konstruktiven Gegebenheiten, insbesondere bei der Kehrarbeit, im Widerspruch. Auch ist die Beobachtungsmöglichkeit der Werkzeuge bei den einzelnen Bauarten sehr unterschiedlich. So können bei Zug- oder Tragschleppern beim Frontanbau der Werkzeuge die vor der Motorhaube angebauten Werkzeuge nicht übersehen werden. Bei Tragschleppern sind je nach Ausführungsform des Schleppers die Werkzeuge im Zwischenachsenaufbau mehr oder weniger gut, bei Geräteträgern schon wesentlich besser zu übersehen, **Bild 2**.

Die Sichtverhältnisse bei der Arbeit

Die heutigen Schlepper und Geräte zeigen in Fahrtrichtung erhebliche Unterschiede in der Zuordnung der Arbeitswerkzeuge zum Schlepperfahrer bzw. Steuermann. Als wichtigstes Maß für die Zuordnung kann der Blickwinkel α gelten, **Bild 3**. Der Blickwinkel bestimmt zusammen mit der Entfernung e des Werkzeuges vom Fahrerraum die sogenannte Sichtstrecke m . Diese sollte

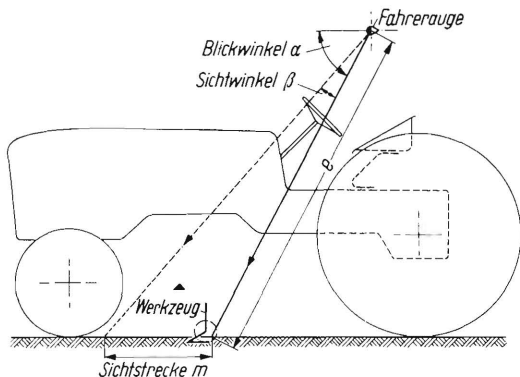


Bild 3. Sichtverhältnisse beim Schlepper.

durch Schlepper- oder Geräteteile nicht verdeckt sein bzw. verkürzt werden, da sonst der Fahrer nicht genügend weit vor das Werkzeug voraussehen kann, was z. B. bei schwer erkennbaren Pflanzenreihen sehr nachteilig wäre. Der sich aus Blickwinkel und Sichtstrecke ergebende Sichtwinkel β hängt von der Werkzeugentfernung, von der Sehschärfe des Fahrerrauges und damit dem Auflösungsvermögen des Auges ab. Die Größe des Sichtwinkels ist also physiologisch bedingt. Die bei verschiedenen Schleppertypen festgestellten Maße sind in **Bild 4** über dem Blickwinkel eingetragen. Die **Tafel 1** gibt für die einzelnen Schlepperbauarten die Bereiche der verschiedenen Maße an. Innerhalb dieser Bereiche liegen auch die Blickwinkel selbstfahrender Erntemaschinen, wenn auch bei ihnen die Werkzeugentfernungen teilweise größer sind. Bei selbstfahrenden Mähdreschern mittlerer Leistungsklasse z. B. treten Blickwinkel auf die Spitzen der Mähmesser von 65 bis 50° auf (bei Werkzeugentfernungen von $3,0$ bis $3,5$ m). Ähnlich große Blickwinkel sind bei Tragschleppern und Heckanbaugeräten vorhanden, bei denen jedoch die Werkzeugentfernungen wesentlich geringer sind. Werkzeugentfernungen über 3 m kommen bei Hackgeräten nur in Verbindung mit sehr flachen Blickwinkeln vor. Da sich der Blickwinkel bei den Hackarbeiten als maßgeblich für die Fahrgeschwindigkeit herausgestellt hat, ist zu vermuten, daß auch bei selbstfahrenden Mähdreschern hier gewisse Abhängigkeiten bestehen.

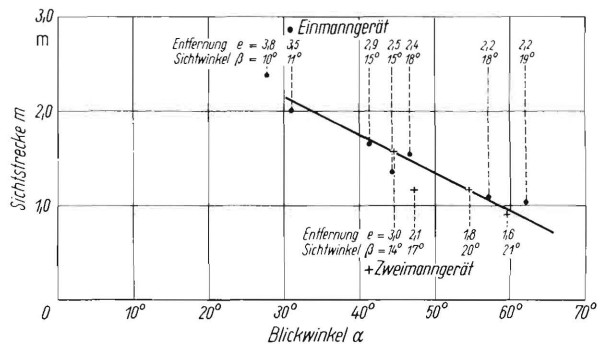


Bild 4. Abhängigkeit der Sichtstrecke, der Werkzeugentfernung und des Sichtwinkels vom Blickwinkel.

Über den Einfluß der Lage der Werkzeuge zum Schlepper selbst sind schon vor einigen Jahren Untersuchungen durchgeführt worden [6; 7], bei denen sich der Zwischenachsenaufbau als günstig herausgestellt hat. Im Laufe der Entwicklung haben sich jedoch die Arbeitsbedingungen weitgehend geändert, so daß auch weniger günstig beurteilte Anbaumöglichkeiten, wie z. B. der Frontanbau, heute von Interesse sind. Auch über die Geschwindigkeit wurden schon Versuche durchgeführt [8 bis 11], ohne daß die Beanspruchung des Menschen berücksichtigt wurde.

Versuchsdurchführung

Der Gedanke lag nahe, für die Untersuchungen ein besonderes Versuchsfahrzeug zu bauen, das alle Varianten der Lage der Geräte zum Schlepperfahrer/Steuermann zuläßt. Es wurden

Tafel 1. Bereiche der Blickwinkel, Werkzeugentfernungen und Sichtstrecken bei Ackerschleppern.

	Zwischenachsenaufbau		Frontanbau		Heckanbau
	Tragschlepper	Geräteträger	Zugschlepper, Dreipunktaufbau und Laderschwinge	Frontsitzschlepper	
Blickwinkel α Grad	65—50	50—40	40 bis unter 30	45—40	60—47
Werkzeugentfernung e m	2,0—2,3	2,3—2,5	3,4—3,9	2,8—3,1	1,5—2,1
Sichtstrecke m m	1,0—1,1	1,3—1,6	2,0—2,4	1,5—1,7	0,9—1,2

jedoch wegen der größeren Praxisnähe vorhandene Schlepper verschiedener Bauart verwendet. Zu den Versuchen wurden je zwei Ausführungsformen von Tragschleppern und Geräteträgern herangezogen; der eine Tragschlepper entsprach weitgehend dem (damaligen) Norm-Entwurf DIN 9616; der andere konnte zusätzlich noch mit Frontgeräten ausgerüstet werden. Diese beiden Tragschlepper wurden auch mit am Heck angebauten Geräten verwendet. Die Geräteträger sind als Ein- und Zweiholmausführungen zu kennzeichnen. Weiterhin wurde noch ein Frontsitzschlepper eingesetzt. Diese Schlepper wurden mit den von den Herstellern empfohlenen Geräten verwendet. Dadurch waren Unterschiede in der Geräteausführung vorhanden, die sich leider in den Ergebnissen bemerkbar machten. Um diesen Einfluß auszuschalten, wurden auch einige Messungen mit gleichen Werkzeugen durchgeführt. Sämtliche untersuchten Ein- und Zweimanngeräte hatten eine Arbeitsbreite von 2,5 m.

