

- [35] Patent Nr. 823, 356; GB; 1957.
- [36] Offenlegungsschrift Nr. 2 503 693, BRD, 1975.
- [37] Patent Nr. 2, 129, 452; USA; 1936.
- [38] *Srivastava, A.K.*: Grain-straw separation in a centrifugal force field.
Diss., The Ohio State University, 1972.
- [39] *Saij Paul, K.K.*: Design and feasibility study of integrating separation and cleaning processes in a combine.
Diss., The Ohio State University, 1973.
- [40] *Long, J.D., M.Y. Hamdy u. W.M. Johnson*: A study of the effects of centrifugal force upon wheat separation.
ASAE-Paper No. 67-629, 1967.
- [41] *Grinkov, Yu.V. u. M.K. Cherepakhin*: Centrifugal-vibrational method of separating granular material.
Mechanizacija i elektrifikacija (Moskau) Bd. 16 (1958) Nr. 5, S. 23/25 (Orig. russ.).
- [42] *Goncharov, E.S. u. A.A. Vasilenko*: Centrifugal-vibrational method of grain separation.
Vestnik Sel'skochozjajstvennoj Nauki (Moskau) Bd. 8 (1963) Nr. 14, (Orig. russ.).
- [43] *Park, J.K. u. J.E. Harmond*: A vertical rotating separator.
ASAE-Paper No. 66-614, 1966.
- [44] *Park, J.K.*: Vertical rotation screens for separating seeds from thrashy materials.
ASAE-Paper No. 72-639, 1972.
- [45] *Pedersen, H.J.*: Grain separation by cylindrical screens rotating with oscillating angular velocity.
Royal Veterinary and Agricultural University Copenhagen, Yearbook 1971, S. 221/39.

Der Ackerschlepper für hochtechnisierte Länder und für Entwicklungsländer

Von Hans-Heinrich Meiners und Frank Schäfer,
Braunschweig*)

Professor Dr.-Ing. Hans Jürgen Matthies zum 60. Geburtstag

DK 631.372

Beschrieben werden die in hochtechnisierten Ländern zum Einsatz kommenden Ackerschlepper, anfangend bei den Schleppermotoren über die Getriebe, die Schlepperhydraulik bis hin zu den Sicherheits- und Komforteinrichtungen.

Für den Einsatz des Ackerschleppers in Entwicklungsländern wird zunächst auf die dortigen landwirtschaftlichen Verhältnisse eingegangen, um daraus die Forderungen an den Ackerschlepper abzuleiten. Weiterhin werden einige Ackerschlepperausführungen für Entwicklungsländer vorgestellt.

1. Einleitung

Die Produktionsausweitung auf dem Nahrungsmittelsektor ist für die Entwicklungsländer eine Frage des Überlebens. Handarbeit und tierische Anspannung allein werden den Anforderungen dieses Prozesses nicht gerecht. Hinzu kommen muß eine Mechanisierung der Landwirtschaft. Diese Mechanisierung darf aber nicht so erfolgen wie beispielsweise in der Bundesrepublik nach dem zweiten Weltkrieg – und wie es für Industrieländer typisch ist. War hier die Entwicklung gekennzeichnet durch eine Abnahme der landwirtschaftlichen Vollarbeitskräfte von etwa 4 Mio. im Jahre 1950 auf etwa 1 Mio. heute, so müssen für die Entwicklungsländer arbeitsintensive Technologien entwickelt werden [1]. Der Ackerschlepper ist in den Industrieländern die zentrale Kraftquelle in der Landwirtschaft und wird auch für die Entwicklungsländer eine zentrale Stellung einnehmen [2]. Allerdings muß er aufgrund der Kapital- und Energieknappheit sowie des hohen Arbeitskräfteüberschusses in Ländern der Dritten Welt ganz anders aussehen als beispielsweise in Industrieländern [3, 4, 5].

*) *Dipl.-Ing. H.-H. Meiners ist wissenschaftlicher Assistent am Institut für Landmaschinen (Direktor: Prof. Dr.-Ing. H.J. Matthies) der Technischen Universität Braunschweig, cand.mach. F. Schäfer ist Student an diesem Institut.*

Der erste Teil dieses Aufsatzes befaßt sich mit Ackerschleppern, wie sie bei uns in Westeuropa verwendet werden, während im zweiten Teil Schlepper für Entwicklungsländer vorgestellt werden.

