

Probleme der Schlepperentwicklung

Von Helmut Meyer

Die Probleme der Schlepperentwicklung können wir nur dann im einzelnen richtig sehen, wenn wir uns ein Bild über die Faktoren machen können, die die Schlepperentwicklung im ganzen beeinflussen. Hierbei handelt es sich um neue, technische Entwicklungsmöglichkeiten auf der einen Seite und um die agrar- und marktpolitische Lage auf der anderen. Ich will versuchen, beide Seiten anzudeuten.

Auf der technischen Seite tauchen am Horizont bereits die Gasturbine und die hydraulische Leistungsübertragung auf, ich werde später noch darauf eingehen. Dazu kommen noch neue Werkstoffe und die Überlegenheit, die die Automatisierung in der Fertigung den Massengütern gibt.

Auf der landwirtschaftlichen Seite scheinen mir zunächst drei Hinweise wichtig:

1. Die Abwanderung von Arbeitskräften aus der Landwirtschaft wird durch den abnehmenden Nachwuchs von Jugendlichen infolge des Heranrückens der geburtsschwachen Jahrgänge und durch die Aufstellung einer Wehrmacht, die auch noch einen erheblichen Bedarf an zivilen Hilfskräften hat, verstärkt werden. Besonders wird das die Bauernbetriebe treffen, die auf Familienangehörige oder ledige, fremde Arbeitskräfte angewiesen sind. Auf jeden Fall wird die Arbeitskraft in der Landwirtschaft immer teurer.
2. Wie der *Grüne Bericht* betont, ist das Kapital, vermöge dessen Arbeitskraft durch Maschinen ersetzt werden kann, in bestimmten Betriebstypen und -größen nicht vorhanden. Es besteht aber die Hoffnung, daß wirksame Mittel gefunden werden, um auch diesen Betrieben Anschaffungen zu ermöglichen.
3. Zwischen dem Stand des technischen Wissens auf dem Land und der Entwicklung der allgemeinen Technik und der Landtechnik im besonderen besteht eine manchmal erschreckend große Phasenverschiebung; sie wirkt sich nicht nur in falschen Anschaffungen technischer Einrichtungen, sondern auch in der ungenügenden Ausnutzung richtiger Anschaffungen aus. Dies gilt gerade für den Schlepper, dessen Möglichkeiten trotz aller Bemühungen um Aufklärung nur von einem Teil der Käufer richtig gesehen und genutzt werden; er erfährt auch nicht diejenige Pflege und Wartung, deren er bedarf.

Dieses Nachhinken der technischen Bildung auf dem Lande wirkt sich vielleicht nicht so sehr in der landwirtschaftlichen Produktion ¹⁾ als vielmehr in der Schwere der Arbeitsbelastung der landwirtschaftlichen Bevölkerung aus.

Der Schlepperkonstrukteur ist damit in einem gewissen Zwiespalt; er weiß, daß er die Schlepper so einfach und unempfindlich machen muß, als es nur irgend möglich ist, andererseits ist er sich aber auch bewußt, wie sehr die ganze Entwicklung zu einem größeren Komfort oder sogar zu einer gewissen Automatisierung drängt, womit die Einrichtungen wieder kompliziert werden und der Bedarf an Wartung steigt. Seine Kunst wird es sein, den richtigen Mittelweg zu finden.

Schlepperstärke

Die Schlepperindustrie hat ein Jahr hinter sich, in dem die Umsatzziffern eine unerwartete Spitze mit 140 000 Stück erreicht haben. Damit ist der Bestand an Ackerschleppern in der Bundesrepublik am 1.1.1956 auf über 450 000 Stück angewachsen. Verschiedentlich ist darauf hingewiesen worden, daß damit das Ergebnis einer Analyse, die *Dencker* und ich unter Mitarbeit von *Köstlin* 1947 veröffentlicht haben [1], „längst überholt“ sei, wir hatten nämlich einen Bestand von nur 310 000 Stück der damaligen Baumuster für notwendig erachtet; ich habe aber noch im gleichen Jahr auf der KTL-Tagung in Rothenburg mindestens weitere 200 000 Schlepper einer damals noch unbekannten Bauweise für die Kleinbetriebe als erforderlich und absetzbar bezeichnet [2]; den also damals bereits als möglich und wahrscheinlich angesehenen Bestand von etwa 550 000 Stück werden wir vielleicht im Jahr 1957 erreichen.

Für die Planungsingenieure ist die Kenntnis der Verteilung des Schlepperbestandes auf die einzelnen Betriebsgrößen besonders wichtig. Das *Statistische Bundesamt* hat gerade jetzt die entsprechenden Zahlen [3] veröffentlicht, die in **Bild 1** verwertet sind. Aus dieser Darstellung geht nicht hervor, welche Schlepperstärken in den einzelnen Betriebsgrößen eingesetzt sind; es ist lediglich zu erkennen,

¹⁾ Der *Grüne Bericht* rechnet damit, dass 1,2 Mill. t GW (Getreidewert) allein durch Einsparung an Zugviehfutter durch den Schlepper bei 42 bis 45 Mill. t GW Boden-Bruttoproduktion freigesetzt werden.

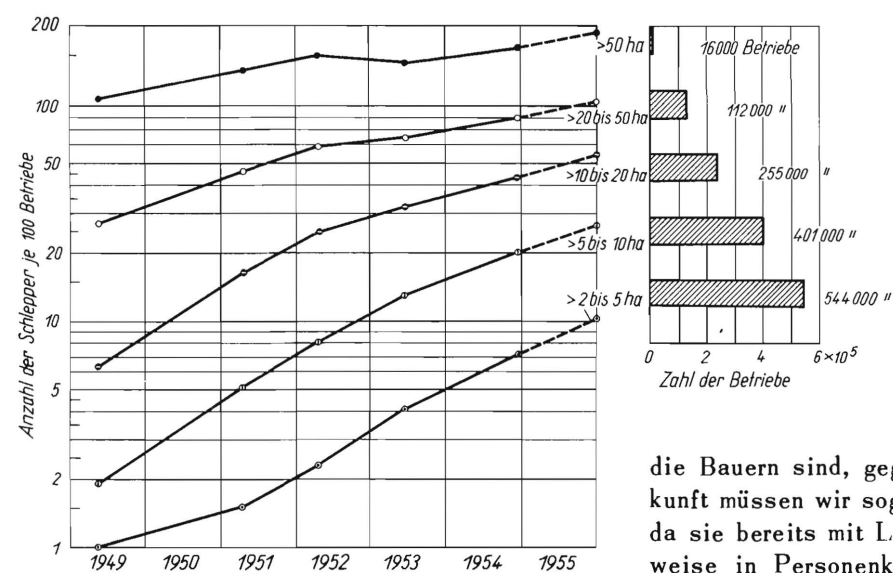


Bild 1. Bestandsdichte an betriebseigenen Schleppern nach Betriebsgrößen seit 1949.
Einzelwerte für Ende 1955 nach dem gesamten Inlandumsatz für das Jahr 1955 geschätzt

daß in den Betrieben von 10 bis 20 ha und erst recht unter 10 ha noch ein großer Bedarf an Schleppern vorhanden ist. In intensiven und strukturell günstigen Betrieben über etwa 15 ha wird künftig kaum mit einem Schlepper auszukommen sein. Hier werden sich selbst ältere Standardschlepper und „Geräteträger“ gut ergänzen können. Zu bedenken ist allerdings, daß die Anforderungen an die Schlepper im allgemeinen immer härter werden, je kleiner der Anteil der noch nicht motorisierten Betriebe in den verschiedenen Größenklassen wird. Der Wandel in der Aufgliederung des Umsatzes auf die verschiedenen Leistungsklassen wird aus **Bild 2** erkennbar. Hiernach hat der Anteil der Schlepper unter 17 PS und erst recht derjenige unter 12 PS im vergangenen Jahr erstmals eine Minderung erfahren. Es ist nun die große Frage, ob sich hier bereits ein Trend abzeichnet oder ob hier nur zufällige Einwirkungen vorhanden waren. Gegen letzteres spricht die Tatsache, daß in allen Ländern des Bundesgebietes der Anteil der Zulassungen an 12 PS-Schleppern 1955 erstmalig geringer als in den vorhergegangenen Jahren war, in einigen Bundesländern wurden 1955 sogar absolut weniger 12 PS-Schlepper zugelassen als 1954. Wenn ich auf den Inlandsmarkt so ausführlich eingehe, so deshalb, weil er stückzahlmäßig immer noch mit 75% am Umsatz beteiligt ist und damit der Ausgangspunkt für alle weiteren Überlegungen sein muß.

