

# Technisch-ökonomische Aspekte bei der Entwicklung des Kratzerkettenantriebs am Futtermittelverteilerwagen

Dipl.-Ing. U. Daniel, KDT/Dozent Dr.-Ing. M. Prinz, KDT  
Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Tierproduktion

## 1. Einleitung

Der Futterstapel wird innerhalb des Futterverteilerwagens mit Hilfe einer Kratzerkette gegen die Fräsrollen gefördert. Durch die Verstellung der Kratzerkettengeschwindigkeit ist es möglich, die auszutragende Futtermenge je Zeiteinheit zu verändern.

Als Kratzerkettenantrieb wird gegenwärtig das Knaggengetriebe eingesetzt (Bild 1). Bei einer Zapfwelldrehzahl von 540 U/min lassen sich Kratzerkettengeschwindigkeiten von 0,42, 0,82, 1,23, 1,64, 2,056 und 2,46 m/min einstellen [1]. Der Knaggenantrieb entspricht den derzeitigen Anforderungen der Tierproduktion.

In Verbindung mit der Entwicklung von Futterverteilerwagen, die den massekontrollierten Futtermittelaustrag realisieren, ist der Kratzerkettenantrieb unter den diesbezüglichen Anforderungen neu zu gestalten.

## 2. Anforderungen an den Kratzerkettenantrieb

An den Kratzerkettenantrieb werden folgende Anforderungen gestellt:

- Stellbereich der Kratzerkettengeschwindigkeit 7:1...9:1
- Antrieb möglichst kontinuierlich
- Verstellung der Kratzerkettengeschwindigkeit mit automatisierbarer Fernbedienung
- abzugebende Maximalleistung 2 bis 3 kW
- hoher Standardisierungsgrad bei geringem Materialverbrauch
- hoher Wirkungsgrad der Energieübertragung
- Beständigkeit gegenüber aggressiven Medien
- geringer Pflege- und Wartungsaufwand
- abgestimmte Nutzungsdauer mit dem Futterverteilerwagen.

Diese hohen Anforderungen an den Antrieb sind vor allem bei Einordnung des Futterver-

teilerwagens in das Produktions-Kontroll- und Steuersystem, also für die Realisierung einer Massedosierung, von besonderer Bedeutung. Für den Einsatz der Futterverteilerwagen in der herkömmlichen Technologie besteht nicht die Forderung nach Automatisierbarkeit.

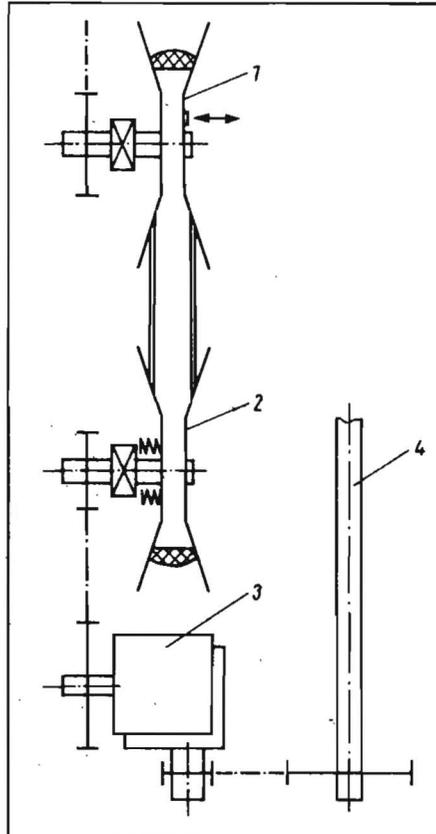


Bild 2  
Schematische Darstellung eines Breitkeilriemen-Schnecken-Getriebes;  
1 verstellbare Keilriemenscheibe, 2 federbelastete Keilriemenscheibe, 3 Schneckengetriebe (Übersetzungsverhältnis 40:1), 4 Antriebswelle der Kratzerkette

