

Alfons Riemann: «Le séchage artificiel de gerbes de céréales».

On a examiné le séchage artificiel de gerbes de céréales humides dans six installations de séchage différentes pour connaître l'influence des données techniques et de l'état des gerbes au moment de l'entreposage sur l'effet de séchage.

Les gerbes humides contiennent une grande quantité d'eau et leur séchage est difficile. Il est donc important de les présécher au champ. La durée de séchage des gerbes humides ne doit pas dépasser 20 jours.

Une circulation uniforme de l'air n'a pu être obtenue que dans des installations entièrement fermées, car les côtés ouverts laissent échapper à leur base beaucoup d'air inutilisé. Une circulation régulière permet d'obtenir un résultat très homogène tandis que la teneur en eau, les propriétés de germination et la teneur en substance sèche sont très hétérogènes si la circulation de l'air est irrégulière. La teneur en substance sèche des céréales coupées précocement a varié sous l'influence du séchage plus sensiblement que celle des céréales coupées plus tard. Les pertes totales de grains occasionnées par la coupe précoce et la rentrée de la récolte s'élevaient à environ 13% du rendement optimum suivant l'effet de séchage. La paille a subi des dommages plus visibles que les grains surtout si les gerbes ont été entreposées à un état très humide ou qu'elles comportaient beaucoup d'herbes. Dans des conditions climatiques normales le procédé du séchage artificiel des gerbes de céréales n'offre pas d'avantages économiques par rapport au procédé conventionnel du séchage des gerbes au champ. Les pertes de grains sont environ les mêmes. Le séchage artificiel ultérieur des gerbes exige même des frais supplémentaires. Par contre, dans des conditions climatiques mauvaises, ce procédé peut éviter que les pertes n'accroissent considérablement et dans ce fait réside surtout l'intérêt de ce procédé.

Alfons Riemann: «Secado de gavillas de trigo por ventilación.»

Para aclarar las condiciones de secado de gavillas de trigo húmedas bajo techo, se han hecho ensayos en seis instalaciones distintas, para conocer la influencia que ejercen las características técnicas de la ventilación y el estado de las gavillas al almacenarlas, en el resultado del secado.

Las gavillas húmedas contienen cantidades considerables de agua y son difíciles de secar. Por esto el secado previo en el campo es de mucha importancia. El secado de las gavillas no debía de pasar de veinte días aproximadamente.

La ventilación equilibrada no puede conseguirse sino en instalaciones cerradas por todos los lados, ya que por los lados abiertos de las pilas escapa mucho aire sin aprovechar, especialmente por la parte baja de las pilas. El resultado del secado era uniforme, cuando la conducción del aire lo era también; de otra forma tanto el contenido final de agua en las gavillas como también las condiciones de brote y la sustancia seca de los granos presentaron resultados muy diferentes. Bajo la influencia del secado la sustancia seca variaba más en trigo de cosecha temprana que no en trigo cortado más tarde. Las pérdidas totales de grano, producidas por el corte temprano y por la recogida, llegaron al 13% del rendimiento máximo posible, según el resultado del secado. El daño que sufría la paja de las gavillas era más fácil de apreciar que el de los granos, especialmente cuando se trataba de gavillas almacenadas en estado húmedo y más todavía contenían hierba.

En comparación con el procedimiento corriente de cosechar con agavilladora, él con secado de las gavillas no ofrece ventajas en tiempo normal, ya que las pérdidas de grano son casi iguales. El secado posterior de las gavillas hasta produce un gasto adicional. Sin embargo, puede contribuir a evitar pérdidas mayores, cuando las condiciones de cosecha son desfavorables, y éste es el único punto importante.

## RUNDSCHAU

### Vergleichsversuche von Ackerschleppern mit hydrostatischem und mechanischem Getriebe beim landwirtschaftlichen Einsatz

Auszug aus einer Veröffentlichung von H. J. NATION: "Some Pilot Field Comparisons between Tractors fitted with Hydrostatic or Mechanical Transmission" [1].

Für die Durchsicht dieses Auszuges gebührt den Herren E. HARRIS und H. J. NATION vom NIAE besonderer Dank.

#### 1. Einleitung

In den vergangenen Jahren waren hydrostatisch-stufenlose Triebwerke für Ackerschlepper immer häufiger im Gespräch, liegen doch die Vorteile offen auf der Hand: Die stufenlose Geschwindigkeitsregulierung bei konstanter Drehzahl des Dieselmotors, Änderung der Geschwindigkeit unter Last, das leichte, einfache Ändern der Fahrtrichtung, daraus resultierend ein leicht und schnell durchführbarer Reversierbetrieb, die Freiheit in der Auslegung der Gesamtkonzeption von Ackerschleppern (räumliche Zuordnung von Motor, Getriebe, Fahrerstand usw. ist den Erfordernissen entsprechend frei wählbar) und die Robustheit dieser Einheiten.

Die Ausnutzung des im vorletzten Punkt genannten Vorteils der Freizügigkeit in der Konstruktion muß noch zurückgestellt werden. Es ist einfacher und näherliegend, bei einem herkömmlichen Ackerschlepper anstelle des mechanischen ein hydrostatisches Getriebe zu verwenden, als sofort eine völlige Neukonstruktion zu entwickeln.