Die wichtigsten Bestimmungsgründe für die Wahl der Schlepperstärke, ausgedrückt in Motorleistung und Gewicht, sind in **Bild 3** zusammengestellt. Die Schlepperstärke hat sich im Einzelfall nach der Arbeit zu richten, die die höchsten Anforderungen stellt.

Motor

Vor 60 Jahren hätte kein Mensch geglaubt, daß einmal der Dieselmotor, noch dazu mit so kleinen Leistungen, in die Hand von solchen Laien, wie es

die Bauern sind, gegeben werden kann, In der Zukunft müssen wir sogar mit der Gasturbine rechnen, da sie bereits mit Leistungen von 50 PS versuchsweise in Personenkraftwagen eingebaut wird; wir können daraus den Schluß ziehen, daß sie auch einmal in Schleppern Verwendung finden wird. Dafür ist noch sehr viel Entwicklungsarbeit zu leisten.

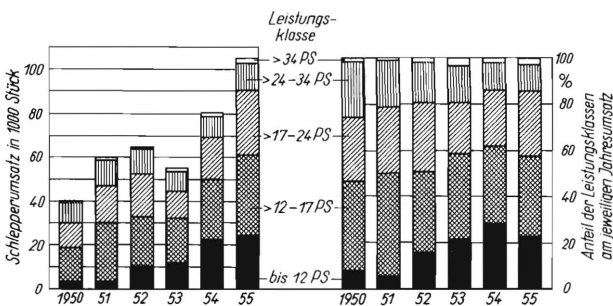


Bild 2. Jährlicher Schlepperumsatz im Inland nach Leistungsklassen seit 1950.

Aus einem sehr interessanten Aufsatz von Krušchik [4] zitiere ich am besten wörtlich folgendes: „Für Fahrzeuge kommt grundsätzlich nur eine Turbinenbauart nach dem einfachen, offenen Verfahren mit getrennter Nutzleistungsturbine in Frage. Diese ergibt das für Fahrzeuge sehr erwünschte Drehmomentwandler-Verhalten, d.h. bei Vollast und auf Stillstand gebremster Nutzleistungsturbine (Anfahren) steht das etwa dreifache Drehmoment wie bei Vollaumdrehzahl zur Verfügung.

Bodenbearbeitung		Schwere des Bodens, Arbeitstiefe und -breite notwendige Flächenleistung, Hang, Kombination, Art der Werkzeuge	
Saat und Düngung		Arbeitsbreite, Kombination, Hang	
Pflege		Schwere des Bodens, Hang, Art der Arbeit, Arbeitsbreite, notwendige Flächenleistung	
Ernte	Futter	Maschinenart	Mähhäcksler
	Getreide		Binder/Mähdrescher
	Kartoffeln		Vorratsroder
	Zuckerrüben		Sammelroder
Ladearbeiten		Art des Ladegutes, Mengen	
Transporte		Mengen, Entfernungen, Steigungen	

Bild 3. Die wichtigsten Bestimmungsgründe für die Wahl der Schlepperstärke.

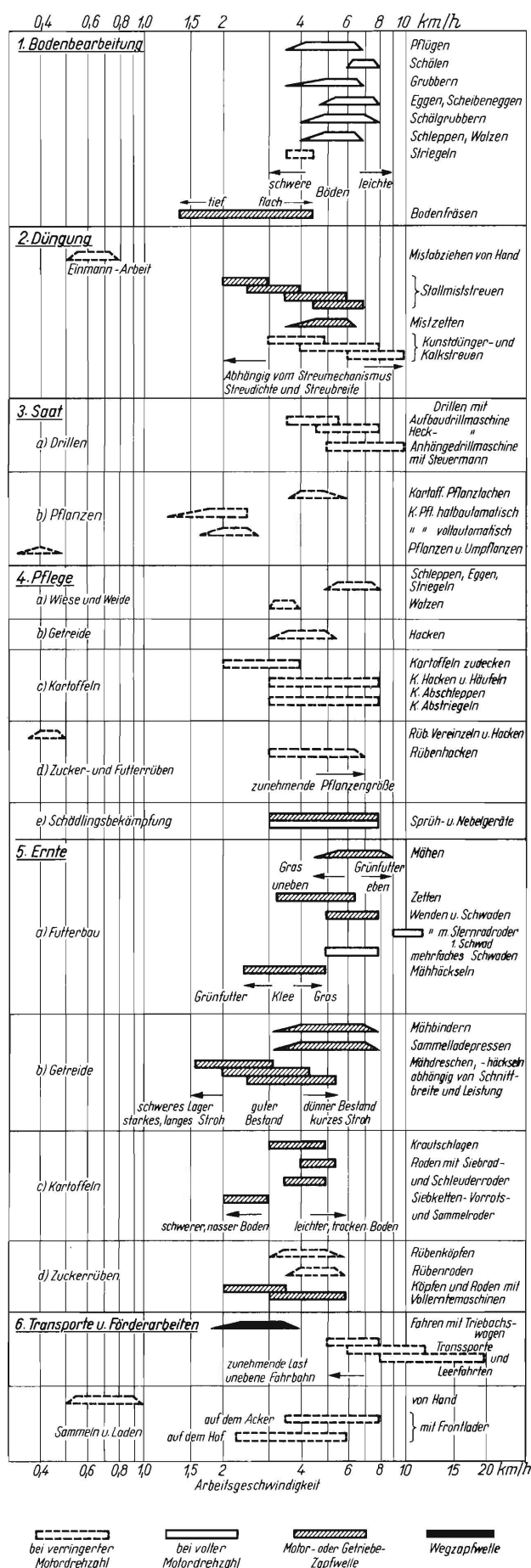


Bild 4. Geschwindigkeitsbereiche für die verschiedenen landwirtschaftlichen Arbeiten.

Zur Annäherung an die ideale Fahrhyperbel wird man mit drei Vorwärts- und einem Rückwärtsgang auskommen. Die Getriebe müssen unter Last geschaltet werden können, um ein Durchgehen der Nutzleistungsturbine während des Schaltens zu vermeiden.

Im Leistungsgewicht ist die Gasturbine mit ca. 0,5 bis 1,5 kg/PS dem Kolbenmotor klar überlegen. Im Raumbedarf kann sie günstiger werden als der Kolbenmotor.

Es sind Ausführungen bekannt geworden, die erwarten lassen, daß der Brennstoffverbrauch im gesamten Lastgebiet in Zukunft sehr günstig sein wird, geringer als im Ottomotor. Zu diesen Vorteilen kommt noch die Möglichkeit, in Zukunft auch billige Brennstoffe verwenden zu können. Dies und der geringe Schmierölverbrauch sowie die einfache Wartung werden niedere Betriebskosten ergeben. Die Lebensdauer wird der des Kolbenmotor gleichkommen. Bezüglich der Herstellkosten in der Großserie kann man annehmen, daß die Gasturbine etwas billiger als der Kolbenmotor werden wird."