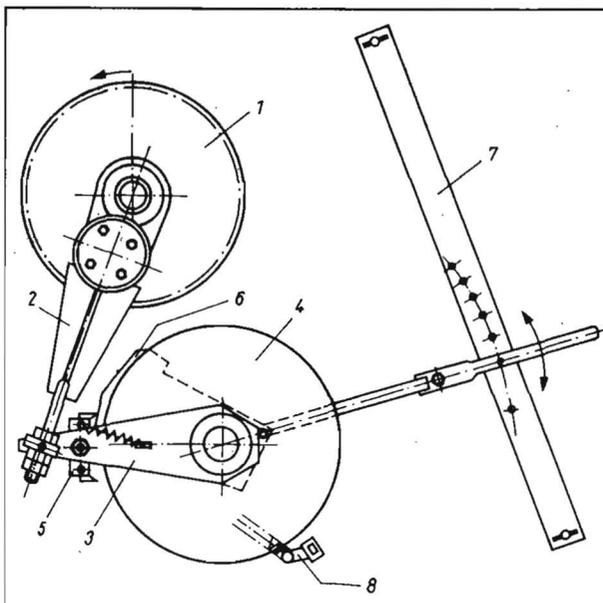


Bild 1  
Knaggengetriebe;  
1 Exzenter, 2 Pleuellstange, 3 Pleuellschwinge, 4 Knaggenrad, 5 Doppelknagge, 6 Kurvenscheibe, 7 Lochsegment, 8 Rückhalteknagge

## 3. Mögliche Kratzerkettenantriebe

Auf der Grundlage eines Leistungsvertrags mit dem VEB Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Nauen wird in enger Zusammenarbeit mit dem VEB Wissenschaftliches Zentrum Ferdinandshof an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg seit 1986 an der Weiterentwicklung des Kratzerkettenantriebs gearbeitet. Der Abschluß der Forschungen ist für 1989 geplant. In der bisherigen Arbeit wurden vor allem mechanische Antriebsvarianten untersucht. Möglich sind aber auch elektrische und hydraulische Kratzerkettenantriebe. Ein elektrischer Antrieb ist allerdings mit sehr hohem Aufwand verbunden. Hydraulische Kratzerkettenantriebe sind international gebräuchlich und müssen in der weiteren Arbeit besonders Berücksichtigung finden.

Folgende mechanische Getriebe wurden bisher untersucht:

- Kurvengetriebe [2]
- Ketten-Stirnrad-Getriebe [3] (Untersuchungen wegen zu hoher Masse eingestellt)
- Breitkeilriemen-Schnecken-Getriebe [4] (Bild 2)
- Reibradgetriebe (Untersuchungen wegen zu geringer Leistungsfähigkeit eingestellt)
- Knaggengetriebe mit verschiedenen Verstellmechanismen
- Stirnrad-Schaltgetriebe (Untersuchungen wegen zu hoher Masse eingestellt).

## 4. Untersuchungsergebnisse an ausgewählten Antriebsvarianten

### 4.1. Knaggengetriebe

Das Knaggengetriebe aus der Gruppe der Schrittschaltgetriebe realisiert eine diskontinuierliche Ausgangsbewegung. Die Drehbewegung ist in 6 Stunden über die Veränderung des Eingriffs der Knagge verstellbar. Je nach Stellung der Kurvenscheibe wird das Knaggenrad im Bereich von 1 Zahn bis zu 6 Zähnen je Hub weitergedreht.

Nachteilig ist die periodisch hohe Beanspruchung der Teile der Kraftübertragung, die sich negativ auf das Verschleißverhalten des Getriebes auswirkt.

