

Laufwerk und Kette müssen verbessert werden!

Von Ing. D. SPLIËSS, Forschung und Entwicklung, Schönebeck

DK 629.1-42.011.1: 629.11.012.57

Der Schlepper in seiner äußeren Form unterscheidet sich nach seinem fahrwerkmäßigen Aufbau in Rad- und Kettenschlepper. Das Kettenfahrzeug ist das geländegängigste und zugkräftigste Fahrzeug und erfüllt seine Aufgaben im Sommer ebenso wie im Winter unter den ungünstigsten Bodenverhältnissen und Witterungseinflüssen: Laufwerk und Kette leisten hierzu - neben anderen Baugruppen - einen entscheidenden Beitrag. Außerdem sind Laufwerk und Kette jene wesentlichen Baugruppen, die am schärfsten den Unterschied zwischen Rad- und Kettenschlepper kennzeichnen. Sie sollen deshalb im nachfolgenden ausführlich behandelt werden.

Betrachtet man den derzeitigen Schlepperweltmarkt, so muß man feststellen, daß im Gegensatz zu früher die Nachfrage bei Radschleppern größer ist als bei Kettenschleppern. Man erkennt außerdem, daß gerade in den Leistungsklassen von etwa 60 bis 90 PS, die den Kettenschleppern vorbehalten waren, der Radschlepper seine ersten erfolgreichen Gehversuche vollendet hat. So zum Beispiel:

60 PS F 4 L Klöckner-Humboldt-Deutz AG;
60 PS D 60 L Fahr AG.
75 PS S 75 A Orenstein & Koppel AG.
75 PS Forester England
94 PS Hannibal England usw.

Diese Tatsache hat, obwohl der Radschlepper in gewissen Arbeitsbereichen nicht soviel leisten kann wie ein Kettenschlepper, tiefere, vielleicht sogar berechtigte Gründe. Ohne in Einzelheiten zu verfallen, soll hier nur bemerkt werden, daß der Radschlepper sich in der Landwirtschaft durchgesetzt hat. In der Bauindustrie arbeitet das Kettenfahrzeug in seiner charakteristischen Form nur noch als Planier- raupe, ebenso werden Schürfkübelgeräte u. dgl. mit Luftreifenfahrwerk bevorzugt. Und dies alles, obwohl an den modernen Planiertraupen verschiedentlich fortschrittliche Konstruktionstendenzen für das Laufwerk zu beobachten sind.

Man kann sich die Gründe für das nachlassende Interesse am Kettenschlepper sehr gut veranschaulichen, wenn man seine Entwicklung von den Anfängen an verfolgt¹⁾.

Hier soll nur ein Kettenschlepper aus dem Jahre 1955 in Vergleich gestellt werden. Es ergibt sich dabei, daß in der hauptsächlich vorkommenden Kategorie der Kettenschlepper mit starren Laufwerkboxen im Äußeren kaum eine Veränderung, außer geringfügigen Abrundungen des Aufbaues, vorgenommen worden ist. Zwar hat man materialmäßig und auch konstruktiv einige Verbesserungen durchgeführt, aber am grundsätzlichen Prinzip wurde bis heute nichts verändert.

Welche Nachteile hat ein Kettenschlepper mit starren Laufwerkboxen? (Bild 1)

Bekanntlich haben sich die Arbeitsgeschwindigkeiten in allen Industriezweigen im Laufe der Jahre erheblich gesteigert, es hätte also auch die Geschwindigkeit des Kettenschleppers gesteigert werden müssen. Da aber die Laufwerkboxen nicht verändert worden sind und außerdem die Laufwerkboxenkonstruktion für höhere Geschwindigkeiten wegen der großen ungefederten Massen grundsätzlich falsch ist, waren wesentliche Geschwindigkeitssteigerungen nicht möglich. Man hätte sonst noch größeren Verschleiß an Laufwerk und Kette, der in keinem Verhältnis zum Radschlepper steht, in Kauf nehmen und die an sich schon nicht hervorragenden Fahreigenschaften noch verschlechtern müssen. Hinzu kommt, daß das Laufwerk sich den Geländeunebenheiten zwar durch