Die Fahrgeschwindigkeit, die Zeit zum Wenden und die Beanspruchung des Menschen wurden folgendermaßen ermittelt: Die Fahrgeschwindigkeit wurde innerhalb der Feldlänge in ausreichendem Abstand von den Feldenden über eine Versuchsstrecke von 20 m mit 6- bis 8facher Wiederholung gemessen. Als Wendezeit wurde die Zeit vom Anheben des Gerätes aus der Arbeitsstellung bis zum Wiedereinsetzen festgelegt. Die Beanspruchung des Menschen wurde durch Messung der Differenz der Pulsfrequenz bei der Arbeit und im Ruhezustand erfaßt [12; 13]. Da mit dieser Methode die gesamte Kreislaufbelastung berücksichtigt wird, ist eine Trennung nach nervlicher und muskulärer Beanspruchung nicht möglich.

Der Pulsschlag wird am Ohr läppchen der Versuchsperson abgenommen. Der Meßwertnehmer besteht aus einer Lichtquelle und einer Fotozelle. Zwischen Lichtquelle und Fotozelle wird das Ohr läppchen geklemmt. Bei jedem Pulsschlag wird das Ohr läppchen durchblutet, und von der Fotozelle wird der Lichtunterschied zwischen durchblutetem und nicht durchblutetem Ohr läppchen registriert. Dieser Impuls wird verstärkt und auf Zählwerke gegeben. Vor Versuchsbeginn wird bei der liegenden Versuchsperson der Ruhepuls festgestellt. Nach Erreichen eines konstanten Pulses wird der sogenannte Ausgangspuls in Arbeitshaltung, also hier auf dem Sitz des Schleppers, ermittelt; er lag bei der Versuchsperson 1 bis 2 Pulse höher. Während der Arbeit wird der durch sie erhöhte Puls laufend registriert und von diesen Werten die Höhe des Ausgangspulses abgezogen. Die so ermittelte Arbeitspulsfrequenzdifferenz ist ein Maß für die Beanspruchung während der Arbeit (im folgenden wird der Einfachheit halber die Arbeitspulsfrequenzdifferenz als Arbeitspuls bezeichnet).

In der Arbeitsphysiologie wird von einer physiologischen Dauerbelastungsgrenze gesprochen [14]. Sie liegt zwischen 30 und 40 Arbeitspulsen in der Minute. Bei den Versuchen blieb die Höchstbelastung unter 30 Arbeitspulsen.

Die Werte der Pulsfrequenzmessung werden bei der Auswertung in der in Bild 5 gezeigten Form aufgetragen, so daß die Beanspruchung des Menschen in den einzelnen Arbeitsphasen

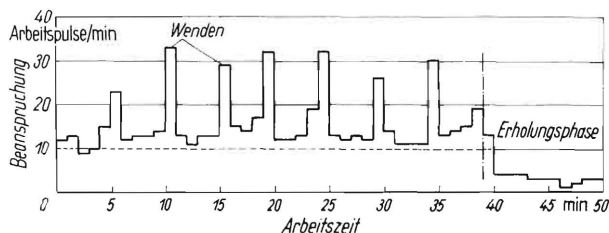


Bild 5. Pulsfrequenz beim Hacken.

abgelesen werden kann. Da einzelne Arbeitsphasen kürzer als eine Minute waren, aber mit dem bisher zu den Versuchen verwendeten Gerät der Puls nur innerhalb einer Minute gemessen werden konnte, ergaben sich Verzerrungen der Beanspruchungshöhe innerhalb dieser kurzen Arbeitsphasen. Da jedoch alle Werte in dieser Art gemessen wurden, sind sie miteinander vergleichbar.

Alle nachfolgend besprochenen Versuche werden mit dem gleichen Schlepperfahrer durchgeführt. Es ist ein staatlich

geprüfter Landwirt, 23 Jahre alt, der mit allen Arbeiten vertraut ist und eine gute Leistungsveranlagung hat. Sein Leistungspulsindex¹⁾, der mit dem Pedalergometer bestimmt wurde, betrug im Tagesmittel 3,3. Sein Ausgangspuls lag zwischen 42 und 50 Pulsschlägen/min²⁾.

Um den Einübungsgrad der Versuchsperson annähernd gleichzuhalten, wurde vor jedem Versuch für jeden Schlepper eine bestimmte Zeit vorgegeben, während der die mit ihm mögliche höchste Geschwindigkeit erreicht werden mußte; sie war während der Versuchszeit einzuhalten. Dem Schlepperfahrer wurde zur Aufgabe gemacht, nach den Arbeitswerkzeugen zu steuern, ohne Visierhilfen oder sonstige Hilfspunkte zur Steuerung zu verwenden. Damit wurde eine eindeutige Festlegung getroffen.

Einige Schlepperhersteller empfehlen allerdings die Verwendung von Visierhilfen, wodurch ein relativ ungünstiger Blickwinkel ausgeglichen werden soll; hierunter leidet aber die gleichzeitige Beobachtung der Arbeit.

Als Kriterium für die Arbeitsqualität wird weniger das Abschneiden des Unkrautes und die Lockerung des Bodens, die als selbstverständlich unterstellt werden können, verstanden, als vielmehr ein möglichst dichtes Heranarbeiten an die Pflanzen, ohne daß diese herausgehackt oder beschädigt werden. Der unbearbeitete Streifen zwischen den Werkzeugen beträgt bei der ersten Rübenhacke 7 cm, bei den nachfolgenden 15 cm.

Alle äußeren Faktoren, wie Bodenzustand, Pflanzengröße, Anforderungen an die Arbeitsqualität und der Einübungsgrad des Menschen, werden innerhalb einer Versuchsserie so gut als möglich gleichgehalten, so daß als Varianten nur die in Bild 3 dargestellten geometrischen Verhältnisse der Schlepper und die Werkzeugausbildung verbleiben.

Einfluß des Blickwinkels und der Werkzeuge auf die Fahrgeschwindigkeit und die Beanspruchung des Menschen

Die Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit vom Blickwinkel, die Wendezeit und die Beanspruchung des Schlepperfahrers wurden untersucht. Von den in Bild 1 angeführten Arbeiten wurden die für die jeweilige Gruppe als typisch angesehenen in die Untersuchung einbezogen.

Beim **Drillen der Rüben** hat sich der Blickwinkel zwischen Fahrerrauge und Saatauslauf bzw. Visier als unbedeutend für die Fahrgeschwindigkeit gezeigt. Die Lage des Visiers scheint jedoch Einfluß auf die Einhaltung der Sollspur zu haben [15; 16]. Zwischen der Arbeit mit einer oder zwei Arbeitskräften treten keine Unterschiede in der Fahrgeschwindigkeit auf.

Die Beanspruchung des Schlepperfahrers während der Fahrt betrug bei den Einmanngeräten im Mittel 11 Arbeitspulse, bei den Zweimanngeräten (beim Schlepperfahrer gemessen) 5 Arbeitspulse. Die Zweimannarbeit und damit die Funktionsteilung hat somit für den Schlepperfahrer eine um 6 Arbeitspulse geringere Beanspruchung ergeben. Bei dieser Arbeit deutet sich eine Abhängigkeit der Beanspruchung vom Blickwinkel an, jedoch ist die Anzahl der Werte für eine stichhaltige Aussage zu gering.