In der Gegenwart steht für uns der Dieselmotor im Mittelpunkt des Interesses, der uns trotz der langen Entwicklungszeit noch viele Probleme für seine Weiterentwicklung aufgibt; hierüber wird Seifert [5] anschließend ausführlich berichten.

Getriebe

Die Aufgabe des Getriebes liegt in der Drehmomentwandlung des Motors, da dieser leider keinen so günstigen Drehmomentverlauf wie die Gasturbine hat. Der Geschwindigkeitsbereich der landwirtschaftlichen Arbeiten ist außerordentlich groß. Die Zusammenstellungen, die es darüber gibt, haben wir an Hand neuer Werte über die Anforderungen der verschiedenen Landmaschinen und Geräte überarbeitet (Bild 4).

Wir haben für die Darstellung den logarithmischen Maßstab gewählt, da die Getriebe im allgemeinen auch geometrisch gestuft sind. Wichtig ist, daß der Geschwindigkeitsbereich in der Landwirtschaft von etwa 0,4 km/h bis zu 20 km/h reicht. Wir haben sehr eingehend die Frage geprüft, wie weit die Arbeitsgeschwindigkeiten gegenüber den derzeit gebräuchlichen Werten erhöht werden könnten. Im ganzen hat es sich gezeigt, daß das nicht in dem Maße möglich ist, wie es dem Wunsche des Schlepperkonstruktors und der allgemeinen Entwicklung zu erhöhten Geschwindigkeiten entsprechen würde. Die angegebenen Geschwindigkeiten sind funktionell und technologisch bedingt. Ich weise in diesem Zusammenhang nur auf die Fahrgeschwindigkeiten bei der Kartoffelernte hin, die sich mit Rücksicht auf Kartoffelschädigungen ergeben. Aber vielleicht sind hier künftig Entwicklungen zu erwarten, die doch gewisse Geschwindigkeitssteigerungen erlauben.

Dieses Geschwindigkeitsschaubild zeigt praktisch keine Lücken, so daß daraus kein Anhalt für die Getriebestufung eines mechanischen Getriebes zu gewinnen wäre. Jedes Stufengetriebe wird immer ein gewisser Kompromiß zwischen den Forderungen und den konstruktiven und wirtschaftlichen Möglichkeiten sein müssen. Ein mechanisches Getriebe mit möglichst vielen Gängen stellt die beste Annäherung an das stufenlose Getriebe dar.

Ideal in dieser Hinsicht, aber auch bezüglich Einzelradantrieb und Drehmomentbegrenzung sind die stufenlosen, hydrostatischen Getriebe. An ihnen wird nicht nur in Großbritannien, wo vom *National Institute of Agricultural Engineering* der erste derartige Schlepper bereits gebaut worden ist, sondern auch in Deutschland ernsthaft gearbeitet [6 bis 9]. Die wirtschaftlichen und fertigungstechnischen Rücksichten machen die Übertragung von Leistungen über 40 bis 60 PS vorläufig schwierig.

Eine andere Frage ist die, ob auch hydrodynamische Wandler für uns in Frage kommen würden. Gegen sie spricht zunächst der hohe Preis, vielleicht kann aber eines Tages ein hydrodynamischer Wandler, der im Personen- oder Lastkraftwagen bereits eingeführt und dadurch auf einen geringen Serienpreis gekommen ist, auch für den landwirtschaftlichen Schlepper verwendet werden. Hydrodynamische Wandler sind vorläufig erst von 40 bis 50 PS ab aufwärts sinnvoll, später vielleicht auch für etwas kleinere Leistungen. Das Drehmomentverhältnis läßt sich nur schwer über 3:1 bringen. Deshalb sind 3 bis 4 zusätzliche und unter Last schaltbare Getriebestufen sowie Rückwärtsgang erforderlich. Auf Vollautomatik (vgl. amerikanische Lösungen) könnte verzichtet werden. Stattdessen ergeben sich Regelprobleme, weil mit der Last sich auch die Arbeitsgeschwindigkeit ändert. In den USA werden schwere Kettenschlepper für Erdbau und ähnliche Zwecke schon mit hydrodynamischen Wandlern ausgerüstet.

An dieser Stelle müßte ich eigentlich das Wendegetriebe besprechen, das also dieselben Fahrgeschwindigkeiten bei Vorwärts- wie bei Rückwärtsfahrt gestattet. Ich möchte aber hierauf erst später eingehen.

Die Motorzapfwelle, also diejenige Zapfwelle, deren Antrieb völlig unabhängig von der Fahrkupplung ist, hat sich bereits für Feldhäcksler, Mähdrescher usw. als besonders vorteilhaft erwiesen. Auch die Wegzapfwelle hat ihre Vorteile, z.B. für den Antrieb von Triebachswagen, bereits gezeigt; es ist aber die Frage, ob wir für gewisse Aufgaben nicht verschiedene Übersetzungen zur Verfügung haben sollten, damit wir uns besser den einzelnen Maschinen anpassen könnten. Die Triebachswagen und andere Geräte bringen u.U. hohe Drehmomentspitzen, denen noch nicht alle Zapfwellenkonstruktionen gewachsen zu sein scheinen.

Laufwerk

Wenn ich bei der Behandlung des Laufwerks zunächst mit der Spurweite beginne, so rühre ich ein sehr umstrittenes Thema an. Die Schlepper unter 30 PS werden heute einheitlich mit einer Spurweite von 1,25m mit einer Verstellmöglichkeit auf 1,50m gebaut. Hierbei gilt die Spurweite von 1,25m als eigentliche Normspurweite, während die größere nur für Sonderfälle benutzt werden soll; daneben haben wir Räder mit Mehrfachspurverstellung mit 100mm Stufensprung. Der Spurweite von 1,25m entspricht ein Reihenabstand für Zuckerrüben von 41,7cm und für Kartoffeln von 62,5cm. Während sich dieser Reihenabstand für Kartoffeln nahezu allgemein durchgesetzt hat, wird bei Zuckerrüben dem Reihenabstand von 41,7cm häufig ein solcher von 50cm oder auch 46cm vorgezogen. Am Hang hat sich eine Reihenweite bei Zuckerrüben von 50cm bisher als notwendig herausgestellt, da sonst bei der Pflege die Rübenpflänzchen zu leicht durch die Reifen des seitlich abrutschenden Schleppers beschädigt werden. Von Experten des Kartoffel- und Zuckerrübenanbaues wird jedoch neuerdings darauf aufmerksam gemacht, daß die Not an Arbeitskräften in der Landwirtschaft möglicherweise zu einer Erhöhung der Reihenabstände, also zur Bevorzugung der Reihenabstände von 50 bzw. 75cm führen kann. Bei diesen Reihenabständen ist die Gesamtlänge der Reihen je ha um 16,7% kleiner als bei den schmaleren Reihen. Infolgedessen steigt bei der Ernte von Zuckerrüben und Kartoffeln mit den neuen Vollerntemaschinen die Flächenleistung um das gleiche Maß. Es ist nun die Frage: Sollen die Schlepper grundsätzlich auf die mit den breiteren Reihen verbundene größere Spurweite von 1,50m eingestellt werden, oder soll die Spurweite nur für die betreffenden Arbeiten vom Bauern verändert werden? Gerade, wenn man an einen Betrieb denkt, der nur einen einzigen Schlepper hat und der z.B. in der Frühe Grünfütter mäht und anschließend Zuckerrüben und vielleicht noch Kartoffeln bearbeitet, dann muß man sagen, daß ein derartig ständiger Wechsel der Spurweite dem Bauern nicht zugemutet werden kann. Die Verhältnisse werden also verschieden liegen. Möglicherweise muß sich die Industrie darauf einstellen, daß Schlepper mit größerer Spurweite als 1,25m für alle Arbeiten in zunehmendem Maße verlangt werden. Dadurch wird der Anbau des Pfluges, des Mähwerks und anderer Arbeitsgeräte beeinflusst, aber auch z.B. die Spurweite der Ackerwagen. Dieser Gesichtspunkt würde für die Ackerwagenindustrie eine neue Beunruhigung bringen, da sie sich jetzt nach langen Verhandlungen auf die Spurweite 1,25m für Ackerwagen kleinerer Tragfähigkeit eingestellt hat. Durch diese Forderung, die zunächst vom Kartoffel- und Zuckerrübenbau ausgeht, kann eine erhebliche Unruhe in die Schlepperindustrie usw.

gebracht werden. Auf der anderen Seite bringt eine vergrößerte Spurweite am Hang auch gewisse Vorteile, Bild 5.

