

Stand und Entwicklung der Schlepperhydraulik

Von Hans-Heinrich Harms, Braunschweig*)

DK 631.372:621.8.032

Durch die zahlenmäßige Auswertung der hydraulischen Kenndaten verschiedener Schlepper werden die Entwicklungslinien der Schlepperhydraulik aufgezeigt. Zu diesen Kenndaten sind die hydraulische Leistung, der Volumenstrom der Pumpen, der maximale Betriebsdruck in der Anlage sowie das an der Zapfstelle verfügbare Ölvolumen zu zählen. Aus diesen Daten und den Bedarfswerten der verschiedenen Geräte werden die in der Zukunft zu erwartenden hydraulischen Kenndaten abgeleitet. In einem weiteren Teil werden in Leistungsbereichen die Mittelwerte der Kenndaten aufgetragen, um damit den Herstellern von Schleppergeräten Daten für die Auslegung der Geräte zu geben. Außerdem wird auf die wachsende Bedeutung der hydraulischen Steckdose ausführlich eingegangen.

1. Einleitung

Die hydraulischen Antriebe haben auch im Landmaschinen- und Schlepperbau in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. So hat sich in einigen Gebieten des Schlepperbaus die Hydrostatik bekanntlich völlig durchgesetzt, zum Beispiel für den Kraftheber und den Frontlader. Dieser Einsatzbereich wird im allgemeinen zusammenfassend als Arbeitshydraulik bezeichnet [1]. Die Fahrhydraulik konnte sich aus bekannten Gründen bislang für Ackerschlepper in der Bundesrepublik nicht durchsetzen, wenn man von dem hydrostatischen Frontantrieb bei einem Hersteller absieht.

Eine wachsende Bedeutung bekommt auch die Bedienungs- und Komforthydraulik, wozu beispielsweise die hydraulische Lenkhilfe und die hydraulisch betätigten Schalteinrichtungen zu zählen sind. Bei den heute vielfach verwendeten Einkreisanlagen mit nur einer Hydraulikpumpe werden die Elemente der Bedienungs- und Komforthydraulik von der Arbeitshydraulik mit versorgt; die hierfür benötigte Leistung ist jedoch relativ gering.

Im ersten Teil werden über eine Auswertung der Prüfberichte der nach dem OECD¹⁾-Test geprüften Schlepper die Entwicklungslinien der Schlepperhydraulik aus Mittelwerten für alle Schlepper abgeleitet und die in der Zukunft erwarteten Daten angegeben. Im zweiten Teil wird dann auf die unterschiedlichen Werte bei verschiedenen Schleppergrößen eingegangen, um Herstellern von Schleppergeräten Daten für die Auslegung anzugeben.

¹⁾ Organisation for economic cooperation and development

*) Dipl.-Ing. Hans-Heinrich Harms ist wissenschaftlicher Assistent am Institut für Landmaschinen (Direktor: Prof. Dr.-Ing. H.J. Matthies) der TU Braunschweig.

2. Entwicklung der Schlepperhydraulik

Die Hydraulikanlage in Ackerschleppern läßt sich durch die meßbaren Größen:

- Volumenstrom der Pumpen,
- Betriebsdruck in der Anlage und
- verfügbares Ölvolumen

beschreiben. Die hydraulische Leistung kann dann als Produkt aus Volumenstrom und Betriebsdruck berechnet werden. Die offizielle Prüfung von Ackerschleppern nach dem OECD-Standard-Code sieht eine Messung der maximalen an der Zapfstelle abgegebenen hydraulischen Leistung durch Messung des Volumenstromes und des Betriebsdruckes vor. Außerdem werden die Leistung an der Zapfwelle bei Normdrehzahl und seit einiger Zeit das für die externen Verbraucher zur Verfügung stehende Ölvolumen angegeben.

2.1 Hydraulische Leistung

Bild 1 zeigt die Entwicklung der im Ackerschlepper installierten hydraulischen Leistung. Die maximale hydraulische Leistung ist als Bruchteil der an der Zapfwelle verfügbaren Gesamtleistung auf der Ordinate aufgetragen. Jeder Punkt in den Diagrammen stellt einen von den entsprechenden nationalen Prüfstellen gemessenen Schlepper dar [2, 3], der dem jeweiligen Prüfungsjahr auf der Abszisse und der entsprechenden Leistungsklasse (nach [4]) zugeordnet ist. Diese Leistungsklassen sind:

- Schlepper mit kleiner Leistung, Motorleistung bis 25 kW
- Schlepper mit mittlerer Leistung, Motorleistung über 25 kW bis 45 kW
- Schlepper mit großer Leistung, Motorleistung über 45 kW.

