

Physiologischer Aufwand und Schlepperbedienung

Institut für landwirtschaftliche Arbeitswissenschaft und Landtechnik, Bad Kreuznach

Die tierische Zugkraft in der Landwirtschaft ist in den letzten Jahrzehnten in immer stärkerem Maße durch den Schlepper abgelöst worden. Damit fällt dem Schlepper die Erledigung aller Zugkraftarbeiten, die bisher von der tierischen Anspannung geleistet wurden, zu. Darüber hinaus wird der Schlepper durch Anbau von Werkzeugen in neuerer Zeit immer mehr zum Werkzeugträger oder Geräteräger.

Wie die tierische Zugkraft bleibt der Schlepper ein Mittel zur Erreichung einer bestimmten Arbeitsaufgabe, wie Pflügen, Eggen oder Hacken. Dem mit der Arbeit betrauten Menschen obliegt vor allem die Einstellung und Überwachung der Arbeitswerkzeuge und die laufende Kontrolle der Arbeitsqualität. Deshalb sollte die Bedienung des Schleppers so wenig als möglich geistige und körperliche Anstrengung erfordern.

Gegenüber der Gespannarbeit ist Schlepperarbeit allein schon dadurch körperlich weniger anstrengend, weil der Bedienungsmann auf dem Schlepper normaler Bauart sitzt, während der Gespannführer bei den meisten Arbeiten gehen muß.

Der Wunsch, auch im Kleinbetrieb tierische Anspannung durch motorische abzulösen, führte zur Entwicklung schwerer Einachs- oder Zweiradschlepper von 8—12 PS Stärke. Diese in der Regel sterzengesteuerten Schlepper werden entweder im Gehen bedient, wobei dann der Vorteil der Kraftersparnis durch das Sitzen entfällt, oder aber von einer nachlaufenden Sitzkarre aus, wobei die Bedienung und Steuerung über die Sterzen viel Kraft erfordert. Diese Form der Motorisierung des Kleinbetriebes muß aber gerade deswegen genau untersucht werden, weil es hier besonders darauf ankommt, durch eine richtige Mechanisierung mechanisierbarer Arbeiten echte Arbeitserleichterungen zu schaffen, zumal ein großer Teil der anderen Arbeiten in solchen Betrieben zur Zeit noch nicht mechanisierbar ist und diese ein hohes Maß von Kraft erfordern.

Diese Überlegungen waren Veranlassung, den Bedienungsaufwand des Schlepperfahrers sowohl bei Standardschleppern mit vier Rädern als auch bei Zweiradschleppern physiologisch zu untersuchen, um Klarheit über die Größenordnung dieses Aufwandes zu erhalten. Bei diesen Untersuchungen wurde die vom Max Planck-Institut in Dortmund entwickelte Pulsfrequenzmethode mit dem tragbaren Pulszählgerät nach Prof. E. A. Müller benutzt. Mit dieser Methode ist es möglich, die Kreislaufbelastung des Menschen bei einer Arbeit durch eine laufende Zählung des Pulses in Verbindung mit einer Zeitstudie zu ermitteln. Die Versuche wurden als Kurzversuche von 20—35 Minuten Dauer durchgeführt. Innerhalb eines jeden Versuches wurden bestimmte Arbeiten mit verschiedenen Schleppertypen unter gleichgehaltenen Bedingungen untersucht.

Erster Versuch

Fragestellung: Vergleich des Bedienungsaufwandes beim Pflügen in der Ebene und am Hang, auf 80 m und 20 m langer Pflugstrecke, mit je zwei Vierrad- (A, B) und Zweiradschleppern (C, D). In der folgenden Tabelle sind die Pulsschläge je Minute, die über der vor Beginn eines jeden Versuches ermittelten Pulsfrequenz lagen, als Mittelwerte für die Arbeit wiedergegeben. Man nennt diese Arbeitspulsfrequenz mittlere Arbeitspulsfrequenz-Differenz (Abb. 1).

Tabelle 1

Mittlere Arbeitspulsfrequenz-Differenz beim Pflügen in der Ebene

Schlepper	A	B	C	D
80 m Strecke	16	27	78	70
20 m Strecke	18	34	74	51

Als obere Grenze des Pulsaufwandes, bei dem eine Arbeit über längere Zeit möglich ist, wurde bereits in anderen Ver-

suchen eine mittlere Arbeitspulsfrequenz-Differenz von 30 bis 40 Pulsen in der Minute ermittelt. Höhere Pulsaufwände bedingen eine zusätzliche Ermüdung und zusätzliche Erholungspausen.