2. Ackerschlepper in hochtechnisierten Ländern

Die Entscheidung zum Kauf eines Schleppers wird bei uns im wesentlichen geprägt durch die höhere Arbeitsleistung. Von einem modernen Ackerschlepper werden daher verlangt:

- hohe Transportleistung
- große Flächen- bzw. Mengenleistung
- hohe Schlagkraft und Leistungsreserve
- gute Arbeitsqualität
- Arbeitssicherheit und Fahrkomfort [6].

2.1 Schleppermotoren

Um die genannten Ansprüche zu erfüllen, ist seit Jahren eine Steigerung der Motorleistung der produzierten Ackerschlepper zu verzeichnen. In der Bundesrepublik sind die Leistungen neu zugelassener Schlepper von durchschnittlich 19 kW im Jahre 1960 auf 48 kW im Jahre 1980 gestiegen. Der Grund liegt in dem ständig wachsenden Leistungsbedarf der Landmaschinen.

Grenzen sind dieser Entwicklung jedoch durch zu kleine Betriebsgrößen gesetzt. Eine optimale Gerätenutzung mit leistungsstarken Schleppern ist nicht möglich, wenn die Feldgrößen zu gering und die Schlaglängen zu kurz sind und damit ein schlechter Auslastungsgrad der Wirtschaftlichkeit entgegensteht.

Die Zulassungszahlen des Jahres 1980 lassen erkennen, daß Schlepper der unteren Leistungsklassen in geringer werdender Stückzahl verkauft werden zugunsten leistungsstärkerer Modelle, **Bild 1**, d.h. als sogenannte "Zweitschlepper" mit kleinerer Leistung wurden gegenüber den Jahren zuvor verstärkt ältere Typen herangezogen. Das bedeutet aber wiederum, daß zukünftig mit einer verstärkten Nachfrage nach Kleinschleppern zu rechnen ist.

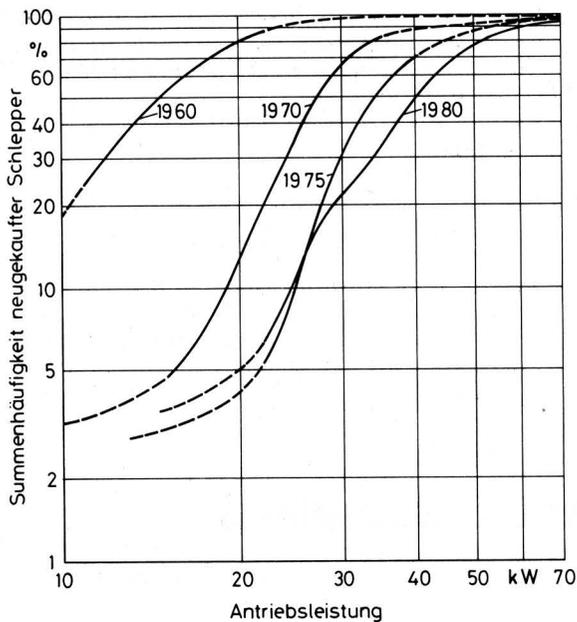


Bild 1 Summenhäufigkeit der Antriebsleistung neu zugelassener Ackerschlepper.

Unter dem Eindruck der Energieverknappung und der damit verbundenen Preiserhöhung wird man dem Treibstoffverbrauch in Zukunft verstärkt Rechnung tragen müssen. Durch leistungsstarke großvolumige Motoren, die möglichst häufig im verbrauchsgünstigen Teillastbetrieb laufen, den Einsatz von Turboladern, einer zusätzlichen Ladeluftkühlung, der sogenannten Resonanzrohraufladung und Aufladung mittels Druckwellen kann der Kraftstoffverbrauch deutlich gesenkt werden [7 bis 10]. Hinzu kommen aber auch neue Verbrennungs- und Einspritzverfahren, die den Kraftstoffverbrauch minimieren sollen. Die Einsparungen der letztgenannten Maßnahmen betragen ca. 8 %. Bei luftgekühlten Motoren wurde durch Regelung des Kühlgebläses im Teillastbetrieb bis zu 15 % weniger Kraftstoff verbraucht. Kraftstoffe wie beispielsweise Äthanol, die eine Alternative zum Dieselmotorkraftstoff sein könnten, sind z.Z. wegen ihres hohen Preises noch nicht konkurrenzfähig, Motoren hierfür sind bisher auch nur in sehr geringem Umfang entwickelt worden [11].

