

Einfluß auf die Verfahrensgestaltung im Zusammenwirken von Erntemaschine und TUL-Technik haben auch übereinstimmende Durchsätze der Erntemaschinen mit den Nutzmassen der Fahrzeuge und diese mit den Umschlagmaschinen und Annahmeeinrichtungen.

Steigende Durchsätze der Erntemaschinen erfordern höhere Nutzmassen der Fahrzeuge (Fahrzeugeinheiten), da einer Erhöhung der Durchschnittsgeschwindigkeit Grenzen gesetzt sind. Höhere Nutzmassen werden aber bei Benutzung öffentlicher Straßen durch die StVZO, zunehmende Bodenbelastung bei höheren Achslasten (≥ 60 kN) und schließlich durch zur Verfügung stehende Zugmittel begrenzt. Die vertretbare obere Grenze der Nutzmasse liegt in der DDR gegenwärtig bei etwa 16 t, was einen Durchsatz der Erntemaschine bis etwa 150 t/h zuläßt (Bild 5).

Die genannten Durchsätze der Erntemaschinen verlangen für eine Fließerarbeit auch Durchsätze der Umschlagmaschinen von ≥ 150 t/h. Einfluß auf die Verfahrensgestaltung im Zusammenwirken von Erntemaschinen und TUL-Technik haben neben technischen Aspekten auch noch technische und organisatorische. Einige sollen genannt sein.

Die Exaktheit der Aufbereitung des jeweiligen Gutes durch die Erntemaschine hat großen Einfluß auf das Zusammenwirken der Ernte- und TUL-Technik.

Im Sinne einer effektiven Gestaltung der TUL-Prozesse sind vor allem

- der echte Schüttgut- oder Stückgutcharakter anzustreben
- möglichst hohe Dichten der Güter zu erreichen
- die Güter ohne einen zu hohen Anteil an Fremdbestandteilen auf die Transportmittel zu übergeben.

Optimale Gut- oder Stoffflußwege sind besonders im Interesse einer hohen produktiven Nutzung der Ernte- und TUL-Technik sowie einer hohen technologischen Verfügbarkeit erforderlich.

Das schließt ein:

- Anlage und Instandhaltung einer entsprechenden Infrastruktur unter weitest-

gehender Nutzung des öffentlichen Verkehrsnetzes (70 bis 80 % der Transporte sind auf diesem durchzuführen)

- transportgünstige Standortwahl und Umfargbemessung der Lager- und Produktionsanlagen.

Primärproduktion und Lagerung müssen enger verbunden werden, um z. B. bei den Grün- oder Welkguttransporten vom Häcksler zum Silo Entfernungen zu erreichen, die kleiner gleich 4 km sind.

Der gebrochene Transport, d. h. Transport mit Zwischenlagerung der Güter, ist dem Direkttransport aus folgenden Gründen vorzuziehen:

- höhere Verfügbarkeit der Transportmittel während des Sammelns der Güter
- mögliche größere Schonung des Bodens durch Einsatz spezieller Straßen- und Feldfahrzeuge
- bessere Einordnung der landwirtschaftlichen Transportmittel in den öffentlichen Verkehr
- höhere Ökonomie.

Großen Einfluß auf das Zusammenwirken von Erntemaschinen und TUL-Technik haben die jeweilige Organisation der TUL-Prozesse und ihre Integration in den Gesamtprozeß der Produktion.

Wichtige Grundsätze dabei sind u. a.:

- richtige Kombination von Traktoren- und LKW-Transport, wobei Traktor-Anhängerzüge bis 6 km Entfernung etwa die gleichen Leistungen wie LKW erzielen
- einheitliche Leitung von Ernte- und TUL-Technik.

Neben diesen für die Verfahrensgestaltung genannten Einflußfaktoren haben noch andere Bedeutung, die nicht im Bereich der Landwirtschaft liegen, wie die Einordnung des Landwirtschaftstransports in das Transportsystem der Volkswirtschaft oder die Lager- und Annahmebedingungen in der Verarbeitungsindustrie und im Handel.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß eine Vielzahl von technischen, technologischen und organisatorischen Gesichtspunkten Einfluß auf das Zusammenwirken von Ern-

temaschine und TUL-Technik hat. Zur Erzielung eines optimalen Zusammenwirkens ist die jeweils konkrete Situation mit zu berücksichtigen.