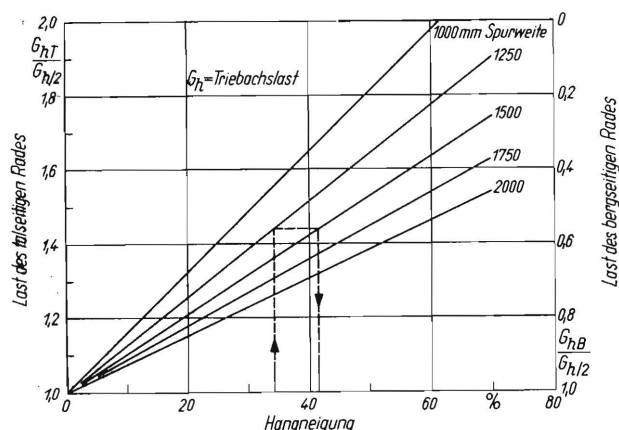


Bild 5. Änderung der Radlasten eines 12-PS-Tragschleppers bei Querfahrt am Hang und verschiedenen Spurweiten.

Eng mit der Spurweite ist das Problem der Lenkung verbunden; man wird für die größeren Schlepper, zumindest für den Export, an der Servolenkung, mit Hilfe der Hydraulik nicht mehr vorbeikommen.

Luftreifen

Das Sortiment an Triebadreifen für Ackerschlepper ist trotz aller Bemühungen der Reifenindustrie immer umfangreicher geworden. Besonders nachteilig dabei ist, daß sich bei gleichbleibendem Felgendurchmesser der Außendurchmesser ändert, sobald ein breiterer Reifen verwendet wird. Diese sehr verschiedenartigen Außendurchmesser machen sich für die Schlepper- und Getriebeindustrie, aber auch für die Landwirtschaft äußerst störend bemerkbar. Wir in Deutschland sind davon ganz besonders betroffen, da oberhalb von 20 km/h bestimmte Vorschriften gelten, die die Schlepper und die Ackerwagen verteuern. Auf der anderen Seite legt jeder Landwirt darauf Wert, daß die Höchstgeschwindigkeit

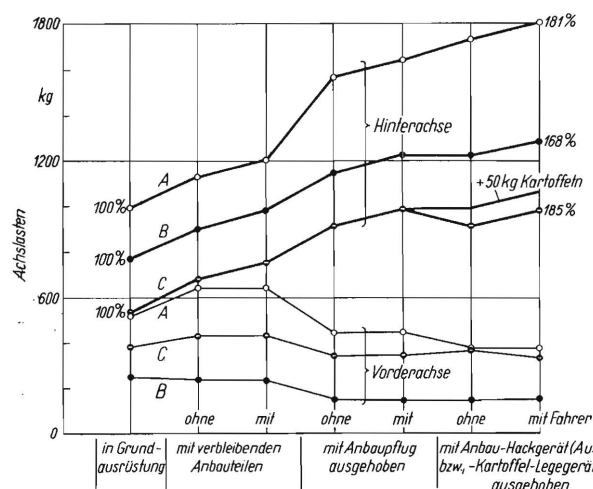


Bild 6. Achslasten von drei Schleppern A, B und C mit verschiedenen Ausrüstungen bzw. Geräten.

seines Schleppers möglichst dicht an 20 km/h herangeht. Auch ohne diese Beengung der Höchstgeschwindigkeit haben sich die Schlepperhersteller in den USA genau so über diese Vielfalt von Reifendurchmessern zu beklagen; auch sie müssen die Schlepper den verschiedenen Einsatzverhältnissen anpassen und können sich für einen bestimmten Schleppertyp nicht auf eine einzige Reifengröße mit einer bestimmten Tragfähigkeit beschränken. In den USA sind Versuche mit Reifen gleichen Außendurchmessers, aber verschiedener Reifenbreite, und infolgedessen verschiedenem Felgendurchmesser durchgeführt worden [10]. Die amerikanische Reifenindustrie scheint sich jedoch augenblicklich noch dagegen zu sträuben, diese Reifen in ihre Fertigung aufzunehmen; aber nach meinem Dafürhalten ist die Herstellung dieser Reifen nur eine Frage der Zeit. Für uns in Deutschland sind die Gesichtspunkte, die für solche Reifen sprechen, noch wichtiger als in den USA.

Die Bedeutung von Reifen gleichen Außendurchmessers, deren Tragfähigkeit allein durch die größere Reifenbreite erhöht wird, geht aus Bild 6 hervor, das bei Schleppern mit Hinterradantrieb die Belastung der Triebadreifen durch angebaute Geräte zeigt. Die Schlepper A und C sind mit dem Ladergrundrahmen und den beiden Hubzylindern ausgerüstet, Schlepper C außerdem noch mit einem Wetterdach; sie tragen also Teile, die praktisch ständig am Schlepper bleiben. Die Erhöhung der Radlasten der Triebäder durch die Arbeitsgeräte wird noch durch den Seitenhang des Schleppers (Bild 5) sowie bei Bergfahrt vergrößert.

Bei Reifen gleichen Außendurchmessers können wir, wenn schwere Arbeitsgeräte an einem Schlepper angebaut werden müssen, statt der schmalen Reifen breite verwenden, ohne daß sich die Schleppergeschwindigkeiten ändern. Müssen die Schlepper infolge höherer Lasten – die sich doch nur beim Transport der Geräte auf der Straße bemerkbar machen – breiter bereift werden, dann ist dies nicht so unangenehm, wenn gleichzeitig die Reihenabstände erhöht worden sind, da damit die Reifen zwischen den Pflanzenreihen, wenigstens in der Ebene, mehr Platz haben.

Über die Beanspruchungen der Reifen unter Lasten, die oberhalb der Normlasten liegen, ist schon oft gesprochen worden. Wir haben hierüber in letzter Zeit einige Versuche durchgeführt, doch ist es noch zu früh, über die Ergebnisse zu berichten.

Der geringst zulässige Luftdruck der Triebadreifen beträgt bisher 0,8 atü. Wir wissen jedoch, daß bei weiterem Absinken des Luftdrucks der Fahrwiderstand der Reifen niedriger und die Zugfähigkeit größer wird. Als Voraussetzung für eine derartige Senkung des Luftdruckes muß jedoch der Reifen-

sitz in Umfangsrichtung erhalten bleiben, was konstruktiv durchaus möglich ist, und der Luftdruck von Hand oder automatisch rasch der Art der Fahrbahn angepaßt werden können, so daß die Reifeneinsenkung konstant bleibt. Zur Zeit bestimmt die zulässige Reifeneinsenkung auf fester Fahrbahn den zulässigen Luftdruck auch auf weicher. Wenn die Reifen mit Wasser gefüllt sind, ist das Luftvolumen wesentlich kleiner, und es genügt eine viel kleinere Luftmenge, um den Druck wieder zu erhöhen. Leider führt die Verkleinerung des Luftvolumens durch Wasserfüllung zu höheren Lastspitzen, ohne daß die Reifen entsprechend abgeplattet werden. Wir versuchen noch, die Beziehungen experimentell zu klären.