2.2 Getriebe, Antrieb und Lenkung

Die Entwicklung zu größerer Leistung, geringem Kraftstoffverbrauch sowie größerer Vielseitigkeit und verbesserter Handhabung des Ackerschleppers stellt auch an die Getriebe erhöhte Anforderungen [12].

Die meisten Feldarbeiten werden im Geschwindigkeitsbereich von 2 bis 12 km/h durchgeführt; daher sollten hier die Getriebeübersetzungen sehr feinstufig ausgelegt sein. Stufenlose Getriebe haben sich aufgrund der hohen Herstellkosten, der schlechten Wirkungsgrade, der schwierigeren Reparatur und Wartung sowie des relativ hohen Geräuschpegels noch nicht durchsetzen können. Höhere Transportleistungen mit Geschwindigkeiten bis zu 40 km/h werden mit einem sogenannten "Overdrive-Getriebe" erzielt. Mit reduzierter Drehzahl, bei ca. 30 km/h, kann man gegenüber herkömmlichen Getrieben bis zu 30 % Kraftstoff einsparen. Ähnliche Getriebestufen gibt es für die Zapfwelle, die erst bei reduzierter Motordrehzahl und damit im Teillastbetrieb die genormte Zapfwelldrehzahl von 540 min^{-1} erreicht, wodurch eine Verbrauchsverringerung bis zu 15 % zu erzielen ist.

Der Allradantrieb hat sich bei Ackerschleppern der oberen Leistungsklassen allgemein durchgesetzt. Damit kann das gesamte Schleppergewicht zur Umsetzung der Motorleistung in Zugkraft herangezogen werden. Durch den Multipliseffekt wird der Schlupf gesenkt und die Zugkraft erheblich gesteigert [13, 14]. Eine weitere Verbesserung der Kraftübertragung wird durch den Radialreifen erreicht [15].

Ackerschlepper in Standardbauweise, d.h. mit Hinterachsantrieb und verschieden große Rädern vorn und hinten, werden mit der bekannten Achsschenkellenkung ausgerüstet; ab ca. 45 kW mit hydrostatischer Lenkhilfe.

2.3 Schlepperhydraulik

Die Motorleistung des Ackerschleppers wird überwiegend in Zug- und Zapfwellenleistung umgewandelt. Aufgrund der guten Regelbarkeit und der Freizügigkeit bei der Anordnung der Elemente wird ein ständig steigender Anteil der Leistung über die Hydraulikaggregate abgegeben. So zeigen die Entwicklungstendenzen der letzten Zeit einen starken Zuwachs der Hydraulikleistungen im Verhältnis zu den Motorleistungen, insbesondere bei den Großschleppern. Die Werte der Kenngrößen wie maximaler Betriebsdruck, Volumenstrom und verfügbares Ölvolume sind innerhalb weniger Jahre deutlich gestiegen. Die Hydraulikanlage eines Schleppers muß die Arbeitshydraulik (Regelkraftheber, Frontlader, Frontkraftheber, Hydrauliksteckdosen) sowie die Bedienungs- und Komforthydraulik (Betätigung von Lastschaltgetriebe, Differentialsperre, Kupplung, Bremse, Niederdruckverbraucher wie Kühlung und Schmierung) versorgen. Einige Anhaltswerte über Betriebsdruck und Volumenstrom verschiedener Hydraulikverbraucher sind in **Tafel 1** wiedergegeben. Der maximale Druck beträgt 175 bar und der größte Volumenstrom 60 l/min. Diese Werte stellen etwa jene

Verbraucher	Volumenstrom Q	Druck p
Regelkraftheber	30-40 l/min	175 bar
Lenkung	10-20 l/min	100-150 bar
Bremse	5-15 l/min (kurzzeitig)	150 bar
ND-Verbraucher	10-20 l/min	10-20 bar
Hydr.Steckdose	40-60 l/min	175 bar

Tafel 1. Kenngrößen verschiedener Hydraulikverbraucher moderner Schlepper, nach *Garbers u. Harms* [16].

Maximalwerte dar, für die die Hydraulikanlagen heutiger Schlepper ausgelegt werden. Neben den gesetzlichen Sicherheitsanforderungen, besonders an hydrostatische Lenkungen und Bremsen, treten die energetischen Gesichtspunkte in den Vordergrund. Durch verschiedene Schaltungsvarianten können die Verluste im Hydrauliksystem herabgesetzt werden [16].