Wie schon erwähnt, ist die **erste Rübenhacke** eine besonders kritische Arbeit, da die Zeitspanne für die Bearbeitung sehr kurz ist. Die Fahrgeschwindigkeit als Funktion des Blickwinkels ist bei dieser Arbeit (Zwei- bis Vierblattstadium) in Bild 6 aufgetragen. Bei einer Vergrößerung des Blickwinkels von rd. 30° auf 60° ist ein stetiger Abfall der Geschwindigkeit festzustellen. Die große Streuung bei dem Blickwinkel von rd. 30° ist durch unterschiedliche Werkzeuge an einem Schlepper bedingt. Der Geschwindigkeit von 4,65 km/h mit einem an die Geschwindigkeit wenig anpassungsfähigen Werkzeug steht eine Geschwindigkeit von 6,65 km/h bei einem gut anpassungsfähigen Werkzeug

¹⁾ Leistungspulsindex (LPI) ist ein Maß der körperlichen Leistungsfähigkeit. LPI-Grenzzahl für Männer zwischen 1 (hoch) und 5 (niedrig), mit einer Häufigkeit von 80% zwischen 2,0 und 3,5 [12].

²⁾ Dieser niedrige Ausgangspuls läßt eine geringe Erregbarkeit der Versuchsperson erkennen, was sich für derartige Messungen als sehr vorteilhaft erwiesen hat. Lehmann [14] bezieht seine Darstellungen auf einen Ruhepuls von 65. Dies dürfte wohl dem am häufigsten anzutreffenden Wert entsprechen.

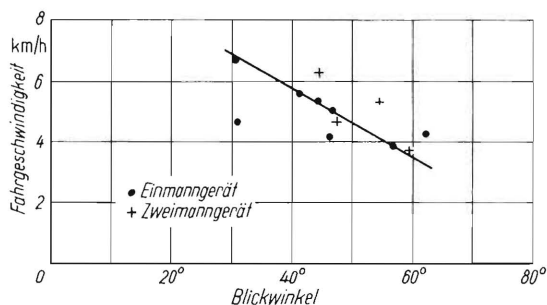


Bild 6. Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit vom Blickwinkel bei der ersten Rübenhacke.

gegenüber. Auch die großen Streuungen zwischen 40° und 50° sind zum Teil durch die Werkzeugform zu erklären. Der Frontanbau der Geräte mit dem sehr flachen Blickwinkel erwies sich bei diesen Versuchen, hinsichtlich Fahrgeschwindigkeit und Beanspruchung, als sehr günstig, jedoch setzt ihm ein Seitenhang von 6 bis 8% schon eine Grenze [1], und die Steuerauslässe machen sich je nach Lenkübersetzung bemerkbar.

Dieses Ergebnis deckt sich weitgehend mit dem von Helmut Meyer [8] angegebenen Diagramm, nur ergibt sich in Bild 6 durch die eingetragene Regressionsgerade³⁾ eine lineare Geschwindigkeitsverringern. Sämtliche Regressionsgeraden stehen an Stelle von Mittelwertkurven. Es ist anzunehmen, daß ein Maximum auftritt, jedoch ist dieses in den Bildern nicht zu ersehen. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu einer Arbeit von Wolfe [9], der nachgewiesen hat, daß bei unterschiedlichem Blickwinkel, konstanter Augenentfernung und drei verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten keine signifikanten Unterschiede in den Abweichungen vom Sollkurs eingetreten sind.

Bei den unterschiedlichen Werkzeugformen wird je nach Geschwindigkeit die Erde mehr oder weniger seitlich bewegt (abhängig von Bodenfeuchte und Arbeitstiefe). Um die Pflanzen vor dieser Erde zu schützen, sind Schutzscheiben angeordnet. Sind diese in Fahrtrichtung fest am Gerät angebracht, ist der mögliche Geschwindigkeitsbereich begrenzt. Wird dieser überschritten, so ändert sich die Seitenbewegung des Bodens, und die Schutzscheiben können ihre Funktion nicht mehr erfüllen. Daraus ergibt sich die Forderung, die Schutzscheiben zu den Hackscharen (Gänsefußschare) in Fahrtrichtung verstellbar anzubringen.

Von einer Auftragung der Werte nach der Werkzeugentfernung vom Fahrerauge und der Sichtstrecke konnte auf Grund der Abhängigkeit vom Blickwinkel verzichtet werden (siehe Bild 3).

Der Blickwinkel hat sich damit als maßgebend für die Fahrgeschwindigkeit herausgestellt. Mit größerer Fahrgeschwindigkeit wurde aber eine größere Aufmerksamkeit erforderlich, die zu einer höheren Beanspruchung geführt hat, **Bild 7**. Der Schlepperfahrer hat sehr stark auf eine Geschwindigkeitserhöhung reagiert. Zwischen der Beanspruchung des Schlepperfahrers bei Einmanngeräten und des Gerätesteuerers bei Zweimanngeräten — die Beanspruchung des letzteren ist in Bild 7 mit Kreuzen gekennzeichnet — treten keine deutlichen Unterschiede auf. Die beiden Werte der Zweimanngeräte am unteren Rand des Streubereichs sind durch die geringeren Anforderungen an den Gerätesteuerer zu erklären, die Werte am oberen Rand sind nur in einem Fall durch ungünstige Werkzeugausbildung verursacht.

Wie sehr die Arbeitsbedingungen Einfluß auf die Geschwindigkeit nehmen können, geht aus einem Tastversuch hervor, bei dem der Acker sehr grobschollig war und die Pflanzen noch sehr klein und teilweise durch Spätfrost geschädigt waren. Wegen der Verkrustung des Bodens mußte gehackt werden, jedoch konnte bei dem geforderten Abstand der Hohlenschutzscheiben von 7 cm nur mit 1,67 km/h gefahren werden (unter üblichen Arbeitsbedingungen konnte mit dem hier herangezogenen Schlepper, der einen Blickwinkel von 62° hatte, mit 4,28 km/h gefahren werden). Wurde jedoch der Abstand der Hohlenschutzscheiben bei den

erwähnten Bedingungen von 7 cm auf 9 cm vergrößert, so konnte die Geschwindigkeit auf 2,10 km/h gesteigert werden. Daß hierbei nur etwa die halbe Fahrgeschwindigkeit gegenüber der bei normalen Arbeitsbedingungen üblichen möglich war, ist auf den Einfluß der Bodenstruktur zurückzuführen. Damit sei angedeutet, zu welcher unterschiedlichen Ergebnissen Beobachtungen unter verschiedenen Arbeitsbedingungen führen können.

Nach Bild 1 werden die Anforderungen an Beobachtung und Steuerung durch die neueren Verfahren der Rübenbearbeitung, wie z. B. die Bandspritzung bei Einzelkornablage vor oder nach dem Auflaufen, wesentlich geringer als die vorgenannten. Die Anforderungen erreichen damit die gleiche Stufe wie die darauffolgenden Arbeitsgänge (zweite und folgende Rübenhacken). Dies beruht darauf, daß mit größerem Abstand (etwa 12 cm) der Schutzscheiben gearbeitet werden kann. Ein kleiner Abstand der Schutzscheiben (etwa 7 cm) kann bei der üblichen Spritzbandbreite von etwa 15 cm sogar falsch sein, da durch die zusätzliche Wassergabe der Boden verkrusten kann und sich dadurch beim Hacken Schollen bilden können. Ein stärkeres Anschneiden der gespritzten Bandbreite kann auch zu einer Verringerung der Spritzmittelwirkung führen.

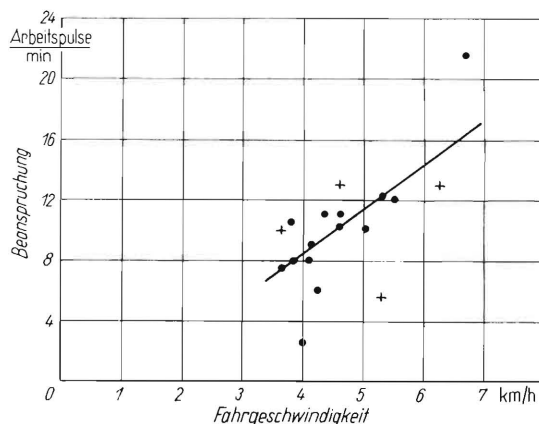


Bild 7. Abhängigkeit der Beanspruchung von der Fahrgeschwindigkeit bei der ersten Rübenhacke.