Ist bei den kleinen Schleppern eine eindeutige Tendenz nicht zu erkennen, so wird doch bei den mittleren und großen Schleppern eine klare Steigerung deutlich. Das spiegelt sich auch in den für die jeweiligen Prüfungsjahre berechneten Mittelwerten aller Schlepper wider, bei deren Berechnung die Neuzulassungen der Jahre 1970–76 in der Bundesrepublik [5] für die genannten Leistungsklassen berücksichtigt wurden. Hier ist für den Anteil der hydraulischen Leistung an der Zapfwellenleistung ein Anstieg um etwa ein Prozent jährlich zu erkennen. Bei einer ähnlichen Entwicklung in der Zukunft läßt das auf einen Anteil der hydraulischen Leistung an der Zapfwellenleistung von etwa 30 % Mitte der 80er Jahre schließen. Das sollte auch angestrebt werden, zumal immer mehr Anhängergeräte über die hydraulische Steckdose versorgt werden. Geht man von einer durchschnittlichen Motorleistung von 42 kW für 1976 und einem Ansteigen dieses Wertes um etwa 1,1 kW pro Jahr aus [6], dann läßt das eine durchschnittliche installierte hydraulische Leistung von etwa 15 kW für 1985 erwarten.

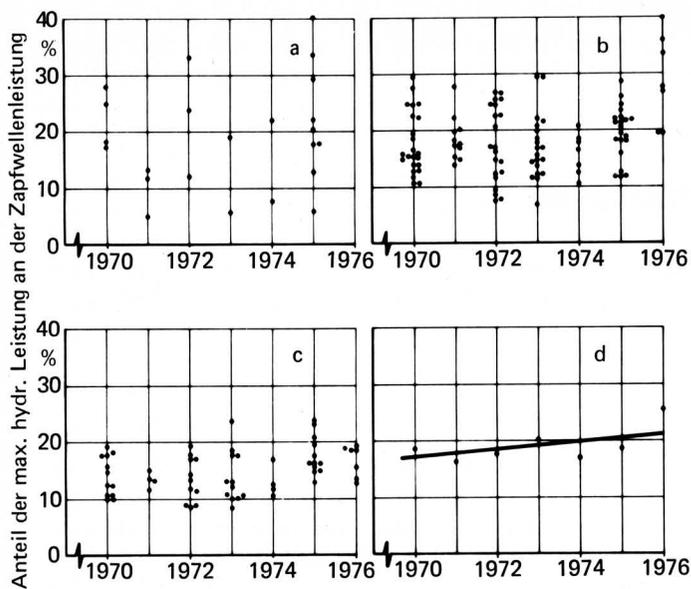


Bild 1. Entwicklung der im Ackerschlepper installierten hydraulischen Leistung (berechnet nach [2, 3]).

- a Schlepper bis 25 kW
- b Schlepper über 25 kW bis 45 kW
- c Schlepper über 45 kW
- d Mittelwerte aller Schlepper

2.1.1 Betriebsdruck

Der von den Prüfstellen gemessene Betriebsdruck ist in allen Leistungsklassen nur unwesentlich angestiegen, da die Schlepperhersteller in der Regel ihre Schlepper mit einem für alle Typen gleichen maximalen Betriebsdruck ausrüsten. Auf eine Bildung von Mittelwerten soll deshalb hier verzichtet werden. Die meisten Anhängergeräte und Maschinen, die über die Hydraulikanlage des Schleppers betrieben werden, sind für einen maximalen Betriebsdruck von 175 bar ausgelegt. Es ließe sich hier, wie es vor allem von den Frontladerherstellern getan wird, über die Wahl der Zylinder eine entsprechende Anpassung an den jeweiligen Maximaldruck der Schlepperhydraulik erreichen; das aber ist nur bei einem schlepperbezogenen Gerät wie dem Frontlader möglich, während es für die Auslegung von Zylindern, beispielsweise in Kipphanhängern, die hinter verschiedenen Schleppern eingesetzt werden, nahezu unmöglich erscheint.

Wenn laut KTBL-Schleppertypentabelle [7, 8] bereits 1976 gut 20 % der aufgeführten Schleppertypen einen Maximaldruck über 175 bar haben [9], dann handelt es sich hier hauptsächlich um Schlepper mittlerer und größerer Leistung. Für die nächsten Jahre wird erwartet, daß sich dieser Betriebsdruck in der gesamten Schlepperhydraulik durchsetzt.