2.4 Sicherheits- und Komforteinrichtungen

Im Zeichen zunehmenden Gesundheitsbewußtseins lautet ein vielbenutztes Schlagwort: "Humanisierung der Arbeitswelt." Die Entwicklung zu größerer Sicherheit auf dem Ackerschlepper hat in den letzten Jahren, unterstützt vom Gesetzgeber, große Fortschritte gemacht. Die Landwirte, die meist mehr Zeit auf dem Traktor verbringen als im PKW, sind heute durchaus bereit, für arbeitsspezifische Sicherheitseinrichtungen zu bezahlen, beispielsweise für eine entsprechende Kabine.

Die Belastungen, denen ein Schlepperfahrer ausgesetzt ist, sind im Bild 2 zusammengestellt [17]. In den Blöcken auf der linken Seite des Bildes sind die tätigkeitsbedingten Belastungen aufgeführt, auf der rechten Seite sind unten die die Belastung bestimmenden persönlichen Einflüsse verzeichnet, darüber die umweltbedingten Belastungen.

Die Gefährdung und Belastung des Menschen durch Schwingungen auf dem Schlepper ist nicht unerheblich [18]. In sitzender Körperhaltung reagieren die verschiedenen Körperteile besonders empfindlich im Bereich zwischen 4 und 8 Hz, da in diesem Bereich die Resonanzfrequenzen der meisten Organe liegen.

Um einen ausreichenden Schutz vor Lärm, Klimaeinflüssen und Luftverunreinigungen zu gewährleisten, scheint heutzutage eine Schlepperkabine unerlässlich [19, 20].

Durch ergonomisch angepaßte Anordnung der Bedienteile, geringe Betätigungskräfte, elektronische Überwachungshilfen bzw. durch die Verbesserung der Sichtbedingungen lassen sich die tätigkeitsbedingten Belastungen für den Fahrer verringern [21].

Abklappbare Motorhauben und Schlepperkabinen ermöglichen kurze Wartungs- und Reparaturzeiten [22].

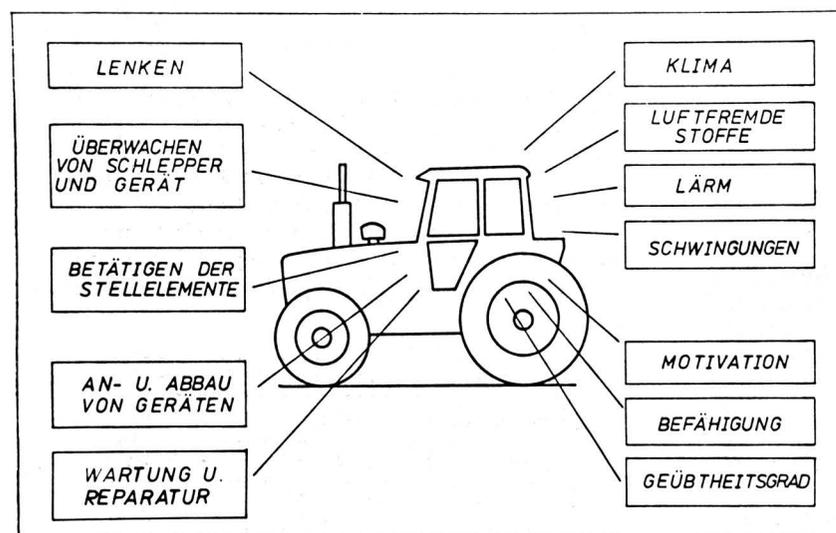


Bild 2. Belastungen des Schlepperfahrers, nach Ropers [17].

3. Ackerschlepper in Entwicklungsländern

3.1 Landwirtschaftliche und klimatische Verhältnisse in Entwicklungsländern

Die landwirtschaftlichen Gegebenheiten der Industrieländer unterscheiden sich grundlegend von denen der Entwicklungsländer. Kleine Betriebe unter 3 ha machen einen erheblichen Teil der landwirtschaftlichen Nutzfläche aus. So bearbeiten in den Tropen Westafrikas 95 % der Landwirte weniger als 2,5 ha. Die Betriebsfläche ist meist in kleine Felder aufgeteilt, die weit verstreut liegen. Die traditionellen Be- und Entwässerungssysteme sowie die Fruchtfolge führen zu einer weiteren Zersplitterung. Die verkehrsmäßige Erschließung ist oft ungenügend [23].