Im Jahre 1962 konnte das National Institute of Agricultural Engineering in Silsoe/Großbritannien entsprechende praktische Feldversuche anstellen. In der vorliegenden Arbeit werden vier verschiedene Ackerschlepper mit einem hydrostatischen stufenlosen Getriebe englischen Fabrikats jeweils mit einem Ackerschlepper verglichen, der mit einem herkömmlichen mechanischen Getriebe ausgerüstet ist. Im einzelnen wird der Vergleich geführt bei verschiedenen Arbeiten mit zapfwellengetriebenen Maschinen, bei Frontladerarbeiten und beim Pflügen.

Will man allgemeine Schlüsse aus den folgenden Ergebnissen ziehen, so muß beachtet werden, daß der Ackerschlepper mit mechanischem Getriebe eine ganz bestimmte Gangabstufung hatte. Bei einem Ackerschlepper mit einem Getriebe einer anderen Gangabstufung können sich etwas andere Ergebnisse zeigen, weil der Motor beispielsweise gerade nicht in seinem optimalen Drehzahlbereich arbeiten kann, während der Versuchsschlepper unter Umständen gerade dafür günstig ausgelegt ist.

#### 2. Die Versuchsschlepper

Die vier Versuchsschlepper A bis D sind vom selben Fabrikat mit 50 PS Motorleistung. Ein handelsübliches hydrostatisches Getriebe ist an Stelle des mechanischen eingebaut, ohne daß die Ackerschlepper sonst umkonstruiert sind. Hydropumpe und -motor sind mechanisch so gekoppelt, daß beim Anfahren aus Null heraus der Pumpenförderstrom kontinuierlich bis zum Maximum wächst, bei größtmöglicher Schluckmenge des Motors. Bei weiterer Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit beziehungsweise Vergrößerung der Übersetzung über etwa 8,4 km/h hinaus bleibt die Pumpe auf vollem Förderstrom und die Schluckmenge des Motors wird kontinuierlich bis auf etwa  $\frac{1}{3}$  bei Höchstfahrgeschwindigkeit herabgesetzt.

Bei Rückwärtsfahrt sind die Verhältnisse, bedingt durch die Kinematik, ähnlich; die Geschwindigkeit ist hier jedoch nur bis etwa 10 km/h hinauf regelbar. Bild 1 zeigt die genaue Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit von der Stellung des Fahrhebels am Beispiel des Ackerschleppers A. Die Ackerschlepper B, C und D unterscheiden sich von diesem lediglich dadurch, daß die Funktionen des Bedienungshebels aufgeteilt werden auf einen Handhebel und ein Pedal. Beim Ackerschlepper beispielsweise kann mit beiden Bedienungsorganen jeweils der gesamte Geschwindigkeitsbereich durchfahren werden. Beim Ackerschlepper D wird mit dem Handhebel ein gewisser Geschwindigkeitsbereich vorgewählt, innerhalb dessen dann mit dem Pedal variiert werden kann (Bild 2).

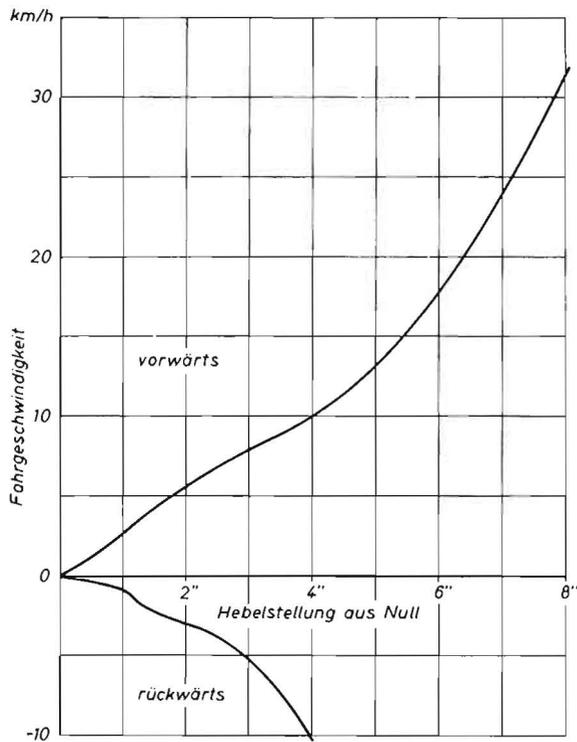


Bild 1: Fahrgeschwindigkeiten des Ackerschleppers A bei einer Drehzahl des Dieselmotors von 2220 U/min

### 3. Versuche mit zapfwellengetriebenen Maschinen

Bei diesen Arbeiten liegt der besondere Vorteil des stufenlosen Getriebes darin, daß die der Leistungsfähigkeit der Maschine entsprechende Fahrgeschwindigkeit eingestellt werden kann, während die Zapfwelle immer die Drehzahl von 540 U/min hält, die für ein einwandfreies Funktionieren der Maschine nötig ist.

#### 3.1 Kartoffelsammelernte

Beim Kartoffelvollernter muß eine bestimmte Sammelbandgeschwindigkeit eingehalten werden, damit die Kartoffeln mit gutem Erfolg verlesen werden können. Durch Änderung der Fahrgeschwindigkeit kann beim Hydrostatikschlepper die anfallende Kartoffelzahl so abgestimmt werden, daß die Verlesepersonen gut ausgelastet sind. Beim Vergleichsschlepper mit dem gestuften Getriebe mußten im 1. beziehungsweise 2. Gang Geschwindigkeiten von 1,33 beziehungsweise 2,0 km/h eingehalten werden. Bei dieser Arbeit konnte mit dem stufenlosen Ackerschlepper eine Verbesserung von 34,5% in der durchschnittlichen Arbeitsgeschwindigkeit gegenüber dem Ackerschlepper mit gestuftem Getriebe erreicht werden (Tafel 1). Durch sorgfältige Beobachtung des Sammelbandes stellte der Fahrer die jeweils optimale Geschwindigkeit ein. Dadurch ergaben sich wesentlich weniger Aufenthalte und Stockungen während der Arbeit.

