

Thema **Stand der Gleiskettenfahrzeugtechnik**

Autoren **Dipl.-Ing. H. Schulz, KDT/Dipl.-Ing. K. Schulz**
 Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Pflanzenproduktion

1. Einleitung

Die Gleiskettenfahrzeugtechnik ist in der Landwirtschaft in Form von Gleiskettentraktoren so lange wie der Traktor selbst bekannt [1]. Vorteile von Gleiskettentraktoren sind die geringe Druck- und Schubbelastung des Bodens, damit verbunden geringe Spurtiefen und bei vergleichbarer Masse gegenüber Radtraktoren eine weitaus größere Zugkraft bei geringem Schlupf. Der Bodendruck ist etwa um 30 bis 50 % geringer als bei Radtraktoren. Bei vergleichbaren Arbeiten ist der Schlupf um etwa 60 bis 75 % gegenüber diesen Traktoren geringer, und der Kraftstoffverbrauch ist um etwa 15 % niedriger [2]. Der geringere Verbrauch ergibt sich im wesentlichen durch die geringere Deformationsarbeit am Boden, durch den vergleichsweise sehr niedrigen Rollwiderstand (der Traktor rollt über selbst gelegte „Gleise“) und durch den nahezu nicht vorhandenen Formänderungsschlupf am Fahrwerk.

Als wesentliche Nachteile sind der relativ große Fahrwerkverschleiß, der erforderliche Wartungs- und Pflegeaufwand sowie die geringen Umsetzgeschwindigkeiten oder bei Fremdtransport die aufwendige Technik dafür zu nennen.

In der Landwirtschaft der DDR ist der Anteil der Gleiskettentraktoren mit rd. 1 % am Gesamtbestand gering. Ein ähnlicher Anteil ist in der Landwirtschaft einer Reihe anderer Länder vorhanden. Da mit Radtraktoren der Ackerboden gegenüber Gleiskettentraktoren stärker belastet wird, was bis zur bleibenden Schädigung und Ertragsminderung reicht, werden den Gleiskettentraktoren in bestimmtem Umfang wieder Einsatzchancen eingeräumt (z. B. DT-75 aus dem Wolgograder Traktorenwerk, Bild 1). Das Einsatzspektrum ist dabei im wesentlichen auf bindigen Böden mit hohem spezifischen Bodenwiderstand und — weil hier der Fahrwerkverschleiß gegenüber rolligen Böden relativ gering ist — auf extrem verdichteten, auf druckempfindlichen und wenig tragfähigen Böden zu sehen.

Da in der DDR Gleiskettentraktoren nicht mehr produziert und z. Z. nur in begrenztem Umfang eingesetzt werden, sind wesentliche technische Grundlagen [3,4] und der momentane Entwicklungsstand der Gleiskettenfahrzeugtechnik sicherlich nicht hinreichend genug bekannt. Dieser Stand wird vor allem vom Bereich des Militärwesens [5,6,7] und von einigen international bekannten Firmen bestimmt. Deshalb soll mit diesem Beitrag ein kurzer vergleichender Überblick über die gegenwärtige Gleiskettenfahrzeugtechnik gegeben werden [7].

2. Arten verwendeter Fahrwerke und Lenksysteme

Bekannt ist, daß sich Rad- und Gleiskettentraktoren nach der Ausführung und Wirkungsweise der Fahrwerke und Lenkungen sowie nach der Anzahl der Gänge und Größe der Stufensprünge und der Übersetzungen im Getriebe unterscheiden. Nach der Art der Fahrwerke und der Lenksysteme erfolgt bevorzugt die Bewertung von Gleiskettentraktoren.