Den geringsten Aufwand zeigte der mit hydraulischem Hebegetriebe und mit Anbauwechselflug ausgerüstete Schlepper A (9 PS). Schlepper B (14 PS) war mit einer durch Federkraft unterstützten Handaushebevorrichtung ausgerüstet, durch die ein Winkeldrehflug betätigt wurde. Dieser etwas schwerere Schlepper in Verbindung mit der manuell zu betätigenden Aushebevorrichtung und der anderen Pflugform bedingte einen höheren Aufwand.

Die beiden sterzengesteuerten Zweiradschlepper C (11 PS) und D (9,5 PS) erforderten gegenüber den Vierradschleppern einen weit höheren physiologischen Aufwand, der über der Dauerleistungsgrenze lag. Anschaulicher noch als die Tabelle zeigt die Darstellung der bei der Arbeit aufgezeichneten Pulse über dem Ruhepuls das Verhalten des Pulses in Abhängigkeit von Schlepperart und Arbeitsablauf. Die nach oben heraustretenden Spitzen stellen den für die Wendungen ermittelten Pulsaufwand dar. Deutlich ist zu erkennen, daß die Spitzen bei Schlepper B ausgeprägter sind als bei Schlepper A.

Die anfangs gewählte Geschwindigkeit (60—78 m/min Vorschub) bei der Bedienung der beiden Zweiradschlepper in der Ebene war zu hoch. Sie wurde so hoch gewählt, um der Geschwindigkeit der Vierradschlepper zu entsprechen, war aber nicht durchzuhalten. Sie wurde bei Schlepper D auf 20 m ebener Strecke auf ein Maß vermindert (45 m/min Vorschub), bei dem noch eine saubere Pflugarbeit möglich war, wobei sich ein um etwa 20—25 Pulse je Minute niedrigerer Aufwand ergab.

An einem Seitenhang (16 bis 19 % Neigung) ergaben sich folgende Mittelwerte:

Tabelle 2

Mittlere Arbeitspulsfrequenz-Differenz beim Pflügen am Seitenhang (vergl. untere beide Darstellungsreihen der Abb. 1).

Schlepper	A	B	C	D
80 m Strecke	14	33	69	44
20 m Strecke	31	38	82	45

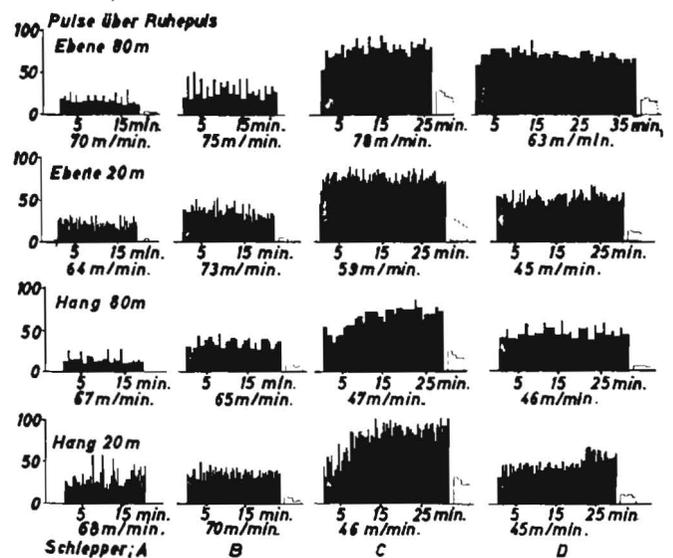


Abb. 1: Mittlere Arbeitspulsfrequenz-Differenz beim Pflügen mit 2 Vierrad- und 2 Zweiradschleppern