Die zuvor geschilderten Anforderungen treffen auch für die zweite und die nachfolgenden Rübenhacken zu. Hierbei wird meist ohne Hohlenschutzscheiben und mit einem größeren Abstand der äußeren Schneidkante der Werkzeuge gearbeitet.

Der Einfluß des Blickwinkels auf die Fahrgeschwindigkeit bei der dritten Rübenhacke (Blattlänge zwischen 10 und 15 cm, Abstand der äußeren Schneidkanten der Werkzeuge etwa 15 cm) ist so gering, daß er vernachlässigt werden kann. Damit wird deutlich, daß bei Arbeiten mit geringen Anforderungen an die Steuergenauigkeit der Blickwinkel keinen Einfluß mehr hat, weil die Fahrgeschwindigkeit bereits durch die Werkzeugform und die boden- und pflanzenbaulichen Anforderungen begrenzt wird. Die Fahrgeschwindigkeit tritt jedoch als Beanspruchungsfaktor deutlich hervor, **Bild 8**. Bei einer Erhöhung der Geschwindigkeit von 5 auf 7 km/h steigt die Beanspruchung im Mittel von etwa 8 auf 13 Arbeitspulse an. Dieser Anstieg ist geringer als bei der ersten Hacke. Die Regressionsgerade deutet eine lineare Abhängigkeit an, jedoch trifft hier das bereits bei der ersten Rübenhacke Gesagte zu.

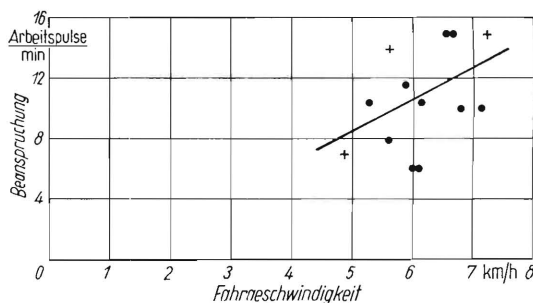


Bild 8. Abhängigkeit der Beanspruchung von der Fahrgeschwindigkeit bei der dritten Rübenhacke.

³⁾ Die Regressionsgerade wurde aus der Verteilung der Meßpunkte nach Mudra [19] errechnet.

Die Frage lag nahe, den Einfluß einer **Kontrastfarbe** der Werkzeuge auf die Fahrgeschwindigkeit und die Beanspruchung zu untersuchen. Hierzu wurden die üblicherweise verwendeten grünen Hohlenschutzscheiben mit roten gleicher Ausführungsform und gleicher Anordnung verglichen. Das Grün der Hohlenschutzscheiben hebt sich je nach Sonneneinstrahlung und Feuchtigkeit von der grauen bzw. braunen Farbe des Bodens wenig ab. Obwohl die Kontrastfarbe der roten Hohlenschutzscheiben sich auf die Geschwindigkeit mit nur 5% ausgewirkt hat, trat bei Verwendung dieser Hohlenschutzscheiben eine deutliche Verringerung der Beanspruchung auf. Bei den grünen Hohlenschutzscheiben wurde eine Beanspruchung von 10,4 Arbeitspulsen, bei den roten von 8 Arbeitspulsen festgestellt. Diese Verringerung der Beanspruchung läßt die Verwendung einer Kontrastfarbe empfehlen.

Der Zwang zur Einsparung an Arbeitskräften ließ den Wunsch aufkommen, mehrere Geräte gleichzeitig einzusetzen. Eine **Gerätekombination** ist nur bei sich ergänzenden Arbeitsgängen sinnvoll, denn es muß auch hier der arbeitswirtschaftliche Effekt gegenüber getrennten Arbeitsgängen, die oft eine größere Flächenleistung bei geringerer Rüstzeit haben, berücksichtigt werden. Von der technischen Seite muß die Möglichkeit für eine Kombination vorgesehen werden, und es darf für die Arbeitsvorbereitung der Maschine und die Arbeit selbst kein höherer Kraft- und Zeitaufwand notwendig sein.

Der Einfluß der Kombination Hackgerät/Düngerstreuer auf Fahrgeschwindigkeit und Beanspruchung wurde bei der ersten Hacke in einem Tastversuch ermittelt. Hierbei wurde der Düngerstreuer an der Schlepperfront, das Hackgerät zwischen den Schlepperachsen angebaut. Durch den Düngerstreuer wurde die Vorderachslast des Schleppers von 320 auf 730 kp vergrößert.

In der Beanspruchung des Schlepperfahrers trat eine deutliche Erhöhung auf. Durch die Kombination stieg der Arbeitspuls während der Arbeit auf 13 Pulse gegenüber nur 6 Pulsen bei reiner Hackarbeit an. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu einer Untersuchung von *Wolfe* [11], der feststellte, daß der Kraftaufwand für das Lenken sich bei einer Vorderachslast zwischen 180 und 510 kp nur unbedeutend erhöht. Da also die Beanspruchung nicht sehr hoch ist, hat der Schlepperfahrer nicht mit einer Verringerung der Fahrgeschwindigkeit reagiert.

Die Anforderungen der **Kartoffelbearbeitung** an die Beobachtung und die Genauigkeit des Steuerns sind wegen der Arbeit zwischen vorgezogenen Dämmen und der hierdurch erreichten Führung der Werkzeuge und des Schleppers und durch den größeren Abstand der Werkzeuge von den Pflanzen geringer als bei den bisher besprochenen Arbeiten (siehe Bild 1). Durch die Entwicklung von Werkzeugen mit weitgehender Selbstführung, wie z. B. der Häufelstriegel, und Zusatzwerkzeugen, wie z. B. das Spurschar [17], wird die Selbstführung begünstigt. Aus versuchstechnischen Gründen wurde auch in der Ebene der Front- und Zwischenachsenbau der Geräte angewendet, obwohl bekannt ist, daß durch die Selbstführung der Werkzeuge auch im Heckanbau bis zu bestimmten Hangneigungen eine Einmannarbeit möglich ist.

Der Einfluß des Blickwinkels auf die Fahrgeschwindigkeit beim Hacken ist in **Bild 9** zu erkennen. Bei einem Blickwinkel von rd. 30° konnte mit einer Geschwindigkeit von etwa 8 km/h gefahren werden, wohingegen bei einem Blickwinkel von 60° nur noch eine solche von 6 km/h möglich war.

Beim Häufeln werden noch geringere Anforderungen an das Steuern als beim Hacken gestellt. Die Werkzeuge verstopfen nur selten, so daß auch die Anforderungen an die Beobachtung relativ gering sind. Der zwischen den Werkzeugen unbearbeitete Streifen ist so groß, daß Beschädigungen der Pflanzen nicht zu befürchten sind. Trotzdem konnte nur mit einer Geschwindigkeit von 6,5 km/h, mit Streuungen von $\pm 0,5$ km/h, gefahren werden, da bei höherer Geschwindigkeit der Boden stärker seitlich bewegt würde. Der Blickwinkel hat also auf die Fahrgeschwindigkeit keinen Einfluß ausgeübt.

Das Hacken und Häufeln der Kartoffeln erfordert eine so geringe Aufmerksamkeit, daß die Beanspruchung des Menschen durch die Fahrgeschwindigkeit nicht beeinflußt wird. Sie liegt beim Hacken und Häufeln bei rd. 9 Arbeitspulsen, wobei dieser Wert beim Hacken sehr viel mehr streut als beim Häufeln.

