

Physiologischer Aufwand bei Einachsschleppern

Max-Planck-Institut für Landarbeit und Landtechnik, Bad Kreuznach

Es sind vornehmlich wirtschaftliche Gründe, die dafür sprechen, den stierzengesteuerten Einachsschlepper in Stärken zwischen 6 und 12 PS zur Vollmotorisierung selbständiger, kleiner bäuerlicher Betriebe zu empfehlen, deren Existenzgrundlage die Bewirtschaftung des Betriebes ist. Bei einfacher Beurteilung scheinen solche stierzengesteuerten Einachsschlepper dazu auch besonders geeignet zu sein, zumal wenn man auch an die oft engen und winkligen Gebäude- und Hofverhältnisse oder an die oft kleinen und kleinsten Parzellen denkt. Aber die wirtschaftlichen Gründe — sofern man hier nur den Kaufpreis, die Unterhaltung, Abschreibung, Verzinsung und die Betriebskosten der Maschine berücksichtigt — dürfen nicht für sich allein betrachtet werden. Denn sie sind nur ein Teil, wenn auch ein wesentlicher, einer echten Rationalisierungsmaßnahme, die darauf abzielen muß, die Produktionsleistung je Arbeitskraft durch geeignete Maßnahmen, im wesentlichen durch eine verbesserte Organisation und durch den Einsatz der Technik, zu erhöhen, ohne den Menschen dabei zu überfordern. Der letzte Gesichtspunkt, die Überforderung der menschlichen Arbeitsfähigkeit durch die zunehmende Konzentrierung von Produktionsvorgängen je Arbeitskraft und damit zunehmende Verantwortung, tritt heute immer stärker in den Vordergrund der arbeitsmedizinischen, der arbeitsphysiologischen und auch der arbeitspsychologischen Betrachtungen. Die Erzielung einer höchstmöglichen Leistung je menschliche Arbeitskraft stellt aber auch, im weiteren Rahmen betrachtet, eine wirtschaftliche Maßnahme im Interesse der gesamten Volkswirtschaft dar. Aus diesen Gründen sollten alle technischen Hilfsmittel so ausgestaltet werden, daß sie dem damit Arbeitenden die Erzielung einer hohen Leistung je Zeiteinheit erlauben, ohne ihn durch die Bedienung dieser Hilfsmittel zu überfordern.

Bei der Konstruktion von Maschinen und Geräten sollte daher von dem Gesichtspunkt ausgegangen werden, daß sie dem Menschen als Hilfsmittel zur Vergrößerung seiner Arbeitskraft wortwörtlich an die Hand gegeben werden. Der Mensch ist von Natur aus eine unveränderbare Einheit aus Geist, Seele und Körper und muß somit als Gegebenheit betrachtet werden. Durch Erziehung und Schulung ist er in gewissen Grenzen formbar, nicht aber in dem Maße, wie eine tote Materie (Eisen, Stahl oder anderes) formbar ist. Die technischen Hilfsmittel werden von Menschen nach deren Willen entworfen, geplant und gebaut. Hier ergibt sich also die zwingende logische Folgerung, daß beim Entwurf und bei der Planung in der Ausgestaltung dieser technischen Hilfsmittel dem Menschen, der sie später einmal beherrschen und handhaben soll, Rechnung getragen werden muß, das heißt die Bedienung dieser technischen Hilfsmittel muß den Gegebenheiten des Menschen angepaßt werden; der umgekehrte Versuch muß scheitern. Das ist eine zwingende Forderung, die bisher bei der überstürzten technischen Entwicklung oft übersehen wurde.

Auf verschiedenen Gebieten versucht man heute diesen Forderungen gerecht zu werden, beispielsweise bei der Ausgestaltung und Ausrüstung von Pkw- und Lkw-Fahrerplätzen. Auf dem Gebiet der Landwirtschaft wurde unter anderen von RIES [1], DERLITZKI [2], E. A. MÜLLER [3], BAIL [4], WAAG [5], BIE-SALSKI [6], SINKWITZ [7] und GLASOW [8] an der Formgebung von Handgeräten in Zusammenarbeit mit der Industrie gearbeitet. In jüngster Zeit führte eine weitere umfangreiche Untersuchung von DUPUIS, SCHULTE und PREUSCHEN [9] zu Vorschlägen für die Ausgestaltung des Schlepperfahrersitzes und auch des ganzen Schlepperfahrerplatzes einschließlich der Anordnung der verschiedenen Bedienungsgriffe und deren Kraftbedarf. Man sollte aber nicht nur allein an die Anpassung der Bedienseite der Maschinen und Geräte an die Gegebenheiten des Menschen denken, sondern auch auf andere Dinge achten, die den Menschen belästigen und ihn in der Arbeitsdurchführung beeinträchtigen, zum Beispiel richtige Ableitung der schädlichen Abgase, auf die Verminderung des Motorenlärms u. a. m. Die Forderung nach Verbesserung von Maschinen und Geräten in der genannten Richtung wird heute nicht nur von den daran Arbeitenden, sondern in immer stärkerem Maße von Medizinern erhoben. Denn es hat sich