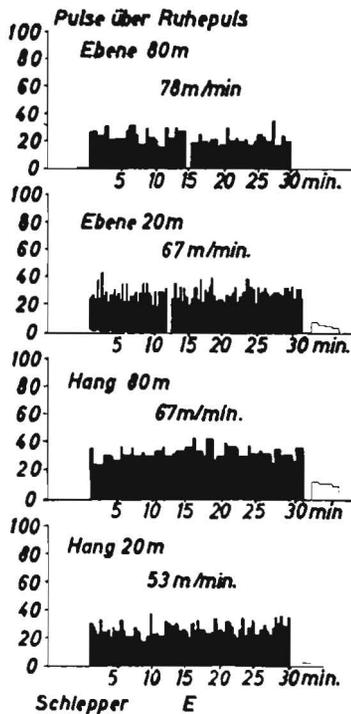


Abb. 1a: Mittlere Arbeitspulsfrequenz-Differenz beim Pflügen mit Zweiradschlepper mit nachlaufender Schlepperachse und Lenkradsteuerung

Es liegt auch hier etwa die gleiche Tendenz vor, wie bei dem Versuch in der Ebene. Der hohe Aufwand bei Schlepper A auf kurzer Strecke ist bedingt durch die leichte Bauart und die kleinen Vorderräder dieser Maschine, was beides bei den häufigen Wendungen auf kurzer Strecke und den dabei auftretenden Störungen zu einer Erhöhung des Pulsaufwandes bei den Wendungen führte. Bei den Zweiradschleppern wurde dieses Mal eine gleiche aber niedrigere Geschwindigkeit als bei den Standardschleppern eingehalten. Trotz eines Vorschubes von nur 45 bis 47 m/min. lag der Aufwand bei Schlepper C wesentlich über der Dauerleistungsgrenze, bei Schlepper D dagegen nur geringfügig darüber. Ursache für diesen Unterschied ist die Ausrüstung des Schleppers D mit einer durch Drehgriffe zu bedienenden und feststellbaren Triebbradkupplung, gegenüber der Ausrüstung des Schleppers C mit einer Servo-Triebbradkupplung ohne Feststellbarkeit, die anscheinend zur Unterstützung der Wendung nicht ausreichend ansprach.

Bei Schlepper D ist außerdem der Aufwand im letzten Drittel der Arbeit höher, bedingt durch einen während des Versuches auftretenden Bodenunterschied. Im letzten Drittel wurde auf gegrubberter Stoppel gearbeitet, während bis dahin auf unbearbeiteter Stoppel gepflügt wurde.

Als besonderer Bewertungsmaßstab für die Schwere einer Arbeit gilt einmal der Ermüdungspulsanstieg während der Arbeit, und zum anderen die Erholungspulssumme nach der Arbeit in einer bestimmten Erholungszeit bis zum Wiedereintreten des vor der Arbeit gemessenen Ruhepulses. Unter Ermüdungspulsanstieg versteht man das laufende Ansteigen der Pulsfrequenz während der ununterbrochenen Durchführung einer schweren Arbeit. Diese Erscheinung tritt in den Versuchen bei allen Arbeiten auf, deren Aufwand über der Dauerleistungsgrenze liegt. Besonders zeichnet sich der Ermüdungspulsanstieg bei der Arbeit mit den Zweiradschleppern am Hang ab. Er addiert sich im ersten Drittel der Arbeit auf zu einer Pulsfrequenzhöhe, die im weiteren Verlauf der Arbeit gleich hoch bleibt. Demgegenüber tritt bei der Arbeit mit den gleichen Schleppern in der Ebene — bei höherer Geschwindigkeit — ein plötzlicher Anstieg der Pulsfrequenz gleich nach Beginn der Arbeit auf, und zwar auch hier bis zu einer Frequenz, die im weiteren Verlauf der Arbeit beibehalten wird. Der sehr schnelle Anstieg der Frequenz ist in diesem Falle auf die höhere Geschwindigkeit und damit auf die extreme Belastung des Bedienungsmanes zurückzuführen.

Bei den Zweiradschleppern war eine Darstellung des gesamten Erholungspulses in Abhängigkeit von der Zeit aus Raumgründen nicht möglich. Die Erholungspulssumme liegt bei diesen Schleppern in einem Bereich von 100—660 Pulsschlägen. Dabei wurde eine benötigte Erholungszeit von 20—75 Minuten gemessen. Der Ermüdungspulsanstieg im Verein mit der Erholungspulssumme zeigt deutlich, daß bei den Zweiradschleppern, insbesondere bei Schlepper C, eine Beanspruchung der Person weit über der Dauerleistungsgrenze auftrat.