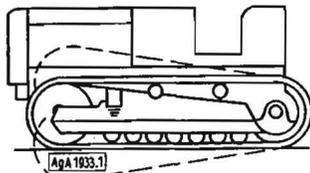


Bild 1. Kettenschlepper mit starrem Laufwerkboxen

Pendeln um das Antriebsrad anpassen kann, im wesentlichen aber doch in sich starr bleibt und daher im unebenen Gelände nicht mit der vollen Aufstandsfläche auf dem Boden haftet, was eine vergrößerte Flächenpressung und damit eine Ver-ringerung des Kraftschlusses zur Folge hat.

Die Anpassung des Laufwerks an das Gelände und die Auswirkung der Bodenunebenheiten auf Fahrer und Fahrzeug sind von besonderer Bedeutung. Der starre Laufrollen-kasten setzt bei der Fahrt in unebenem Gelände der erzielbaren Höchstgeschwindigkeit einfach eine Grenze, die sich darin äußert, daß der Fahrer auf seinem Sitz so hin- und hergeworfen wird, daß er von selbst die Geschwindigkeit herabsetzt, um einigermaßen erträglich fahren zu können. Von den Stößen, die die Triebwerkteile aufnehmen müssen, soll dabei gar nicht gesprochen werden. Weiter muß erwähnt werden, daß die Anordnung der kleinen Laufrollen größeren Fahrwiderstand und größeren Verschleiß zur Folge hat und die Kette sich im Rahmen der konstruktiven Veränderung bewegen muß, den die Laufwerkboxenordnung zuläßt.

Zusammengefaßt heißt das:

Zu niedrige Geschwindigkeit, schlechte Fahreigenschaft, geringer Kraftschluß im Gelände, zu hoher Verschleiß an Laufwerk und Kette, hohe Betriebskosten; daher nur für bestimmte Arbeiten wirtschaftlich, nicht universell verwendbar.

Die angeführten Ursachen haben im wesentlichen dazu beigetragen, daß dem Radschlepper der Vorzug gegeben wurde.

Das Luftreifenfahrwerk bietet gegenüber Kettenlaufwerken den Vorteil der billigen Herstellung, damit verbunden niedrigerer Anschaffungspreis, weniger Wartung, erheblich geringerer Verschleiß und höhere Fahrgeschwindigkeit.

Die Zugkraft des Radschleppers wird durch technische Feinheiten, wie Zwillingsreifen, Greiferketten, Allradantrieb, bei Anhängern Hängerantrieb usw., auf ein Maximum gesteigert, der Erfolg ist deshalb auf dieser Seite.

Ganz von selbst ergibt sich nun die berechtigte Frage, ob der Entwicklungsstand des Kettenschleppers noch nicht so weit gediehen ist, um die aufgezeigten technischen Unzulänglichkeiten zu beseitigen. Der Kettenfahrzeug-Fachmann erklärt dazu, daß die Möglichkeiten und die Erkenntnisse zur Beseitigung der wirklich schlechten Eigenschaften der Kettenschlepper tatsächlich vorhanden sind.

Die Vergangenheit hat gezeigt, daß gerade im Heereszugeswesen den Laufwerken besondere Bedeutung beigemessen und die Entwicklung dort am intensivsten durchgeführt wurde, da man aus verschiedenen Gründen an einem Laufwerk interessiert war, das den Anforderungen an Geschwindigkeit, Fahreigenschaft und Verschleiß Rechnung trägt. Die besten Voraussetzungen hierfür liegen im einzelradabgefederten Laufwerk mit großen Laufraddurchmessern, da in dieser Anordnung Fahrwiderstand, Verschleiß und Fahreigenschaft am besten vereinigt werden können.