Literatur

- [1] Honecker, E.: Aus dem Bericht des Politbüros an die 11. Tagung des Zentralkomitees der SED. Berlin: Dietz Verlag 1979.
- [2] Lange, I.: Aus dem Bericht des Politbüros an die 12. Tagung des Zentralkomitees der SED. Berlin: Dietz Verlag 1980.
- [3] Dreißig, M.: Anforderungen an Fahrzeuge für die industriemäßige Pflanzenproduktion. agrartechnik 25 (1975) H. 6, S. 266—268.
- [4] Döll, H.: Arbeitsmaterial zu technologischen Untersuchungen im Transport. FZM Schlieben/Bornim (unveröffentlicht).
- [5] Döll, H.; Jorschick, H.: Untersuchung einiger Einflußfaktoren auf die Gestaltung der Laderäume beim Transport von Grün- und Welkgut. agrartechnik 24 (1974) H. 4, S. 169—171.
- [6] Bartolomejew, A.; Fißer, Z.; Jiran, P.: Kontejnerovy systém v zemědělské dopravě (Containersystem im landwirtschaftlichen Transport.) Zemědělská technika 24 (1978) H. 8, S. 449—463.

A 2806

Anlagen aus der DDR für die effektive Verwertung von Baumwollsträuchern

Dipl.-Agr.-Ing.-Ök. F. Dornheim, VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen

Nach der Ernte der Baumwollfaser und -samen verbleiben auf dem Feld die absterbenden Reste der Baumwollpflanze. Diese Restpflanzen werden in den folgenden Ausführungen als Baumwollsträucher bezeichnet.

Der Anteil dieser Baumwollsträucher an der Gesamtpflanzenmasse ist mit rd. $\frac{2}{3}$ sehr hoch (Tafel 1).

In Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen, vom Einsatz von Herbiziden und Defoliationmitteln sowie vom Ernteverfahren — manuelles oder maschinelles Raufen oder Schneiden — schwankt die erfassbare Restpflanzenmasse zwar erheblich, bewegt sich aber in jedem Fall in Größenordnungen, die eine

Tafel 1. Anteil der verschiedenen Pflanzenteile an der Gesamtpflanzenmasse bei Baumwolle [1]

Pflanzenteil	Anteil in %		Anfall in kg/ha	
	einzel	gesamt	einzel	gesamt
Wurzeln	8,80		446	
Stengel	23,15		1228	
Blätter	20,25		1094	
Kapseln	14,21	66,41	754	3522
Samen	23,03		1221	
Faser	10,56	33,59	560	1781
gesamt	100,00	100,00	5303	5303

umfassende Nutzung rechtfertigen und auch erforderlich machen.

Der VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen hat sich dieser Frage angenommen und in enger Zusammenarbeit von Technologen, Technikern und Experten der Tierernährung die effektive Verwertung von Baumwollsträuchern experimentell untersucht. Dabei konnte nachgewiesen werden, daß diese Sträucher kein wertloses Abfallprodukt sind, das sich notfalls noch wie Reisigholz als Heizmaterial verwenden läßt, sondern einen vollwertigen Rohstoff für landwirtschaftliche und auch industrielle Einsatzzwecke darstellen.

1. Bedeutung der Baumwollsträucher aus der Sicht der Tierernährung

Ähnlich dem Getreidestroh enthält auch die Restpflanze der Baumwolle einen hohen Anteil an Kohlenhydraten, die für Wiederkäuer eine wertvolle Energiequelle sind. Wegen des eingelagerten Lignins und anderer inkrustierender Substanzen, die eine Barriere zwischen Kohlenhydraten und Verdauungsenzymen bilden, können jedoch die Kohlenhydrate der Baumwollsträucher im Pansen der Tiere nur beschränkt umgesetzt werden. Ausgehend von diesem Umstand wurden Mechanisierungslösungen geschaffen, die durch eine gezielte physikalische Aufbereitung der Sträucher eine höhere Futterenergieaufnahme beim Wiederkäuer erreichen, die sich wahlweise mit Hilfe vom chemischen Verfahren noch verstärken läßt.