gezeigt, daß eine falsche Gestaltung der Bedienseite bei Maschinen und Geräten, die nicht den Voraussetzungen des Menschen entspricht, die Leistungsfähigkeit des Menschen vermindert oder sogar schädliche Auswirkungen hat.

Diese Betrachtungen dienen dem besseren Verständnis der folgenden Ausführungen, die sich mit der speziellen Frage des physiologischen Bedienungsaufwandes bei stierzengesteuerten Einachsschleppern befassen.

Bereits in den Jahren 1952 bis 1954 wurden im Max-Planck-Institut für Landarbeit und Landtechnik in Bad Kreuznach umfangreiche physiologische Untersuchungen bei verschiedenen Arbeiten mit schweren Einachsschleppern und dazu auch im Vergleich mit Zweiachsschleppern und Pferden durchgeführt. Über diese Arbeiten wurde von GLASOW und ZIMMER-VORHAUS [10, 11] in dieser Zeitschrift berichtet. In den damaligen Versuchen wurde in erster Linie der physiologische Aufwand bei der Bedienung schwerer Einachsschlepper von 8,5 bis 11 PS Stärke untersucht. Dabei ergab sich, daß der Bedienungsaufwand in fast allen Fällen die zulässige Dauerleistungsgrenze weit überschritt, so daß bereits damals vor einer allzu optimistischen Einstellung gegenüber einer Vollmotorisierung hauptberuflicher Bauernbetriebe durch stierzengesteuerte Einachsschlepper gewarnt werden mußte.

Die damaligen Versuchsergebnisse ließen die Vermutung offen, daß der physiologische Bedienungsaufwand bei leichteren als den damals untersuchten Einachsschleppern niedriger liegen würde. Um diese Frage zu klären, wurden im Jahre 1958 erneut Versuche mit stierzengesteuerten Einachsschleppern ab 3,5 PS Stärke durchgeführt. Dabei wurde zum Vergleich einer von den früher untersuchten schweren Einachsschleppern von 10 PS Stärke in die Versuche mit einbezogen. Auf einen erneuten Vergleich des Bedienungsaufwandes von Einachsschleppern zu Zweiachsschleppern konnte dieses Mal verzichtet werden, da die früher ermittelten Relationen eindeutige Ergebnisse zeitigt hatten.

In den Versuchen des Jahres 1958 wurde die gleiche Versuchsanordnung gewählt wie bei den älteren Versuchen. Die Versuche wurden auch am gleichen Platz und bei ähnlichen Bodenverhältnissen wie damals durchgeführt, so daß eine gewisse Vergleichbarkeit gegeben erscheint. Als Versuchsperson (VP) stand 1958 ein 18jähriger Bauernsohn zur Verfügung, der am Institut als Praktikant angestellt ist. Dieser mußte sich vor Beginn der Versuche nach erfolgter Einweisung, darunter auch durch einen Vertreter einer Firma, die selbst Einachsschlepper baut, mit allen Maschinen und in den zu untersuchenden Arbeiten einüben. Ziel dieser Einübung war, einen möglichst gleichmäßigen Übungsgrad bei allen Maschinen zu erreichen. Bei den neuen Versuchen wurde auf die Arbeit am Hang in Schichtlinie verzichtet. Es wurde dieses Mal nur in der Ebene gearbeitet. Untersucht wurde das Pflügen und das Hacken in Reihenkulturen einmal auf 80 m und zum anderen auf 20 m langen Arbeitsstrecken bei etwa 20-minütiger Arbeitsdauer je Wiederholung.