Zweiter Versuch

Fragestellung: Vergleich des Bedienungsaufwandes bei einem Zweiradschlepper (E 9,5 PS) mit nachlaufender Schleppachse und Lenkradsteuerung, die über ein Zahnsegment auf eine einknickbare Verbindungsachse zwischen den beiden Radachsen wirkt, mit dem im Versuch 1 untersuchten Schleppern unter gleichen Bedingungen.

Tabelle 3

Mittlere Arbeitspulsfrequenz-Differenz beim Pflügen mit Schlepper E (Abb. 1 a)

	Ebene	Hang
80 m Strecke	19	34
20 m Strecke	27	26

Gegenüber dem im Versuch 1 ermittelten Aufwand bei der gehenden Bedienung von Zweiradschleppern mit Sterzenlenkung, sind die bei Schlepper E ermittelten Werte niedriger und liegen auf einer etwa mittleren Höhe zwischen Schlepper A und B. Die Arbeit für die Bedienung des Pfluges ist in diesen Zahlen nicht enthalten.

Dritter Versuch

Fragestellung: Vergleich eines Zweiradschleppers (C, Baujahr 1941) mit einem Zweiradschlepper modernerer Bauart (F, 8,5 PS, Baujahr 1953) beim Pflügen auf 80 m langer, ebener Pflugstrecke.

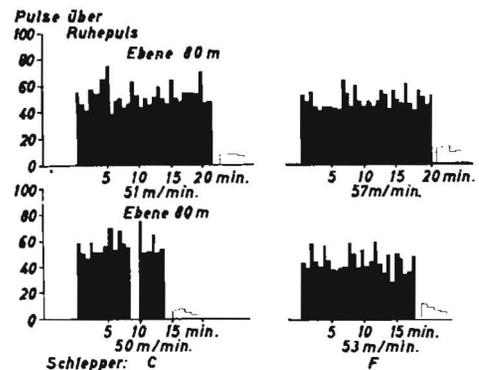


Abb. 2: Mittlere Arbeitspulsfrequenz-Differenz beim Pflügen mit einem alten und einem neuen Zweiradschlepper

Tabelle 4

Mittlere Arbeitspulsfrequenz-Differenz beim Pflügen (Abb. 2)

Schlepper	C	F
80 m Pflugstrecke	54,5	45,5

Der moderne und kleinere Schlepper F bedingte einen geringeren Aufwand als C, jedoch liegt der Aufwand bei beiden Schleppern immer noch über der Dauerleistungsgrenze.

Vierter Versuch

Fragestellung: Vergleich von Schlepper E mit Schlepper F, wobei letzterer einmal im Gehen (F 1), das andere Mal von einer nachlaufenden Sitzkarre (F 2) aus bedient wurde.

Tabelle 5

Mittlere Arbeitspulsfrequenz-Differenz in der Ebene (Abb. 3)

Schlepper	E	F 1 (ohne Sitzkarre)	F 2 (mit Sitzkarre)
80 m Pflugstrecke	19	48	48
20 m Pflugstrecke	27	53	—

Die Ergebnisse des zweiten Versuches wurden auch hier wieder bestätigt, daß nämlich der Schlepper E einen geringeren Aufwand bedingte, als Schlepper F. Erstaunlich ist jedoch, daß beim Vergleich der gehenden Bedienungsweise zur sitzenden Bedienungsweise bei Schlepper F kein Unterschied in der mittleren Arbeitspulsfrequenz-Differenz zu verzeichnen ist. Die Verminderung des Aufwandes beim Sitzen auf der Pflugstrecke wird wieder aufgehoben durch das erforderliche Auf- und Absteigen des Bedienungsmanne bei den Wendungen. Erst mit zunehmender Länge der Pflugstrecke über 80 m hinaus gewinnt die Sitzkarre an Bedeutung.

Fünfter Versuch

Fragestellung: Vergleich von Schlepper B, C und F (mit Sitzkarre) beim Häufeln in der Ebene.

Tabelle 6

Mittlere Arbeitspulsfrequenz-Differenz beim Häufeln in der Ebene (Abb. 4)

Schlepper	B	C	F (mit Sitzkarre)
80 m Strecke	22	42	50
20 m Strecke	19	58	50

Auch hier zeigt sich wiederum, daß der Bedienungsaufwand bei den Zweiradschleppern höher ist, als bei den Vierradschleppern und über der Dauerleistungsgrenze liegt.