#### 3.2 Heuwerbung

Hier wird gegenüber den Kartoffelerntern bei relativ hohen Fahrgeschwindigkeiten bis zu 8,4 km/h gearbeitet. Der Vergleich zwischen den Getriebearten wurde hier beim Mähen mit Doppelmessermähwerk und mit Rotationsmähwerk und beim Feldhäckseln angestellt. Die wesentlichsten Beobachtungen sind folgende:

##### 3.21 Mähen mit einem Doppelmessermähwerk

Durch Einsatz des stufenlosen Getriebes im Ackerschlepper konnte beim Grasmähen eine Verbesserung von 15% in der Nettoflächenleistung gegenüber einem Ackerschlepper mit herkömmlichem Getriebe erreicht werden (Tafel 1). Bei dieser Rechnung sind Stockungen und Störungen am Mähwerk nicht berücksichtigt, da sie nicht durch Getriebeeigenschaften begründet sind. Die mittlere Fahrgeschwindigkeit stieg von 10,3 km/h auf 11,8 km/h, die Wendezeit reduzierte sich von

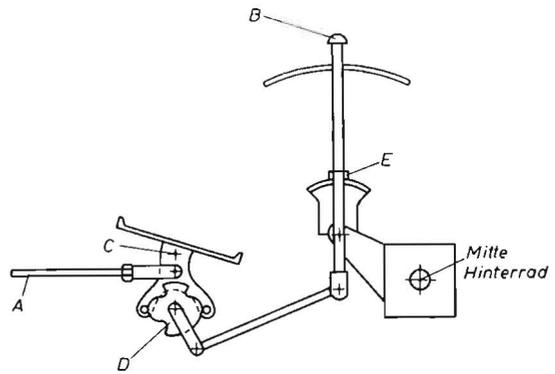


Bild 2: Getrieberegulation des Ackerschleppers D

- A = Getriebestellstange
- B = Handhebel
- C = Drehpunkt des Pedals
- D = Begrenzungsnocken
- E = Reibkullisse zum Arretieren

9,0 auf 7,5 s. Bei beiden Ackerschleppern wurden nur Schleifenwenden gemacht.

Obwohl während dieses Versuches die mittlere Fahrgeschwindigkeit des mechanischen Ackerschleppers geringer blieb, war der Fahrer beim Überfahren eines kurzen rauen Ackerstückes härteren Stößen ausgesetzt, weil er nicht herunterschalten wollte. Beim Hydrostatikschlepper war dieses jedoch leicht ausführbar, auch schnelleres Fahren auf ebenem Untergrund war möglich.

#### 3.22 Mähen mit dem Rotationsmähwerk

Die Verbesserung in der Nettoflächenleistung (s. 3.21) war beim Einsatz eines Rotationsmähwerkes am Hydrostatikschlepper 8,4% (Tafel 1), obgleich der Gewinn in der Fahrgeschwindigkeit 13% war. Die Schwadbreite mußte aber beim Hydrostatikschlepper wegen breiterer Frontreifen um 4,5% geringer gewählt werden. Der wesentliche Unterschied zwischen dieser Arbeit und der vorherigen liegt im höheren Leistungsbedarf des Rotationsmähwerkes begründet. So war die Dieselmotorleistung vielfach der begrenzende Faktor.

#### 3.23 Breitwenden mit einem Schlegel-Feldhäcksler

Bei dieser Arbeit des Breitwendens konnte durch den Hydrostatik-Schlepper eine Verbesserung in der Netto-Flächenleistung von 18,8% (Tafel 1) gegenüber dem konventionellen Ackerschlepper erreicht werden. Dies beruhte hier allein auf einer Erhöhung der mittleren Fahrgeschwindigkeit.

Tafel 1: Die Leistungen des Hydrostatikschleppers

Arbeitsgang	Gewinn beziehungsweise Verlust des hydrostatischen Schleppers [%]
<b>Zapfwellenbetrieb</b>	
Kartoffelvollernter	+ 34,5
Grasmähen mit Doppelmessermähwerk	+ 15,0
Rotationsmähwerk	+ 13,0 (Fahrgeschwindigkeit)
	+ 8,4 (Flächenleistung)
Breitwenden mit Schlegelhäcksler	+ 18,8
Häckseln mit Schlegel-Feldhäcksler	± 0 (Flächenleistung)
Strohpressen	- 6,5 (keine typische Arbeit)
<b>Frontladerarbeiten</b>	
Kartoffelkisten verladen	+ 8,8 bzw. + 3,2
Rosenkohlkisten verladen	+ 18,5
Zuckerrüben verladen	± 0
Ballentransport	- 34 ... - 41 (Steuerung von Hand)
<b>Pflügen</b>	
bei gleicher Dieselmotorleistung gleicher Zughakenleistung	- 8
	+ 2 ... + 12

Bei diesem Breitwenden soll das Schwad bei möglichst geringem Ausdrusch der Gräser angehoben und gelüftet werden. Die Drehzahl des Rotors muß also möglichst niedrig, die Fahrgeschwindigkeit möglichst hoch sein. Diese beiden Bedingungen kann der Hydrostatikschlepper erfüllen. Bei dieser Arbeit war dadurch eine bessere Qualität des Heues erzielbar.