Die Hubkraft des Krafthebers, die mit steigender Motorleistung etwa mit 480 N/kW [10] bis zu einem oberen Grenzwert bei 60 kN [7, 11] steigt, wird dann durch die Größe der gewählten Zylinderfläche – unter Umständen auf Kosten der Stellgeschwindigkeit – bestimmt.

2.1.2 Volumenstrom

Der Volumenstrom der Hydraulikpumpen ist in der letzten Zeit eindeutig gestiegen, Bild 2. Gibt es auch bei den kleinen Schleppern in den letzten Jahren schon mehrere, deren Hydraulikpumpen über 25 l/min liefern, so ist dieser Volumenstrom bei den mittleren und großen Schleppern die Regel geworden. Die Entwicklung des Volumenstromes nach 1970 entspricht in etwa dem bereits gezeigten Anstieg der hydraulischen Leistung, d.h. die

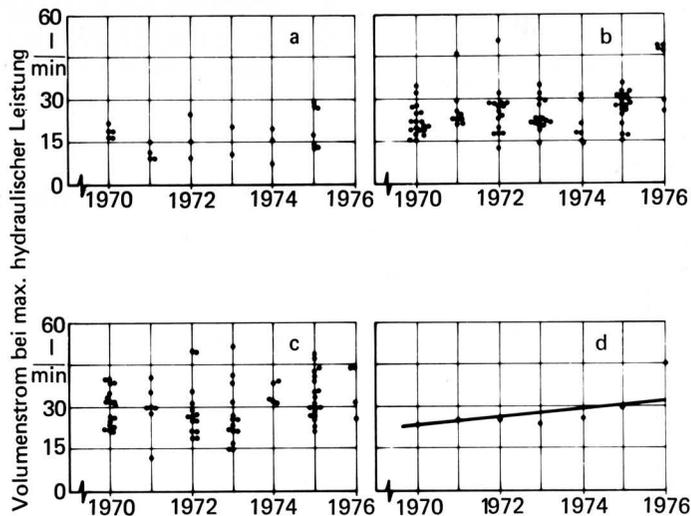


Bild 2. Entwicklung des Volumenstromes der Hydraulikanlage in Ackerschleppern (nach [2, 3]).

- a Schlepper bis 25 kW
- b Schlepper über 25 kW bis 45 kW
- c Schlepper über 45 kW
- d Mittelwerte aller Schlepper

Zunahme der hydraulischen Leistung wird, da der maximale Betriebsdruck nahezu unverändert geblieben ist, in erster Linie durch die Vergrößerung des Volumenstromes der Hydraulikpumpen von im Mittel unter 25 l/min im Jahre 1970 auf deutlich über 30 l/min im Jahre 1976 bestimmt. Bei einer ähnlichen Zunahme des Volumenstromes in Zukunft dürfte erst Ende der 80er Jahre ein Mittelwert von 50 l/min für alle Schlepper überschritten werden. Gleichzeitig bedeutet diese Entwicklung aber auch, daß man einen Hydromotor, z.B. für den hydraulischen Ballenwerferantrieb einer Aufsammlerpresse, für den bei einem Druckniveau von 175 bar ein Volumenstrom von etwa 40 l/min benötigt wird, erst zu Beginn der 80er Jahre von mehr als der Hälfte der Neuschlepper über die hydraulische Steckdose betreiben kann. So lange wird eine zusätzliche Pumpe an der Aufsammlerpresse erforderlich sein. Der für notwendig gehaltene Volumenstrom von 40–50 l/min bei Schleppern mittlerer Leistung bis 1980, bei dessen Abschätzung man von einem Öldruck von 200 bar ausgegangen ist [1, 11], wird also bei weiterhin linearer Steigerung in der Bundesrepublik nur knapp erreicht.