2.1. Allgemeines

Gleiskettenfahrzeuge werden gelenkt, indem — durch Betätigen der Lenkeinrichtungen — die Antriebsräder der Gleisketten mit unterschiedlichen Drehzahlen laufen. Die konstruktiv unterschiedliche Gestaltung der Lenkeinrichtungen von Gleiskettenfahrzeugen beeinflusst wesentlich die Zugeigenschaften, die Geländegängigkeit, die Manövrierfähigkeit und den Energiebedarf (Kraftstoffverbrauch). Während bei Radfahrzeugen eine Richtungsänderung durch Lenkeinschlag der Vorder- oder Hinterräder oder Schwenken der Achsen zueinander erreicht wird, ist dies bei Gleiskettenfahrzeugen ausgeschlossen, da die Laufrollen in der Gleiskette zwangsgeführt sind. Das bedeutet, daß das Lenken eines Gleiskettenfahrzeugs durch Herbeiführen von unterschiedlichen Umlaufgeschwindigkeiten der Gleisketten erfolgt. Die Geschwindigkeiten der beiden Gleisketten beim Wenden sind daher ein Kriterium für die Lenkbarkeit eines Gleiskettenfahrzeugs. Je größer die Geschwindig-

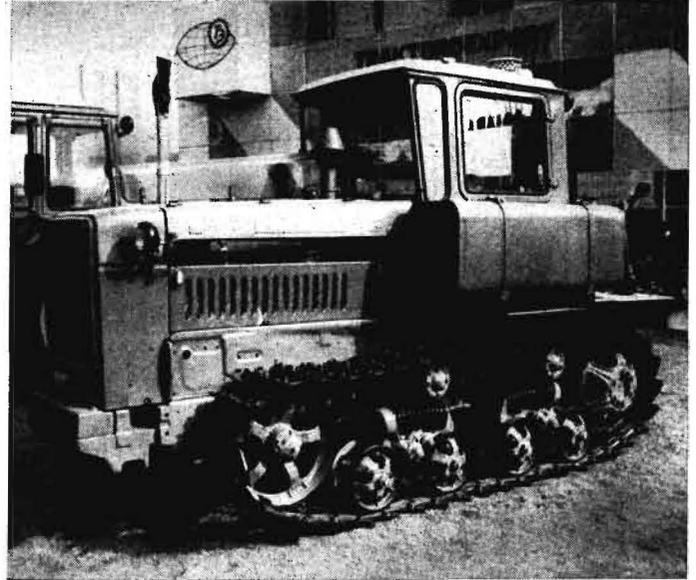


Bild 1
Kettentraktor DT-75 M
(UdSSR)

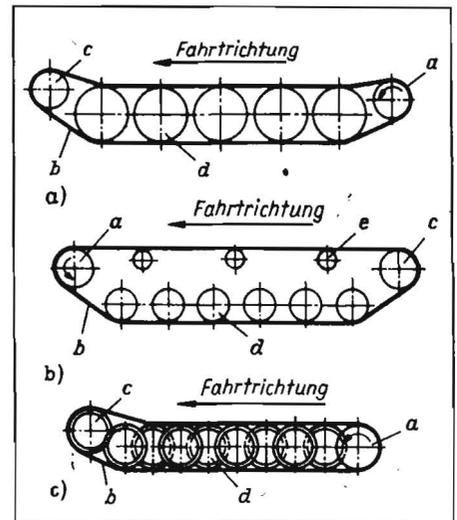


Bild 2
Ausführung von Gleiskettenfahrwerken;
a) Christie-Fahrwerk,
b) Stützrollenfahrwerk,
c) Schachtelfahrwerk
a Antriebsrad,
b Gleiskette,
c Leitrad mit Ketten-
spanneinrichtung,
d Laufrollen,
e Stützrollen