### 3.24 Häckseln mit dem Schlegel-Feldhäcksler

Hierfür hatte der Vergleichsschlepper mit mechanischem Getriebe zufällig einen Gang, der das richtige Verhältnis zwischen Fahrgeschwindigkeit und Zapfwellendrehzahl ergab. Darum konnten hier keine Vorteile für den Hydrostatikschlepper gemessen werden (Tafel 1), vielmehr war seine Flächenleistung etwas geringer, da die Arbeitsbreite des Feldhäckslers nicht so gut ausgenutzt werden konnte.

### 3.3 Strohpressen aus dem Schwad

Im Gegensatz zu den obigen Versuchen war der Fahrer weder mit dem Hydrostatikschlepper noch mit der Strohpresse vertraut. So verrichtete er seine Arbeit sehr vorsichtig. Wenn beispielsweise geringste Anzeichen einer Verstopfung erkennbar wurden, reduzierte er seine Fahrgeschwindigkeit. Mit dem Vergleichsschlepper hingegen wurde immer an der Grenze der Leistungsfähigkeit der Maschine gearbeitet. Erst wenn die Maschine überlastet war, wurde die Geschwindigkeit herabgesetzt. So wurden die Vorteile des Hydrostatikschleppers nicht genutzt, seine Flächenleistung war um 6,5% geringer als die des Vergleichsschleppers (Tafel 1).

## 4. Messungen bei Frontladerarbeiten

Bei den Frontladerarbeiten müssen beim hydrostatischen Getriebe Vorteile durch die bequemere Bedienung erwartet werden, besonders, wenn die Steuerung des Getriebes über ein Pedal geschieht. Dann sind beide Hände des Fahrers für das Lenken und das Betätigen des Frontladers frei. Schnelles Reversieren und häufiges Beschleunigen sind dann von den Füßen zu steuern.

Um exakte Meßergebnisse zu erhalten, wurden immer nur einzelne Arbeitsspiele betrachtet und nicht zum Beispiel das Beladen eines Fahrzeuges, weil sich dabei während der Arbeit die Entfernungen ändern. Eine derartige Betrachtung wurde auch beim Laden von Zuckerrüben gemacht.

### 4.1 Behutsames Verladen von Kartoffeln

Die Kartoffeln befanden sich in Behältern von 250 kp und sollten vom Frontlader verladen werden. Gemessen wurden die verschiedenen Spielzeiten, das heißt die Zeit, die vergeht, beispielsweise vom Absetzen des ersten Behälters bis zum Absetzen des zweiten Behälters.

Als Mittelwert von vielen Einzelversuchen ergab sich für den Ackerschlepper mit mechanischem Getriebe eine Spielzeit von 48,2 s. Es wurden zwei verschiedene Ackerschlepper mit hydrostatischem Getriebe eingesetzt (s. Abschnitt 2), für die sich mittlere Spielzeiten von 41,3 beziehungsweise 43,4 s ergaben. Die letzte Zahl ist relativ hoch. Sie wurde in Versuchen ermittelt, bei denen der Fahrer sich mit dem Ackerschlepper nicht hatte genügend vertraut machen können. Bei genügender Einarbeitung werden Spielzeiten unter 40 s bei hydrostatischen Getrieben möglich sein. Durch konstruktive Unterschiede bei den drei Ackerschleppern war die Hubgeschwindigkeit des Frontladers beim Vergleichsschlepper geringer. Wenn dieser Einfluß aus den Ergebnissen eliminiert wird, verbleiben nur noch 8,8 beziehungsweise 3,2% kürzere Spielzeiten für die Hydrostatikeinheiten (Tafel 1).

### 4.2 Behutsames Verladen von Rosenkohl

Bei diesem Arbeitsgang wurden die Spielzeiten ermittelt, die benötigt wurden, um 250 kp Behälter mit Rosenkohl auf Lastwagen zu entladen. Diese Arbeit mußte wiederum behutsam ausgeführt werden, um den Kohl nicht zu beschädigen.

Gegenüber einem vergleichbaren Ackerschlepper mit mechanischem Getriebe konnte eine Zeitersparnis von 18,5% festgestellt

werden (die Spielzeiten waren 76,2 beziehungsweise 64,2 s für den mechanischen und den hydrostatischen Typ). Hierbei ist die Zeitersparnis zurückzuführen insbesondere auf die leichtere Bedienbarkeit, aber auch auf höhere Fahrgeschwindigkeit beim Hydrostatikschlepper. Die Hub- und Senkgeschwindigkeiten des Frontladers haben kaum Einfluß, da die Hübe meist während der Fahrt zum Wagen ausgeführt wurden.

### 4.3 Verladen von Zuckerrüben

Bei weiteren Versuchen wurde die Ladeleistung des Frontladers beim Verladen von Zuckerrüben betrachtet. Die Zuckerrüben wurden von einem Haufen mit dem Frontlader aufgenommen und in spezielle Beladereinrichtungen abgeworfen, die sie auf das Transportfahrzeug bringen.

Beide Ackerschlepper, der mechanische und der hydrostatische Typ, waren mit dem gleichen Frontlader und der gleichen Rübenschaufel ausgerüstet. Die Spielzeiten hingen von den Entfernungen zwischen dem Reversierpunkt und dem Haufen beziehungsweise dem Ladegerät ab. Diese Strecken wurden daher gemessen und ihre Summe als Abszisse in Bild 3 aufgetragen, während auf der Ordinate die Spielzeiten abgetragen wurden.