Bild 2 bis 6 und die Kurvenaufzeichnungen veranschaulichen die Untersuchungen einiger Laufwerkboxenordnungen. Jedoch sind diese Untersuchungen zum Teil nicht unter gleichen Bedingungen durchgeführt worden, d. h. die Laufwerke in Bild 2, 3 und 4 haben nicht die gleiche Kette, so daß dadurch keine exakte Beweisführung vorgenommen werden kann. Lediglich die Laufwerke Bild 5 und 6 weisen

¹⁾ Siehe Deutsche Agrartechnik (1954) H. 7, S. 215 und 216.

annähernd gleiche Bedingungen auf, sie haben systemmäßig gleiche Ketten und gleichen Antrieb.

Vergleicht man in den z. Z. max. Fahrgeschwindigkeiten der Kettenschlepper von 20 km/h das Laufwerk Bild 5 und 6 in Bild 7, so stellt man einen Unterschied des Fahrwiderstandes von $W = 12 \text{ kg/t}$ fest. Das sind bei einem Fahrgewicht von etwa 5 t immerhin 4,5 PS, die unter den günstigsten Bedingungen, d. h. auf harter ebener Fahrbahn, mehr aufgebracht werden müssen. Die PS-Zahl steigt erheblich bei ungünstigeren Bodenverhältnissen.

Verfolgt man die Entwicklung im Heereszugwesen, so kommt man zu der Überzeugung, daß die hier gesammelten Erkenntnisse nicht in vollem Umfange in die Kettenschlepperindustrie aufgenommen wurden und z. Z. noch verhältnismäßig wenig Kettenschlepper auf dem Markt sind, bei denen man diese Erfahrung ausgenutzt hat.

Die Vorteile des Kettenschleppers werden sich erst dann wieder voll auswirken können, wenn es gelingt, die beschriebenen Mängel zu beseitigen und damit den Kettenschlepper auf eine betriebswirtschaftlich günstige Grundlage zu stellen.

Perspektiven der Laufwerkfahrzeug-Entwicklung

Es ist immer schon ein Wagnis gewesen, Prognosen zu stellen. Wenn dies hier trotzdem geschieht, dann deshalb, weil auf dem Gebiet der modernen Laufwerkfahrzeug-Entwicklung von den Konstrukteuren erfolgversprechende Vorarbeiten geleistet und auch schon Teilerfolge in Form von Versuchen, auf denen die weiteren Arbeiten aufgebaut werden können, zu verzeichnen sind.

Ebenso geht aus den neuesten Auslandsberichten hervor, daß dort fast in der gleichen Richtung geforscht und experimentiert wird.

Die grundsätzliche Entwicklungsrichtung ist unter allen Fachleuten bekannt, die Ausführung selbst soll bei entsprechender Reife zu einem späteren Zeitpunkt behandelt werden.

Die grundsätzliche Richtung liegt einmal auf der Ebene des Leichtbaues.

Zweitens soll die Verschleißfestigkeit und Lebensdauer des Fahrwerks auf die des Radschleppers, d. h. auf die des Luftreifens (ohne erheblichen Preisunterschied), gebracht werden.

Drittens muß man die Geschwindigkeit steigern und die Fahreigenschaften so verbessern, daß sie dem ungefederten Radschlepper gleichkommen und ihn teilweise übertreffen.

Viertens gehört dazu die Verwendung neuentwickelter Triebwerkteile.