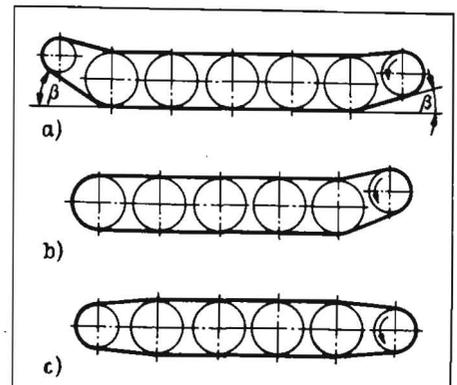


Bild 3
Einteilung von Fahr-
werken nach Anordnung
der Antriebs- und Leit-
räder;
a) angehobene Antriebs-
und Leitäder,
b) tragende Leitäder,
c) tragende Antriebs-
und Leitäder

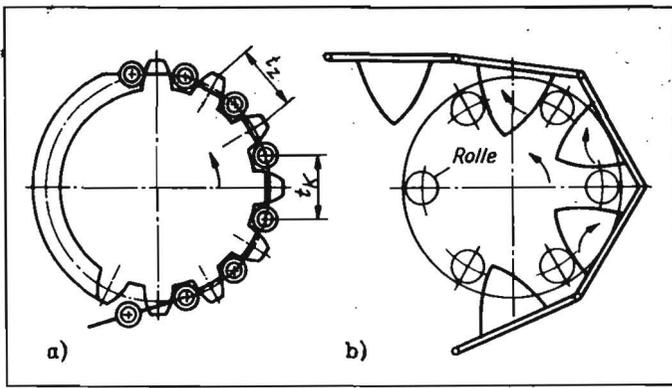


Bild 4. Ausführung von Kettenantriebsrädern; a) Zahneingriff, b) Stolleneingriff

keitsdifferenz beider Gleisketten ist, um so schneller kann eine Richtungsänderung erfolgen.

Lenkeinrichtungen von Gleiskettenfahrzeugen sind Bauelemente der Leistungsübertragung, die eine beliebige Richtungsänderung durch Verändern der Umlaufgeschwindigkeit einer oder beider Gleisketten sowie eine Veränderung der auf sie übertragenen Kräfte nach Größe und teilweise Richtung ermöglichen. Durch die erzwungene Differenz der Umlaufgeschwindigkeiten der beiden Gleisketten wendet das Fahrzeug in Richtung der Gleiskette, die die geringere Geschwindigkeit aufweist. Der Auswahl und der Kombination von geeigneten Fahrwerken und Lenksystemen wird, bezogen auf den Einsatzzweck, größte Aufmerksamkeit gewidmet.

2.2. Fahrwerke

Das Fahrwerk eines Gleiskettenfahrzeugs stellt die Gesamtheit der Baugruppen und -teile dar, die den Rahmen des Fahrzeugs aufnehmen, die Bewegungen ermöglichen und Schwingungen dämpfen (Bild 2).

Entsprechend der Anordnung der Antriebsräder werden Gleiskettenfahrzeuge mit Bug- und Heckantrieb unterschieden (Bild 3). Die Heckanordnung der Antriebsräder ergibt einen etwas höheren Fahrwerkwirkungsgrad gegenüber Bugantrieb. Der Eingriff der Antriebsräder in die Ketten erfolgt mit Hilfe von Zähnen, Stollen (Bild 4) oder einer Kombination daraus. Bei modernen Fahrzeugen wird der Zahneingriff bevorzugt. Je nach dem Verhältnis der Kettenteilung t_k zur Teilung des Antriebsrades t_z (Bild 4a) werden die Zahneingriffe unterteilt in

- Spezialeingriff ($t_k < t_z$)
- Spezial- oder Zweiteilungseingriff
- normaler Eingriff ($t_k \geq t_z$)
- Mehrteilungseingriff (mit veränderlichem Eingriffsradius).

Eine weitere Einteilung erfolgt danach, ob die Antriebs- und Leiträder angehoben sind oder ob sie das Gewicht mit auf der Fahrbahn abstützen (Bild 3) oder ob Laufrollen mit oder ohne Stützrollen vorhanden sind. Danach werden unterschieden (Bild 2):

- Stützrollenfahrwerke (Traktoren)
- Christie-Fahrwerke (vor allem Militärfahrzeuge)
- Schachtelfahrwerke (vor allem Militärfahrzeuge).