In den meisten Ländern dominiert in der landwirtschaftlichen Produktion auch heute noch die Handarbeit. Die Arbeiterleistung wird erschwert durch das relativ geringe körperliche Leistungsvermögen des Menschen unter tropischen Bedingungen. Kennzeichnend ist weiterhin der Mangel an technisch ausgebildeten Arbeitskräften und der Mangel an Kapital zur Investition in Landmaschinen. Ferner haben die Preissteigerungen für Erdölprodukte in den letzten Jahren diese Länder sehr viel härter getroffen als die technisierten, exportorientierten Länder Europas [24, 25].

Der Schlepper muß für tropische Feuchtgebiete mit einem ausreichenden Korrosionsschutz versehen sein. Die Lebensdauer von ca. 10000 Betriebsstunden eines in Westeuropa eingesetzten Schleppergetriebes verringert sich beim Einsatz auf den harten und trockenen Böden einiger Entwicklungsländer auf nur ca. 2000 Betriebsstunden [26].

3.2 Forderungen an Ackerschlepper und ihren Einsatz

Um Investitions- und Betriebskosten gering zu halten, sollten die Schlepper möglichst billig in der Anschaffung und im Unterhalt sein. Es wäre daher sinnvoll und volkswirtschaftlich geboten (auch zur Vermeidung von Nachschub- und Wartungsproblemen), die Schlepper nicht zu importieren, sondern sie kostengünstiger im eigenen Land zu produzieren. Um den Kapitalaufwand für die Anschaffung zu rechtfertigen, ist ein hoher Auslastungsgrad anzustreben. Daher sollten die Schlepper auch für die in den Entwicklungsländern so wichtigen Transportaufgaben eingesetzt werden können, um auch bei schlechter Infrastruktur und Mangel an anderen effektiven Transportmitteln einerseits die Vermarktung der erzeugten Güter und andererseits den Personentransport zu ermöglichen.

Wie Erfahrungen in Entwicklungsländern gezeigt haben, führen Störungen in komplizierten und wartungsintensiven Baugruppen, wie Regelelektronik, komplexe Hydrauliksysteme, Elektrik, häufig zum Ausfall des Schleppers. Aus dieser Sicht sollten die Schlepper möglichst einfach aufgebaut sein. Bei der Dimensionierung der Baugruppen sind ferner die veränderten Lastkollektive mit teilweise sehr viel höheren Lasten zu berücksichtigen und der Einsatz von ungeübten, häufig wechselnden Schlepperfahrern zu bedenken. Aufgrund der kleinen Felder und aus Kostengründen werden die Schlepper in ihrer Leistung begrenzt. Auf eine Kabine wird daher auch meist verzichtet.

3.3 Einsatzmöglichkeiten und -formen

Der Schlepper sollte besonders für jene Arbeiten eingesetzt werden und ausgelegt sein, bei denen der Arbeitsbedarf auf dem Feld

und im Stationärbetrieb die Arbeitskapazität der vorherrschenden Familienbetriebe übersteigt. Durch den Einsatz eines Schleppers bei der Bodenbearbeitung könnte der Arbeitszeitbedarf im Jahresverlauf gleichmäßiger verteilt werden. Damit ergeben sich beispielsweise Voraussetzungen zur Bewirtschaftung von mehr Nutzfläche, aber auch bessere Erträge durch genauere Saatgutablage sowie gezieltere Unkraut- und Schädlingsbekämpfung einschließlich geringerer Ernteverluste [27].

Ein nicht zu unterschätzender Gesichtspunkt für den Einsatz des Schleppers sind die Transporte sowohl von Menschen als auch von Gütern.

Aufgrund der finanziellen Situation der Einzelbauern setzt man Ackerschlepper häufig überbetrieblich ein. Hierbei unterscheidet man drei Formen:

- Lohnunternehmen
- Staatliche Organisationen
- Genossenschaften.

Staatliche Ausleihstationen und Genossenschaften weisen häufig einen hohen Prozentsatz (bis zu 50 %) von nicht einsatzfähigen Maschinen, schlechtere Arbeitsergebnisse mit niedrigeren Ernterträgen und geringere Wirtschaftlichkeit auf als Lohnunternehmen. Diese Tatsache ist neben den bekannten Problemen der Reparatur und Wartung vornehmlich auf die mangelnde Motivation

des Bedienungspersonals bezüglich des Produktionsergebnisses zurückzuführen. Daher wird empfohlen, beispielsweise die Fahrerlöhne vom Ertrag abhängig zu staffeln [28, 29]. Private Lohnunternehmen haben häufig eine größere Effektivität und werden daher auch in zunehmendem Umfang gefördert.