Sechster Versuch

Fragestellung: Vergleich des Bedienungsaufwandes bei Schlepper B und F (Bedienung im Gehen) mit Hilfe der Respirationmethode auf 80 m langer Versuchsstrecke.

Tabelle 7

Kalorischer Aufwand beim Pflügen (Mittelwerte aus drei Wiederholungen)

Schlepper	B	F
m/min Vorschub	74,3	55,6
cal/m	40,3	113,0
cal/min und kg Körpergewicht der Versuchsperson	0,50	1,39
kcal/min (Arbeitskalorien)	2,23	4,60

Arbeitskalorien = Gesamtkalorien abzüglich der Grundumsatzkalorien.

Gegenüber der Pulsfrequenzmethode, mit deren Hilfe sowohl der dynamische als auch der statische Anteil einer Arbeit erfaßt wird, erfaßt die Respirationmethode nur den dynamischen Anteil. Es zeigt sich, daß allein der dynamische Anteil der Bedienungsarbeit bei Zweiradschleppern doppelt so hoch ist, als bei Vierradschleppern.

Bewertung der Ergebnisse

Die durchgeführten Versuche zeigen, daß der Bedienungsaufwand bei Vierradschleppern in starkem Maße beeinflusst wird durch die technische Ausrüstung dieser Schlepper. Die Handaushebevorrichtung bei Schlepper B wirkt sich in einer Erhöhung des Aufwandes aus. Dieser liegt bei einzelnen Arbeiten im Bereich der Dauerleistungsgrenze. Bei der Bedienung der Zweiradschlepper liegt der physiologische Aufwand in allen

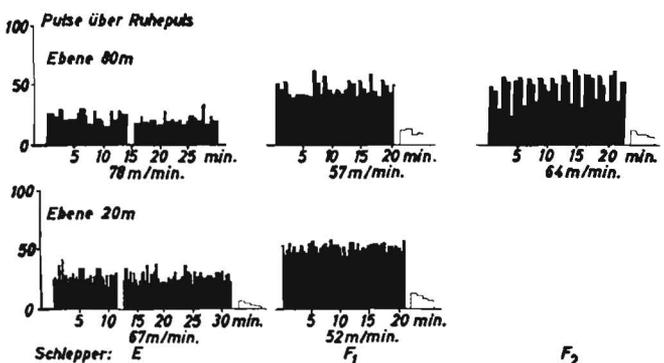


Abb. 3: Mittlere Arbeitspulsfrequenz-Differenz beim Pflügen mit verschiedenen ausgerüsteten Zweiradschleppern

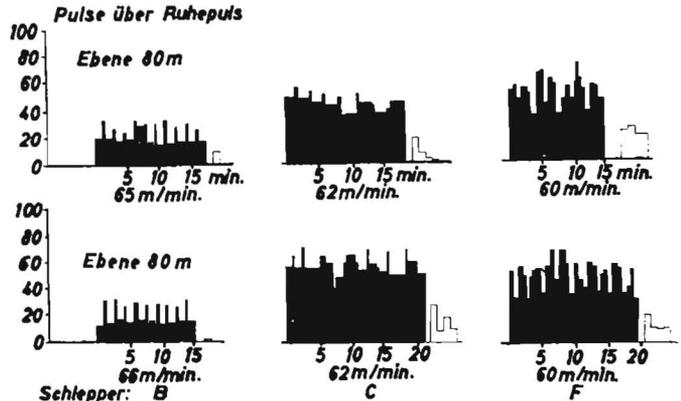


Abb. 4: Mittlere Arbeitspulsfrequenz-Differenz beim Häufeln mit einem Vierrad- und 2 verschieden ausgerüsteten Zweiradschleppern

Fällen über der Dauerleistungsgrenze. Der ermittelte Aufwand bei Schlepper E zeigt deutlich, daß durch die Unterbringung der Bedienungsperson auf einem Sitz im Verein mit der Lenkradsteuerung eine wesentliche Erleichterung der Arbeit eintritt.