Überwiegend sind Stützrollen- und Christie-Fahrwerke anzutreffen, wobei erstere bevorzugt werden. Gleisketten werden hinsichtlich ihrer Abmessungen in klein- oder großgliedrige Ketten unterteilt. Bei modernen Gleiskettenfahrzeugen werden vorwiegend kleingliedrige Ketten

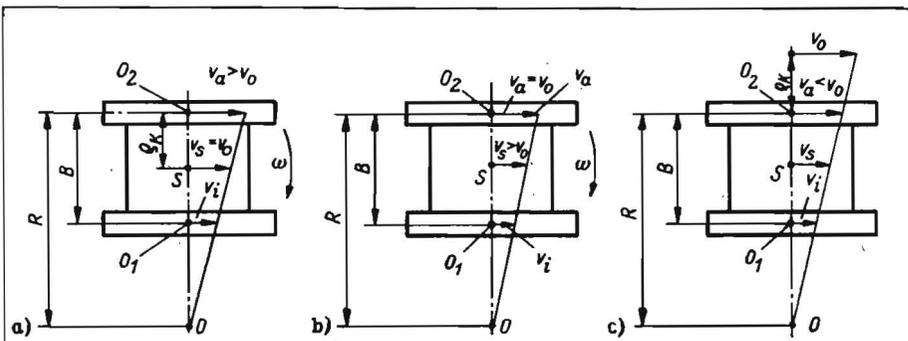


Bild 7. Doppel-Differentiallenkgetriebe (Cletrac-Lenkung); a Kegelritzel, b Kegelrad, c Steg, d großes Planetenrad, e großes Sonnenrad (Bremsrad), f kleines Planetenrad, g kleines Sonnenrad, h Lenkbremse, i Antriebswelle, k Endgetriebe, l Antriebsrad

Bild 5. Kinematische Bewertung von Lenkeinrichtungen; a) $\varphi_k = -B/2$, b) $\varphi_k = 0$, c) $\varphi_k > 0$

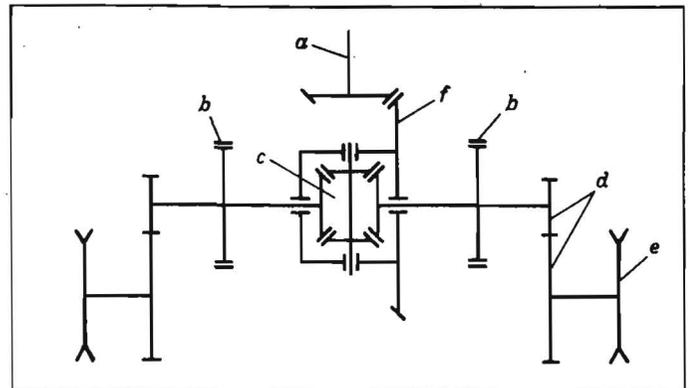


Bild 6. Aufbau eines einfachen Differentiallenkgetriebes; a Kegelritzel (Antrieb vom Motor), b Lenkbremse, c Differential, d Endgetriebe, e Antriebsrad, f Kegelrad

verwendet. Charakterisiert werden diese Ketten durch ein Verhältnis von Kettenteilung und Kettenbreite $< 0,5$ und einen Teilungsgrad $\beta = (360^\circ/z_A) < 25^\circ$, wobei z_A die Anzahl der gleichzeitig eingreifenden Kettenglieder ist.

Bezogen auf die Ausführung der Kettengelenke werden unterschieden:

- offene oder geschlossene Ganzmetallgelenke
- Gummi-Metallgelenke
- Gelenke mit Innenschmierung.

Letztere sind sehr teuer in der Herstellung, ihre Lebensdauer ist aber 3- bis 4mal größer als die von Ganzmetallgelenken, die aber noch überwiegend angewendet werden.