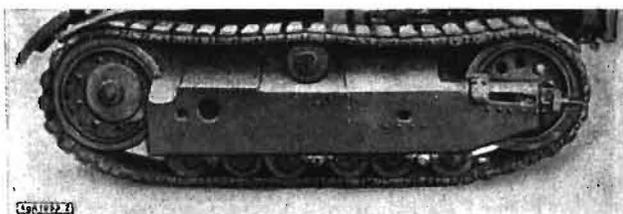


Bild 2. Laufwerk A

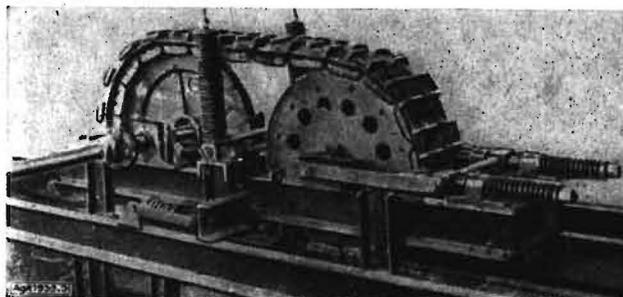


Bild 3. Laufwerk B

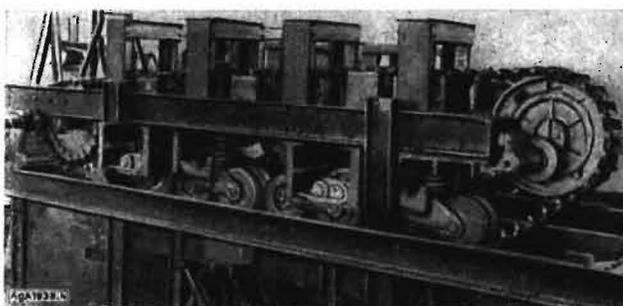


Bild 4. Laufwerk C



Bild 5. Laufwerk D



Bild 6. Laufwerk E

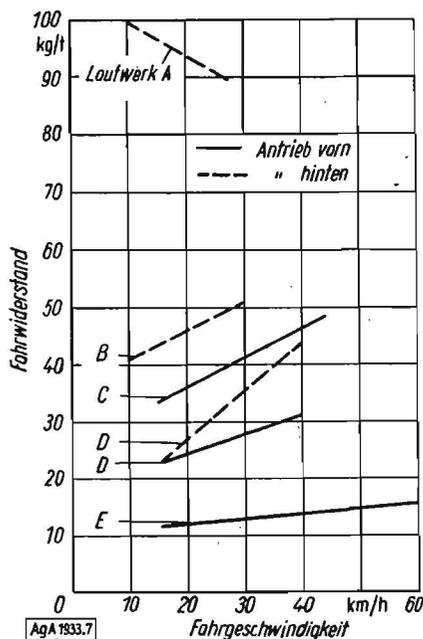


Bild 7. Auf 1 t Fahrzeuggewicht bezogener Fahrwiderstand

Diese vier Punkte, mit einigen weiteren Einzelheiten vereinigt, versprechen den Erfolg, daß das Laufwerkfahrzeug nicht nur in der Zugkraft, sondern auch in den schon genannten Vorzügen des Radfahrzeugs dem Radschlepper wieder überlegen wird und dadurch stärkeres Interesse findet.

Die Verwirklichung dieser Bautendenzen und ihre erfolgreiche Anwendung eröffnet nicht nur auf dem Schlepper-