Die oberflächliche Betrachtung dieser Ergebnisse gibt keine eindeutigen Unterschiede zwischen beiden Ackerschleppern. Nach Durchführung einer Regressionsrechnung mit Geraden zeigen sich gewisse Tendenzen. Bei einer Gesamtentfernung von 16,7 m zeigen sich gleiche Spielzeiten, darüber hinaus ist der mechanische Typ schneller als der hydrostatische. Im Grenzwert, bei der Gesamtentfernung Null, ist letzterer 3,1 s schneller. Um diese Zeiten dauern die Reversiergänge (4 je Spiel) beim mechanischen Typ länger, da angenommen werden kann, daß die anderen Zeiten konstant bleiben. Die höhere Steigung der Geraden für den Ackerschlepper mit hydrostatischem Getriebe zeigt an, daß die Fahrgeschwindigkeit hier geringer war. Das zeigte sich auch in späteren Versuchen. Aufgrund eines Fehlers in der Hydrostatik-Einheit konnte nicht die volle Fahrgeschwindigkeit erreicht werden.

### 4.4 Ballentransport

Die von einer Ballenpresse auf dem Felde in Haufen von rund 10 Stück abgelegten Strohballen sollten mit Front- und Hecklader auf den Hof in die Scheune gebracht werden. Der Ackerschlepper nahm mit Hecklader rückwärtsfahrend einen Haufen auf, fuhr vorwärts zum nächsten Haufen, der mit dem Frontlader aufgenommen wurde. Abseits liegende Ballen mußten von Hand

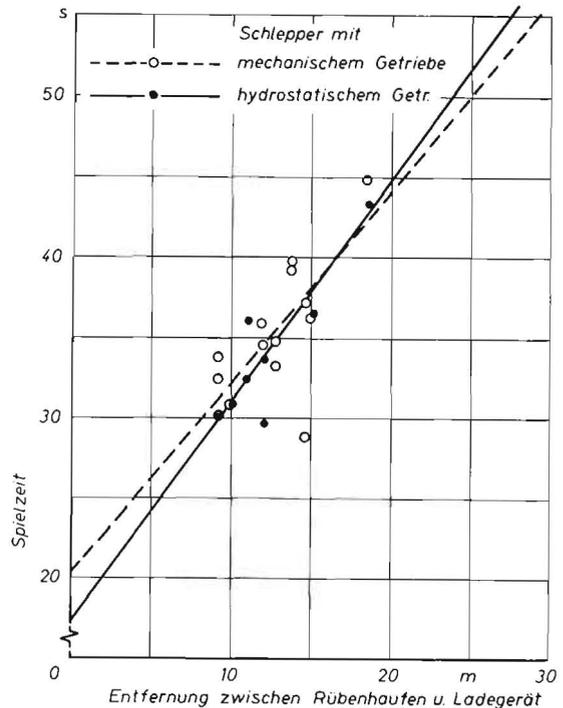


Bild 3: Vergleich der Ladezeiten für Zuckerrüben

aufgesammelt werden. Die Fahrt vom Feldrand bis zur Scheune betrug 230 beziehungsweise 739 m. Dort wurden die Ballen abgeworfen.

Diese Arbeit stellte besondere Anforderungen an die Bedienung der Maschine. Während die Gesamtspielzeit der Hydrostatikmaschine gegenüber dem Vergleichsschlepper nicht ungünstig war (412 beziehungsweise 446 s gegenüber 398 beziehungsweise 482 s), waren doch die Ladezeiten sehr ungünstig. Es wurden 62 beziehungsweise 59 s gegenüber 44 s beim Ackerschlepper mit mechanischem Getriebe benötigt.

Diese Zeitdifferenz wird damit begründet, daß alle Betätigungen beim Hydrostatikschlepper von Hand ausgeführt werden mußten: die Fahrgeschwindigkeit, das Lenken und das Betätigen der vorderen und hinteren Ladegabel. Dadurch ist der Fahrer überfordert.

Bei einer Steuerung der Fahrgeschwindigkeit über ein Pedal wären die Betätigungen besser aufgeteilt und dem Fahrer besser angepaßt. Dieses Pedal hätte sicherlich dazu beigetragen, die Ladezeit wesentlich zu verkürzen.

## 5. Pflugversuche

Beim Pflügen wird die Schlepperleistung benötigt, um eine Dauerzugarbeit aufzubringen, die den Motor stark auslastet. Bei der Beurteilung eines Ackerschleppers wird seiner Flächenleistung beim Pflügen sehr große Bedeutung beigemessen, obgleich ein moderner Schlepper in höchstens 20% seiner Arbeitszeit zum Pflügen eingesetzt wird. Bei den übrigen Arbeiten ist der Zugleistungsbedarf gering. Eine derartige Beurteilung kann den Hydrostatikschlepper in ein ungünstiges Licht rücken, da die Wirkungsgrade der hydrostatischen Getriebe immer noch wesentlich schlechter als die entsprechender mechanischer Einheiten sind. Ob trotzdem Verbesserungen möglich sind, bedarf einer eingehenden Betrachtung.

### 5.1 Vergleichende Versuche bei gleicher Dieselmotorleistung

Aus Zugkraftmessungen konnte der Wirkungsgrad der Schleppergetriebe ermittelt werden. Beim mechanischen Ackerschlepper lag eine Motorleistung von 50,7 PS vor. An den Triebädern wurde eine Leistung von 46,8 PS mit genügender Genauigkeit festgestellt. Sie ergibt einen Getriebewirkungsgrad von 92,1%.