Es wurde wiederum die seinerzeit bewährte Pulsfrequenzmethode angewandt, bei der eine laufende Pulsfrequenzmessung während der ganzen Arbeit möglich ist. Dazu wurde ein in unserem Institut verbessertes Pulszählgerät eingesetzt, das ein halbminütiges Ablesen des Pulses über zwei elektronisch umgesteuerte Zählwerke gestattet, wodurch die Möglichkeit von Ablesefehlern weitgehend ausgeschaltet ist. Die Versuche wurden als Arbeitsversuche unter Einschaltung der Pulsfrequenzmessung durchgeführt, wobei alle einzelnen Verrichtungen zeitlich getrennt erfaßt wurden. Maßgebend für die Beurteilung der Arbeitsschwere ist die sogenannte mittlere Arbeitspulsfrequenz-Differenz (mAPFr.-Diff.). Das ist der Pulsaufwand je Minute während der Arbeit, vermindert um den vor Beginn der Arbeit ermittelten Ruhepuls. Außerdem wird die Zeit der Erholungsphase wie auch die darin gemessenen Gesamtpulse (Erholungspulssumme = EPS) ermittelt. Das Arbeitsergebnis wurde im Anschluß an den Versuch in Quadratmetern bearbeiteter Fläche ermittelt.

Tafel 1: Physiologischer Aufwand beim Pflügen mit Einachsschleppern auf 80 und 20 m Pflugfurchenlänge (1958)

Schlepper	PS	Versuchsdauer min	m ² /h	Geschwindigk. m/min	mAPFr.-Diff. Pulse/min	Erholungsphase	
						EPS	min
80 m Pflugfurchenlänge							
A	10	22,0	707	52,2	50,0	116,3	18,6
B	6/7	21,7	587	49,2	46,7	59,0	8,3
C	4,3	21,7	600	49,4	47,6	61,0	8,2
20 m Pflugfurchenlänge							
A	10	21,2	427	48,1	57,4	166,0	18,3
B	6/7	20,0	437	50,8	44,7	75,5	6,3
C	4,3	20,8	388	47,8	53,4	118,8	15,9

Alle Versuche wurden je Gerät mit dreifacher Wiederholung durchgeführt. Die in den Tafeln wiedergegebenen Zahlen stellen Mittelwerte aus den drei Wiederholungen dar.

Zur Untersuchung kamen folgende Schlepper:

Schlepper	PS-Stärke	Bereifung	Pflug	Hackgerät
A	10	Gummi	Winkeldrehpflug	—
B	6/7	Gummi	Drehpflug	Frässhwanz, 40 cm breit
C	4,3	Gummi	Wendepflug mit Fingerstreichblechen	Rollhacke, 40 cm breit*)
D	3,5	ohne Räder	—	Rollhacke, 40 cm breit*)
E	5	Gummi	—	Frässhwanz, 40 cm breit

*) Bei Schlepper C und D erfolgt der Vorschub ohne Gummiräder durch die im Boden langsam rotierende Rollhacke

Beim Pflügen mit den Schleppern A, B und C ergaben sich die in Tafel 1 zusammengestellten Werte.

Der Zeitaufwand stimmt bei den einzelnen Versuchen weitgehend überein. Die Geschwindigkeit konnte nicht in allen Fällen gleich gehalten werden, da sie zum Teil von der Art des Schleppers abhängt. Die am meisten interessierenden Werte, die mittlere Arbeitspulsfrequenz-Differenz, lag bei allen Schleppern oberhalb der Dauerleistungsgrenze von 30 bis 40 Pulsen/min. Das besagt, daß eine Dauerarbeit ohne fortschreitend zunehmende Ermüdung mit diesen Schleppern nicht durchführbar ist, ohne eine Einschaltung häufiger Pausen, zusätzlich zu den sonst vertraglich bestehenden. Das notwendige Pausenmaß entspricht etwa der gemessenen Länge der Erholungsphase. Am günstigsten von allen Geräten schneidet der Schlepper B ab. Besonders beim Pflügen auf 20 m Pflugfurchenlänge macht sich die leichtere Bedienung dieses Schleppers deutlich in einem geringeren Pulsaufwand bemerkbar. Wider Erwarten lag der physiologische Aufwand bei den kleineren Schleppern B und C nur unwesentlich unter demjenigen des Schleppers A.

Vergleicht man diese Werte mit den Werten aus dem entsprechenden Versuch der älteren Untersuchungen aus den Jahren 1952 bis 1954, so ergibt sich hier ein gleiches Bild, daß nämlich die größeren Einachsschlepper praktisch keinen nennenswerten höheren Aufwand verursachen als die leichteren Schlepper (Tafel 2).