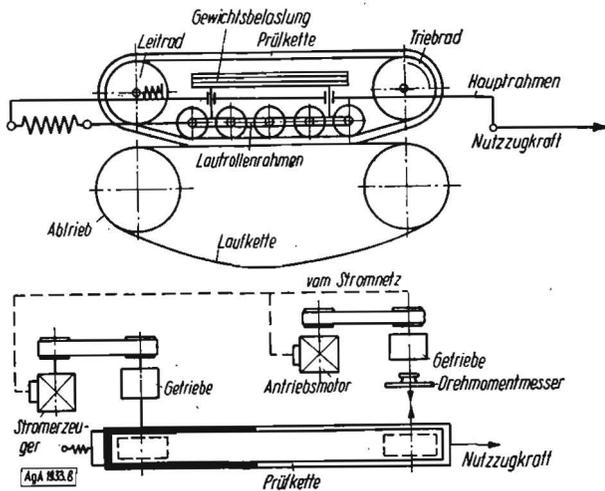


Bild 8. Prinzipmäßiger Aufbau des Prüfstands

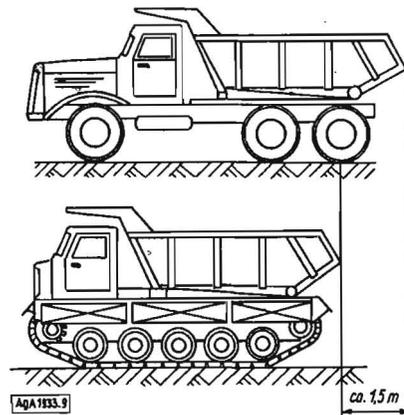


Bild 9. Gegenüberstellung von Rad- und Laufwerkfahrzeug

sektor als reines Zugfahrzeug neue Möglichkeiten, sondern z. B. auch auf dem Sektor der überschweren Transportfahrzeuge. So z. B. kann ein Hinterkipper nach den angeführten Bauendenzen mit modernem Laufwerk viel besser auch unter schwierigsten Bodenverhältnissen eingesetzt werden als ein Radfahrzeug.

In bezug auf Fahrgeschwindigkeit, Fahreigenschaft, Bodenfreiheit, Eigengewicht/Nutzlast, Verschleiß und Preis steht das moderne Laufwerkfahrzeug den z. Z. auf dem Markt befindlichen überschweren Radfahrzeugen in nichts nach. Dimensionsmäßig gesehen kann ein Laufwerkfahrzeug sogar unter gleichen Voraussetzungen, d. h. gleiche Breite, Höhe und Ladevolumen, 1,5 m kürzer gebaut und die Lastverteilung auf alle Laufräder gleichmäßiger verteilt werden (Bild 9).

Vom Triebwerk aus gesehen spart man den bei Schwerlastwagen üblichen Allradantrieb. Das Triebtrieb kann klein gehalten werden, da es nicht unmittelbaren Einfluß auf die Bodenfreiheit hat. Dadurch wiederum wird die Dimensionierung der Triebwerksabmessungen günstig beeinflusst.

Von Interesse dürfte sein, daß in Amerika auf den Versuchsfeldern sehr gute Fortschritte in der Erprobung der endlosen

Gummigleisbänder, die in der modernen Laufwerkfahrzeugentwicklung eine wesentliche Rolle spielen, zu verzeichnen sind.

Aus Berichten geht hervor, daß die Lebensdauer der Bänder, die vor drei Jahren entwickelt worden sind, durch eine besondere Gummimischung nochmals um das Dreifache erhöht werden konnte. Weiterhin ist dadurch die Abrießfrage auf spitzem, felsigem Boden gelöst. Die Versuchsreihe der Profilierung brachte das Ergebnis, daß der Reihwert zwischen Untergrund und Gleisband bei Schnee und Eis gleich dem der Stahlkette ist.

Die Versuchsreihe läßt erkennen, daß das Band auf Transportfahrzeugen in seiner letzten Form etwa die zehnfache Lebensdauer gegenüber der Stahlkette unter den schwersten Prüfbedingungen erreicht. Die normale Lebensdauer im üblichen Einsatz liegt wahrscheinlich noch höher, da ja nicht immer mit Höchstbeanspruchung gefahren wird.

Literatur

- VDI Nr. 7, 15. Februar 1936.
VDI Nr. 23, 11. August 1953.
Der Bauingenieur Heft 11, 1954.

A 1933

Eine Vorrichtung zur dynamometrischen Messung der Arbeitswerkzeuge von Grubbern, Hackgeräten und Drillmaschinen¹⁾ DK 531.781: 631.3 (47)

Zu einer zweckmäßigen Projektierung von Kultivatoren gehört die richtige Berechnung des Anhängepunktes auf Grund des Bodenwiderstands der Arbeitsgeräte. Der Bodenwiderstand, dessen Kenntnis auch zur Entwicklung neuer Geräteformen wichtig ist, läßt sich infolge der Keilarbeit der Gänsefußschar und auch der Drillmaschinenschar kaum berechnen, sondern nur dynamometrisch ermitteln. Die Verfasser konstruierten dafür eine sogenannte „dynamometrische Sektion“, die auf dem Baumwollvielfachgerät NKU 5,8 und auf einer Drillmaschine mit Mineräldüngereinbringung angebracht und unter Feldbedingungen in bewässerten Baumwollgebieten Mittelasiens erprobt wurde.