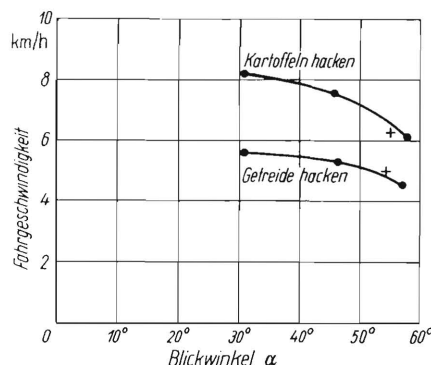


Bild 9. Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit vom Blickwinkel beim Hacken von Kartoffeln und Getreide.

Beim **Hacken des Getreides** war der Boden stark verkrustet, und die Pflanzen hatten eine Höhe von 12 bis 18 cm; daher war ein breiter Schutzstreifen wegen der Gefahr des Losreißen von Pflanzen notwendig. Die in Tastversuchen ermittelten Arbeitsbedingungen brachten hohe Anforderungen an die Steuergenauigkeit. Es ist ein deutlicher Einfluß des Blickwinkels auf die Fahrgeschwindigkeit zu beobachten (Bild 9). Mit steiler werdendem Blickwinkel von 31 auf 57° verringerte sich die Fahrgeschwindigkeit von 5,6 auf 4,6 km/h, d. h. um rd. 18%. Obwohl hier nur wenige Versuche durchgeführt wurden, ist die Tendenz eindeutig, und das Ergebnis entspricht dem der ersten Rübenhacke.

Die Beanspruchung schwankt unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit nur zwischen 4 und 6 Arbeitspulsen. Sie war damit wesentlich geringer als bei der ersten und dritten Rübenhacke, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß zwischen zwei Pflanzenreihen nur ein Werkzeug arbeitete und nach diesem Werkzeug gesteuert werden konnte. Der Schlepperfahrer war somit nicht durch eine Beobachtung der übrigen Werkzeuge zusätzlich belastet.

Bei der Bearbeitung der Kartoffeln und dem Hacken des Getreides wurde der Blickwinkel unter Beibehaltung der gleichen Werkzeuge variiert, so daß die Änderung der Beanspruchung und Fahrgeschwindigkeit ausschließlich auf die unterschiedliche Größe des Blickwinkels zurückgeführt werden kann.

Die bisher besprochenen Versuchsergebnisse wurden bei einer Versuchszeit von jeweils 35 bis 40 Minuten ermittelt. Der Einfluß einer längeren **Arbeitsdauer** auf die Fahrgeschwindigkeit und die Beanspruchung des Menschen wurde deshalb mit einem Schlepper, allerdings auch mit begrenzter Versuchsauer, bestimmt.

In diesem Versuch war entgegen der Erwartung eher ein Anstieg der Fahrgeschwindigkeit mit fortschreitender Arbeitszeit als ein Abfall zu beobachten, **Bild 10**. Dieser Anstieg von 5% liegt innerhalb der Meßgenauigkeit und sollte nicht überbewertet werden. Es ist anzunehmen, daß bei noch längerer pausenloser Arbeit eine Ermüdung eintreten und damit die Geschwindigkeit geringer werden würde. Um dieses kritische Stadium zu erreichen, hat jedoch die gewählte Arbeitsdauer von 3,5 h nicht ausgereicht. Es würde jedoch jedem Brauch widersprechen, eine noch längere, pausenlose Arbeit zu verlangen.

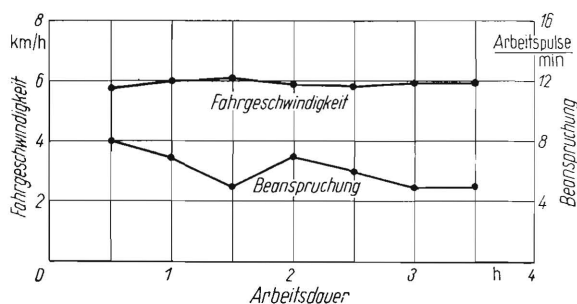


Bild 10. Einfluß einer längeren Arbeitsdauer auf die Fahrgeschwindigkeit bzw. auf die Beanspruchung des Menschen.

Im gleichen Bild ist der Einfluß der Arbeitsdauer auf die Beanspruchung eingetragen. Hierbei ist mit längerer Arbeitsdauer eine Verringerung von 8 auf 5 Arbeitspulse eingetreten. Hier kann sich mit fortschreitender Arbeitsdauer eine bessere Gewöhnung bemerkbar gemacht haben.

Vergleich der Ein- und Zweimannarbeit

Die Versuchsergebnisse lassen auch einen Vergleich hinsichtlich des Einflusses einer Aufteilung der Arbeitsfunktionen auf zwei Arbeitskräfte gegenüber nur einer Arbeitskraft unter sonst gleichen Bedingungen zu. Bei den Hackarbeiten wurde ebenfalls die Fahrgeschwindigkeit als Funktion des Blickwinkels untersucht. Bei der Zuckerrübenenernte hat der Blickwinkel weniger Bedeutung, da teilweise selbstführende Rodeorgane vorhanden sind und sowohl Schlepper als auch Roder in vorgerodeten Reihen eine gewisse Selbstführung haben.

Die Fahrgeschwindigkeit ist bei den Hackarbeiten im Mittel bei den Ein- und Zweimanngeräten praktisch gleich groß, obwohl der Blickwinkel bei den Einmanngeräten zwischen 27° und 62°, bei den Zweimanngeräten zwischen 44° und 59° liegen. Die etwas ungünstigeren Blickwinkel der Zweimanngeräte (nur ein Wert liegt unter 45° gegenüber 5 Werten bei den Einmanngeräten) haben im Mittel zu keiner Verringerung der Fahrgeschwindigkeit geführt.

Führt man jedoch den Vergleich für bestimmte Blickwinkel durch, so zeigt sich ein etwas anderes Ergebnis, **Bild 11**. Die Teilung der Verantwortung hat dann zu keiner ins Gewicht fallenden Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit geführt. Die Beanspruchung des Steuermannes bei den Zweimanngeräten ist eher höher als diejenige des Schlepperfahrers bei Einmanngeräten.

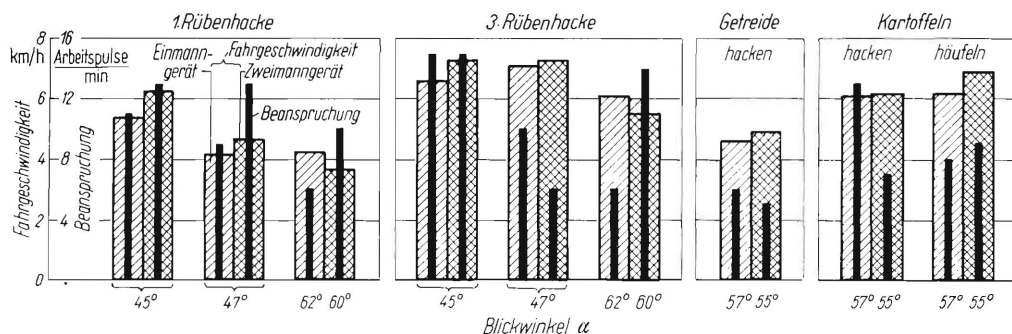


Bild 11. Fahrgeschwindigkeit und Beanspruchung des Menschen bei Ein- und Zweimanngeräten.