3.4 Praktisch ausgeführte Ackerschlepper für Entwicklungsländer

Die beschränkten Ölreserven und die damit höher werdenden Kosten dieses Energieträgers führen besonders in den Entwicklungsländern zu einer Rückorientierung auf die tierische Zugkraft und zur Suche nach alternativen Energiequellen. Um jedoch die landwirtschaftliche Produktion entscheidend zu steigern, kann auch zukünftig auf die fossilen Energieträger nicht verzichtet werden.

In Asien werden in größerem Umfang Einachsschlepper bis zu einer Antriebsleistung von 10 kW eingesetzt. Diese Schlepper, besonders von japanischen Herstellern in relativ großen Stückzahlen bei relativ geringen Preisen auf dem Markt angeboten, werden überwiegend und mit gutem Erfolg im Reisanbau eingesetzt. Sie verfügen allerdings meist über eine geringe Bodenfreiheit. Bei schweren Böden ist ein Einachsschlepper mit entsprechender Leistung auch nur mit hohem Kraftaufwand für eine begrenzte, kurze Zeitspanne zu lenken, **Bild 3**.



Bild 3. Einachsschlepper bei der Reisfeldbestellung.

Der Versuch, einen sogenannten "entfeinerten Schlepper" zu entwickeln, d.h. ein in Industrieländern gefertigtes Standardmodell wurde weitgehend vereinfacht durch Verzicht auf kompliziertere Baugruppen, brachte keinen wesentlichen Beitrag zur Mechanisierung der Landwirtschaft in der Dritten Welt. Hinzu kam, daß dieser Schlepper nur unwesentlich billiger war als das in den Industrieländern ausgelieferte Standardmodell.

Aussichtsreicher scheinen dagegen Schlepperentwicklungen zu sein, die, nach einem sogenannten Baukastensystem konzipiert, in Entwicklungsländern montiert und eingesetzt werden können.

Der von einer Arbeitsgemeinschaft deutscher Maschinenbauern entwickelte Multitrac wurde in 4 Varianten von der GTZ (Gesellschaft für technische Zusammenarbeit) im Oktober 1980 der Öffentlichkeit vorgestellt, **Bild 4**. Wesentliche Kriterien für diese Entwicklung waren die Verwendung von Originalteilen beliebiger Herkunft des Fahrzeugbaus (z.B. PKW-Motor, PKW-Getriebe, Räder usw.) und die größtmögliche Nutzung in den Ent-

wicklungsländern vorhandener Ressourcen für Fertigung, Montage und Reparatur. Abgesehen von einigen Originalteilen wie Hinterachsantrieb und Hydraulik, sollen sich Fremdbausteine (generalüberholte bzw. neue Motoren und Getriebe) mit in den Entwicklungsländern gefertigten, einfachen Rahmen vor Ort zusammenbauen lassen. Der Motor befindet sich bei allen Prototypen in der Gabelung des Grundrahmens und belastet durch seine Anordnung (kurz vor den Triebrädern) zum größten Teil die Hinterachse. Die Ladepritsche ist bei 3 der 4 Versionen vor dem Fahrer angeordnet und läßt eine allzu hohe Beladung (z.B. mit Halmgut) im direkten Sichtfeld nicht zu. Die Zapfwelle ist als Getriebezapfwelle ausgeführt und wird über ein Zahnrad vom PKW-Getriebe abgenommen. Die Ladepritsche mit einer Länge von 1,35 m und einer Breite von 1,34 m ist nach vorn hydraulisch kippbar. Der Multitrac ist mit einer elektrischen Anlage ausgerüstet. Gestartet wird über einen batteriegespeisten Anlaser.

In die Prototypen kann wahlweise ein luftgekühlter VW-Otto-Motor mit 18 kW bei 2500 min⁻¹ oder ein wassergekühlter VW-Diesel-Motor mit 20,5 kW bei 2500 min⁻¹ eingebaut werden. Bei der Entwicklung des Multitrac wurde auf die in der Bundesrepublik geltenden Sicherheitsbestimmungen weitgehend Rücksicht genommen.



Bild 4. Multitrac mit abgekippter Ladepritsche.