2.3. Lenkeinrichtungen und ihre Einteilung

2.3.1. Anforderungen

Lenkeinrichtungen dienen zur Fahrtrichtungskorrektur und -änderung. Dafür ist gegenüber der Geradeausfahrt eine Mehrleistung des Motors, bedingt durch die Verluste im Lenksystem und am Fahrwerk, vor allem durch die zusätzliche Bodendeformation, erforderlich. Mit Lenkeinrichtungen von Gleiskettenfahrzeugen sind folgende Hauptanforderungen zu erfüllen:

- Gewährleisten der Wendigkeit entsprechend den Einsatzforderungen

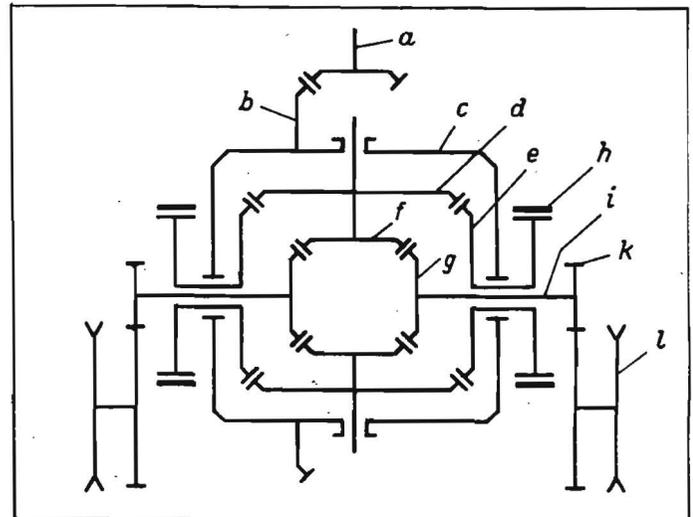


Bild 8. Schema einer Kupplungsbremslenkung;
 a Kegelritzel, b Kupplung, c Lenkbremse,
 d Endgetriebe, e Antriebsrad

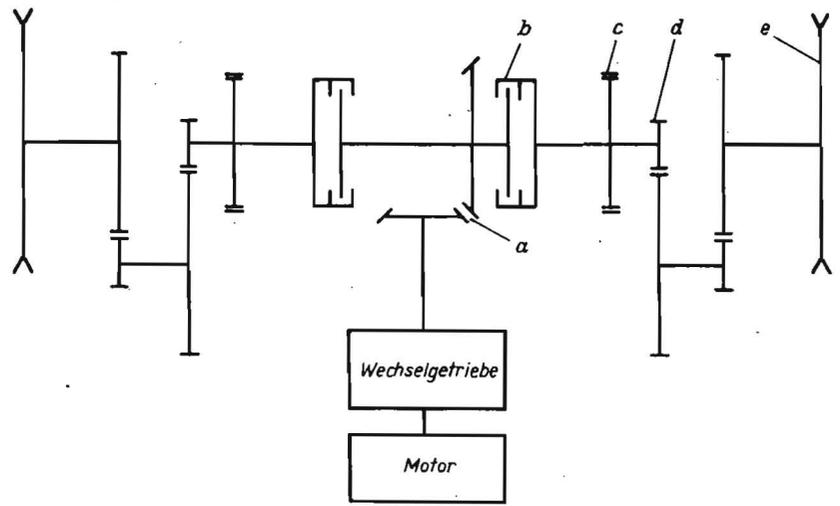


Bild 9. Zweistufige Planetenlenkeinrichtung;
 a Hohlrad, b Steg (große Bremsstrommel), c
 Planetenrad, d Sonnenrad, e Lenkkupplung,
 f Lenkbremse (Sonnenradbremse), g An-
 triebswelle, h Endgetriebe, i Antriebsrad, h
 Wechselgetriebe, l Hauptkupplung, m Motor,
 K_{1,2} Lenkkupplung, B_H Haltebremse, B_{L1,2}
 Lenkbremse