Bei den Erntearbeiten der Zuckerrüben wurden die in **Bild 12** gezeigten Schlepper-Roder-Kombinationen verwendet. Kombination 1 stellt einen gezogenen Rübenvollernter mit Ablage der Rüben auf die Ladeplattform des Schleppers dar. Die Kombinationen 2 und 3 sind Aufbauöder auf Geräteträgern, wobei bei einem Gerät ein Nachlaufkippbunker, beim anderen ein Sammelbunker auf dem Geräteträger verwendet wurde. Kombination 1 wurde mit zwei Arbeitskräften, wobei hier die Beanspruchung des Gerätesteuermannes gemessen wurde, die übrigen mit nur einer eingesetzt. Neben den Messungen der Fahrgeschwindigkeit, der Wendezeit und der Beanspruchung des Schlepperfahrers bzw. Steuermannes wurde noch die Dauer der Entleerung des Rübenbunkers festgestellt.

Die Fahrgeschwindigkeit ist sehr unterschiedlich zwischen den Ein- und Zweimanngeräten, **Tafel 2**. Zwischen den beiden Einmanngeräten besteht nur eine Differenz von 5%, die vernachlässigt werden kann, so daß die Meßwerte der beiden Geräte zusammen betrachtet werden können.

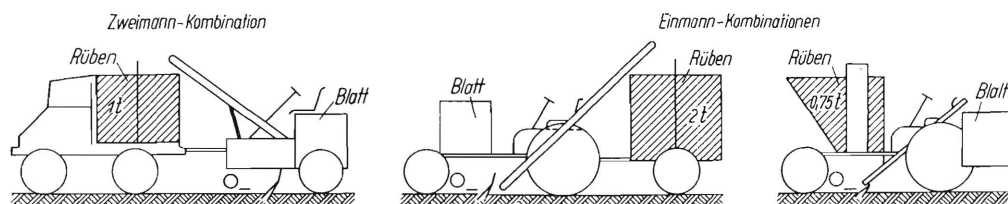


Bild 12. Verschiedene Schlepper-Roder-Kombinationen für die Zuckerrübenenernte.

Tafel 2. Fahrgeschwindigkeit, Wendezeit und Beanspruchung des Menschen bei den Schlepper-Roder-Kombinationen für die Zuckerrübenenernte.

		Kombination		
		I Zwei- mann	II Ein- mann	III Ein- mann
Fahrgeschwindigkeit	km/h	4,8	3,9	3,8
Wendezeit (Kreisform)	min	2,3	0,9	0,9
Entleerungszeit für Bunker	min	0,3	1,0	0,6
Anzahl der Betätigungen für Blattbunkerentleerung je ha		2000	2000	0
Anzahl der Betätigungen je Wendung ohne Rübenbunkerentleerung		2	8	10
mit Rübenbunkerentleerung		2	15	11
Beanspruchung des Menschen bei der Arbeit	Arbeitspulse/min	12	18	11
bei der Wendung	Arbeitspulse/min	17	24	18
bei der Bunkerentleerung	Arbeitspulse/min	17	28	18

Das Zweimanngerät wurde gegenüber den Einmanngeräten infolge der Funktionsteilung im Durchschnitt um 1,0 km/h schneller gefahren. Die Fahrgeschwindigkeit ist nicht durch die Motordrehzahl begrenzt, sondern bei den Einmanngeräten durch die Beobachtung der Arbeit und das Steuern des Schleppers; bei dem Zweimanngerät ermöglicht die Aufteilung der Arbeitsfunktion eine höhere Fahrgeschwindigkeit. Ob diese Mehrleistung den Einsatz eines zweiten Mannes rechtfertigt, ist zweifelhaft. Werden die Rodeverluste durch den Einsatz eines zweiten Mannes verringert, so können nach *Dencker* [18] die zusätzlichen Kosten durch ihn mehr als ausgeglichen werden.

Bei den Einmanngeräten ist die Beanspruchung (Arbeitspulsfrequenzdifferenz) des Schlepperfahrers, bei den Zweimanngeräten die des Steuermannes dargestellt.

Die Beanspruchung des Steuermannes bei der Kombination 1 und die des Schlepperfahrers bei der Kombination 3 war die gleiche, obwohl bei ersterer zwei Arbeitskräfte tätig waren. Bei Kombination 1 mußte jedoch die Entleerungsvorrichtung für den Blattbunker mit dem Fuß betätigt werden. Bei Kombination 2, bei der die Entleerung des Blattbunkers von Hand erfolgte, reagiert der Schlepperfahrer mit 18 Arbeitspulsen. Die Kombination 3 hatte eine selbsttätige Blattentleerung. Unterstellt man, daß das Lenken der beiden Schlepper bei den Kombinationen 2 und 3 die gleiche Beanspruchung hervorruft, dann wird die Mehrbelastung von 7 Arbeitspulsen bei der Kombination 2 der Handentleerung des Blattbunkers zuzuschreiben sein.

Zeitbedarf und Beanspruchung beim Wenden

Wendevorgänge können in Kreis- oder in T-Form ausgeführt werden. Das Wenden in Kreisform verlangt bei allen Schleppern ein um etwa 30% breiteres Vorgewende als das Wenden in T-Form.

Die Wendedauer wird durch die Art des Wendens und die Zahl der am Wendevorgang beteiligten Arbeitskräfte beeinflusst. Das Wenden in T-Form erfordert bei den bisherigen Schleppergetrieben einen zweimaligen Schalt- und Kupplungsvorgang, so daß dadurch der Zeitbedarf erhöht werden kann. In der **Tafel 3** sind der Zeitbedarf aller verwendeten Schlepper und die Beanspruchung des Menschen für die beiden Wendearten bei Ein- und Zweimanngeräten aufgeführt.

Tafel 3. Einfluß der Wendearart und der Zahl der Arbeitskräfte auf den Zeitbedarf beim Wenden (1. Rübenhacke; Mittelwerte).

	Kreiswindung		T-Wendung	
	Einmann- gerät	Zweimann- gerät	Einmann- gerät	Zweimann- gerät
Wendezeit s	19	24	28	29

Beim Zweimanngerät ist die Wendedauer beim kreisförmigen Wenden um 24% und beim T-förmigen Wenden um nur 3% höher als beim Einmanngerät. Der zweite Mann benötigt eine etwas längere Zeit für das Wiedereinordnen des Gerätes, da der Schlepperfahrer mittig zwischen zwei Reihen einfährt, ohne auf die Stellung der Arbeitswerkzeuge zu achten. Die unterschiedliche Differenz (24% zu 3%) ist nicht zu erklären. Das T-förmige Wenden hat im Mittel einen um rd. 33% größeren Zeitbedarf gegenüber dem kreisförmigen Wenden.

Bei den weiteren Arbeiten — dritte Rübenhacke, Kartoffelbearbeitung, Hacken von Getreide — ergeben sich ähnliche Tendenzen. Auch hier ist bei den Zweimanngeräten die Wendedauer größer. Die Beanspruchung des Menschen nimmt mit der Anzahl der Betätigungen beim Wenden deutlich zu, **Bild 13**. Obwohl hier sehr große Streuungen auftreten, läßt sich doch eine eindeutige Tendenz ablesen. Dies wird durch die aus dem Punkthaufen ermittelte Regressionsgerade bestätigt. Bei einer Steigerung der Anzahl der Betätigungen von 4 auf 10 erhöht sich die Beanspruchung im Mittel von 12 auf 20 Arbeitspulse. Zwischen dem kreis- und T-förmigen Wenden ergibt sich ein deutlicher Unterschied. Das kreisförmige Wenden bewirkt bei maximal 6 Betätigungen eine Beanspruchung von 12 bis 15 Arbeitspulsen, das T-förmige bei 8 bis 10 Betätigungen eine solche von rd. 18 bis 20 Arbeitspulsen.