Wir haben früher Versuchsergebnisse veröffentlicht [11], die die Überlegenheit von schmalen Reifen gegenüber breiten Reifen bei gleichem Außendurchmesser gezeigt haben. Diese Ergebnisse sind von der Industrie schon bezweifelt worden, und es ist sogar die Ansicht geäußert worden, daß die Bekanntgabe unserer Versuchsergebnisse vereinzelt auf einen falschen Weg geführt hätte. Demgegenüber kann ich nur sagen, daß neue, auf verschiedenen, zum Teil sehr ungünstigen Bodenarten und -zuständen durchgeführte Vergleichsversuche zwischen Reifen 10-28 mit einem Außendurchmesser von 1200mm und Reifen 8-36 mit einem Außendurchmesser von 1295mm bei gleicher Triebachslast gezeigt haben, daß bei Kraftschlußbeiwerten von 0,25 bis 0,7 der Reifen 10-28 eher schlechter als besser gegenüber dem anderen Reifen gewesen ist. Unter sechs Versuchen war nur einer, bei dem der Reifen 10-28 gesichert besser war als der Reifen 8-36. Ich wäre sehr dankbar, wenn zu dieser Frage, die ja allgemein von Interesse ist, Stellung genommen werden könnte. Es sei nur auf ausführliche, amerikanische Versuchsergebnisse hingewiesen, nach denen der breitere Reifen bei Reifen gleichen Außendurchmessers und gleicher Radlast praktisch keinen Gewinn gebracht hat [6 bis 9].

Die Zugfähigkeit der Reifen ist nicht allein von der Reifengröße, sondern auch von der Ausbildung der Stollen abhängig. In Deutschland sind wir insofern in einer unangenehmen Lage, als die Ackerschlepperreifen sowohl auf dem Acker als auch auf der Straße verwendet werden müssen, und der Reifen ein Kompromiß zwischen den beiden Anforderungen nach Zugfähigkeit auf dem Acker und nach Abriebfestigkeit auf der Straße darstellen muß. In der Rücksicht auf die Straßenfahrt dürfte in der Vergangenheit des Guten etwas zuviel getan worden sein, denn es wäre wohl zweckmäßiger, wir verwendeten etwas schmalere Stollen, die besser in den festen Boden einschneiden und sich selbst leichter reinigen, und nähmen dafür in Kauf, daß die Stollen vielleicht etwas früher verschleifen.

Auf Sand haben schon alte Versuche gezeigt, daß niedrige Stollen vorteilhafter als die hohen sind. Höchststollenreifen, die sogenannten Zuckerrohr- oder Reisfeldreifen, haben sich bei der Zuckerrübenabfuhr als eindeutig überlegen erwiesen [12]. Sie sind wegen der Selbstreinigung auch durch weite Stollenabstände, also durch eine verhältnismäßig geringe Zahl von Stollen gekennzeichnet. Für die Straßenfahrt, zumindest für häufige Straßenfahrten, sind sie ungeeignet; wenn wir aber daran denken, bei unseren Schleppern statt Luftreifen Anbaurau- pen zu verwenden, dann bestehen auch keine Bedenken gegen diese Rübenreifen.

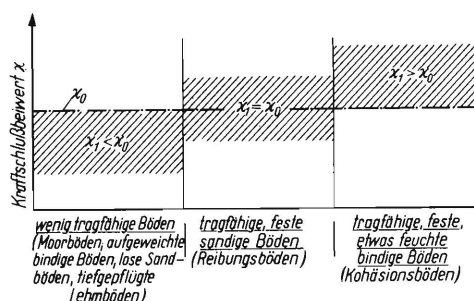


Bild 7. Wirkung einer Erhöhung der Betriebsachslast G auf den Kraftschlußbeiwert κ auf verschiedenen tragfähigen Böden.

$\kappa = T/G$ Kraftschlußbeiwert (T Triebkraft)

κ_0 Ausgangs-Kraftschlußbeiwert für eine bestimmte Betriebsachslast G_0

κ_1 Kraftschlußbeiwert für eine gegenüber G_0 erhöhte Betriebsachslast G_1

Durch Zusatzgewichte oder durch Wasserfüllung der Reifen kann man die Achslast erhöhen und damit die Zugkraft der Schlepper steigern. Es ist aber die Frage, ob die Zugkraft immer proportional mit der Achslast anwächst. Aus vielen Versuchen kann der in **Bild 7** dargestellte Zusammenhang zwischen Bodenart und -zustand und dem Kraftschlußbeiwert κ geschlossen werden. Wenn unter sonst gleichen Verhältnissen nur das Gewicht von G_0 auf G_1 erhöht wird, dann steigt wohl die Triebkraft T_0 auf T_1 , aber der Kraftschlußbeiwert $\kappa = T/G$ kann größer oder kleiner werden oder auch gleich bleiben. Am günstigsten hinsichtlich der Zusatzlasten sind die Kohäsionsböden, auf ihnen kann der Zugkraftgewinn sogar so groß werden wie die Zusatzlast; gefährlich kann dagegen ein hohes Schleppergewicht auf wenig tragfähigen Böden werden, besonders wenn auch der Fahrwiderstand der Vorderräder hoch wird.

Bei früheren Tagungen haben wir Ergebnisse von Vergleichsversuchen verschiedener Luftreifen gebracht [11 u. 13]. **Bild 8** vermittelt das sehr summarische Ergebnis, d.h. die Zusammenfassung der Ergebnisse von Vergleichsversuchen mit Schleppern mit Hinterradantrieb, mit Allradantrieb und mit Kettenantrieb. Die sehr aufschlußreichen Einzelergebnisse werden noch von *Lange* veröffentlicht werden. Auf der Abszisse sind die Zugkraftbeiwerte Z/G der

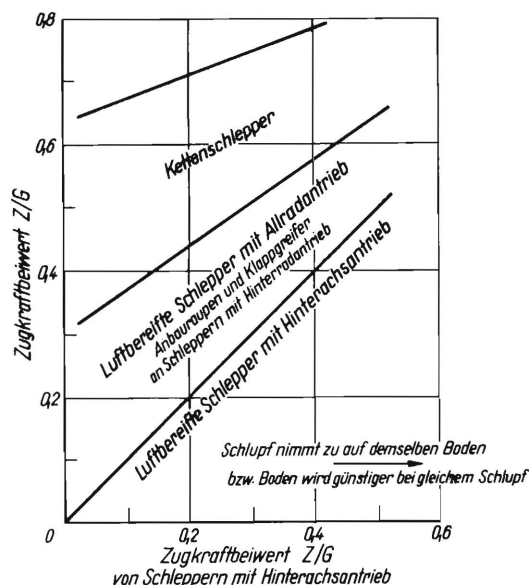


Bild 8. Zugfähigkeit von Schleppern mit verschiedenen Laufwerken im Vergleich zu Schleppern mit Hinterradantrieb.

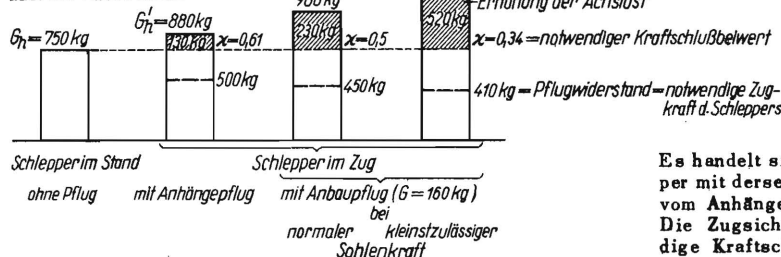
Schlepper mit Hinterradantrieb aufgetragen und auf der Ordinate die unter gleichen Leistungen gemessenen zugehörigen Werte anderer Laufwerksbauarten. Ein beliebig herausgegriffener Zugkraftbeiwert kann in einer bestimmten Richtung sich dadurch ändern, daß entweder der Schlepper bei einem anderen Bodenzustand eingesetzt wird, wobei auch der Schlupf konstant bleiben soll, oder daß ein anderer Schlupf verlangt oder zugelassen wird.