Im Gegensatz hierzu war die Arbeit mit den Zweiachsschleppern aus den Jahren 1952—1954 wesentlich weniger anstrengend, was aus den nochmals angeführten Daten der Tafel 3 zu entnehmen ist [10]. Während die Geschwindigkeiten bei allen Einachsschleppern sowohl in den Versuchen des letzten Jahres wie auch in den

älteren Versuchen zwischen 48 und 55 m/min Vorschub, also zwischen 2,9 und 3,3 km/h, lagen, konnten mit den Zweiachsschleppern, die vom Sitz aus bedient werden, wesentlich höhere Geschwindigkeiten (3,8—4,4 km/h) eingehalten werden. Dadurch ergibt sich eine höhere Flächenleistung in der Zeiteinheit bei einem wesentlich niedrigeren Anstrengungsgrad der Bedienungsperson und damit ein erheblich höherer Wirkungsgrad der eingesetzten Arbeitsenergie der Bedienungsperson.

Bei der zweiten Arbeit, dem Hacken oder Fräsen in Reihenkulturen, zeigten sich ähnliche Ergebnisse. Der Schlepper A schied aus diesen Versuchen aus, dafür wurden zwei weitere Schlepper, D und E, hinzugenommen. Ein direkter Vergleich mit einem schweren Schlepper von etwa 10 PS ist hier daher nicht möglich. Die Ergebnisse, die mit den Schleppern B, C, D und E gefunden wurden, zeigen jedoch keinerlei Tendenz in Richtung eines höheren physiologischen Aufwandes mit zunehmender Schlepperstärke (Tafel 4).

Die Schlepper B, C und D konnten mit niedrigeren Geschwindigkeiten als beim Pflügen gefahren werden, bei dem eine Mindestgeschwindigkeit von etwa 40 m/min eingehalten werden mußte, um überhaupt noch eine brauchbare Pflugarbeit zu gewährleisten. Für die Hackarbeit, die in allen Fällen mit rotierenden Werkzeugen durchgeführt wurde, ergab sich keine zwingende Notwendigkeit, die gleiche Geschwindigkeit einzuhalten wie beim Pflügen. Es konnte langsamer gearbeitet werden, wodurch sich insgesamt eine niedrigere physiologische Belastung der Bedienungsperson ergab, die nunmehr im Bereich der Dauerleistungsgrenze von 30 bis 40 Arbeitspulsen/min lag. Nur in zwei Fällen wurde diese Dauerleistungsgrenze überschritten, davon in einem Fall bei der Arbeit auf 20 m Hackstreckenlänge mit dem Schlepper E bei einer sehr hohen Geschwindigkeit von 60 m/min Vorschub, die zum Teil von der Maschine abhängig war, was sich auch aus der deutlich höheren Geschwindigkeit beim Hacken auf 80 m mit der gleichen Maschine gezeigt hat.

Es hatte sich bereits in den früheren Versuchen gezeigt, daß der physiologische Aufwand bei der Arbeit mit Zweiachsschleppern in starkem Maße durch die gehende Bedienung bedingt wird [12].

Tafel 2: Physiologischer Aufwand beim Pflügen mit schweren Einachsschleppern auf 80 m Pflugfurchenlänge (1954)

Schlepper	PS	Versuchsdauer min	Geschwindigk. m/min	mAPFr.-Diff. Pulse/min	Erholungsphase	
					EPS	min
F	11	17,2	50,5	54,5	19	6,5
G	8,5	19,0	55,0	45,5	92,5	18,0

Tafel 3: Physiologischer Aufwand beim Pflügen mit Zweiachsschleppern (1954)

Schlepper	PS	Versuchsdauer min	Geschwindigk. m/min	mAPFr.-Diff. Pulse/min	Erholungsphase	
					EPS	min
80 m Pflugfurchenlänge						
H	9	22,0	71,5	15,0	—	—
J	14	23,5	75,0	27,0	—	—
20 m Pflugfurchenlänge						
H	9	30,1	64,0	18,0	14,0	5,0
J	14	28,4	73,0	34,0	31,0	11,0

Tafel 4: Physiologischer Aufwand beim Hacken mit Einachsschleppern
in Reihenkulturen von 80 und 20 m Länge (1958)

Schlepper	PS	Versuchsdauer min	m ² /h	Geschwindigk. m/min	mAPFr.-Diff. Pulse/min	Erholungsphase EPS min	
80 m Hackenstreckenlänge							
B	6/7	21,0	731	32,7	34,7	50,0	5,7
C	4,3	20,8	830	36,8	42,6	48,3	7,0
D	3,5	23,0	613	26,7	32,2	26,7	3,0
E	5	21,0	1113	50,1	34,8	20,5	3,8
20 m Hackenstreckenlänge							
B	6/7	23,2	491	24,8	37,0	41,3	2,2
C	4,3	22,7	473	22,6	30,6	39,0	4,9
D	3,5	20,7	379	17,5	28,2	31,3	2,0
E	5	15,0	938	60,0	49,7	45,0	3,3

Um die ungefähre Höhe dieser allein durch das Gehen bedingten Belastung zu ermitteln, wurde ein gesonderter Versuch durchgeführt, bei dem der physiologische Aufwand beim bedienungslosen Gehen in der Pflugfurche ermittelt wurde, unter sonst gleichen Bedingungen wie bei der Arbeit (Tafel 5).