2.2 Verfügbares Ölvolumen

Die zunehmende Ausrüstung der landwirtschaftlichen Betriebe mit Kipphanhängern, die vom Schlepper aus betätigt werden sollen, erfordert wenigstens 15 l Öl zur Füllung der Zylinder. Bei weitem nicht alle Neuschlepper, auch nicht alle großen Schlepper, können diese Ölmenge abgeben. Im Bild 3 ist das verfügbare Ölvolumen über dem jeweiligen Prüfungsjahr aufgetragen. Hier ist ein klarer Anstieg in den letzten Jahren erkennbar, der, wie hier nicht gesondert dargestellt, in allen Leistungsklassen deutlich wird. Der gewogene Mittelwert für alle Schlepper ist von unter 10 l im Jahre 1970 auf knapp 15 l 1976 angestiegen. Das verfügbare Ölvolumen ist etwa um das in den Leitungen und evtl. im Getriebe verbleibende Öl kleiner als das gesamte Ölvolumen in der Anlage. Mit einer steigenden hydraulischen Leistung muß auch eine Steigerung der gesamten Ölmenge einhergehen, um eine genügende Kühlung zu gewährleisten. Daher ist auch eine wesentlich stärkere Zunahme des verfügbaren Ölvolumens zu erwarten, so daß schon in den nächsten Jahren mit einem Mittelwert um 20 l für alle Schlepper gerechnet werden kann.

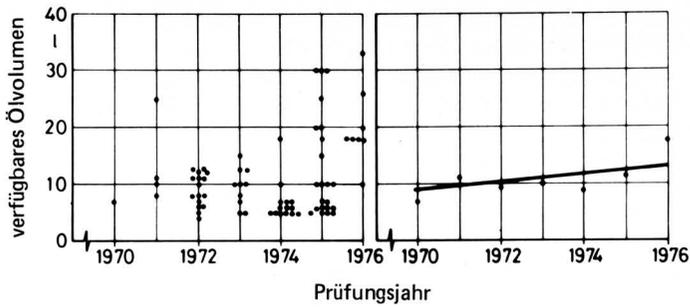


Bild 3. Entwicklung des verfügbaren Ölolumens (nach [3]).

links: Einzelwerte der verschiedenen Schleppertypen
rechts: Mittelwerte aller Schlepper

3. Stand der Schlepperhydraulik

Für den Hersteller von Schleppergeräten ist es notwendig zu wissen, auf welche Werte der hydraulischen Kenndaten des Schleppers er bei der Auslegung seiner Maschine zurückgreifen kann. Da jede Maschine eine bestimmte Motorleistung des Schleppers erfordert, werden die hydraulischen Kenndaten sehr fein unterteilten Leistungsklassen zugeordnet. Die KTBL-Schleppertypentabellen [7, 8] haben die Daten geliefert, aus denen die arithmetischen Mittelwerte der jeweiligen Leistungsklassen berechnet wurden.

3.1 Installierte hydraulische Leistung

Die installierte hydraulische Leistung ist eine Rechengröße: das Produkt aus maximalem Druck und maximalem Volumenstrom. In **Bild 4** ist die installierte hydraulische Leistung als prozentualer Anteil an der Motornennleistung über der Motorleistung aufgetragen. Dieser Anteil entspricht etwa dem Verhältnis aus den gemessenen Größen: maximale hydraulische Leistung und Zapfwellenleistung. Dabei ist eine sehr starke Abhängigkeit von der Motorleistung zu erkennen, und zwar sinkt der Anteil von etwa 25 % bei kleinen Schleppern auf etwa 10 % bei Schleppern mit einer Motorleistung über 110 kW ab. Aus diesem Diagramm kann man z.B. auch entnehmen, daß in einem Schlepper mit 55 kW Motorleistung im Mittel etwa 17 %, also etwa 10 kW, als hydraulische Leistung installiert sind.

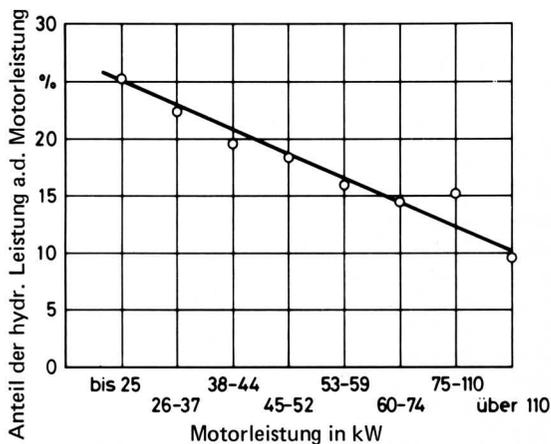


Bild 4. Mittelwerte der auf die Motorleistung bezogenen installierten hydraulischen Leistung in Abhängigkeit von der Motorleistung (berechnet nach [7, 8]).

Der größte Anstieg der hydraulischen Leistung wird für Schlepper mit einer Motorleistung über 60 kW erwartet, zumal in diese Schlepper in Amerika Pumpen mit erheblich größerer hydraulischer Leistung eingebaut werden. Es sinken dort die Mittelwerte von über 20 % bei den kleinen Schleppern nur auf etwa 15 % bei Schleppern über 110 kW Motorleistung ab (berechnet nach [12]).