Eine ähnliche Entwicklung nahm der aus privater Initiative heraus gestaltete Picotrac, der bisher in 2 Prototypen gebaut wurde, **Bild 5**. Er orientiert sich ebenfalls an Kriterien wie universeller Einsatz (Bodenbearbeitung, Transport von Menschen und Gütern, Antrieb stationärer Maschinen), Kompatibilität der Baugruppen sowie kostengünstige, im Entwicklungsland vorgesehene Fertigung. Besonderer Wert wurde auf Langlebigkeit durch robuste Bauweise und damit geringe Reparaturanfälligkeit gelegt. Nicht nur der großzügig dimensionierte Rahmen, sondern auch der für harten Einsatz ausgelegte Baumaschinenmotor (15,8 kW), das Fahrgetriebe und die Hinterachse sprechen dafür. Der Motor ist über der Vorderachse angeordnet und sichert damit eine gute Lenkfähigkeit, auch bei schwerem Zug. Die Ladepritsche mit einer Länge von 1,40 m und einer Breite von 1,80 m liegt hinter dem Fahrer. Über eine Handpumpe kann der hydraulische Heckkraftheber betätigt werden. Die Zapfwelle als Nebenantrieb läuft ständig mit. Auf eine elektrische Anlage wurde verzichtet (insbesondere aufgrund der schlechten Erfahrungen in Entwicklungsländern mit den wartungsintensiven Batterien), und der Motor wird über eine Handkurbel angeworfen.



Bild 5. Picotrac mit Spatenrolle.

4. Zusammenfassung

In den technisierten Ländern hält unvermindert der Trend an, mit einer immer komplexer werdenden Technologie, bei entsprechend hohem Kapitalaufwand, die Erträge zu steigern. Als maßgebliche Entwicklungen sind die Steigerung der Antriebs- und Hydraulikleistungen und die Verbesserung der Wirkungsgrade bei allen Übertragungselementen und Aggregaten zu sehen. Außerdem ist, unterstützt vom Gesetzgeber, den Sicherheitseinrichtungen mehr Aufmerksamkeit gewidmet worden, als es bisher der Fall war. Grenzen sind diesen Entwicklungen durch ein Absinken der Rentabilität gesetzt. Zu nennen sind beispielsweise ein realer Rückgang der Erzeugerpreise und die betriebswirtschaftlichen sowie infrastrukturellen Beschränkungen.

Ein Schlepper in Entwicklungsländern muß dagegen ganz anderen Ansprüchen genügen. Er hat sich mit seinen technischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten dem jeweiligen Einsatzfall und Einsatzland unterzuordnen, da eine Anpassung der Verhältnisse in den Entwicklungsländern an die bisher produzierten Schlepper kurz- und mittelfristig nicht zu erwarten ist. Das bedeutet, daß die Schlepper extrem sparsam und billig in Unterhalt und Anschaffung, einfach und robust, im Lande produzierbar und reparierbar, möglichst vielseitig, für die Bodenbearbeitung, den Transport und Stationärtrieb einsetzbar sein müssen.