Die Raupe erweist sich nach diesen Versuchsergebnissen als am günstigsten. Dem steht der hohe Verschleiß der Ketten entgegen, der sich trotz aller Bemühungen noch nicht grundlegend vermindern ließ. Dort, wo es auf sicheren Zug ankommt und Triebachsanhänger nicht verwendet werden können, wird sich zunehmend der Schlepper mit Vierradantrieb zwischen den normalen Schlepper mit Hinterradantrieb und die Raupe schieben. Allerdings spreche ich hier nur von solchen Schleppern mit Vierradantrieb, bei denen die Größe der Reifen in einem günstigen Verhältnis zur Radlast und den zu übertragenden Kräften steht.

Last auf Vorderachse



Last auf Hinterachse



Solange wir durch eine möglichst große Last auf den Triebädern eine möglichst große Zugkraft erreichen können, müssen wir auch durch eine optimale Anlenkung der Pflüge dieser Forderung gerecht werden, ohne daß ihre Arbeit dadurch beeinträchtigt wird. Flerlage [14] geht bei der Behandlung der Dreipunktaufhängung näher darauf ein. Verschiedene Möglichkeiten, das Gewicht des Anbaupfluges für die Belastung der Triebäder des Schleppers auszunutzen, sind in letzter Zeit bekannt geworden; ihre mögliche Wirkung wird durch Bild 9 veranschaulicht. Die Säulen stellen die Achslasten bei verschiedenen Arbeitszuständen dar, der schraffierte Teil die Erhöhung der Hinterachslast. Der Pflugwiderstand wird kleiner durch Wegfall der Räder und durch Verringerung der Reibungswiderstände. Eine Senkung der vom Schlepper aufzubringenden Zugkraft und eine Erhöhung der Triebachslast verringern die Ansprüche an den Kraftschlußbeiwert

$$\kappa = \frac{T}{G_h} = \frac{Z + R_v}{G_h},$$

wobei die Triebkraft T die Summe aus der Zugkraft Z und dem Fahrwiderstand der Vorderräder R_v ist. Der Kraftschlußbeiwert kann von 0,61 auf 0,34 sinken, so daß entweder mit geringerem Schlupf, also mit höherer Fahrgeschwindigkeit oder auf ungünstigerem Boden gearbeitet werden kann. Eine automatische Einstellung eines Mindestsohlendruckes wäre durchaus erwünscht, da dann der Schleppereinfahrer nicht mehr so leicht Fehler machen kann. Frontlader mit schwerer Ladelast entlasten bei Schleppern mit Hinterradantrieb die Hinterräder oft zu sehr, wenn man nicht ausreichende Gegengewichte hinten aufsetzt. Den Lader wahlweise nach rückwärts wirkend anzubauen, erscheint grundsätzlich möglich und würde der Überwindung schmieriger Strecken, wie z.B. beim Ausfahren aus Mistgruben, förderlich sein.

Sofern Reifen und Boden eine Mehrlast vertragen, ist die Aufsattelung von Einachswagen eine ausgezeichnete Hilfe. Aufsattelvorrückungen, die vom Kraftheber betätigt werden können und eine unzulässige Entlastung der Vorderachse vermeiden, wären

Bild 9. Beeinflussung der Triebachs- und Vorderachslast sowie der Zugsicherheit des Schleppers durch den Arbeitswiderstand der Geräte.

Es handelt sich bei der Gegenüberstellung um denselben Schlepper mit derselben Reifenausstattung. Der Zugwiderstand Z nimmt vom Anhängerpflug zum Anbaupflug durch den Wegfall der Räder ab. Die Zugsicherheit des Schleppers nimmt zu, weil der notwendige Kraftschlußbeiwert κ von 0,61 auf 0,34 unter denselben Reifen- und Bodenverhältnissen abnimmt.

für viele Zwecke nützlich und ausreichend und billiger als Triebachswagen, die auf schwierige Einsatzverhältnisse beschränkt bleiben könnten.

Die Ausnutzung des Gewichts des Anbaupfluges und anderer Geräte zur Belastung der Triebräder des ziehenden Schleppers ist schon ein Schritt auf dem Wege zum Leichtbau des Schleppers, der aber erst dann konsequent gegangen werden kann, wenn die Bodenbearbeitung, soweit sie höhere Zugwiderstände mit sich bringt, durch rotierende Geräte erfolgt, wie z.B. Fräse und Rollspatenege.

Allerdings wird es noch sehr eingehender Untersuchungen bedürfen, um festzustellen, wie weit der Leichtbau des Schleppers getrieben werden kann. Wir werden bei den Transporten vom Zug kaum abkommen können, wissen aber aus verschiedenen Untersuchungen, daß gerade beim Schalten und Kuppeln, besonders in der Steigung, sehr erhebliche Beanspruchungen auftreten, denen das Getriebe gewachsen sein muß. Ob wir hier gewichtsmäßig viel einsparen können, ist fraglich.

Bauformen

Bei den verschiedenen Bauformen, wie Standardschlepper, weiterentwickelten Standardschlepper mit schmaler Taille, also mit Mittelrohr, Geräteträger mit Doppelrohr u.a., sind leider die Bezeichnungen der Begriffe „Geräteträger“ und „Tragschlepper“ durchaus nicht einheitlich und klar. Die modernen Bauarten außer dem Standardschlepper haben das Eine gemeinsam, daß wichtige Geräte im Blickfeld des Fahrers angebaut werden können, ferner sind verschiedene Anbauräume vorhanden, so daß mehrere Arbeiten in einem Arbeitsgang bewältigt werden können. Diese Schlepperbauarten sind darauf auszurichten, daß sie zur Einsparung von Arbeitskräften durch einen Mann ausgerüstet und bedient werden können.

Die Arbeitsgeräte werden entweder seitlich unter den Rahmen eingefahren, damit der Kraftheber sie aufheben kann, oder sie werden von oben auf den Mittelrohr- oder Doppelrahmen aufgelegt. Ist der Doppelrohrrahmen nach vorn völlig offen, dann kann er unschwer über ein Arbeitsgerät, das schmal und lang ist, wie z.B. ein Kartoffelroder, fahren und es aufnehmen.

Wichtig erscheint mir, daß solche Geräte, die bei bestimmten Arbeiten in Sicht des Fahrers, also zwischen den Achsen, sein müssen, später, wenn dies nicht mehr nötig ist, wegen des leichteren Ankuppelns hinten angebracht werden können.

In Deutschland stehen zwei Möglichkeiten für Kleintransporte im Wettbewerb: Die Plattform auf dem Geräteträger und ein leichter Einachsanhänger mit niedriger Ladefläche. Der Entwicklung solcher Einachswagen sollte etwas mehr Aufmerksamkeit

geschenkt werden, da sie mitsamt der Last bei anderen Arbeiten leicht abgehängt werden können.

Segler hat kürzlich auf den starken Einfluß hingewiesen, der künftig möglicherweise von den Erntemaschinen her auf die Schlepperbauformen ausgeübt wird. Interessant ist, daß immer neue Selbstfahrer auf den Markt kommen, deren Grundgestell als „Geräteträger“ bezeichnet wird. Die Entwicklung wird hier von zwei Seiten, nämlich vom gezogenen Werkzeug und von der angetriebenen, komplexen Vielzweckmaschine, vorwärtsgetrieben.