Tafel 5: Physiologischer Aufwand beim Gehen
in 80 und 20 m langer Pflugfurche (1958)

Versuchsdauer min	Geschwindigk. m/min	mAPFr.-Diff.	Erholungsphase EPS min	
18,6	80 m Pflugfurche		22,0	2,5
	53,0	28,1		
19,4	20 m Pflugfurche		15,8	0,89
	45,5	28,7		

Bei fast gleichen Geschwindigkeiten, wie sie bei der Bedienung der Schlepper vorlagen, liegt auch beim unbelasteten Gehen der physiologische Aufwand dicht an der Dauerleistungsgrenze, ohne diese jedoch zu erreichen. Durch die Bedienung der Einachsschlepper wird der physiologische Aufwand sowohl beim Pflügen auf 80 wie auch auf 20 m Furchenlänge um rund 20 Pulsschläge pro min erhöht. Dadurch wird der Dauerleistungsbereich überschritten. Die Erholungspulssumme und die benötigte Erholungszeit, bis sich der vor Beginn der Arbeit ermittelte Ruhepuls wieder einstellt, sind ein weiterer Maßstab für die Schwere der Arbeit. Betrachtet man die Erholungspulssumme und die Erholungsdauer nach dem Gehen, so zeigt sich, daß sich der vor Arbeitsbeginn gemessene Ruhepuls nach kurzer Zeit wieder einstellt, wohingegen die Erholungsdauer nach der Arbeit mit Einachsschleppern wesentlich länger ist und die Pulssumme entsprechend auch wesentlich höher.

Auf Grund dieser Versuche konnte nachgewiesen werden, daß sich die Beanspruchung des Menschen bei der Bedienung leichter stierzengesteuerter Einachsschlepper kaum von einer solchen schwerer Einachsschlepper unterscheidet. Im Vergleich mit Zweiachsschleppern, die vom Sitz aus bedient werden, ist der physiologische Aufwand wesentlich höher. Die Leistung in der Zeiteinheit ist infolge der niedrigeren Geschwindigkeit als beim Zweiachsschlepper wesentlich geringer und damit der Wirkungsgrad des Bedienungsmannes kleiner.

Aus dem umfangreichen Material einer anderen Zwecken dienenden Untersuchung konnte der Schlepperstundenaufwand je Jahr bei fünf vollmotorisierten Bauernbetrieben zwischen 10 und 16 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche ermittelt werden, wobei sich ein Schlepperstundenaufwand von durchschnittlich 960 Schlepperstunden je Betrieb und Jahr ergab, was einem Schlepperstundenaufwand je Hektar von 72 Stunden entspricht. Dabei handelt es sich um Zweiachsschlepper von 15—28 PS Stärke. Die durchschnittliche Betriebsgröße von 13,4 ha mag an der oberen Grenze der zulässigen Betriebsgröße für eine Vollmotorisierung mit einem Einachsschlepper liegen. Doch zeigt der hohe Stundenaufwand, welches Maß an jährlicher Belastung durch die Schlepperbedienung bei einer mittleren Betriebsgröße von 13,4 ha vorliegt. Nimmt man für eine Vollmotorisierung mit Einachsschlep-

pern eine Betriebsgröße von nur etwa 7 ha an und unterstellt man eine jährliche Schlepperstundenzahl von etwa 500 Stunden eines Zweiachsschleppers für einen solchen Betrieb, so muß man, will man einen gleichen Betrieb mit einem Einachsschlepper motorisieren, der ebenfalls alle Arbeiten einschließlich der Fuhrarbeiten ausführen soll, für den Einachsschlepper mit einer jährlichen Schlepperstundenzahl von rund 700 Stunden rechnen. Diese um 200 Betriebsstunden höhere Zahl ergibt sich als Folge der geringeren Geschwindigkeiten und der geringeren Zuladungsmöglichkeit bei allen Transportarbeiten. Diese hohe Zahl und die damit verbundene Anstrengung lassen eine Empfehlung von Einachsschleppern zur Vollmotorisierung solcher Betriebe vom gesundheitlichen Standpunkt, aber auch nicht zuletzt vom wirtschaftlichen Standpunkt aus bedenklich erscheinen. Hierzu kommt auch die hohe Unfallgefahr bei den Transportarbeiten mit Einachsschleppern, insbesondere dann, wenn man die Zuladung überhöht.