Nach den durchgeführten Analysen — bezogen auf eine Restpflanze, bestehend aus etwa 100% der Stengelmasse, 50% der Wurzelmasse, 50% der Kapselmasse und 0% der Blattmasse — sind die Baumwollsträucher bezüglich der verwertbaren Futterenergie in der Wiederkäuerfütterung mit Getreidestroh durchaus vergleichbar (Tafel 2). Um die Analysenwerte in der praktischen Fütterung zu bestätigen, wurden durch führende Wissenschaftler der DDR auf dem Gebiet der Tierernährung Aufnahme- und Fütterungsversuche mit kompaktierten Futtermitteln auf der Basis von Baumwollsträuchern mit unterschiedlicher Aufbereitung und Rezeptur durchgeführt. Diese Untersuchungen zeigten, daß die Restpflanze der Baumwolle durchaus eine verarbeitungs- und einsetzwürdige Futtermittelkomponente ist.

Gegenüber reiner Zellulose, deren Energiekonzentration nach dem Futterbewertungssystem der DDR etwa 750 EFr/kg TS beträgt, liegt diese bei den verschiedenen Getreidestroharten zwischen 340 und 390 EFr/kg TS. Das sind immerhin rd. 50% des energetischen Futterwerts von Getreidekörnern.

Das DDR-Futterbewertungssystem [2] beachtet — im Gegensatz zur Bewertung nach dem Stärkewert — im vollen Maß die Verdaulichkeit der Futtermittel, d. h. wieviel Energie aus dem Gesamtenergievorrat der Ration im Organismus der einzelnen Tierarten umgesetzt werden kann. Hierbei bedeutet EFr/kg TS: energetische Futtereinheiten Rind je kg Trockensubstanz der Ration. Dieser energetische Futterwert errechnet sich aus dem gemäß Futtermittelanalyse ermittelten Gehalt an den verdaulichen Nährstoffen der einzelnen Futtermittel wie folgt:

$$\text{EFr} = 0,68 \text{ g vRP} + 3,01 \text{ g vRF} + 0,80 \text{ g vK};$$

vRP verdauliches Rohprotein
vRF verdauliches Rohfett
vK verdauliche Kohlenhydrate.

Im Vergleich zu den angegebenen energetischen Futterwerten von Pellets aus aufbereiteten Baumwollsträuchern mit und ohne chemischen Aufschluß weisen andere Grobfuttermittel beispielsweise folgende durchschnittliche Energiekonzentration auf:

— Frischfutter (Gräser)	580 EFr/kg TS
— Welksilage	510 EFr/kg TS
— Naßsilage	500 EFr/kg TS.

2. Mechanisierungslösungen zur Aufbereitung von Baumwollsträuchern

Die vom VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen für die Aufbereitung und Erhöhung des Futterwerts von Baumwollsträuchern entwickelten Varianten

Tafel 2. Futterwert von unbehandelten und aufbereiteten Baumwollsträuchern im Vergleich zu Getreidestroh und Getreidekörnern

Rohstoff	Aufbereitungsform	Trockensubstanzgehalt %	Rohasche g/kg TS	Rohprotein g/kg TS	Rohfaser g/kg TS	verdaul. Rohprotein g/kg TS	energetischer Futterwert EFr/kg TS (1 EFr \triangleq 10,46 kJ)
Baumwollsträucher	— Häcksel	91,3	47	64	413	6	321
	— Pellets	89,1	57	57	421	6	341
	— Pellets mit chemischem Aufschluß	82,1	116	58	416	6	422
Gerstestroh	— Häcksel	91,9	70	52	432	11	388
	— Pellets	88,4	65	42	416	11	386
	— Pellets mit chemischem Aufschluß	86,1	92	67	370	32	446
Gerstenkörner	— Schrot	88,9	21	149	60	100	642

des Anlagensystems der Futtermittelkompaktieranlagen Typ GFA ermöglichen Durchsätze von etwa 1 bis 4 t/h. Es können Pellets oder Briquets sowohl aus dem Zerkleinerungsprodukt reiner Baumwollsträucher als auch unter Zusatz von weiteren festen Komponenten, Flüssigkeiten, Aufschluß- und Bindemitteln mit unterschiedlicher Rezepturgestaltung hergestellt werden. Die Technologie der Aufbereitung von Baumwollsträuchern soll nachstehend in der Reihenfolge der einzelnen Prozeßstufen erläutert und aus der Sicht der Tierernährung begründet werden:

— Annehmen und Zwischenlagern der Rohstoffe

Alle zu verarbeitenden festen Komponenten werden entweder aus zentralen Lagereinrichtungen periodisch mit Straßenfahrzeugen angeliefert oder aus Freilagern, Lagerhallen oder Silozellen entnommen, die mit der Futtermittelkompaktieranlage durch Stetigförderer verbunden sind. Die Baumwollsträucher werden der Anlage je nach Einlagerungs- bzw. Bereitstellungform als Ballen-, Häcksel- oder Langgut zugeführt, wobei der durchschnittliche TS-Gehalt aus toxikologischen Gründen 84% nicht unterschreiten sollte.

Entsprechend der Verfügbarkeit und den vorgegebenen Rezepturen kann eine bestimmte gewünschte Anzahl von Zuschlagstoffen, wie Getreide oder Vorgemische auf Getreidebasis, Trockengrünut-pellets oder -granulat, Mineralstoffe, Harnstoff oder andere NPN (Non-Protein-Nitrogen-) Verbindungen, in die Dosierzellen zur Zwischenlagerung in der Anlage übernommen werden.

Flüssige Komponenten, wie z. B. Melasse, werden je nach Viskosität und zu erwartenden Umgebungstemperaturen in beheizbaren oder unbeheizten Lagertanks zwischengelagert.

— Zerkleinern

Die Baumwollsträucher oder aufgelösten Ballen bzw. das Häckselgut werden einem speziellen Zerkleinerungsprozeß mit vorgeschalteter Fremdkörperabscheidung zugeführt. Mit zunehmendem Zerkleinerungsgrad erfolgt in Kombination mit der nachfolgenden Kompaktierung eine mechanische Behandlung der Sträucher, die durch kürzere Verweilzeit im Pansen der Wiederkäuer zu einer steigenden Futter- bzw. Energieaufnahme sowie einer besseren

Energieverwertung führt. Das Zerkleinerungsprodukt der Baumwollsträucher ist — im Gegensatz zum reisigartigen Ausgangsmaterial — ein Kurzfasersäckel von voluminöser, lockerer Struktur, die vor allem auf das im Stengelinneren enthaltene Mark zurückzuführen ist.

Getreidekörner, pelletiertes Trockengrünut und ähnliche Komponenten können nach der Dosierung auf einer Hammermühle zerkleinert werden.

— Dosieren

Die Dosierung der zerkleinerten Baumwollsträucher wird entsprechend der geforderten Dosiergenauigkeit ausgelegt.

Für die kontinuierliche und rezeptur-gerechte Dosierung der schüttfähigen Zuschlagstoffe kommt die ökonomisch günstige Volumendosierung zur Anwendung. Durch die Ausrüstung der Volumendosierer mit einem Regelgetriebe ist die fortlaufende Einhaltung eines vorher eingestellten Verhältnisses zwischen den Anteilen der Baumwollsträucher und der übrigen Komponenten realisierbar.

Für die flüssigen Komponenten finden Dosierpumpen mit den entsprechenden Leitungssystemen unter Beachtung der jeweils geltenden Sicherheitsbestimmungen Verwendung.

— Mischen und Aufschließen

In einem gesonderten Mischprozeß werden vorzugsweise zunächst die vorgesehenen Flüssigkeiten den zerkleinerten Baumwollsträuchern zugemischt, um so die gewünschten Effekte zu optimieren. Das trifft besonders für chemische Aufschlußmittel zu.