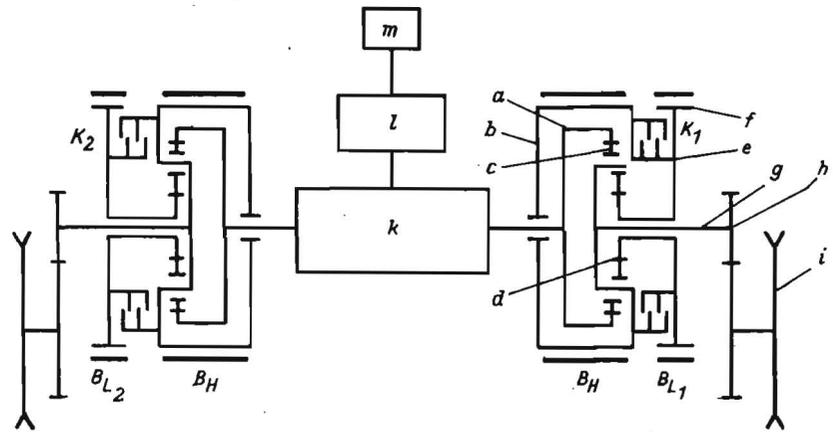
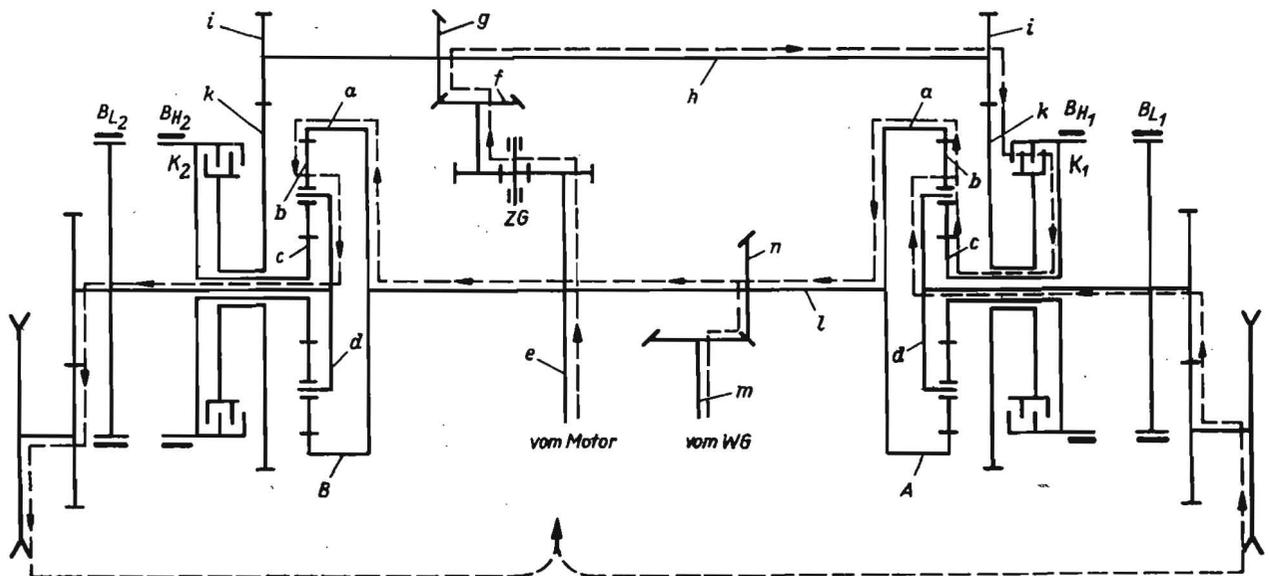