Weiterhin kommt es zum Auftreten von Drehmomentenspitzen an den Fräswerkzeugen des Futterverteilerwagens sowie durch das ständige Überwinden der Haftreibung je Kurbelhub zu Energieverlusten. Zur experimentellen Bestimmung des Wirkungsgrades des Knaggengetriebes ist es notwendig, die dem Getriebe zugeführte Leistung sowie die abgegebene Leistung zu messen. Ein Drehmoment wird nur während des Hubes, also beim Eingriff der Knagge in das Knaggenrad, abgegeben. Die zur Rückbewegung der Getriebeteile nötige Leistung muß als Verlustleistung gewertet werden:

$$\mu = \frac{P_{ab(a, 2\pi)}}{P_{zu(0, \alpha)} + P_{zu(\alpha, 2\pi)}} \quad (1)$$

$P_{ab}$  abgegebene Leistung

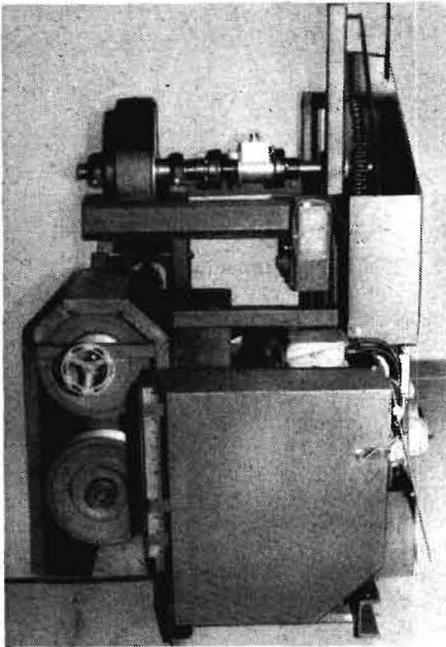


Bild 3. Breitkeilriemen-Schnecken-Getriebe auf dem Getriebeprüfstand (Foto: U. Sielaff)

Betriebs- und Verschleißverhalten sowie seines Wirkungsgrades getestet (Bild 3). Das Breitkeilriemen-Schnecken-Getriebe entspricht den funktionellen Anforderungen, ist aber mit folgenden Nachteilen behaftet:

- hohe Gesamtmasse (rd. 120 kg)
- hoher Preis (rd. 3000 M)
- schlechter Wirkungsgrad.

Der schlechte Gesamtwirkungsgrad ist vor allem auf die Verwendung des Schneckengetriebes zurückzuführen, das einen Wirkungsgrad von etwa 0,65 (abhängig von der Eingangsdrehzahl) hat. Theoretisch konnte ein maximaler Gesamtwirkungsgrad von 0,54 erwartet werden (Bild 4). Auf dem Getriebeprüfstand wurde nur der Gesamtwirkungsgrad von 0,3 nachgewiesen. Es wurde allerdings nicht unter Nennbedingungen gearbeitet, was ja auch in den Tierproduktionsbetrieben nicht zu erwarten ist.

#### 4.3. Hydraulische Antriebe

Hierzu sind die Arbeiten an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg erst begonnen worden. Bisher wurden außerhalb der Ingenieurhochschule Untersuchungen an einer Antriebsvariante, bestehend aus Gerotomotor und Schneckengetriebe, durchgeführt. Diese Variante hat ebenfalls eine hohe Masse und einen schlechten Wirkungsgrad. Die Kosten dieses Antriebs liegen noch über denen des Breitkeilriemen-Schnecken-Getriebes.

Die Möglichkeiten des Antriebs der Kratzerkette mit Hydraulikzylindern werden gegenwärtig geprüft.

#### 5. Zusammenfassung

Die Forderung besteht, ein in einem großen Bereich automatisiert fernverstellbares Getriebe für den Antrieb der Kratzerkette zu entwickeln. Die Forschungsarbeit muß sich auf eine Analyse und sich daraus ergebende Möglichkeiten für eine Verbesserung des Knaggengetriebes sowie auf hydraulische Antriebsmöglichkeiten konzentrieren.

Die Material- und Energieökonomie sind wichtige Aspekte bei der Getriebeauswahl.