Mit der Technologie des chemischen Aufschlusses erfolgt eine Lockerung des Lignin-Zellulose-Komplexes und damit eine erhöhte Nutzung der in den Baumwollsträuchern enthaltenen Energie durch das Tier. Ist eine Kompaktierung der aufbereiteten Baumwollsträucher zusammen mit anderen Zuschlagstoffen vorgesehen, werden diese unmittelbar vor der Futtermittelpresse einem weiteren Mischprozeß unterworfen. Hierbei können auch flüssige Komponenten hoher Viskosität, wie Melasse, Fett, Sulfitablage, sowie Komponenten niedriger Viskosität, wie Schlempe, Molke, Pülp, zur direkten Futterwerterhöhung, zur Geschmacksverbesserung oder als Bindemittel zur Verbesserung der Preßlingsfestigkeit bzw. Abriebreduzierung der Baumwoll-

sträuchern oder dem Baumwollsträucher-Konzentrat-Gemisch in unterschiedlichen Mengen gemäß Verfügbarkeit und Rezeptur zugemischt werden.

Ein entsprechender Wasserzusatz ermöglicht die Einhaltung der für den Preßprozeß optimalen Trockensubstanz der zerkleinerten Baumwollsträucher bzw. der Futtermischung.

- Kompaktieren einschließlich Kühlen und Absieben

Die aufbereiteten Baumwollsträucher gelangen nun allein oder mit anderen Komponenten vermischt in die Futtermittelpressen Typ GM 801 oder Typ GM 804. Die Futtermittelkompaktieranlagen Typ GFA für niedrige Durchsätze haben eine Presse Typ GM 801, die mit einer Flachmatrize ausgerüstet ist. Dagegen arbeitet die in den für höhere Durchsätze ausgelegten Anlagenvarianten eingesetzte Futtermittelpresse Typ GM 804 nach dem Funktionsprinzip einer rotierenden vertikalen Ringmatrize.

Je nach Tieralter und sonstigen Einsatzbedingungen in der Wiederkäuerfütterung werden entweder Pellets oder Briketts hergestellt. Bei letzteren, die eine Verarbeitung durchschnittlicher Häcksellängen von etwa 40 mm gestatten, bleibt die Struktur des Halmgutes der Baumwollsträucher weitestgehend erhalten, was sich günstig auf die Sicherung der Wiederkäuaktivität der Tiere auswirkt.

- Nach dem Kompaktierprozeß werden die Preßlinge vom vorhandenen Abrieb befreit und auf einem Kühlband abgekühlt.

- Zwischenlagern und Abgeben der Fertigprodukte

Die Auslieferung der Pellets und Briketts erfolgt auf die Transportfahrzeuge durch Direktverladung entweder kontinuierlich über mechanische Fördereinrichtungen oder aus einem unterfahrbaren Zwischenlagerbehälter. Außerdem ist die Beschikung eines der Futtermittelkompaktieranlage zugeordneten Lagers für Fertigfuttermittel möglich.

- Sonstige Ausrüstungen

Zur Gewährleistung günstiger Arbeitsbedingungen in den Anlagen und zur Erfüllung weiterer Forderungen der Hygiene und des Umweltschutzes werden die staubentwickelnden Maschinen und Ausrüstungen sowie die Übergabestellen der Fördereinrichtungen besaugt.

Die gesamten Anlagen können leicht und übersichtlich von einer zentralen Schaltwarte oder einem Schalterpult aus bedient und überwacht werden.

Die Futtermittelkompaktieranlagen Typ GFA für die Aufbereitung von Baumwollsträuchern können entsprechend den besonderen Kundenwünschen variabel von Einfachanlagen bis zu weitestgehend automatisierten Großanlagen ausgeführt werden.

3. Vorteile und spezielle Einsatzmöglichkeiten von aufbereiteten Baumwollsträuchern

Durch das Verfahren der besonderen Aufbereitung einschließlich Kompaktierung von Baumwollsträuchern — vor allem gemeinsam mit anderen Zuschlagstoffen — können solche ernährungsphysiologischen, fütterungstechnologischen und nährstoffökonomischen Vorteile erreicht werden, wie