3.1.1 Betriebsdruck

Nur noch ganz wenige Schlepper haben einen maximalen Betriebsdruck der Hydraulikanlage unter 150 bar. Dieses niedrige Druckniveau ist hauptsächlich bei den kleinen Schleppern zu finden. Das führt zu einem Anstieg der Mittelwerte, wie in **Bild 5** aufgetragen, von etwa 160 bar für die kleinen Schlepper bis auf ca. 170 bar bei den großen Schleppern.

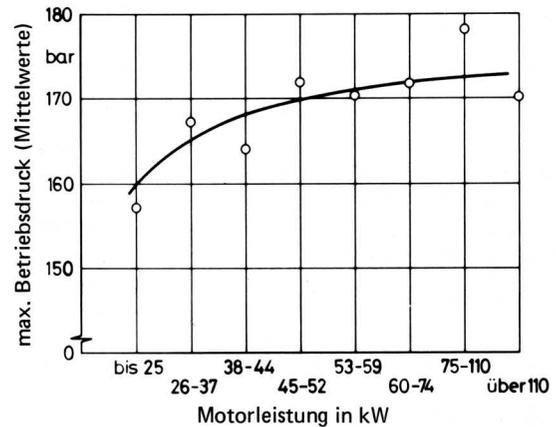


Bild 5. Maximaler Betriebsdruck (Mittelwerte) in Abhängigkeit von der Motorleistung (berechnet nach [7, 8]).

3.1.2 Volumenstrom

Der Volumenstrom, der von den Hydraulikpumpen bei Nenndrehzahl geliefert werden kann, ist in **Bild 6** für die verschiedenen Schleppergrößen aufgetragen. Die Mittelwerte des Volumenstromes steigen von unter 20 l/min bei kleinen Schleppern bis auf ca. 30 l/min für Schlepper bei 45 kW schwach an. Für Schlepper mit einer Motorleistung zwischen 45 und 60 kW kann mit einem Volumenstrom von etwa 30 l/min gerechnet werden; dieser relativ konstante Bereich ist dadurch bedingt, daß viele Hersteller mehrere Schleppertypen in diesem Leistungsbereich mit gleichen Hydraulikpumpen ausrüsten. Für noch größere Schlepper nimmt der Mittelwert des Volumenstromes dann stärker zu, weil hier die Anzahl der Schleppertypen, die mit 2 Hydraulikpumpen und damit auch 2 Hydraulikkreisläufen ausgerüstet sind, stark zunimmt. Bei den Schleppern mit einer Motorleistung über 110 kW schließlich liefern die Pumpen einen Ölstrom von mehr als 50 l/min. Auch die Schlepper mit hydrostatischem Frontantrieb passen durchaus in diese Zusammenstellung hinein. Hier stehen, nachdem für den Frontantrieb etwa 90 l/min vom maximalen Volumenstrom abgezogen sind, für die Arbeitshydraulik und die Bedienungs- und Komforthydraulik noch etwa 35 l/min zur Verfügung. Für den Volumenstrom liegen die Mittelwerte vor allem bei den mittleren und größeren Schleppern auf dem amerikanischen Markt heute schon teilweise erheblich höher als in der Bundesrepublik (berechnet nach [12]). Das kann jedoch nicht unbedingt mit den deutschen Verhältnissen verglichen werden, da hier generell mit einem höheren Druckniveau gearbeitet wird.

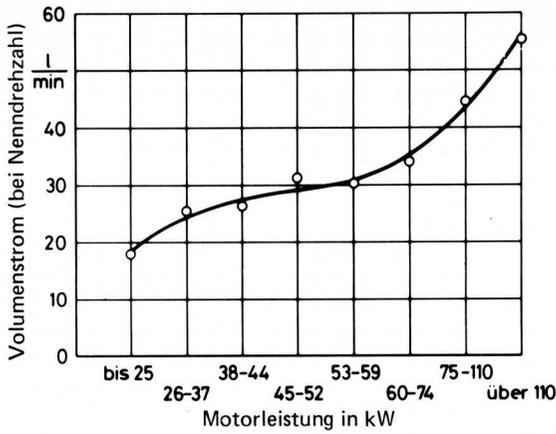


Bild 6. Mittlerer Volumenstrom der Hydraulikpumpen in Abhängigkeit von der Motorleistung (berechnet nach [7, 8]).