Bild 10. Planetenlenkgetriebe mit doppelter Lei-
 stungszuführung (Überlagerungslenkung);
 a Hohlrad (Umlaufrad), b Planetenrad, c
 Sonnenrad, d Steg, e Antriebswelle vom
 Motor, f, g Kegelräder, h Welle, i, k Stirn-
 räder, l Querwelle, m Antriebsrad vom
 Wechselgetriebe (WG), n Kegelrad; übrige
 Bezeichnungen wie im Bild 8



- maximale Fahrgeschwindigkeit und maximaler Wirkungsgrad während des Wendens
- beim Wenden Vergrößern der Zugkräfte an den Ketten durch Verringern der Fahrgeschwindigkeit in Übereinstimmung mit dem ansteigenden Fahrwiderstand
- stabiler gleichförmiger Verlauf der geradlinigen Bewegung, unabhängig von den Fahrwiderständen an linker und rechter Kette
- leichte Betätigung, bequeme Wartung und instandsetzungsgerechte Konstruktion.

2.3.2. Einteilung der Lenkeinrichtungen

Die Lenkeinrichtung von Gleiskettenfahrzeugen mit einer mechanischen Kraftübertragung werden nach ihren kinematischen Besonderheiten beim Wenden in drei Gruppen eingeteilt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß eine konstante Motordrehzahl und eine gleiche Gangwahl des Wechselgetriebes zu erfüllende Voraussetzungen sind (Bild 5):

- Lenkeinrichtungen, bei denen die Geschwindigkeit v_a der Außenkette beim Wenden größer als die Geschwindigkeit v_o bei Geradeausbewegung des Fahrzeugs vor dem Wenden ist ($v_a > v_o$)
Dabei nimmt die Geschwindigkeit der Innenkette in dem Maß ab, wie die der Außenkette zunimmt, während die Geschwindigkeit v_s des Schwerpunkts beim Wenden gegenüber der Geschwindigkeit des Fahrzeugs vor dem Wenden unverändert bleibt ($v_s = v_o$). Der Abstand des Punktes von der Außenkette, bei dem beim Wenden die Geschwindigkeit der geradlinigen Bewegung des Fahrzeugs beibehalten wird, erhält die Bezeichnung ϱ_K . Dieser Wert ϱ_K ist der *kinematische Kennwert* der Lenkeinrichtung.

Zu dieser Gruppe gehören alle Differentiallenkgetriebe:

- einfache Differentiallenkgetriebe (Bild 6)
- Doppel-Differentiallenkgetriebe (Bild 7)
- Differentiallenkgetriebe mit einfacher oder doppelter Leistungszuführung.

Für diese Gruppe der Lenkeinrichtungen ist der kinematische Kennwert $\varrho_K = -B/2$ (Bild 5a).

- Lenkeinrichtungen, bei denen die Geschwindigkeit der Außenkette gleich der Geschwindigkeit der Geradeausbewegung des Fahrzeugs vor dem Wenden ist ($v_a = v_o$)

Zu dieser Gruppe gehören:

- Kupplungsbremslenkungen (Bild 8) (Traktor DT-75M)
- ein- und zweistufige Planetenlenkgetriebe (T-130)
- Überlagerungslenkgetriebe als Planetengetriebe mit einfacher und doppelter Leistungszuführung (Bilder 9 und 10).

Lenkeinrichtungen dieser Gruppe haben den kinematischen Kennwert $\varrho_K = 0$ (Bild 5b).

- Lenkeinrichtungen, bei denen die Geschwindigkeit der Außenkette kleiner als die Geschwindigkeit der geradlinigen Bewegung des Fahrzeugs vor dem Wenden ist ($v_a < v_o$).

Der Punkt im Geschwindigkeitsplan, der die Geschwindigkeit des

Fahrzeugs vor dem Wenden hat, befindet sich außerhalb des Fahrzeugs. Zu dieser Gruppe von Lenkeinrichtungen gehört die elektromechanische Kraftübertragung, bei der das Lenken durch Drosseln eines Elektromotors bewirkt wird. Der kinematische Kennwert dieser Lenkeinrichtung ist $\varrho_K > 0$ (Bild 5c) [5,8,9].