Am Hydrostatikschlepper war die maximale Motorleistung nicht direkt bekannt, aber bei Berücksichtigung des bekannten Wirkungsgrades über die Zapfwelle mit 48,2 PS bestimmt. Die Triebadlerleistung wurde mit 34,9 PS festgestellt. Der Getriebewirkungsgrad betrug also nur 72%.

Die Leistung am Rad stieg mit fallender Geschwindigkeit beim mechanischen Ackerschlepper von 45,8 PS im 5. Gang mit 995 kp Zug bis 46,8 PS im 2. Gang mit 2580 kp Zug, beim hydrostatischen Ackerschlepper von 31,5 PS mit 724 kp Zug bis zum Maximum von 34,9 PS mit 1580 kp Zug.

Bei verschiedenen Pflugversuchen ergaben sich Werte für die mittlere Arbeitsgeschwindigkeit beim Hydrostatikschlepper, die 78% bis 109% derjenigen des Vergleichsschleppers betragen. Dieser günstige obere Grenzwert führt bei dem geringen Wirkungsgrad der hydrostatischen Getriebe zu dem Schluß, daß der Ackerschlepper mit mechanischem Getriebe wegen seiner Gangabstufungen nur wenig ausgelastet war. Über alle Versuche gemittelt, ergeben sich 92%, das heißt 8% Minderleistung des Hydrostatikschleppers. Ein sehr günstiger Wert, wenn beachtet wird, daß er nur 83% der Triebadlerleistung des mechanischen Ackerschleppers abgeben kann.

### 5.2 Vergleichende Versuche bei gleicher Zugleistung

In den oben beschriebenen Versuchen wurden die Vorteile des stufenlosen Getriebes durch dessen schlechten Wirkungsgrad überdeckt. Darum werden jetzt Versuche beschrieben, bei denen der Einfluß des Wirkungsgrades ausgeschaltet ist: Versuche mit gleicher maximaler Zugleistung bei beiden Ackerschleppern. Dieses wurde dadurch erreicht, daß die Dieselmotorleistung des Hydrostatikschleppers soweit erhöht wurde, daß die Nutzlast der des Vergleichsschleppers angeglichen war. Die maximale Zuglei-

stung war 42,1 PS bei einer Zugkraft zwischen 1110 bis 1290 kp. Der Vergleichsschlepper hatte im 4. Gang auf fester Fahrbahn eine maximale Leistung von 42,3 PS, im 3. Gang 35,3 PS.

Die Ergebnisse der Versuche zeigen, daß im ungünstigsten Fall (wenn der Hydrostatikschlepper oft im günstigen Drehzahlbereich des gestuften Getriebes arbeitet) ein mittlerer Gewinn von 2% durch das stufenlose Getriebe erreicht wurde. Wenn beim gestuften Getriebe oft zwischen zwei Gängen gewechselt werden muß, was der Normalfall ist, ergeben sich Gewinne von 11 bis 13%.

Bei diesen Versuchen, die sich jeweils über eine Zeitspanne von vier bis sechs Stunden Dauer erstreckten, erreichte die Öltemperatur nach etwa eineinhalb bis zwei Stunden einen konstanten Wert von 60 °C, das heißt 20 °C höher als zu Beginn der Messungen. Der Öldruck lag zwischen 160 und 220 atü.

## 6. Die maximal möglichen Gewinne durch einen Hydrostatikschlepper

Die aus den Versuchen (s. Abschnitt 3 bis 5 und Tafel 1) ermittelten Zeitgewinne beziehungsweise -verluste, die durch Änderung von Fahrgeschwindigkeit und Flächenleistung erzielt werden konnten, stellen Daten dar, die ohne automatische Regelung zu erreichen sind. Wenn beispielsweise die Fahrgeschwindigkeit nach der maximalen Dieselmotorleistung automatisch geregelt wird, lassen sich wesentlich höhere Gewinne erzielen.

Diese zur Zeit noch theoretischen Gewinne lassen sich nach Gleichungen aus einer deutschen Arbeit errechnen [2]. MEYER gibt in dieser Arbeit für den mittleren Gewinn an:

$$\left(\frac{\Delta V}{V}\right)_{\text{mittl}} = \left[\frac{K}{2}(\alpha + 1) - 1\right] \cdot 100\% .$$

Hierin ist  $\alpha$  der mittlere wirkliche Stufensprung beim gestuften Getriebe,  $K$  ist definiert durch:

$$K = \frac{\eta'}{\eta} \cdot \frac{\lambda'}{\lambda} ,$$

worin  $\eta$  beziehungsweise  $\eta'$  die Gesamtwirkungsgrade des gestuften und des stufenlosen Getriebes sind, und  $\lambda$  beziehungsweise  $\lambda'$  die maximalen Leistungen der beiden Dieselmotoren angeben (abweichend von MEYER).

Für den in Abschnitt 5.1 angestellten Vergleich beim Pflügen mit annähernd gleicher Dieselmotorleistung ergibt sich ein mittlerer Gewinn von  $\left(\frac{\Delta V}{V}\right)_{\text{mittl}} = -11\%$ ; beim Vergleich mit gleicher Leistung am Zughaken (Abschnitt 5.2) ist die entsprechende Zahl

$$\left(\frac{\Delta V}{V}\right)_{\text{mittl}} = +12\% .$$

Bei Arbeiten, die nicht die maximale Motorleistung beanspruchen, brauchen die Wirkungsgrade nicht berücksichtigt zu werden. Die Vorteile lassen sich einfach aus der Formel errechnen:

$$\left(\frac{\Delta V}{V}\right)_{\text{mittl}} = \left[\frac{\alpha - 1}{2}\right] \cdot 100\% .$$

Bei solchen Arbeiten ist der entscheidende Faktor meist die Arbeitsqualität. Diese wird durch die Güte der Maschine und vom Geschick des Fahrers beeinflusst. Sie in greifbaren Zahlen auszudrücken, scheint nicht möglich zu sein. Bei solchen Arbeiten dürfte eine automatische Regelung nicht sinnvoll sein.