3.2 Verfügbares Ölvolmen

Das verfügbare Ölvolmen steigt bei den betrachteten Schleppern von deutlich unter 10 l bei kleinen bis auf über 25 l bei großen Schleppern an, wie in **Bild 7** gezeigt wird. Dieser Anstieg ist auch zu erwarten, wenn man die mit der Motorleistung wachsende hydraulische Leistung und den größer werdenden Einsatzbereich des Schleppers berücksichtigt.

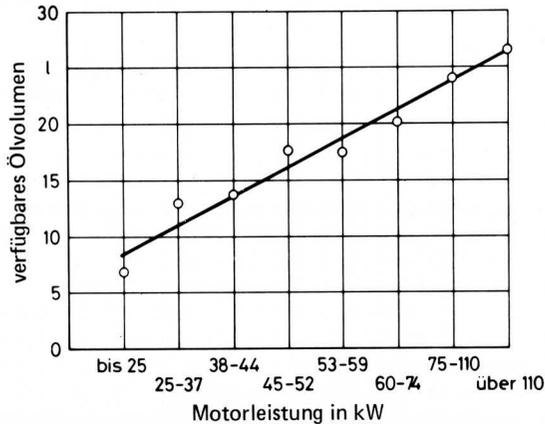


Bild 7. Verfügbares Ölvolmen an der hydr. Steckdose (Mittelwerte) in Abhängigkeit von der Motorleistung (berechnet nach [7, 8]).

3.3 Bedeutung der hydraulischen Steckdose

Schon seit mehreren Jahren war abzusehen, daß der hydraulischen Steckdose eine größere Bedeutung zukommen wird. Diese Steckdose wird für den Antrieb von Hydromotoren und Zylindern an angehängten und angebauten Maschinen und Kippanhängern benutzt. Da es heute eine ganze Reihe von Maschinen und Geräten gibt, bei denen Teilfunktionen hydraulisch betrieben oder betätigt werden, und da außerdem die verfügbare hydraulische Leistung in den letzten Jahren angestiegen ist, so daß der hydraulische Antrieb weiterer Geräte möglich wird, hat die Zahl der Schlepper, die mit einer hydraulischen Steckdose ausgerüstet sind, zugenommen. Insgesamt werden heute wesentlich mehr als 70 % aller Schleppertypen auf dem deutschen Markt serienmäßig mit einer hydraulischen Steckdose ausgeliefert, hinzugerechnet werden muß noch die Anzahl der Schlepper, bei denen eine hydraulische Steckdose als Zusatzausrüstung eingebaut wird. Nach Angaben eines Herstellers beträgt dieser Anteil etwa 10 % bei den kleinen sowie 30 % bei den mittleren und großen Schleppern. Insgesamt dürften dann mehr als 80 % aller 1976 in der Bundesrepublik zugelassenen Schlepper bereits eine eingebaute Steckdose haben. Für die 80er Jahre wird

erwartet, daß jeder neue Schlepper mindestens eine hydraulische Steckdose hat.

Eine einfachwirkende Steckdose hat nur eine Steckkupplung als Zulauf zum Gerät. Die Arbeitsbewegung wird von der Hydraulik vorgenommen, während bei der Rückstellbewegung das Eigengewicht oder eine vorgespannte Feder das Öl in den Tank über dieselbe Leitung zurückdrückt. Stetige Antriebe können dagegen nur über eine doppelwirkende Steckdose, d.h. über 2 Steckkupplungen betrieben werden.

In **Bild 8** ist einmal für die verschiedenen Leistungsklassen der Gesamtanteil der Schleppertypen mit einer hydraulischen Steckdose aufgetragen, zum anderen sind die Anteile an einfach- und doppelwirkenden Steckdosen angegeben. Hier ist zu erkennen, daß mehr Schlepper mit einer doppelwirkenden Steckdose ausgerüstet werden, da diese mehr Einsatzmöglichkeiten, z.B. auch für den Betrieb eines Tauchkolbenzylinders, bietet als die einfachwirkende Steckdose. Werden die kleinen Schlepper nur zu 60 % mit einer hydraulischen Steckdose ausgerüstet, so steigt dieser Anteil bis auf 100 % für große Schlepper an. Das bedeutet, daß die Schlepper über 110 kW alle serienmäßig mit einer hydraulischen Steckdose ausgerüstet sind.