- Erweiterung der Futterbasis des betreffenden Landes durch mögliche Nutzung von Baumwollsträuchern als Futterkomponente
- wiederkäuergerechte Ernährung über langfristige Fütterungsabschnitte durch eine stabile Rationskomponente
- teilweiser Übergang zur Trockenfuttermittelaufbereitung in der Wiederkäuerfütterung
- Stabilisierung von Futterbasis, Gesundheit und Leistung der Tiere
- geringere Variation in den Gehaltswerten der Futtermittel
- Verringerung von Fütterungsfehlern durch Reduzierung der Futterwechsel
- Erzeugung eines Futtermittels mit geringen Konservierungsverlusten sowie niedrigem Lagerraumbedarf und Transportaufwand
- Steigerung der Arbeitsproduktivität in den Tierproduktionsanlagen
- Erhöhung des Ertragspotentials der Pflanzenproduktion durch Verwertung der Baumwollsträucher als Futterkomponente
- geringerer Bedarf an Hauptfutterfläche und damit Möglichkeiten zur Erweiterung der Anbauflächen für Baumwolle, Getreide usw.

Da die für die Aufbereitung von Baumwollsträuchern entwickelten Futtermittelkompaktieranlagen Typ GFA wahl- bzw. bedarfsweise auch die Verarbeitung von Getreidestroh und landesspezifischen Grobfutterstoffen ähnlicher Struktur ermöglichen, können die sich hieraus ergebenden speziellen Vorteile ebenfalls voll genutzt werden.

Ein wesentlicher Vorteil der Aufbereitung der Baumwollsträucher in den Futtermittelkompaktieranlagen Typ GFA besteht in der wirksamen Bekämpfung von Baumwollschädlingen und vor allem des Baumwollkapselwurmes (*Pectinophora gossypiella*). Dieser Schädling verpuppt sich in der absterbenden Restpflanze, wobei deren bisherige längere Aufbewahrung zu Heizzwecken dem Baumwollkapselwurm günstige Bedingungen für seine Vermehrung bietet. Durch die einzelnen Prozeßstufen in den Futtermittelkompaktieranlagen Typ GFA bis zum Kompaktierprozeß erfolgt die vollständige Vernichtung sämtlicher Baumwollschädlinge in allen Entwicklungsstadien, und ihre Fortpflanzung und damit weitere Population wird verhindert. Gleichzeitig werden mit der Produktion von Pellets oder Briketts die natürlichen Lebensbedingungen für die Verpuppung des Baumwollkapselwurmes beseitigt.

Abschließend soll noch besonders darauf ver-

wiesen werden, daß nur aus zerkleinerten Baumwollsträuchern hergestellte Pellets bzw. Briketts auch ein guter Brennstoff sind. Die Verbrennungswärme beträgt hier rd. 18000 kJ/kg und entspricht somit den Werten von Hartbraunkohle oder Braunkohlenbriketts minderer Qualität. Im Vergleich zu der realisierbaren Wärmemenge ist für die gesamte Aufbereitung der Baumwollsträucher als Brennstoff ein Energieaufwand von nur weniger als 2% notwendig.

Im Gegensatz zu den bisher vielfach als Heizmaterial verwendeten unbearbeiteten Baumwollsträuchern sind die Pellets und Briketts zum Transport geeignet, gut lagerfähig, auch in Kesselanlagen effektiv einsetzbar und unterbrechen — bei rechtzeitiger Kompaktierung nach der Ernte der Baumwollsträucher — mit Sicherheit den Entwicklungszyklus des Baumwollkapselwurmes.

Kompaktierte Baumwollsträucher können schließlich ein wertvolles Ausgangsmaterial für die Weiterverarbeitung z. B. in der Zellstoffindustrie oder in anderen industriellen Bereichen sein.

Der VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen bietet dazu die Ausrüstung, die nach Kundenwünschen aus dem Baukastensystem zusammengesetzt wird und auch jederzeit erweiterungsfähig ist.

Literatur

- [1] Berger, J.: The world's major fibre crops. Their cultivation and manuring. Zürich 1969 (Centre d'Étude de l'Azote 6) S. 48.
- [2] Laube, W., u. a.: Das DDR-Futtermittelbewertungssystem. 3. Aufl. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag 1975. A 2789

Folgende Fachzeitschriften der Elektrotechnik erscheinen im VEB Verlag Technik:
Elektrie; der Elektro-Praktiker; Fernmeldetechnik; messen – steuern – regeln;
Nachrichtentechnik – Elektronik; radio – fernsehen – elektronik