Es bestehen hingegen keinerlei Bedenken gegen die Empfehlung von Einachsschleppern zur Motorisierung von Nebenerwerbsbetrieben, Gartenbaubetrieben oder ähnlich gelagerten Betrieben, wo kleine Flächen eine geringere Betriebsstundenzahl bedingen, die sich dazu noch über das ganze Jahr auf täglich nur kurze Arbeitszeiten mit diesen Schleppern verteilen. Hier bestehen reichlich Möglichkeiten zu Erholungspausen oder Erholungsarbeiten, das heißt Arbeiten, die im physiologischen Anspruch so gering sind, daß sie eine zumindest teilweise Erholung von einer vorausgegangenen schwereren Arbeit gestatten. Diese Feststellungen gelten so lange, als es nicht gelingt, die augenblicklich zur Verfügung stehenden Einachsschlepper durch konstruktive Verbesserungen im Bedienungsaufwand dem Menschen anzupassen und damit den Wirkungsgrad der vom Bedienungsmann aufzubringenden Energie für die zu leistende Arbeit zu erhöhen.

Zusammenfassung

Die Bedienung von stierzengesteuerten Einachsschleppern erfordert einen hohen Kraftaufwand. Diese zunächst empirisch getroffene Feststellung von seiten der Besitzer solcher Schlepper gab die Veranlassung, diese Frage mit geeigneten wissenschaftlichen Mitteln exakt zu untersuchen, um eine objektive Aussage über die bei der Bedienung auftretende Höhe der Belastung beim Menschen zu gewinnen. Der Bedienungsaufwand bei Einachsschleppern zwischen 8 und 11 PS Stärke wurde in den Jahren 1952 bis 1954 untersucht und darüber in der gleichen Zeitschrift im Jahre 1956 berichtet. Diese Untersuchungen gaben den Anlaß zur Fragestellung, ob der Bedienungsaufwand bei kleineren Schleppern, also unter 8 PS, geringer ist als derjenige bei den damals untersuchten großen Schleppern. Im Jahr 1958 wurden daher kleinere Einachsschlepper von 3,5 PS an aufwärts nach der gleichen Versuchsmethode untersucht wie in den Jahren 1952 bis 1954, es wurde lediglich auf die Arbeit am Hang in Schichtlinie verzichtet.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen, die mit Hilfe der Zeitstudie und in Verbindung mit einer kontinuierlichen Pulsfrequenzmessung durchgeführt wurden, besagt, daß die Beanspruchung des Menschen bei der Bedienung von kleineren Schleppern nicht oder nur geringfügig unter derjenigen der größeren Schlepper lag. Ein gesicherter Unterschied ist nicht nachzuweisen. Der Grund für

diese Tatsache ist aus dem vorliegenden Material und der angewandten Versuchsmethodik, in der es darauf ankam, die Gesamtbelastung bei der Bedienung in Abhängigkeit von gleichen Arbeiten zu ermitteln, nicht zu ersehen. Zur Aufklärung der Ursache müssen detaillierte Untersuchungen mit gezielter Fragestellung für die vermutlichen Gründe durchgeführt werden. Erst dann wird es möglich sein, auszusagen, ob und in welcher Form eine Erleichterung der Bedienung durch den Menschen bei Einachsschleppern möglich wird.

Die bisher vorliegenden Versuchsergebnisse zeigen jedoch eindeutig, daß der sterzengesteuerte Einachsschlepper den Menschen überfordern kann, zumal die Belastung, ausgedrückt in der reinen Arbeitspulzfrequenz je Minute, bei der Pflugarbeit in allen Fällen oberhalb der Dauerleistungsgrenze liegt und in der Hackarbeit im Bereich derselben. Der Einsatz solcher Einachsschlepper sollte daher beschränkt werden auf Nebenerwerbs-, Gartenbau- und Sonderkulturenbetriebe.