Das Gerät zeichnet mittels einer Parallelogrammanordnung von Hebeln auf zwei Meßdosen einmal die Zugkraft auf, die das Schar senkrecht in den Boden zieht und zum zweiten die horizontal wirkende Schubkraft, die bei der Vorwärtsbewegung gegen das Schar wirkt. Aus dem so entstehenden Kräfteparallelogramm wird mittels elf Formeln die Resultierende R als Gesamtzugkraft ermittelt. Der Winkel der Resultierenden R mit der Horizontalen wird als β bezeichnet.

Von sechs geprüften Scharformen werden folgende Daten für R (in kg) bzw. für β gegeben: Ein keilförmiges Schar mit leicht vorgezogener Spitze $R = 75,1$ kg, $\beta = -20^\circ 43'$; ein schiffchenförmiges Drillschar $R = 80,8$ kg, $\beta = -29^\circ 46'$; zwei seitlich schneidende Hackmesser und ein Gänsefußschar $R = 104,1$ kg, $\beta = -23^\circ 30'$; vier Federzahnzinken $R = 188,3$ kg, $\beta = 7^\circ$, ein Düngerdrillschar

mit weit vorgezogener Spitze $R = 70,5$ kg, $\beta = -22^\circ 10'$ und schließlich ein Häufelkörper $R = 73,9$ kg, $\beta = 10^\circ 50'$.

Der hohe Zugwiderstand des Gänsefußschar und der Federzahnzinken wird darauf zurückgeführt, daß der Boden zwischen den Baumwollreihen infolge der Bewässerung verdichtet war.

AÜK 2033 G. Rudakow und W. Sergienko, Moskau

Dreipunktaufhängung in Argentinien¹⁾

Auf Grund mangelnder Standardisierung bauten von den vielen Landmaschinenfabriken in Argentinien nur sehr wenige auch Anbaugeräte für Dreipunktaufhängung. So kam es, daß infolge der geringen Anzahl vorhandener Anbaumaschinen gut 50 Prozent der mit hydraulischem Heber versehenen Schlepper in Argentinien heute noch mit nachgezogenen Pflügen, Kultivatoren, Scheibeneggen usw. arbeiten. Diese Situation führte zur Entwicklung eines verstellbaren Patent-Gerätebalkens, und damit wurde ohne Zweifel kein schlechter Versuch gemacht, die mangelnde Standardisierung zu überwinden. Dieser Gerätebalken hat quadratischen Querschnitt und wird verstellbar an den drei Lenkern der Dreipunkthydraulik (der Lage der Befestigungsbolzen entsprechend) montiert. Ebenso kann an diesem Balken mit verschiebbaren Klammern eine Standardreihe von Geräten, wie Beetpflug, Scheibenflug, Kultivator usw., angebracht werden. Das bedeutet, daß jedes Anbaugerät an jeden Schlepper mit Dreipunktaufhängung angepaßt werden kann. Ohne Rücksicht auf bestimmte Aufhängedimensionen, Lage der Lenker (Hub-, Druck- und Zugstreben) und Größe des Hinterraddurchmessers, ist die richtige Hubbewegung und Achslage in bezug auf den Schlepper ohne weiteres zu erreichen.

AÜK 2011 W. Smith

¹⁾ Сельскохозяйственная (Landmaschinen) Moskau (1955) H. 1, S. 21 bis 23. Übers.: Dr. R. Teipel.

¹⁾ Farm Mechanization Nr. 67, Nov. 1954, S. 458. Übers.: G. Walter.