Die Gründe für den hohen physiologischen Aufwand bei der Bedienung der sterzengesteuerten Zweiradschlepper sind folgende:

1. Die untersuchten sterzengesteuerten Zweiradschlepper wurden meist im Gehen, in einigen Fällen von einer nachlaufenden Sitzkarre aus bedient. Es ist aus älteren Versuchen bekannt, daß allein der Aufwand für das unbelastete Gehen auf glatter Bodenoberfläche (Chaussee) bei 67 m/min Vorschub 3,1 kcal je Minute beträgt. Auf geschältem Stoppelsacker wurde ein Aufwand bei 58 m/min Vorschub von 4,3 kcal je Minute ermittelt, wobei dieser Aufwand bereits über der Dauerleistungsgrenze von 4 kcal/min liegt.
2. Zu diesem allein durch das Gehen verursachten Aufwand addiert sich der Bedienungsaufwand bei sterzengesteuerten Schleppern. Im Gegensatz zur sitzenden Bedienung bei Vierradschleppern, die sich auf eine Tätigkeit der Arme und Beine erstreckt, beschränkt sich die Bedienung der sterzengesteuerten Schlepper allein auf die Arme. Es ist bekannt, daß eine Ermüdung um so schneller in Erscheinung tritt, je kleiner die Zahl der bei einer Arbeit beteiligten Muskeln und je kleiner ihr Querschnitt ist. Bei der sitzenden Bedienungsweise werden sowohl die Muskeln der Arme und der Brust, wie auch die Muskeln der Beine zur Bedienung des Schleppers betätigt. Bei der gehenden Bedienung von Zweiradschleppern sind die Beinmuskeln nur indirekt an der Bedienung des Schleppers beteiligt. Die eigentliche Bedienung obliegt den Muskeln der Arme und des Oberkörpers. Da aber der Bedienungsmann eines Zweiradschleppers die bei der Steuerung desselben (Wendungen!) auszuübenden Kräfte irgendwo abstützen muß, wird zusätzlich zu dem Aufwand, der allein für das Gehen erforderlich ist, noch ein Aufwand benötigt, der für das Abstützen des gesamten Körpers am Boden notwendig ist. Daraus erklären sich zum Teil die hohen gemessenen Pulsaufwände.
3. Es zeigte sich bei den Untersuchungen, daß die unterschiedliche technische Ausrüstung der Zweiradschlepper auch Unterschiede im physiologischen Aufwand bedingte. Die bei Schlepper F ermittelten Werte lagen unter den bei Schlepper C und D ermittelten Aufwänden, bedingt durch die bessere Durchgestaltung dieses Schleppers, der mit Differential- und Einzelradsperrern ausgerüstet war.
4. Der höchste Aufwand bei allen Schleppern wurde stets bei den Wendungen ermittelt. Er lag im Verhältnis bei Schlepper A am niedrigsten, da außer der Betätigung des Lenkrades praktisch nur ein kleiner Hebel zur Betätigung der Aushebevorrichtung zu bedienen ist. Der Wendungsaufwand bei Schlepper B war — bedingt durch die andere Aushebemechanik — wesentlich höher als bei Schlepper A. Bei den sterzengesteuerten Schleppern lag der Wendungsaufwand ebenfalls über dem eigentlichen Pflugaufwand. Daß sich der Wendungsaufwand bei diesen Schleppern nicht deutlicher abzeichnet, wie es bei Schlepper B der Fall

ist, ist darauf zurückzuführen, daß sich ein Teil der ermittelten Pulsfrequenz während der körperlich aufwendigen Wendung noch auf die anschließende Pflugstrecke verlagert. Die Höhe dieses Wendungsaufwandes ist bedingt durch die Zahl und Schwierigkeit der einzelnen Bedienungsgriffe, die bei der Wendung erforderlich sind. Einen Anhalt kann bereits schon die Zahl der einzelnen Bedienungsgriffe bei den Wendungen mit den einzelnen Schleppern geben.

Tabelle 8

Zahl der Bedienungsgriffe bei den Wendungen.

Schlepper	Zahl der Bedienungsgriffe
A	4
B	9
C	13
D	9
F (ohne Sitzkarre)	19
F (mit Sitzkarre)	23

Es zeigt sich, daß die Zahl der Bedienungsgriffe bei den Zweiradschleppern höher ist als bei den Vierradschleppern.