Schrifttum

- [1] RIES, L. W. u. G. PREUSCHEN: Die Arbeit in der Landwirtschaft. Stuttgart 1956
- [2] DERLITZKI, G.: Die Bedeutung der Landarbeitsforschung für die Entwicklung der Landarbeitstechnik. Deutsche Agrartechnik 2 (1952) S. 130 bis 135
- [3] MÜLLER, E. A.: Der beste Handgriff und Stiel. Die Arbeitsphysiologie 8 (1954), S. 1—7
- [4] BAIL, A.: Ein Beitrag zur Methodik der Untersuchungen landw. Handgeräte, angewandt auf Arbeitsversuche mit dem Handrübenroder. Kühn-Archiv, Bd. 63, S. 129—295, Halle/Saale
- [5] WAAG, W.: Systematik, Beurteilung und Beitrag zur Methode der Untersuchung landwirtschaftlicher Handgeräte. Dresden 1940
- [6] BIESALSKI, E.: Die erzielten Ergebnisse hinsichtlich der Anpassung von landw. Geräten an den Menschen. Agrarpolitische-Revue 13 (1956), S. 141—149
- [7] SINKWITZ, P.: Scherengriffe. Diss. Hohenheim (1957 vorgelegt)
- [8] GLASOW, W.: Methodische Entwicklung eines neuen Gerätes und Verfahrens zur Verbesserung der Rübenerte. Bericht über Landwirtschaft XXXI (1953), S. 50—54
- [9] DUPUIS, H., B. SCHULTE u. R. PREUSCHEN: Zweckmäßige Gestaltung des Schlepperführerstandes (Landarbeit u. Technik H. 20). Bad Kreuznach 1955
- [10] GLASOW, W. u. E. ZIMMER-VORHAUS: Physiologischer Aufwand und Schlepperbedienung. Landtechnische Forschung 6 (1956), S. 43—46
- [11] ZIMMER-VORHAUS, E.: Die Beanspruchung des Menschen bei verschiedenen landwirtschaftlichen Arbeiten mit Schlepper- und Pferdezugkraft. Diss. Hohenheim 1955
- [12] GLASOW, W. u. E. A. MÜLLER: Das Gehen auf verschiedenen Böden. Die Arbeitsphysiologie 14 (1951), S. 319—321
- [13] AERBOE, FR.: Die Bedeutung der Landarbeitsforschung in Gegenwart und Zukunft. Mitt. d. DLG 40 (1925), S. 613—619

Résumé

Walter Glasow: "Expenditure of Human Energy in the Operation of Two-wheel Tractors."

The operation of two-wheel tractors controlled from the rear requires a large expenditure of energy on the part of the operator. The empirical results obtained from the varied experiences of owners of such tractors led to the suggestion that this subject be investigated more accurately by the aid of suitable metering equipment, so that an objective statement on the human energy necessary for the operation of two-wheel tractors could be made. The energy required for the operation of such tractors with horse-powers ranging from 8 to 11 was investigated during the years 1952—1954. The results of these investigations were published in this journal in 1956. From these investigations arose the question whether the energy required for the operation of smaller tractors, i. e., those under 8 H. P., was lower than that required for the operation of the tractors of higher horse-power which had been previously investigated. The smaller tractors of 3.5 H. P. and upwards were therefore investigated in 1958. The same methods as those employed in the years 1952—1954 were adopted. Essentially, the tests were carried out on sloping land.

The results of these investigations, which were made with the aid of time studies and continuous pulse-frequency measurements, prove that the demands made upon the operator by smaller tractors are either equal to or only slightly less than those made by the larger types. It was not found possible to determine this difference accurately. The reason for this cannot be ascertained from a study of the present results and testing methods employed. These methods only determined the total demands made upon the operator in connection with similar operations. To clear up this question properly, it will be necessary to make some very detailed and searching tests and investigations on the hypothetical grounds for this assumption. Only then will it be possible to state definitely whether and in what manner it will be possible to reduce the demands made upon operators of two-wheel tractors.

However, the results of investigations that are now available prove without any possibility of doubt that the operation of two-wheel tractors places an excessive load upon the operators. The load during ploughing operations, as expressed in working pulse-frequencies per minute, is in all cases above the upper limit of continuous demands

upon the human body. This also applies to hoeing operations. The application of such two-wheel tractors should therefore be limited to lighter work such as that entailed in small-holdings, nursery gardens and other light agricultural operations.

Walter Glasow: «Travail physiologique exigé par la conduite des motoculteurs.»