Häufig wird die Verwendungsmöglichkeit des Schleppers in beiden Fahrtrichtungen zur Diskussion gestellt. Die bessere Sicht auf die Geräte bei der Rückwärtsfahrt ist ein Grund für diese Einrichtungen, sie ist aber wegen der Lenkung der dann hinten liegenden Vorderräder nur bei den Erntearbeiten anwendbar. Wenn man mit den Geräten hin- und herfahren kann, ohne am Feldende wenden zu müssen, bringt dies Vorteile wohl nur bei der Bodenbearbeitung quer zum Hang, macht aber einen doppelten Werkzeugsatz nach Art des Kippfluges und eine Vierradlenkung erforderlich. Deutz hat vor vielen Jahren schon einen solchen Schlepper herausgebracht, noch dazu mit einer Hangelwinde versehen; er konnte sich aber nicht durchsetzen [15].

Die Neigung des Winkels zur Horizontalen, unter dem der Fahrer des Schleppers auf die Arbeitswerkzeuge für die Zuckerrüben- und Kartoffelpflege blicken muß, ist sehr verschieden. Es ist zwar möglich, in der Ebene und nach größerer Übung weiter voraussehend nach irgendeiner anderen Einrichtung den Schlepper zu lenken, am Hang und bei der Feinhacke muß aber unbedingt nach den Werkzeugen selbst gesteuert werden. Je flacher der Blickwinkel auf sie ist, also je weiter die Werkzeuge vor dem Fahrer liegen, umso schneller kann er fahren. Wie die höchstzulässige Fahrgeschwindigkeit vom Blickwinkel abhängt, zeigt Bild 10.

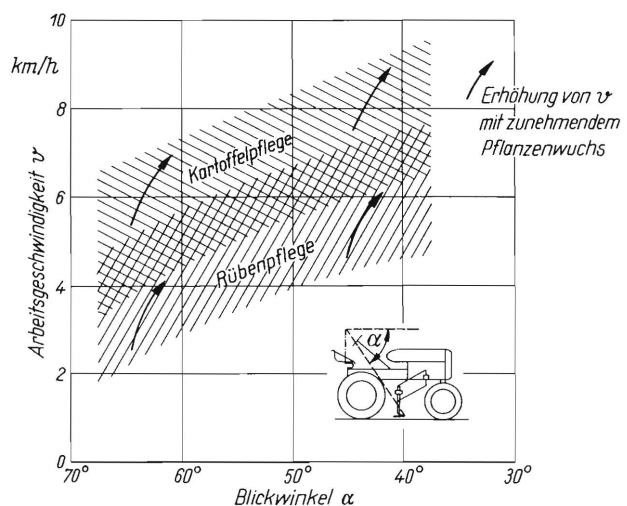


Bild 10. Arbeitsgeschwindigkeit bei Reihenarbeit in Abhängigkeit vom Blickwinkel α .

Mensch und Maschine

Mit der Sicht auf die Arbeitswerkzeuge hatte ich bereits das menschliche Verhalten in die Betrachtung einbezogen. Nunmehr wollen wir uns aber auf die Wechselbeziehungen zwischen Mensch und Schlepper konzentrieren. Eingangs wurde auf die erhebliche Diskrepanz zwischen der technischen Entwicklung und dem technischen Wissen der Landbevölkerung hingewiesen. Ihretwegen müssen wir viel stärker als bisher auf ein wartungs- und reparaturgerechtes Konstruieren achten. Als Beispiel sei nur die Zugänglichkeit und Ausbaumöglichkeit der Batterie erwähnt, die für ihre Lebensdauer und Funktionsfähigkeit auch bei niedrigen Temperaturen sehr wichtig sind.

Der Landwirt wird hinsichtlich des Komforts auf dem Schlepper immer anspruchsvoller. Das betrifft nicht nur die Größe der Motorleistung, sondern auch die Bequemlichkeit der Handhabung, die Dämpfung der Fahrzeugschwingungen, den Schutz vor den Unbilden der Witterung und die Lärminderung. Im *Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie Dortmund* und im *Institut für Landwirtschaftliche Arbeitswissenschaft Bad Kreuznach* sind Versuche durchgeführt worden, aus deren Ergebnissen sich bestimmte Richtlinien für die Anordnung von Bedienungselementen zum Schlepperfahrer herleiten [16]. Den hier erarbeiteten Erkenntnissen müßte von seiten der Industrie, zumindest bei neuen Serien, Rechnung getragen werden. Natürlich ist ein vollkommen gefedertes Fahrzeug dem Schlepper mit starrer Hinterachse überlegen; aber auch beim Schlepper mit starrer Hinterachse kann manches erreicht werden, wie früher schon in verschiedenen Arbeiten gezeigt wurde [17 und 18]. Durch die Untersuchungen der Arbeitsphysiologen [16] ist erwiesen, daß es nicht allein auf die Eigenfrequenz der Sitzfederung, sondern auch auf die Lage und Richtung der Schwingung zum Schlepper ankommt, wobei die Parallelführung des Sitzes der Hebelanordnung überlegen ist.

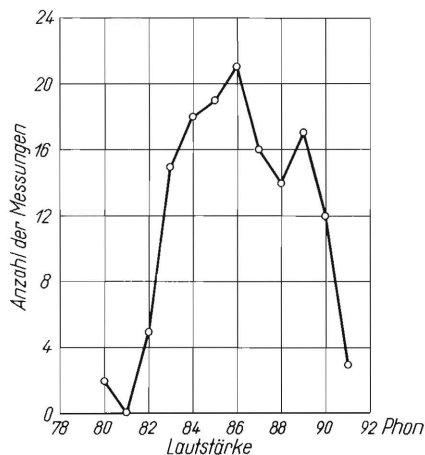


Bild 11. Häufigkeit der Lautstärke des Fahrgeräusches von 142 Ackerschleppern.

Zum Schluß dieses Abschnittes möchte ich noch auf die Lärmbekämpfung eingehen, über die bestimmte Vorschriften von seiten der Verkehrsbehörden vorliegen. Danach darf das Auspuff- und das Fahrgeräusch eines Schleppers nicht mehr als 90 Phon – gemessen in 7 m Entfernung – betragen. Wie verschieden aber heute immer noch das Auspuffgeräusch der Schlepper ist, geht aus der Häufigkeitsdarstellung in **Bild 11** hervor, für die die Meßergebnisse der Technischen Überwachungsvereine an 142 Schleppern verwertet sind. Selbst, wenn man eine gewisse Meßtoleranz zubilligt, ist die große Streuung überraschend. Vergewenwärtigt man sich, daß zwei Lärmquellen mit je 87 Phon ein Geräusch von nur 90 Phon ergeben, so ist nicht einzusehen, warum die Geräusche nicht Beispielsweise auf 86 Phon oder gar darunter gesenkt werden. Überraschend ist, daß die gleichen Motoren, in verschiedene Schlepperbaumuster eingebaut, Unterschiede in der Lautstärke um 5 bis 8 Phon aufweisen. Nach den Untersuchungen von *Lehmann (Max-Planck-Institut für Arbeitsphysiologie)* [19] wirkt ein Geräusch von 90 Phon unmittelbar auf vegetative Zentren ein, gleichgültig, ob der Mensch sich daran gewöhnt hat oder nicht. Bei

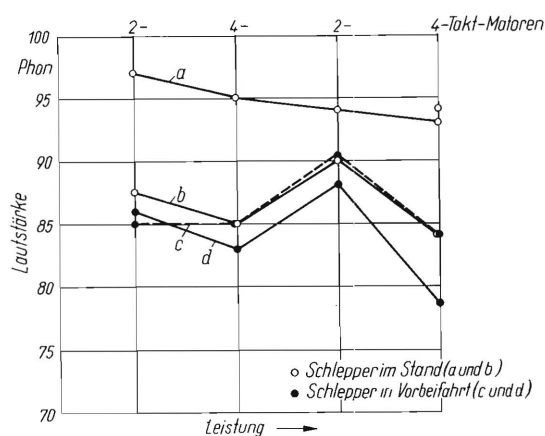


Bild 12. Lautstärke von 4 Ackerschleppern mit wassergekühlten Motoren. (Messung wurde 1955 von der *Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig* durchgeführt.)