Schrifttum

- [1] Schön, H.: Technik in der Landwirtschaft – Wegbereiter des Fortschritts. VDI-Berichte Nr. 407, S. 1/10, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1981.
- [2] Welschhof, G.: Der Ackerschlepper – Mittelpunkt der Landtechnik. VDI-Berichte Nr. 407, S. 11/17, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1981.
- [3] Lampe, K.: Die Agrartechnik im Spannungsfeld des Nord-Südkonfliktes. VDI-Berichte Nr. 407, S. 37/41, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1981.
- [4] Reisch, E.: Mechanisierung der Landwirtschaft in Entwicklungsländern – Komponenten, Strategien und Auswirkungen. VDI-Berichte Nr. 407, S. 43/54, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1981.
- [5] Wieneke, F.: Agrartechnik in den Tropen. VDI-Berichte Nr. 407, S. 55/64, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1981.
- [6] Finkenwirth, W.: Beurteilungsmäßigstäbe für den Einsatz stärkerer Schlepper. Landtechnik Bd. 32 (1977) Nr. 4, S. 145/50.
- [7] Mertins, K.-H.: Ein Beitrag zur Energieeinsparung beim Schleppereinsatz. Landtechnik Bd. 35 (1980) Nr. 4, S. 162/64.
- [8] Anonym: Turbolader sparen Energie. agrartechnik international Jg. 59 (1980) Nr. 8, S. 18/19.
- [9] Meiners, H.-H.: Kommt Complex? Neues Aufladegerät für Diesel-Schleppermotoren. agrartechnik international Jg. 58 (1979) Nr. 12, S. 10/16.
- [10] Meiners, H.-H.: Der Einfluß des Drehmomentanstiegs und des Ansprechverhaltens von Schleppermotoren auf verschiedene Landwirtschaftliche Arbeiten. Landtechnik Bd. 35 (1980) H. 4, S. 166/69.
- [11] Dohne, E.: Ackerschlepper auf der DLG-Ausstellung 1980. Landtechnik Bd. 35 (1980) Nr. 10, S. 438/41.
- [12] Biller, R.H. u. H. Steinkampf: Zur Leistungsübertragung beim Schlepper. Landtechnik Bd. 31 (1976) Nr.7/8, S. 340/44.
- [13] Franke, R.: Leistungsstarke Schlepper – warum vorwiegend mit Allradantrieb? Landtechnik Bd. 30 (1975) Nr. 10, S. 438/40.
- [14] Söhne, W.: Tips zur Schlepperausrüstung. DLG-Mitteilungen (1980) Nr. 11, S. 613/19.
- [15] Bl.: Verbesserte Reifentechnik – auch für Ackerschlepper. Landtechnik Bd. 31 (1976) Nr. 10, S. 453/54.
- [16] Garbers, H. u. H.-H. Harms: Überlegungen zu künftigen Hydrauliksystemen in Ackerschleppern. Grundl. d. Landtechnik Bd. 30 (1980) Nr. 6, S. 199/205.
- [17] Ropers, J.: Ergonomische Gesichtspunkte zur Gestaltung von Ackerschleppern. Seminarvortrag S. 216, Inst. für Landmaschinen, TU Braunschweig WS 78/79.
- [18] Schütz, F.: Anforderungen an Fahrersitze. Landtechnik Bd. 33 (1978) Nr. 11, S. 509/10.
- [19] Batel, W.: Entwicklungsstand bei Schlepperkabinen im Hinblick auf Lärm, Klima und Staub. Landtechnik Bd. 33 (1978) Nr. 11, S. 478/80.
- [20] Batel, W.: Wie gut sollten Fahrerkabinen sein? DLG-Mitteilungen (1980) Nr. 11, S. 623/24.
- [21] Dupuis, H.: Ergonomische Grundsätze der Arbeitsplatzgestaltung an Maschinen. Landtechnik Bd. 30 (1975) Nr. 10, S. 435/37.
- [22] Dohne, E.: Ackerschlepper 1978. Landtechnik Bd. 33 (1978) Nr. 6, S. 264/67.
- [23] Fuad, H. u. H.S. El-Katary: Betriebswirtschaftliche Voraussetzungen der Schleppergröße in den Entwicklungsländern. Landtechnik Bd. 34 (1979) Nr. 10, S. 444/49.
- [24] Zaska, J. u. F. Wieneke: Zur Konzeption einer Mechanisierung der Landwirtschaft in den Entwicklungsländern. Landtechnik Bd. 33 (1978) Nr. 5, S. 236/40.
- [25] Wieneke, F.: Die Rolle der Agrartechnik in den Tropen Westafrikas. Landtechnik Bd. 32 (1977) Nr. 9, S. 376/79.
- [26] Bruns, H.-W.: Die Auslegung von Schleppergetrieben mit Hilfe von Last- und Fahrgeschwindigkeitskollektiven. Seminarvortrag S. 259, Inst. für Landmaschinen, TU Braunschweig WS 80/81.
- [27] Eichhorn, H., H. Hecht u. R. Midohoe: Zur Anwendung von Landmaschinen in kleinbäuerlichen Betrieben Westafrikas. Landtechnik Bd. 35 (1980) Nr. 1, S. 31/34.
- [28] Martius, H.: Entwicklungskonforme Mechanisierung der Landwirtschaft in Entwicklungsländern, Bangladesh: Eine empirische Studie auf Betriebsebene. Diss. Univ. Göttingen 1977, Saarbrücken: Verlag der SSIP-Schriften (1977).
- [29] Holtkamp, R.: Mechanisierung der Landwirtschaft in den Tropen und Subtropen – ein eigener Bereich auf der SIMA. Landtechnik Bd. 34 (1979) Nr. 5, S. 247/48.
- [30] Stutzer, D.: Einfach-Ackergerät für die Dritte Welt. VDI-Nachrichten. Jg. 34 (1980) Nr. 46, S. 17.