La manoeuvre des motoculteurs commandés par mancherons, exige une dépense d'énergie élevée. Ce fait déduit d'abord des expériences des utilisateurs de motoculteurs a incité à étudier d'une façon approfondie ce problème à l'aide de moyens scientifiques appropriés, pour que l'on puisse obtenir des connaissances objectives sur la dépense d'énergie exigée par la manoeuvre. La dépense d'énergie exigée par la conduite d'un motoculteur d'une puissance de 8 à 11 CV a été étudiée dans les années 1952 à 1954 et les résultats de ces recherches ont fait l'objet d'un article paru dans cette revue en 1956. A la suite de ces recherches, on s'est demandé si la dépense d'énergie nécessaire à la conduite de motoculteurs dont la puissance est inférieure à 8 CV, est moindre que celle nécessaire aux motoculteurs examinés auparavant. Au cours de l'année 1958, on a fait des recherches sur les petits motoculteurs à partir de 3,5 CV en utilisant la même méthode que celle employée dans les années 1952 à 1954. On a seulement supprimé l'essai en coteaux dans la ligne des couches.

Il résulte de ces recherches qui ont été effectuées d'une façon chronométrique et à l'aide de la mesure de la fréquence du pouls continue que la dépense d'énergie exigée par la manoeuvre des petits motoculteurs n'est que peu ou pas du tout inférieure à celle nécessaire à la conduite de motoculteurs plus puissants. Cependant, on n'a pu acquérir des connaissances précises sur les différences. Ce fait est probablement dû à la nature des données recueillies et à la méthode d'essai appliquée qui visait, en premier lieu, à déterminer la dépense d'énergie totale nécessaire à la manoeuvre pendant l'exécution de travaux identiques. Afin de pouvoir éclaircir les causes, il est nécessaire de procéder à des essais détaillés visant spécialement l'étude des causes supposées. Seuls de telles recherches permettront de dire si et de quelle manière il sera possible d'apporter une amélioration à la manoeuvre des motoculteurs.

Cependant, les résultats obtenus jusqu'ici montrent avec évidence que les motoculteurs commandés par mancherons exigent une dépense d'énergie trop élevée, car celle-ci, exprimée en fréquence du pouls de travail par minute, est supérieure, pendant le labour, à la limite de la dépense d'énergie continue admissible, et se tient dans cette zone, pendant le sarclage. Il s'ensuit que l'utilisation de ces motoculteurs devrait être limitée à des exploitations maraîchères et d'horticulture et à des cultures spéciales.

Walter Glasow: «El esfuerzo fisiológico en el manejo del tractor monojeje.»

El manejo de los tractores monojeje por la esteva requiere esfuerzos considerables. Esta apreciación hecha de forma empírica por los propietarios de tales tractores, ha dado lugar a la comprobación exacta por procedimientos científicos, con el fin de conseguir datos concretos en cuanto a los esfuerzos que el manejo exige al conductor. En los años de 1952 a 1954 se ha investigado el esfuerzo que exigen los tractores monojeje con potencia entre 8 y 11 CV, publicándose los resultados en esta revista en 1956. Estas investigaciones dieron lugar a que se preguntase, si el esfuerzo que requiere el manejo de tractores más pequeños, es decir de menos de 8 CV, sería más reducido que el esfuerzo exigido por los tractores más potentes, ensayados en aquel entonces. En su consecuencia en el año de 1958 se hicieron ensayos con tractores monojeje más pequeños de 3,5 CV para arriba, siguiéndose el mismo método empleado en los años de 1952 a 1954, renunciándose sin embargo a los trabajos siguiendo la horizontal de pendientes.

El resultado de estos ensayos, hechos a base de la característica de tiempo en combinación con mediciones de la frecuencia del pulso, indica que el esfuerzo del hombre en el manejo de los tractores más pequeños, no difiere o difiere muy poco del que exigen los tractores más potentes, siendo imposible establecer una diferencia segura. Del trabajo presente no se desprenden las causas de este hecho, ni tampoco del método empleado en los ensayos que se hicieron con el objeto de fijar el esfuerzo total en el manejo, en comparación con los ensayos anteriores. Para aclarar las causas, serían precisos ensayos especiales que respondan a preguntas determinadas con relación a las causas. Solamente entonces será posible decidir de si es o no es posible, y en qué forma, reducir el esfuerzo que exige el manejo de los tractores monojeje al hombre.

Sin embargo, los resultados conseguidos con estos ensayos demuestran con evidencia que el tractor monojeje gobernado por la esteva, puede exigir esfuerzos excesivos, y principalmente, cuando el esfuerzo, expresado por la pura frecuencia del pulso por minuto, cae en el trabajo de arado en todos los casos encima del límite del esfuerzo continuo, y en los trabajos de escarabajo en este mismo margen. El empleo de estos tractores monojeje debía limitarse exclusivamente a trabajos secundarios, de jardinería y a cultivos especiales.