5. Da sich jede Erschütterung ebenfalls auf eine — wenn auch vom Menschen her gesehen ungewollte — Tätigkeit der Muskeln auswirkt, darf auch sie nicht unerwähnt bleiben. Je ruhiger und erschütterungsfreier ein Motor arbeitet oder gelagert ist, desto geringer ist auch die durch ihn erzeugte Erschütterung des menschlichen Körpers, desto geringer also auch der dadurch bedingte physiologische Aufwand. Die am Zweiradschlepper meist verwendeten einzylindrigen Maschinen verursachen recht erhebliche Erschütterungen, die sich auf den Bedienungsmann auswirken. Dieses um so mehr, als ungedämpfte Schwingungen, die vom Motor herühren, durch die langen Sterzen meist nach verstärkt werden. Man sollte daher versuchen, diese Schwingungen zu beseitigen oder zumindest von den Bedienteilen fernzuhalten. Zu diesen von der Maschine verursachten Erschütterungen

treten die von der Unebenheit des Bodens herrührenden Erschütterungen hinzu. Der Bedienungsmann empfindet alle diese Erschütterungen als unangenehm und reagiert unwillkürlich dadurch, daß er diesen Erschütterungen eine Gegenkraft entgegensetzt, die ein hohes Maß von statischer Haltearbeit verursacht.

Zusammenfassend kann auf Grund der durchgeführten Untersuchungen gesagt werden, daß eine Dauerarbeit mit im Gehen bedienten sterzengesteuerten Zweiradschleppern nicht möglich ist. Die Arbeit mit solchen Schleppern ist nur dann ohne Schaden für den Bedienungsmann möglich, wenn sie durch häufige Pausen unterbrochen wird. Die erzielbare Leistung mit diesen Schleppern, deren Arbeitsgeschwindigkeit niedriger liegen muß als die bei Vierradschleppern, ist geringer als bei Vierradschleppern. In landwirtschaftlichen Nebenerwerbsbetrieben und in Gärtnereibetrieben, in denen solche Schlepper nur kurzfristig zum Einsatz kommen, ist die Gefahr einer Überanstrengung des Bedienungsmannes kaum gegeben, da sich dieser bei anderen leichteren Arbeiten zwischen den Schlepperarbeiten erholen kann. Anders in bäuerlichen Familienbetrieben, in denen der Schlepper die alleinige Zugkraft darstellt. Hier muß der Schlepper alle Arbeiten auf dem Feld und auf der Straße ausführen, wobei es unvermeidlich ist, daß er längere Zeit hintereinander im Einsatz ist.

Das ist der wesentliche Grund, warum sich der Vierradschlepper im bäuerlichen Familienbetrieb immer mehr durchsetzt.

Schrifttum:

- H. Dupuis: Ein Beitrag zur Beurteilung der menschlichen Beanspruchung bei der Bedienung von Vierradschleppern und Geräterägern, Diss., Göttingen, 1955.
 W. Glasow und E. A. Müller: Das Gehen auf verschiedenen Böden, Arbeitsphysiologie 14, 319—321, 1951.
 W. Glasow und K. Karrasch: Pulsfrequenzmessung in der Landwirtschaft, Dt. Landw. Presse, 76, 357, 1953.
 K. Karrasch: Die zulässige Dauerbeanspruchung des Körpers, Zentralbl. Arbeitswissenschaft u. soz. Betriebspraxis, 9, 145—160, 1952.
 G. Lehmann: Praktische Arbeitsphysiologie, Stuttgart, 1953.

Résumé:

Dr. W. Glasow und Dipl. Landwirt Zimmer-Vorhaus: „Physiologischer Aufwand und Schlepperbedienung.“
 Der physiologische Bedienungsaufwand liegt bei sterzengesteuerten schweren Einachsschleppern grundsätzlich höher als bei Zweiachsschleppern. Durch Pulsfrequenzmessungen und mit Hilfe der Respirationmethode weisen die Verfasser in mehreren Versuchen bei verschiedenen Arbeiten nach, daß diese Bedienstungsbeanspruchung oft über der Dauerleistungsgrenze bei schweren Einachsschleppern liegt. Der Grund hierfür liegt darin, daß die Bedienungsperson meist hinter dem Einachsschlepper herlaufen muß und daß die Bedienungseinseitig, vor allem von den Armen zu leisten ist. Unterbringung der Bedienungsperson auf einem Sitz, verbunden mit der Lenkradsteuerung, schafft hier größere Arbeiterleichterung. Bei Zweiachsschleppern wird der Bedienungsaufwand wesentlich von der technischen Ausrüstung des Schleppers beeinflusst. Bei allen Schleppern wurde der höchste Bedienungsaufwand bei Wendungen ermittelt, der sich durch die Zahl der notwendigen Bedienungsgriffe erklärt. Schließlich wirkt sich auch die Erschütterung durch den Motor mehr oder weniger stark auf die (vom Menschen ungewollte) Muskelbeanspruchung und damit auf den Bedienungsaufwand aus.

Dr. W. Glasow and Dipl. Landwirt Zimmer-Vorhaus:
 “Physiological Energy Expenditure and Operation of Tractors.”

The energy expended in operating two-wheeled tractors steered from the rear is considerably greater than that required for operating four-wheeled tractors. By means of pulse and respiration measurements on operators, the authors have determined that the demands made upon the physical energy of the operator when operating two-wheeled tractors frequently exceeds the limits of continuous output. This is due to the fact that the operator usually has to walk or run behind this type of tractor and that the work entailed in operation is unbalanced, having mainly to be performed with the arms. Placing the operator on a seat and operating the steering mechanism by means of a steering wheel will lighten the labour to a considerable extent. The energy required for the operation of four-wheeled tractors is very much dependent upon the technical equipment of the tractor. In all types of tractors the greatest expenditure of energy took place when making turns, which is due to the number of operating movements required. Finally, the engine vibrations exert a more or less heavy and involuntary strain on the human muscles, thereby increasing the energy expenditure.

Dr. W. Glasow et Dipl. Landwirt Zimmer-Vorhaus:
 «L'effort physiologique exigé par la conduite de motoculteurs et de tracteurs.»

La conduite de gros motoculteurs à commande par mancherons exige un effort plus élevé que celle des tracteurs. Par la mesure de la fréquence du pouls et à l'aide de la méthode de la respiration, les auteurs ont révélé par plusieurs essais entrepris lors de travaux divers, que l'effort exigé par la conduite d'un gros motoculteur est souvent supérieur à la limite d'effort continu. La raison en est surtout que l'opérateur doit généralement se déplacer à pied derrière l'engin et que la conduite exige presque uniquement le travail des bras. L'installation d'un siège pour le conducteur et d'un système de direction commandé par un volant apporte une diminution appréciable de la fatigue. L'effort à déployer sur les tracteurs dépend essentiellement de l'équipement technique de ceux-ci. Sur tous les engins, l'effort le plus important doit être déployé lors des virages. Ceci s'explique par le nombre élevé de gestes nécessaires. Enfin, les vibrations produites par le moteur influent plus ou moins sur l'effort musculaire (involontaire) du conducteur, et, partant, sur l'effort exigé par la manoeuvre.

Dr. W. Glasow y agrónomo dipl. Zimmer-Vorhaus: «El esfuerzo fisiológico y el manejo de tractores.»

El esfuerzo necesario en la conducción de tractores mono eje pesados, conducidos por manquera, es siempre más elevado que el que requieren los tractores de dos ejes. Por una serie de ensayos comparativos con trabajos distintos, los autores han demostrado por mediciones de la frecuencia del pulso y con ayuda del método de respiración que con frecuencia el esfuerzo que requiere la conducción de los tractores mono eje pesados pasa del límite del esfuerzo continuo. Esto se debe a que el conductor generalmente tenga que correr detrás del tractor mono eje y a que sean los brazos los que en primer lugar tengan que soportar todo el peso de la conducción. La colocación del conductor en un asiento y la conducción con volante supondrían una reducción notable del esfuerzo exigido. En los tractores de los ejes el esfuerzo que requiere la conducción, depende en mucho del equipo técnico del tractor. En todos los tractores el esfuerzo máximo se exige al cambiar la dirección, lo que se explica con el número de manipulaciones. Para terminar diremos que también las trepidaciones que causa el motor, ejercen más o menos influencia en el esfuerzo muscular (involuntario) del conductor, aumentando el esfuerzo que exige la conducción.