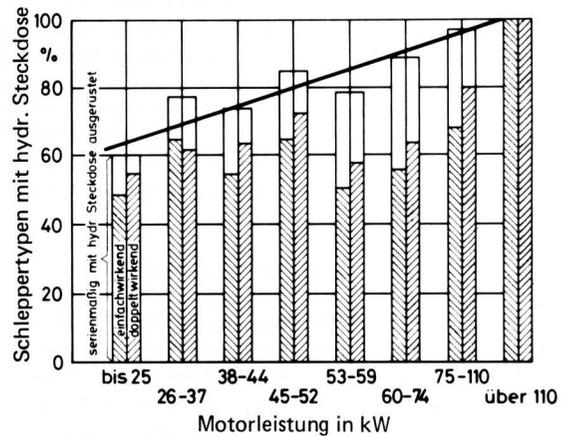


Bild 8. Anteil der mit einer hydraulischen Steckdose ausgerüsteten Schleppertypen an der Gesamtheit der Schleppertypen (berechnet nach [7, 8]).

4. Zusammenfassung

In **Tafel 1** sind noch einmal die Mittelwerte der hydraulischen Kenndaten wie installierte hydraulische Leistung, Volumenstrom usw. für verschiedene Schlepperleistungsklassen angegeben. Dabei werden den Werten für 1976 die bis etwa 1985 zu erwartenden Werte, die sich aus den Entwicklungslinien ergeben und als erstrebenswert anzusehen sind, gegenübergestellt. So wird z.B. die installierte hydraulische Leistung von 6 kW bei den kleinen und 12 kW bei den großen Schleppern bis Mitte der 80er Jahre vermutlich auf etwa 9 bis 10 bzw. etwa 16 bis 18 kW ansteigen, also um etwa 50 %. Dies wird in erster Linie durch den Anstieg des Volumenstromes auf über 30 l/min bei den kleinen und über 60 l/min bei den großen Schleppern erreicht. Hier sei beispielsweise noch einmal auf den Antrieb eines hydraulischen Ballenwerfers hingewiesen, für den wohl nur Schlepper der mittleren und der großen Klasse in Frage kommen. Für den Betriebsdruck wird ein leichter Anstieg des maximalen Druckes vorausgesagt, wobei es für die Hersteller von Anhängegeräten wünschenswert erscheint, wenn in allen Schleppern der Druck auf ein einheitliches Niveau begrenzt wäre. Hier bietet sich ein Druck von etwa 175 bar an, weil dann die genormten Zylinder mit 160 bar Nenndruck voll ausgenutzt werden könnten. Mit einem verfügbaren Ölvolmen von 15 l wäre die Betätigung eines Kippanhängers vom Schlepper aus möglich, deshalb sollte jeder Schlepper diese Ölmenge abgeben können. Für die mittleren und großen Schlepper dürfte dieser Ölverrat

nicht ausreichen, hier wären mehr als 20 l bzw. mehr als 30 l verfügbare Ölmenge auf längere Sicht erwünscht. Eine hydraulische Steckdose sollte eigentlich in der Zukunft an keinem Schlepper fehlen, um beispielsweise auch die Betätigung der Einklappvorrichtung von Bodenbearbeitungsgeräten vom Schleppersitz aus zu ermöglichen.

Die genannten Werte mögen teilweise relativ hoch erscheinen, doch werden sie als realistisch angesehen, weil die Hydrostatik vor allem wegen ihrer großen Freizügigkeit bei der Anordnung der Elemente sowie durch ihre einfache Steuerung, Regelung und Überwachung einen immer größeren Anwendungsbereich bekommt.

Hydraulische Kenndaten	Stand und Tendenz bis 1985	kleine Schlepper bis 25 kW	mittlere Schlepper 25 bis 45 kW	große Schlepper über 45 kW
Installierte hydraulische Leistung [kW]	1976	6	8	12
	Tendenz	9 bis 10	etwa 14	16 bis 18
Volumenstrom [l/min]	1976	18	25	40
	Tendenz	über 30	45 bis 50	über 60
maximaler Betriebsdruck [bar]	1976	160	165	170
	Tendenz	175		
verfügbares Ölvolumen [l]	1976	8	12	20
	Tendenz	über 15	über 20	über 30
hydraulische Steckdose [%]	1976	60	80	95
	Tendenz	100		

Tafel 1. Hydraulische Kenndaten von Ackerschleppern, gegenwärtiger Stand und Entwicklungstendenzen.