3. Entwicklungstendenzen

Für Gleiskettenfahrzeuge, die im Bereich der Landwirtschaft vorgesehen sind, lassen sich aus einer Analyse folgende Entwicklungstendenzen ableiten:

- Bei den verwendeten Lenkeinrichtungen geht die Entwicklung offenbar von Lenkkupplungen, Differentiallenkungen über Planetenlenkgetriebe zur Überlagerungslenkung unterschiedlicher Konstruktion.
- Als Fahrwerk findet das Stützrollenfahrwerk die häufigste Anwendung und wird trotz bestimmter Nachteile gegenüber dem Christie-Fahrwerk weiterhin dominierend sein (Anordnung der Antriebsräder im Fahrzeugheck).

4. Zusammenfassung

Ziel des vorliegenden Beitrags ist die Vermittlung eines Überblicks über den internationalen Entwicklungsstand von Gleiskettenfahrzeugen. Behandelt werden auch einige Kriterien bei der Anwendung von Gleiskettenfahrzeugen und grundsätzliche einsatztechnische Bewertungen. Zu bemerken ist abschließend, daß umfangreiche theoretische Erkenntnisse über Gleiskettenfahrzeuge vorhanden sind, die für den energieoptimalen Einsatz und für das Gewährleisten einer langen Lebensdauer nutzbar sind.

Literatur

- [1] Schulz, H.: Der Weg zum Hochleistungstraktor. Motor-Jahr. Berlin: transpress VEB Verlag für Verkehrswesen 1973.
- [2] Stieglitz, E.: Vortrag über Gleiskettentraktoren vor dem Fachausschuß „Traktoren“ der KDT am 28. Juni 1982.
- [3] Lwow, E. D.: Theorie des Schleppers. Berlin: VEB Verlag Technik 1954.
- [4] Kleinschmidt, H. J.: Theorie und Berechnung des Cletrac-Doppeldifferentials für Kettenschlepper. KFT, Berlin (1956) 7, S. 250—254; 8, S. 297—300.
- [5] Schmidtchen, H.: Aufbau und Wirkungsweise einfacher Lenkvorrichtungen von Gleiskettenfahrzeugen. militärtechnik, Berlin (1978) 6, S. 316—318.
- [6] Schmidtchen, H.: Überlagerungslenkungen von Gleiskettenfahrzeugen. militärtechnik, Berlin (1979) 1, S. 34—36.
- [7] Schulz, K.: Mechanik von Gleiskettenfahrzeugen unter Beachtung der Fahrwerk- und Lenkungsauslegung. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1981 (unveröffentlicht).
- [8] Koslow, A. G.; Talu, K. A.: Konstruktion und Berechnung von Panzern, Teil II. Militärakademie „Friedrich Engels“ 1964.
- [9] Pol, N.: Die Lenkvorrichtungen von Kettenfahrzeugen. militärtechnik, Berlin (1964) 2, S. 47—49; 3, S. 93—95.

A 3698

Kleinanzeigen haben in der Fachpresse große Werbewirkung

Nutzen Sie diese Möglichkeit auch in der Zeitschrift „agrartechnik“ und erleichtern Sie sich unter anderem auf diesem Wege den Verkauf, Ankauf oder Tausch von Traktoren, Landmaschinen und Geräten.

VEB Verlag Technik
Anzeigenabteilung
1020 Berlin, Oranienburger Str. 13—14, Tel. 2 87 00
Kennwort „agrartechnik“

Wie ist eine Anzeige für die „agrartechnik“ aufzugeben?

- Betriebe, Genossenschaften, VEG, ACZ und Institutionen bitten wir, sich mit ihrem Auftrag direkt an uns zu wenden
- Auftraggeber aus dem privaten Bereich wenden sich bitte an eine Anzeigen-Annahmestelle oder unter Angabe ihrer Anschriften und Personenkennzahl direkt an uns.