Beim Roden der Rüben muß zwischen reiner Wendezeit und der bei gleichzeitigem Entleeren des Rübenbunkers benötigten Zeit unterschieden werden (siehe **Tafel 2**). Das Wenden muß hier in Kreisform durchgeführt werden, wobei der Zeitbedarf des Zweimanngerätes den der Einmanngeräte bei weitem übersteigt. Dies ist jedoch keine Frage der Zweimannarbeit, sondern des Maschinensystems. Beim Zweimanngerät muß das Rodeorgan durch eine handbetätigte Hydraulikpumpe angehoben werden, und sämtliche auf dem Transportband befindlichen Rüben müssen dem Bunker zugeführt sein, damit sie nicht beim Entleeren auf die Erde fallen und zerfahren werden. Die Wendezeit für die beiden Einmanngeräte ist praktisch gleich.

Die Zeit zum Entleeren war dagegen beim Zweimanngerät sehr viel kürzer als bei den beiden Einmanngeräten. Beim Zweimanngerät war die Entladegeschwindigkeit relativ groß, nachdem der Schlepperfahrer den Entladevorgang eingeleitet hatte. Bei der Kombination 2 wurde ebenfalls die Entleerung durch eine zapfwellengetriebene Winde vorgenommen. Dabei mußte der Schlepperfahrer eine größere Anzahl von Betätigungen in ungünstiger Körperhaltung ausführen, so daß der Zeitbedarf den des Wendevorganges überstieg. Die zwischen diesen Werten liegende Entleerungszeit der Kombination 3 ist durch das stirnseitige Heranfahren an den Entleerungsplatz (Miete, Wagen) bedingt.

Die Beanspruchung des Menschen durch den Wendevorgang zeigt zwischen den Schlepper-Roder-Kombinationen 1 und 3 nur geringfügige Unterschiede. Die Kombination 2 hat dagegen eine um 6 Arbeitspulse höhere Beanspruchung ergeben. Wird der Beanspruchung die Zahl der Betätigungen gegenübergestellt, so ergibt sich folgendes Bild: Bei der Schlepper-Roder-Kombination 1 waren zwei Betätigungen des Steuermanns auf dem

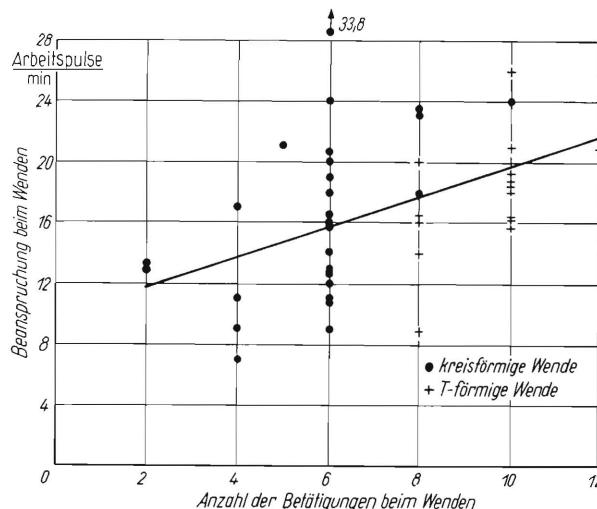


Bild 13. Beanspruchung des Menschen und Anzahl der Betätigungen beim kreis- und T-förmigen Wenden.

Roder notwendig, wobei er eine Beanspruchung von 17 Arbeitspulsen hatte, bei Kombination 2 acht Betätigungen mit einer Beanspruchung von 24 Arbeitspulsen und bei Kombination 3 zehn Betätigungen mit einer Beanspruchung von 18 Arbeitspulsen. Die relativ geringe Beanspruchung bei Kombination 3 ist durch die günstige Anordnung der Betätigungshebel im Griffbereich und durch die kleinen Betätigungskräfte zu erklären.

Für die Bunkerentleerung wird bei der Kombination 1 der Rodersteuermann nicht eingesetzt. Diese Arbeit verrichtet der Schlepperfahrer. Bei Kombination 2 hatte der Schlepperfahrer bei sieben Betätigungen nur 4 Arbeitspulse, und bei Kombination 3 wurde er bei nur einer Betätigung wie bei dem reinen Wendevorgang beansprucht.

Zusammenfassung

Die Arbeiten mit Schlepperanbaugeräten stellen an die Beobachtung der Arbeitswerkzeuge und ihrer Wirkung sowie an die Genauigkeit des Steuerns sehr unterschiedliche Anforderungen an den Menschen. Es wurde versucht, eine Klassifikation dieser Anforderungen auf Grund von Erfahrungen aufzustellen und die verschiedenen Arbeiten mit Schlepperanbaugeräten danach einzuordnen. Die höchsten Anforderungen stellen auf Grund dieser Einteilung die Drill- und Hackarbeiten bei Reihenkulturen, die deshalb für die Untersuchungen über die maximal mögliche Fahrgeschwindigkeit und die Beanspruchung des Menschen herangezogen wurden. Zum Vergleich der Ein- und Zweimannarbeit wurden auch Schlepper-Roder-Kombinationen für die Zuckerrüben-ernte untersucht, insbesondere die Beanspruchung des Menschen beim Wenden und beim Entleeren der Bunker.

Bei Arbeiten, bei denen eine dauernde Beobachtung und eine hohe Steuergenauigkeit der Arbeitswerkzeuge notwendig sind, beeinflusst die Lage der Werkzeuge zum Fahrer, gekennzeichnet durch den Blickwinkel, die Werkzeugentfernung und die Sichtstrecke, die Fahrgeschwindigkeit und damit die Flächenleistung. Auch die Ausbildung der Arbeitswerkzeuge und die Lage der einzelnen Werkzeugteile, Wandlungen der Arbeitsverfahren, wie z. B. Bandspritzung, Vereinzelungsgerät u. ä., und pflanzenbauliche und bodenbedingte Gesichtspunkte haben Einfluß auf die maximal mögliche Fahrgeschwindigkeit. Dies gilt besonders bei Arbeiten, die geringere Anforderungen an die Beobachtung und die Steuergenauigkeit stellen; der Einfluß des Blickwinkels tritt bei ihnen u. U. völlig zurück.

Die Beanspruchung des Menschen hängt bei Arbeiten mit besonderer Steuergenauigkeit von der Fahrgeschwindigkeit ab. Im ganzen war die Beanspruchung bei allen Arbeiten durchaus erträglich, wenn nicht sogar gering. Bei den Wendevorgängen machte sich jedoch die Zahl der Betätigungen und die Anordnung der Hebel sehr bemerkbar, so daß hier der Schlepperfahrer teilweise sehr hoch beansprucht war.