Schrifttum

- [1] *Matthies, H.J.*: Entwicklungslinien auf dem Gebiet der Schlepperhydraulik. *Grundl. Landtechnik* Bd. 24 (1974) Nr. 1, S. 31/40.
- [2] *Anonym*: Summary of tests carried out under the OECD tractor code 1967–1975. Organisation for economic cooperation and development, Paris 1976.
- [3] *Anonym*: Ackerschlepper mit OECD-Test – Datenblätter –. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, 2. Auflage, Frankfurt 1977.
- [4] *Söhne, W.*: Versuch einer Prognose der Leistung und Produktion der Ackerschlepper sowie ihrer konstruktiven Weiterentwicklung. *Grundl. Landtechnik* Bd. 22 (1972) Nr. 6, S. 161/65.
- [5] *Anonym*: Schlepperzahlen. Angaben der Landmaschinen- und Ackerschlepper-Vereinigung (LAV). *Landtechnik* Bd. 25 bis 32 (1970 bis 1977),
- [6] *Neumann, J.*: Marktmodelle für Traktoren und Mähdscher. Vortrag, John-Deere-Vertrieb, 1976.
- [7] *Isermeyer, H.-G. u. M. Brenndörfer*: KTBL-Arbeitsblatt < Sonderkulturen >. Lfd. Nr. 0154, 1976.
- [8] *Brenndörfer, M.*: KTBL-Arbeitsblatt < Ackerschlepper >. Lfd. Nr. 0155, 1976.
- [9] *Brenndörfer, M.*: Was die KTBL-Schleppertypen-Tabelle aussagt. *Landtechnik* Bd. 32 (1977) Nr. 4, S. 166/70.
- [10] *Regenbogen, H. u. H.-H. Harms*: Hydrostatik in Ackerschleppern und Landmaschinen – Entwicklungstendenzen auf der DLG 1976. *Ölhydraulik + Pneumatik* Bd. 20 (1976) Nr. 8, S. 543/46.
- [11] *Dohne, E. u. M. Brenndörfer*: Use of hydraulic transmission systems in tractors and self-propelled machines. United Nations AGRI/MECH. Report No. 68, 1977.
- [12] *Anonym*: Agricultural Wheel Tractors. (20 Engine HP and Up). *Implement & Tractor, Red Book*, 1976.

Zur Frage der Lenksicherheit von Ackerschleppern mit Anbaugeräten bei Straßenfahrt

Von Karl-Heinz Mertins und Alfred Ulrich, Berlin*)

DK 631.372:629.1.07

Die für Feldarbeiten optimierte Kombination Ackerschlepper–Anbaugerät muß auf dem Transportweg zwischen Betrieb und Einsatzort zwangsläufig am öffentlichen Straßenverkehr teilnehmen, wobei der Fahrer nach subjektiven Kriterien Geschwindigkeiten bis 25 km/h und auch darüber wählen kann. Infolge der Schwingungseigenschaften der Schlepper ist eine Beeinträchtigung des dynamischen Lenkverhaltens zu erwarten, da durch Hub- und Nickschwingungen der Bodenkontakt an den Vorderrädern zeitweilig verringert oder aufgehoben ist.

Die Arbeit wird von der DFG unterstützt.

*) *Dipl.-Ing. Karl-Heinz Mertins und Dipl.-Ing. Alfred Ulrich sind wissenschaftliche Mitarbeiter im Institut für Maschinenkonstruktion, Bereich Landtechnik und Baumaschinen (Direktor: Prof. Dr.-Ing. H. Göhlich) der TU Berlin.*

Die für das Schwingungsverhalten wesentlichen Parameter werden hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die regellos zeitabhängigen, dynamischen Radlasten am Beispiel eines 50 kW-Schleppers theoretisch und experimentell untersucht. Dabei wird die Unzulänglichkeit der bisher bekannten Formeln für "Lenksicherheit" offensichtlich.

1. Allgemeines

War der Ackerschlepper im Anfangsstadium seiner Entwicklung als Pferdeersatz vornehmlich für Zugarbeiten vorgesehen, so ist er nunmehr zur vielseitig einsetzbaren mobilen Energiequelle geworden, zu einem Teil des Systems "Schlepper–Gerät". Die weitere Entwicklung dieses Systems verlangt eine erweiterte Betrachtungsweise insbesondere des dynamischen Verhaltens unter Berücksichtigung erhöhter Fahrgeschwindigkeiten.

Auf dem Schleppermarkt nimmt trotz der Einführung zahlreicher Sonderbauarten (Systemschlepper) nach wie vor die Standardkonzeption eine dominierende Stellung ein. Den Strukturwandlungen