Bei Einordnung des Futtermittelwagens in

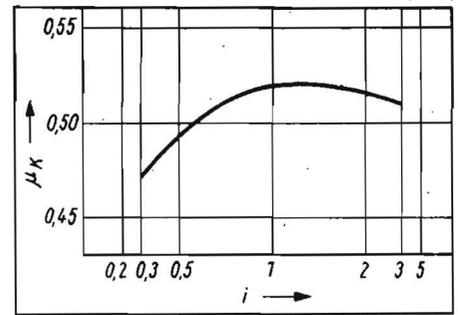


Bild 4. Wirkungsgrad des kombinierten Getriebes bei optimalen Laufbedingungen; i eingestelltes Übersetzungsverhältnis des Breitkeilriemengetriebes,  $\mu_k$  Wirkungsgrad des kombinierten Getriebes

das Produktions-Kontroll- und Steuersystem ist das Knaggengetriebe nur bedingt geeignet. Alle anderen recherchierten Antriebsvarianten sind kostengünstiger als das Knaggengetriebe.

$P_{zu}$  zugeführte Leistung

$\alpha$  Winkel, bei dem der Eingriff der Doppelknagge beginnt

$\mu$  Getriebewirkungsgrad.

Die theoretische und experimentelle Analyse des Knaggengetriebes muß zu einer konstruktiven Verbesserung führen. Ansatzpunkte dafür sind z. B. die Veränderung der Befestigung der Knagge und die Veränderung der Kurvenscheibe. Die vollständige Ablösung des auch international gebräuchlichen Knaggenantriebs durch andere Varianten ist gegenwärtig nicht denkbar.

#### 4.2. Breitkeilriemen-Schnecken-Getriebe

Dieses kombinierte Getriebe besteht aus einem Satz Spreizscheiben mit asymmetrischer Verstellung, einem Schneckengetriebe und aus Rollenkettenantrieben. Es wurde auf einem Getriebeprüfstand hinsichtlich seines

#### Literatur

- [1] Katzmarek, G.; Huschke, W.: Futtermittelwagen L433, agrartechnik, Berlin 36 (1986) 8, S. 339–342.
- [2] Friebe, J.: Untersuchungen von mechanischen Antrieben für die Kratzerketten bei Futtermittelfahrzeugen – Entwicklung und Konstruktion eines neuen Antriebs. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1985 (unveröffentlicht).
- [3] Hilbert, N.: Analyse der Antriebsgestaltung mit Aussage zu einer Vorzugsvariante für das Funktionsmuster. VEB Wissenschaftliches Zentrum Ferdinandshof, Zwischenbericht 1981 (unveröffentlicht).
- [4] Daniel, U.: Entwicklung eines kontinuierlich arbeitenden mechanischen Kratzerkettenantriebes. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Abschlußbericht 1987 (unveröffentlicht).

A 5310



## Dungstreuer RUR-10

Der von Agrozet Pelhřimov (ČSSR) gefertigte Dungstreuer RUR-10 (Tragfähigkeit 10 t) ist zum Ausbringen von Stallung, Kompost, aufbereiteten Mineraldüngern und ähnlichen Materialien geeignet. Er ist als Einachsanhänger mit Tandemachse konstruiert und besteht aus Fahrwerk und Streuaufsatz. Das Kombinationsstreuerwerk setzt sich aus Horizontalwalzen und Schleuderschaukeln zusammen. Die Geschwindigkeit des Kratzerbodens ist über ein Getriebe einstellbar.

#### Technische Daten:

Länge	8 200 mm
Breite	2 500 mm
Höhe	2 600 mm
Massé	4 550 kg
Ladevolumen	12 m <sup>3</sup>
erforderliche Traktorleistung	58 bis 110 kW
Arbeitsbreite	11 m.

(Foto: N. Hamke)

agrartechnik, Berlin 38 (1988) 8