Schrifttum

- [1] Meyer, H., U. Schünke u. H. Skalweit: Ein-Mann-Arbeit mit dem Schlepper und ihre Grenzen am Hang. Landtechn. Forsch. **13** (1963) S. 121/28.
- [2] Schünke, U.: Einmannarbeit mit dem Schlepper. Landtechn. **18** (1963) S. 634/38.
- [3] Dupuis, H., R. Preuschen u. B. Schulte: Zweckmäßige Gestaltung des Schlepperführerstandes. Schriftenreihe Landarbeit und Technik H. 20. 1955.
- [4] Glasow, W.: Physiologischer Aufwand und Schlepperbedienung. Landtechn. Forsch. **6** (1956) S. 43/46.
- [5] Zimmer-Vorhaus, E.: Die Beanspruchung des Menschen bei verschiedenen landwirtschaftlichen Arbeiten mit Schlepper- und Pferdezugkraft. Diss. L. H. Hohenheim 1955.
- [6] Stoll, W.: Anforderungen an neue Schlepperhackgeräte. Ber. über Landtechn. Heft XI, 1950, S. 94/99.
- [7] Dietrich, J.: Untersuchungen über Steuerfähigkeit und Sichtverhältnisse an Hackschleppern. Ber. über Landtechn. Heft XIV, 1950.
- [8] Meyer, Helmut: Probleme der Schlepperentwicklung. Grundle. d. Landtechn. Heft. 9. Düsseldorf 1957. S. 10/19.
- [9] Wolfe, J. S., D. A. Bull u. L. J. Carpenter: Influence of operators position on steering performance in tractor rowcrop hoing. Report Nr. 41 NIAE. Jan. 1955.
- [10] Skalweit, H.: Konstruktive Gesichtspunkte für den Anbau von Arbeitsgeräten zwischen den Achsen eines Schleppers. Vortrag: 11. Tagung der Landmaschinen-Konstrukteure, Braunschweig-Völkenrode, 24. 2. 1953 (nicht veröffentlicht).
- [11] Wolfe, J. S., u. D. A. Bull: Tractor steering in rowcrops cultivations. J. Agric. Engng. **5** (1960) S. 141/48, S. 316/35 und S. 406/17.
- [12] Müller, E. A., u. W. Himmelmann: Die Anwendung der foto-elektrischen Pulszähler. Veröffentlicht als Vervielfältigung der „Methoden des Max-Planck-Instituts für Arbeitsphysiologie Dortmund“, 1960.
- [13] Broicher, H. A., u. H. Dupuis: Entwicklung und zweijähriger Einsatz eines Pulszählers. Int. Z. angew. Physiologie einschl. Arbeitsphysiologie **19** (1961) S. 80/95.
- [14] Lehmann, G.: Praktische Arbeitsphysiologie. Stuttgart 1953.
- [15] Korn, W.: Verwendung von vorhandenen Drill- und Hackmaschinen hinter Schleppern mit Normspurweiten. Heft 95 der AID-Schriftenreihe (Mai 1955).
- [16] Finkenwirth, W.: Landtechnische Möglichkeiten bei der Vollmotorisierung eines bäuerlichen Familienbetriebes mit Hilfe eines Geräteträgers. Diss. Weihenstephan 1957.
- [17] Hechelmann, H. G., u. A. Specht: Erfolgreiche Mechanisierung im Kartoffelbau: I. Richtiges und wirtschaftliches Pflanzen bildet die Grundlage. Kartoffelbau **8** (1958) S. 68/69.
- [18] Dencker, C. H.: Einmannbedienung bei Rübenerntemaschinen. Grundle. d. Landtechn. Heft 16. Düsseldorf 1963. S. 5/7.
- [19] Mudra, A.: Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Berlin/Hamburg: Parey 1958.

Die arbeitstechnische Beurteilung der Einmannarbeit beim Wechseln der Schlepperanbaugeräte

Von W. Metzenthin, Braunschweig-Völkenrode

Beim Übergang von einer Schlepperarbeit zur anderen bzw. beim Wechseln der Maschinen und Geräte sind folgende Arbeiten auszuführen:

Vorbereiten der für die einzelnen Arbeitsvorgänge erforderlichen Maschinen und Geräte auf dem Hof,
Anbau und Anschluß der Geräte an den Schlepper,
Kombinieren mehrerer Maschinen und Geräte,
Vorbereiten des Transportes vom Hof zum Feld,
Straßenfahrt zum Feld,
Vorbereiten der eigentlichen Feldarbeit an Ort und Stelle,
Einstellen der Geräte auf die jeweiligen Arbeitsbedingungen,
Wechseln verschiedener Maschinen und Geräte auf dem Feld,
Vorbereiten des Rücktransportes und danach
Wiederabbau bzw. Abladen und Abstellen der Geräte auf dem Hof.

In vielen Veröffentlichungen ist die Bedeutung dieses Überganges neben der eigentlichen Feldarbeit hervorgehoben worden. Dabei wird häufig darauf hingewiesen, daß mit all diesen zum Übergang zählenden Arbeiten ein Mann schnell und ohne Anstrengung fertig werden muß. Seit Jahren tragen anerkannterweise einige Hersteller durch entsprechende Konstruktionen dazu bei, den Übergang von einer Schlepperarbeit zur anderen so zu vereinfachen und zu erleichtern, daß er von einem Mann erledigt werden kann. Die folgenden Ausführungen sollen die Bedeutung dieses Teilgebietes der Vollmotorisierung und Vollmechanisierung durch Wiedergabe von Erfahrungen, die bei Einsatzprüfungen gemacht wurden, unterstreichen.

Bei der Beurteilung der erwähnten Arbeiten des „Überganges“ wurde deshalb folgendes unterstellt bzw. berücksichtigt:

1. Hilfskräfte — gemeint sind hier auch Familienangehörige — stehen dem einen Mann nicht zur Verfügung; dieser muß nicht nur bei der eigentlichen Arbeit auf dem Acker, sondern auch beim Vorbereiten der Geräte auf dem Hof und bei deren Transport auf das Feld allein zurechtkommen.
2. Dieser auf sich selbst angewiesene Mann muß zumindest in den Monaten, in denen er mit dem Schlepper arbeitet, Besonderes leisten; er hat wenig Zeit und ist ständig angespannt. Er muß darum diesen „Übergang von einer Arbeit zur anderen“ mit geringem Zeit- und Kraftaufwand ausführen.
3. Dieser Mann, für den es eine Arbeitsteilung nicht gibt, hat im Laufe eines Jahres eine Vielzahl verschiedenartiger Arbeitsübergänge zu erledigen. Von der Bodenbearbeitung über die Düngung, Aussaat, Pflege, den Pflanzenschutz bis hin zur Ernte sind die verschiedensten Maschinen und Geräte unregelmäßig und mehr oder weniger häufig zu wechseln und einzusetzen. Mit wenigen sinnvollen und einfachen Handgriffen — möglichst ohne Werkzeug und ohne Betriebsanleitung — sollte er die Arbeit bewältigen können.
4. Die Beanspruchung dieses einen Mannes kann durch Witterungseinflüsse erheblich ansteigen. Deshalb die Forderung, daß auch bei Nässe oder Frost der An- und Abbau, der Transport und die Einstellarbeiten auf dem Hof und auf dem Feld sicher und zeitgerecht durchgeführt werden können.

Wieweit bei den derzeitigen Maschinen und Geräten diese vier Forderungen des Einmannbetriebes erfüllt sind, wurde auf Grund mehrjähriger praktischer Erfahrungen bei der Einsatzprüfung von Maschinen zusammenzustellen versucht. Bei den Prüfungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft wird ein und dieselbe Maschinenart verschiedener Fabrikate häufig gleichzeitig, d. h. unter gleichen Arbeitsbedingungen, untersucht; praktisch wird aber immer eine bewährte Vergleichsmaschine unter den verschiedensten Verhältnissen der Praxis mit eingesetzt. Es werden dabei die modernsten Meß- und Prüfgeräte verwendet, um für eine objektive Beurteilung mög-

Obering. Walter Metzenthin ist Leiter der Prüfstelle für Landmaschinen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft in Braunschweig-Völkenrode.