Messstellen:
a neben dem Kopf des Fahrers
b Auspuffspitzen, in 7 m Entfernung
c Schlepper, belastet, in 7 m Entfernung
d Schlepper, unbelastet, in 7 m Entfernung

dem Kreis, auf den der Lärm der Schlepper einwirkt, müssen wir drei Gruppen unterscheiden: die Umwelt im Dorf, die eigene Familie, die im Hof mit dem Schlepper in Berührung kommt, und den Schlepperfahrer. Über die Beanspruchung des Schlepperfahrers lagen bis jetzt noch keine Meßergebnisse vor, wir haben deshalb die *Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig* gebeten, entsprechende Messungen durchzuführen. Nach **Bild 12** sind erschreckend hohe Lautstärken am Ohr des Fahrers gemessen worden. Genau so, wie wir uns bemüht haben, die Auswirkung der Fahrbahnschwin-

gungen auf den Fahrer zu verringern, müssen wir auch das Geräusch für ihn, seine Familie und die Umwelt verringern. Der Beweis ist geliefert, daß dies möglich ist. Allerdings kann es sein, daß gründliche Untersuchungen mit Frequenzanalysen nötig sind und daß die Schlepper etwas teurer werden. Die luftgekühlten Motoren sind in dieser Hinsicht vielleicht etwas ungünstiger als die wassergekühlten, aber auch hier zeigen bestimmte Ausführungen, daß durch Verwendung von Kunststoffen u. dgl. eine weitgehende Geräuschdämpfung möglich ist.

Der schon erwähnten Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit bei den verschiedenen Arbeiten ist auch eine Grenze der Reaktionsfähigkeit des Menschen gesetzt. Wenn es uns gelingen würde, gewisse Vorgänge zu automatisieren, dann würden wir den Schlepper und die Arbeitsmaschine weniger vom ständigen Eingreifen des Menschen abhängig machen. In diesem Zusammenhang sei auf eine automatische, durch Kontaktgeber und Fotozellen gesteuerte Vereinzelungsmaschine für Zuckerrüben, wie sie in Frankreich entwickelt worden ist, hingewiesen. Sie ist ein erster Schritt in Richtung auf eine derartige Automatisierung in der Landtechnik, wenn man davon absieht, daß z.B. der Regler eines Dieselmotors bereits eine Art Automatisierung ist, da er dafür sorgt, daß unabhängig von der Leistungsabgabe die Drehzahl immer in einer gewünschten Höhe bleibt.

Eine solche Automatisierung macht aber auf der anderen Seite die Maschine wieder störanfälliger und setzt ein dichtes Pflege- und Überwachungsnetz voraus. Gleichgültig, ob wir zu einer gewissen Automatisierung kommen oder nicht, vom Menschen, der draußen in der Landwirtschaft mit Landmaschinen und Schleppern umgeht, werden wir in Zukunft gute und vielseitige technische Kenntnisse fordern müssen. Die Phasenverschiebung, in die wir geraten sind, muß und wird nach meiner festen Überzeugung durch das stärkere Vordringen der technisch interessierten Jugend bald aufgeholt werden.

Schlußbetrachtung

Vor zwei Jahren bin ich gefragt worden, ob eigentlich im Schlepperbau noch Entwicklungen zu erwarten seien. Ich habe diese Frage damals sofort mit einem „ja“ beantwortet, denn alles, was ich im vorstehenden problematisch gekennzeichnet habe, zeigt, daß der Schlepperbau noch längst nicht am Ende seiner Entwicklung steht. Lord Rothschild hat

nach der *Farm Mechanization* in einem Vortrag über landwirtschaftliche Forschungsfragen gesagt: „... der Schlepper der Zukunft wird weder Zahnräder noch Übertragungswellen aufweisen, 400 PS-Motoren werden üblich sein und Arbeiten, die heute mit 3 bis 4 km/h geschehen, werden künftig mit 15 bis 16 km/h erfolgen“. Soweit gehe ich nicht, aber einiges ist noch zu tun.

Schrifttum

- [1] Dencker, C.H. und H. Meyer: Die Motorisierung der Landwirtschaft. Ber. üb. Landtechn. Heft I, Wolfratshausen 1947.
- [2] Meyer, Helmut: Die Bedeutung des Schleppers für Technik und Landwirtschaft. In: Ber. üb. Landtechn. Heft III, Wolfratshausen 1948. S. 7 bis 20.
- [3] — Statistische Berichte des Statistischen Bundesamtes Wiesbaden. Arb. Nr. III/22/11 vom 16. 1. 1956.
- [4] Kruschik, Julius: Die Fahrzeuggasturbine. Automob.-techn. Z. 58 (1956) Heft 1.
- [5] Seifert, Artur: Entwicklungsstand und Betriebseigenschaften von Schleppermotoren. (In diesem Heft).
- [6] Meyer, H. und H. Coenenberg: Die Bedeutung einer hydrostatischen Leistungsübertragung für Ackerschlepper. Landtechn. Forsch. 5 (1955) S. 1/4.
- [7] Hamblin, H.J.: Hydraulics in Agricultural Engineering. Engng. May 23, 1952, S. 637.
- [8] Hamblin, H.J.: A Tractor with Hydraulic Transmission. Engng. June 4, 1954.
- [9] Hamblin, H.J.: The Application of Hydrostatic Transmission to Tractors. J. Inst. Brit. Agr. Engrs. 1956.
- [10] Walters, F.C. and W.H. Worthington: Farm Tractors and their Tires. SAE-Journal, Juli 1956, S. 75/79.
- [11] Bock, G.: Feldversuche über die Zugfähigkeit von Ackerschlepperreifen. In: Grundlg. d. Landtechn. Heft 3, Düsseldorf 1952. S. 88 bis 100, Bild 11.
- [12] Lange, H.: Schlepper mit Spezialreifen zur Rübenabfuhr? Landbauforsch. 5 (1955) H. 2, S. 35/36.
- [13] Bock, G.: Beobachtungen bei Feldversuchen über die Zugfähigkeit von Schleppern. In: Grundlg. d. Landtechn. Heft 5, Düsseldorf 1953. S. 42 bis 48.
- [14] Flerlage, B.: Normung der Dreipunktaufhängung am Schlepper. In: Grundlg. d. Landtechn. Heft 7, Düsseldorf 1956. S. 89 bis 106.
- [15] Martiny, B.: Die Motorpflüge I. Teil. Berlin 1917, S. 218, Bild 90.
- [16] Dupuis, H.; R. Preuschen und B. Schulte: Zweckmäßige Gestaltung des Schlepperführerstandes. Schriftenreihe Landarb. u. Techn. Heft 20, Bad Kreuznach 1955.
- [17] Haack, M.: Über die günstigste Gestaltung der Schleppersitzfederung bei luftbereiften Ackerschleppern mit starrer Hinterachse. Landtechn. Forsch. 3 (1953) H. 1, S. 1/13.
- [18] Haack, M.: Über die Vorderachsfederung luftbereifter Ackerschlepper mit ungefederter Hinterachse. Landtechn. Forsch. 4 (1954) S. 1/3.
- [19] Lehmann, G.: Was ist und was bedeutet Lärm? VDI-Z. 97 (1955) S. 1012/14.

Eingegangen am 26. 4. 56

Institut für Schlepperforschung
der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode

Anschrift des Verfassers: Prof. Dipl.-Ing. Helmut Meyer, (20b) Braunschweig, Bundesallee 50