In der bereits erwähnten Arbeit [2] wird aus den dortigen Versuchsergebnissen heraus über die Dauer und Häufigkeit der verschiedenen Arbeiten in einem 25 ha Modellbetrieb ermittelt, welche mittlere Ersparnis bei allen Arbeiten durch das hydrostatische Getriebe zu erwarten ist. Als Ergebnis wird angegeben, daß bei nichtautomatischer Regelung ein Gewinn von 10,4%, bei automatischer Regelung ein Gewinn von 14,8% zu erwarten ist. Bei speziellen Arbeiten (zum Beispiel der Heu- oder Getreideernte), die oft unter großem Zeitdruck ausgeführt werden müssen, dürfen jedoch Gewinne bis fast 25% erwartet werden. Gerade dieser recht hohe Gewinn in den Arbeitsspitzen dürfte für den Landwirt sehr wertvoll sein.

## 7. Einige Gedanken zur Auslegung der Bedieneinrichtung

Eine Anbringung des Verstellhebels für das hydrostatische Getriebe links neben dem Fahrer erwies sich für alle Arbeiten als ungünstig. Die meisten zapfwellengetriebenen Maschinen waren gezogene

Einheiten, sie arbeiteten auf der rechten Seite. Der Fahrer sieht also über die rechte Schulter nach hinten, um die Arbeit zu beobachten. Ähnlich ist es beim Pflügen, der Fahrer blickt mehr nach hinten als nach vorn.

Aus diesen Gründen wurde der Hebel versuchsweise rechts vom Fahrer angeordnet. Dann können leicht die Bedienhebel für die Hydraulik unbeabsichtigt verstellt werden. Gleichzeitiges Heben einer Last und Ändern der Fahrgeschwindigkeit ist mit der rechten Hand allein nicht möglich. Denkbar ist die Anordnung des Verstellhebels unter dem Lenkrad, sofern eine Verwechslung mit anderen Hebeln ausgeschlossen ist.

Bei Frontladerarbeiten ist eine Getrieberegulation mit dem Handhebel allein nicht möglich. Eine Hand muß dauernd die Hydraulik bedienen, die andere lenken. Eine Kombination der Hydraulik- und Getriebesteuerung in einem Hebel scheint praktisch nicht durchführbar. So bleibt nur ein Pedal, mit dem die Fahrgeschwindigkeit gewählt wird. Dieses Pedal sollte jedoch etwas anders ausgeführt sein als die hier untersuchten. Die Nullstellung sollte schnell einstellbar sein. Dieses sollte erreicht werden bei einem Durchtreten des Pedals, nicht mit einer Mittelstellung. Dadurch würde dem Fahrer ein sicheres Fahrgefühl gegeben, er würde die Leistungsfähigkeit des Ackerschleppers besser ausnutzen.

Wenn gesagt wird, daß zum Einsatz dieser stufenlosen Getriebe eine automatische Regelung der Übersetzung nötig ist, dann werden die maximalen Stellgeschwindigkeiten sehr wichtig sein. Sie haben beim Frontlader und Wenden während der Erntearbeiten ihre Bedeutung. Die Regelung sollte auch so feinfühlig sein, daß auch in schwierigen Bodenverhältnissen nahe an der Kraftschlußgrenze gefahren werden kann.

Die durch diese Maßnahme erzielbaren Gewinne scheinen so gering, daß es fraglich ist, ob sie den Aufwand rechtfertigen. Wo die Arbeit es erlaubt, kann der Fahrer das Leistungsoptimum sehr gut annähern.

Die automatische Regelung der Leistung, beziehungsweise der Fahrgeschwindigkeit ist jedoch dann wünschenswert, wenn der Fahrer dadurch eine Hand für andere Betätigungen frei bekommt.

### Zusammenfassung

Vier Ackerschlepper mit hydrostatischem Getriebe einer Hydraulik-Firma wurden bei verschiedenen landwirtschaftlichen Arbeiten untersucht. Flächenleistungen und Arbeitsgeschwindigkeiten wurden gemessen und mit den entsprechenden Werten verglichen, die durch einen Ackerschlepper mit konventionellen, mechanischem Getriebe erreicht wurden. Die Faktoren, die die Versuche und dann die Ergebnisse beeinflussen, werden diskutiert.

Es wird auf eine Arbeit von MEYER [2] eingegangen, die über Versuche mit stufenlosem, mechanischem Getriebe in Ackerschleppern berichtet. Die entsprechenden theoretischen Betrachtungen werden untersucht.

Bei Arbeiten mit zapfwellengetriebenen Maschinen, wie Kartoffelsammelernter, Mähwerke oder andere Heuwerbungsmaschinen, wurden Erhöhungen der Fahrgeschwindigkeit von 10–20%, in einem Fall sogar bis zu 34,5% beobachtet. Bei Frontladerarbeiten wurde gefunden, daß die Leistungen besonders durch zufällige Einflüsse beherrscht werden. Es wurden Erhöhungen in der Geschwindigkeit bis zu 18,5% beobachtet. Beim Pflügen, wo ein niedrigerer Wirkungsgrad zu einer schlechteren Leistung der hydrostatischen Getriebe führen könnte, waren die Vergleiche nicht so ungünstig für dieses System, wie aufgrund von theoretischen Betrachtungen hätte vorausgesagt werden können.

Diese Untersuchungsreihe gibt nicht alle Daten für eine vollständige Beurteilung der Güte eines hydrostatischen Getriebes im Ackerschlepper; es wurden jedoch wertvolle Erfahrungen über die Bedeutung vieler Einflußfaktoren gesammelt.

### Schrifttum

- [1] NATION, H. J.: Some Pilot Field Comparisons between Tractors fitted with Hydrostatic or Mechanical Transmission. *Journal of Agricultural Engineering Research* 8 (1963), S. 355–375 (mit weiteren Schrifttumshinweisen)
- [2] MEYER, H.: Die Bedeutung eines stufenlosen Getriebes für den Ackerschlepper und seine Geräte. In: *Grundlagen der Landtechnik*, H. 11, S. 5.–12 VDI-Verlag Düsseldorf 1959

Jürgen Otto Wendeborn

## Komfort und Sicherheit für Schlepperfahrer

Das National Institute of Agricultural Engineering (NIAE) in Silsoe/England veranstaltet bisher alle zwei Jahre seinen „Open-Day“. Dabei konnten sich jeweils etwa 4000–5000 Besucher über aktuelle landwirtschaftliche und landtechnische Probleme informieren. Die große Zahl der Besucher machte es jedoch den Mitarbeitern des NIAE unmöglich, mit jedem einzelnen interessierten Gast einen ausreichenden Gedankenaustausch zu pflegen oder ihn genügend zu informieren. Um diesem Mangel zu begegnen, wurde jetzt mit dem „Subject Day“ ein neuer Weg beschritten. Hierunter wird eine Fachtagung verstanden, die einen ganz speziellen Problembereich in Vorträgen behandelt, die durch entsprechende Demonstrationen untermauert werden. Im einzelnen soll damit ein Überblick über vorliegende Arbeiten zum jeweiligen Thema gegeben werden. Wichtige Aufgaben für die Zukunft werden herausgearbeitet; die neuesten Forschungsarbeiten, die einige Wissenslücken füllen, sollen bekanntgegeben werden. Endlich werden die Untersuchungsmethoden, die für laufende und kommende Untersuchungen angewendet werden, durch Demonstrationsversuche erklärt.

Diese Veranstaltungen sollen in Zukunft alljährlich oder, wenn ein Bedarf vorliegt, auch häufiger stattfinden. Eingeladen wird hierzu neben der British Society for Research in Agricultural Engineering nur ein ganz spezieller Personenkreis, den das jeweilige Generalthema direkt berührt. Die Teilnehmerzahl soll so auf höchstens 300–400 Personen begrenzt bleiben. Die eingangs erwähnten „Open Days“ sollen daneben beibehalten, jedoch nur etwa alle fünf Jahre abgehalten werden.

Die erste Fachtagung wurde am 6. Oktober 1964 veranstaltet. Sie stand unter dem Rahmenthema „Komfort und Sicherheit für Schlepperfahrer“. Die Veranstaltung war für alle Beteiligten ein voller Erfolg. Als besonders günstig erwies sich die Kombination von Vortrag, Demonstration und Diskussion, die auch in dieser zeitlichen Reihenfolge jeweils gesammelt behandelt wurden. Mit sechs Vorträgen und elf Demonstrationsständen wurde das Thema sehr eingehend beleuchtet. Alle Vortragenden mit einer Ausnahme gehörten dem NIAE an.

### Die Vorträge mit den Demonstrationen

Nach den Begrüßungsworten von H. J. HAMBLIN gab T. C. D. MANBY einen einführenden Überblick über den gesamten Themenkreis. Der so sehr komplexe und vielschichtige Begriff von Fahrkomfort und -sicherheit wird analysiert. In ihm sind hauptsächlich folgende Einflüsse zusammengefaßt:

Intensität, Frequenz usw. von Schwingungen (u. a. vom Motor und der Fahrbahn angeregt);

die relative Lage der einzelnen Bedienelemente des Schleppers und von Zusatzausrüstungen zum Fahrer;

die benötigten Kräfte, um diese Hebel, Pedale zu bedienen;

die Möglichkeiten in der Änderung der Sitzhaltung, wobei die Sicht auf die verschiedenen Arbeitsgeräte noch gut den jeweiligen Erfordernissen entspricht;

die Höhe des Geräuschpegels;

weitere Umgebungseinflüsse: Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Gehalt von festen Bestandteilen in der Luft, Abgase des Schleppermotors;

allgemeine Anforderungen: einfaches Starten des Motors, die Zuverlässigkeit der Maschine im allgemeinen, leichter An- und Abbau von Geräten und die einfache und leichte Wartung;

Sicherheit bei Arbeiten auf Feld und Straße durch guten Entwurf und Konstruktion der Betätigungselemente, Schutz bei Überschlagen des Schleppers und die Art, Hilfseinrichtungen oder angehängte, angebaute oder aufgesattelte Maschinen mitzuführen (im Hinblick auf Verletzungsgefahr für den Fahrer und einfaches, leichtes Besteigen und Verlassen des Schleppers).

Für die Notwendigkeit der guten Auslegung eines Schleppers in bezug auf alle vorgenannten Punkte führt MANBY zwei wesentliche Gründe an, die sich glücklicherweise gut ergänzen: