



Rationelle Gestaltung der TUL-Prozesse in der Landwirtschaft

Am 6. und 7. Februar 1986 veranstaltet der Fachverband Land-, Forst- und Nahrungsgütertechnik der KDT in Halle eine wissenschaftlich-technische Tagung zu wichtigen aktuellen und zukünftigen Fragen der Gestaltung von Transport-, Umschlag- und Lagerprozessen in der Landwirtschaft.

Einerseits geht es um die Leitung, Planung und Organisation der TUL-Prozesse, andererseits werden TUL-Mittel und ihr rationeller Einsatz vorgestellt.

Im Zusammenwirken mit dem Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock haben wir aus dem Tagungsprogramm einige interessante Beiträge für die Veröffentlichung in diesem Heft ausgewählt, die durch weitere zur Thematik passende Artikel ergänzt werden.

Die Redaktion

Betrachtungen zur Transportaufwandsenkung unter energetischem Aspekt

Prof. Dr. sc. agr. K. Mührel, KDT, Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock der AdL der DDR

Der Aufwand der Gesellschaft für die Ortsveränderung von Gütern und Personen ist mit etwa 10% des gesamten Produktionsaufwands (Produktionsverbrauch) der Wirtschaftszweige ein bedeutender volkswirtschaftlicher Intensivierungsfaktor [1]. Sehr erheblich sind dabei auch die Aufwendungen an Energie. Das Verkehrswesen ist mit einem Anteil von rd. 15% an der Gebrauchsenergie, darunter mit zwei Dritteln an Dieseldieselkraftstoff, ein Hauptverbraucher an Energie in der Volkswirtschaft der DDR [2]. Das Hauptaugenmerk wurde im Verkehrswesen und auch in anderen transportintensiven Zweigen der Volkswirtschaft auf die Senkung des Transportenergieverbrauchs gerichtet. So konnte im zurückliegenden Jahrzehnt das Wachstum der industriellen Warenproduktion der Volkswirtschaft auf 180% bei einem Anstieg der Transportleistungen im Binnenverkehr – einschließlich Werkverkehr – auf 130% mit absolut sinkendem Energieverbrauch auf rd. 81% erreicht werden.

Im Vordergrund der Bemühungen stehen in der DDR die bedeutende Senkung des volkswirtschaftlichen Transportbedarfs und das umfassende Reduzieren des Einsatzes von flüssigen Energieträgern, wobei sich die Aufgaben zum Senken des Transportenergieaufwands auf 3 Hauptrichtungen konzentrieren [3]:

- Reduzieren des Transportbedarfs
- Senken des spezifischen Energieverbrauchs
- Substitution von flüssigen Energieträgern.

Analog ist die Situation und sind die Zielstellungen in der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft. Dieser Zweig ist der größte Energieverbraucher der Volkswirtschaft der DDR. Davon beansprucht die Landwirtschaft etwa 60% des Energiebedarfs. Wird die Energieträgerstruktur betrachtet, so entfallen knapp ein Viertel der eingesetzten Energie auf flüssige Energieträger, davon etwa 23% auf Treibstoff. In erheblichem Umfang wird Dieseldieselkraftstoff für die Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse (TUL-Prozesse) benötigt. 58% des Aufwands an Dieseldieselkraftstoff werden für diese Prozesse eingesetzt. Der Transportprozess selbst beansprucht davon etwa 53% (5% an DK sind für die Umschlagprozesse erforderlich). Besonders energie- und auch materialintensiv sind die Transportprozesse in der Pflanzenproduktion (Produktion auf weit verteilten Flächen). Hier

werden etwa 80% des Dieseldieselkraftstoffes der Landwirtschaft verbraucht. Die Aufwendungen in den einzelnen Verfahren und Betrieben sind sehr unterschiedlich (Tafel 1, Bild 1).

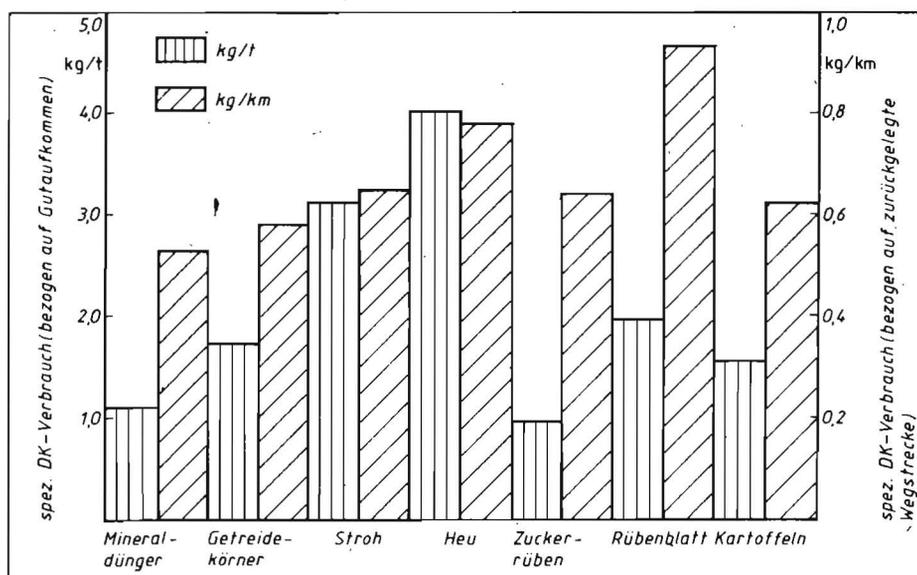
Deutlich erkennbar ist die große Differenzierung im absoluten und relativen Energieaufwand in den einzelnen Verfahren. Die höchsten Aufwendungen und folglich auch die größten Einsparungsmöglichkeiten sind bei den Hackfrüchten festzustellen. In der

LPG(P) Grumbach-Kaufbach, Bezirk Dresden, dem Zentralen Konsultationspunkt für „Rationellen Transport und rationelle Energieanwendung“, beträgt der Anteil des verbrauchten DK für Transport und Umschlag 46%. Unter Berücksichtigung der anderen Energieträger, wie Vergaserkraftstoff, feste Brennstoffe und Elektroenergie, für die Lagerung steigt der Anteil für TUL am gesamten Energieverbrauch auf über 50%. Der Schwankungsbereich der Aufwendun-

Tafel 1
DK-Aufwendungen für TUL-Prozesse in den Verfahren der Pflanzenproduktion

Verfahren	Aufwand gesamt		Anteile in %	
	kg/ha	kg/dt GE	TUL	Transport
Druschfrüchte	90,7	2,28	36,52	32,61
Kartoffeln	257,2	5,39	60,97	55,15
Rüben	349,5	3,16	69,23	61,09
Grobfutter (Acker)	116,7	2,53	61,46	58,20
Grobfutter (Wiese)	53,1	1,23	44,71	40,10
Saatgut	76,2	2,21	41,80	36,09
Obst	279,2	2,68	32,78	30,22
Gemüse	331,6	6,97	36,40	32,49
gesamte Fruchtarten, \bar{x}	115,8		51,66	46,97
Futtermittel	4,1		100,00	95,89
sonst. Transporte	1,47		100,00	89,98
gesamte Landwirtschaft, \bar{x}	143,8	2,88	57,98	52,75

Bild 1
Spezifische Aufwendungen an DK für Transport und Umschlag bei ausgewählten Gutarten



Tafel 2. Entwicklung der Produktion und des DK-Verbrauchs in der LPG(P) Grumbach-Kaufbach

Jahr	Produktionsverbrauch		GE-Produktion dt/ha LN	spezifischer DK-Verbrauch l/dt GE
	l DK	l DK/ha LN		
1980	1 165 998	185,1	57,62	3,21
1981	1 150 808	182,7	61,10	2,99
1982	958 461	152,9	62,92	2,43
1983	1 019 779	162,7	65,00	2,50
1984	1 019 000	162,5	68,40	2,38

gen an DK für die TUL-Prozesse liegt in den Pflanzenproduktionsbetrieben i. allg. zwischen 40 % und 60 %.

In der LPG(P) Grumbach-Kaufbach, die ein hohes Produktionsniveau aufweist, ist der spezifische DK-Verbrauch innerhalb von 5 Jahren (1980 bis 1984) von 3,20 l/dt GE auf 2,38 l/dt GE, d. h. um mehr als 25 %, vermindert worden. Erreicht wurde das zum überwiegenden Teil durch eine Senkung des TUL-Aufwands (Tafel 2). Der TUL-Aufwand dürfte damit in dieser LPG auf das gesellschaftlich notwendige Maß gebracht worden sein. Ähnliche Ergebnisse sind auch in anderen Betrieben an verschiedenen Standorten der DDR erzielt worden. Zu groß ist allerdings noch die Differenziertheit zwischen den einzelnen Betrieben, Kreisen und Bezirken mit etwa gleichen natürlichen und ökonomischen Produktionsbedingungen. Sehr gute Ergebnisse sind im Bezirk Karl-Marx-Stadt, vor allem durch die Arbeit mit flächendeckenden DK-Normativen, erreicht worden. Nachfolgend soll über Möglichkeiten zur Einsparung von Material und Energie berichtet werden.

Reduzieren des Transportbedarfs

Der Transportbedarf ergibt sich aus der Transportaufgabe, und zwar unabhängig von der Transportdurchführung. Die Transportaufwendungen entstehen bei der Transportdurchführung abhängig vom Transportbedarf sowie von der Art und Weise der Transportrealisierung. Der allgemein verwendete Begriff Transportaufwand ist als Oberbegriff für beide genannte Begriffe zu sehen.

Auf den Transportaufwand wirkt eine kaum überschaubare Anzahl und Vielfalt von Einflußgrößen. Einflußgrößen, die auf die zu bewältigende Transportleistung und somit auf die absolute Höhe des Transportaufwands wirken, sind:

- Konzentration der Produktion, Lagerung, Be- und Verarbeitung
- Intensität der Produktion
- Organisation der Produktion
- Standortverteilung der Produktion, Lagerung, Be- und Verarbeitung.

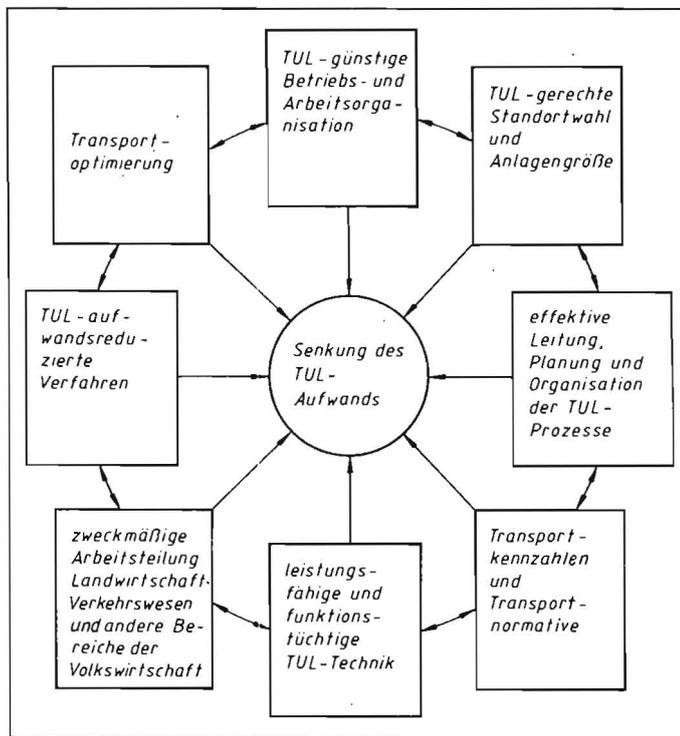
Relativen Einfluß, d. h. Einfluß nur auf die Transportaufwendungen haben:

- natürliche Produktionsbedingungen
- Gestaltung der Produktionsverfahren
- Struktur und Zustand der TUL-Mittel
- Straßen- und Wegenetz
- Qualifikation der TUL-Arbeitskräfte
- Transportpreise.

Grundsätzlich können zur Senkung des Energieaufwands beitragen:

- Verringerung des Transportbedarfs, d. h. Reduzierung der Transportmengen und Transportweiten
- bessere Nutzung vorhandener TUL-Mittel und ihre bedarfsgerechte Entwicklung sowohl hinsichtlich Kapazität als auch Struktur und Alter.

Bild 2
Hauptsächliche Wege und Möglichkeiten zur Senkung des absoluten und spezifischen Aufwands für die TUL-Prozesse



Die Wege und Möglichkeiten dazu sind vielfältig. Sie haben technischen, technologischen und ökonomischen Charakter und sind von unterschiedlichem Gewicht und Effekt. Bewertet man die grundlegenden Wege zur Senkung des Transportaufwands, und zwar die Senkung der Transportmasse, die Verringerung der Transportentfernung und die Rationalisierung durch technische, technologische und ökonomische Maßnahmen (Bild 2), so ist festzustellen, daß die Möglichkeiten über die Rationalisierung am besten genutzt worden sind. Nur sehr unbedeutend sind die Effekte, die aus der Verringerung der Transportentfernungen entstanden sind.

Senken des spezifischen Material- und Energieaufwands

Der spezifische Energieaufwand im Transport ist das Verhältnis von Energieaufwand in J und Transportarbeit in Tonnenkilometer (t · km). Folgende Wege zur Senkung des spezifischen Energieaufwands werden hauptsächlich betrachtet:

Zweckentsprechende Konzeptionen und Konstruktionen der TUL-Mittel

Diese Möglichkeit bezieht sich auf den Motor, das Fahrwerk, die Laderäume (Aufbauten) und die Arbeitsorgane bzw. -elemente.

Wird z. B. statt des herkömmlichen Ernte- und Transportverfahrens bei Grobfutter (ausgenommen Mais), d. h. Häcksler und LKW- bzw. Traktor-Anhänger-Kombinationen, der international doch schon weit verbreitete Ladewagen eingesetzt, kann nach letztjährigen intensiven Untersuchungen der spezifische DK-Bedarf bis 50 % verringert werden. Auch durch eine konstruktiv optimale Gestaltung der Laderäume der Transportmittel, vor allem für den Transport der sog. leichten Güter bis zu einer Dichte von etwa 400 kg/m³, ist wie bei dem sich bereits in der Produktion befindlichen Einheitlichen Aufbautensystem für den LKW W50 und die Anhänger HW80 und HW60 der spezifische Energieaufwand bis zu 25 % zu senken. Werden für den

Transport auf unbefestigten Fahrbahnen, d. h. auf dem Acker (10 % der gesamten gefahrenen Strecke, bei Grünfütter und anderen Erntetransporten sogar 15 bis 25 %), satellartige Anhänger für den Traktorentransport gewählt, kann der Energieaufwand ebenfalls gesenkt werden.

Auch konstruktive Details, wie die Ausrüstung von Lastkraftwagen mit Luftleiteneinrichtungen zur Verringerung des Luftwiderstandsbeiwerts bei Fahrgeschwindigkeiten oberhalb von 60 bis 70 km/h, können zu einer Kraftstoffeinsparung von 2 bis 3 % beitragen [4]. Ein ähnliches Ergebnis ist durch die Ausrüstung von Lastkraftwagen mit Vorrichtungen zur automatischen Geschwindigkeitsbeschränkung möglich, mit denen in Abhängigkeit vom Fahrzeugtyp DK-Einsparungen von 2 bis 3 l/100 km realisiert werden können [4].

Zweckmäßige Struktur der TUL-Mittel

TUL-Mittel haben eine zweckmäßige Struktur, wenn sie den Einsatz- und Leistungscharakteristiken in den Betrieben entsprechen. So wäre es günstig, einen hohen Anteil der Transportarbeiten mit Lastkraftwagen durchzuführen, da der spezifische DK-Verbrauch im Durchschnitt 20 % geringer ist als beim Traktorentransport. Heute und sicherlich auch in den nächsten Jahren müssen aber mehr als 50 % der gesamten zurückgelegten Strecke bzw. etwa 30 % der Transportmenge mit Traktor-Anhänger-Zügen befahren werden.

Deshalb sind die vorhandenen LKW maximal einzusetzen und auszunutzen. Zu unterstützen sind von seiten der Landwirtschaft auch solche Orientierungen des Verkehrswesens, wo es um die Verlagerung von Transporten von der Straße auf die Schiene bzw. Binnenwasserstraßen geht, da sich der vergleichbare spezifische Energieverbrauch im Güterverkehr von Eisenbahn, Binnenschifffahrt und Straßenverkehr wie etwa 1:0,7:2,9 verhält. Auch die Wahl des Umschlagmittels bzw. -verfahrens ist für den Energieverbrauch entscheidend. Untersuchungen für einzelne Umschlagverfahren und Gutarten ergaben

z. B. bei der Entladung von Eisenbahnwagons bei Schüttgut einen spezifischen Energieaufwand beim Kranumschlag von 0,55 bis 1,68 kWh/t gegenüber 0 bei der Schwerkraftentladung [5]. Für die Landwirtschaft ist das ein nicht unwesentliches Problem, wenn z. B. an den Getreide- und Mineräldüngerumschlag gedacht wird.

Effektiver Einsatz der Transportmittel

Zur Senkung des spezifischen Energieeinsatzes tragen u. a. die technisch angemessene Zuordnung der Anhängerfahrzeuge zum Zugfahrzeug, die Fahrweise und die Instandhaltungsmaßnahmen bei.

Grundsätze für eine energiesparende Fahrweise sind:

- Motoren nach dem Anlassen warmfahren
- vorausschauend fahren, starkes Bremsen und Beschleunigen vermeiden
- wenn möglich, den nächsthöheren Gang wählen, um hohe Motordrehzahlen zu vermeiden
- bei Fahrzeugen mit Allradantrieb diesen auf schlechten Fahrbahnen zuschalten, auf festen und trockenen Fahrbahnen abschalten
- Fahrzeiten durch Schlupfminderung verkürzen, dazu alle vom Fahrzeughersteller gebotenen Möglichkeiten (Allradantrieb, Ausgleichgetriebeesperre, Reifenwahl, Gangwahl, Zugkraftverstärker) nutzen
- in Pausen und arbeitsbedingten Stillstandszeiten Motor abstellen
- Fahrzeuge effektiv auslasten – Fahren mit Anhänger.

Folgende Instandhaltungsmaßnahmen sind zu beachten:

- rechtzeitiges Auswechseln bzw. Reinigen der Luft- und Kraftstofffilter
- Lüfter mit temperaturabhängiger Zu- und Abschaltung auf Funktionsfähigkeit prüfen
- Dichtheit sämtlicher kraftstoffführender Teile prüfen

- vorgeschriebene Schmiermittelart und -menge verwenden
- im Winter Kühlerschutzmatzen verwenden und Fahrzeug möglichst in Garagen abstellen
- Batterie und Anlasser gut warten und pflegen
- Reifeninnendruck kontrollieren.

Substitution von flüssigen Energieträgern

Die Substitution von flüssigen Energieträgern ist eine strategische Aufgabe für die Volkswirtschaft und somit auch für die Landwirtschaft. Für den Transport hat die Substitution eine besondere Bedeutung, weil hier viel Dieselkraftstoff verbraucht wird und für den Einsatz von Alternativkraftstoffen relativ gute Voraussetzungen gegeben sind. Im öffentlichen Verkehrsbereich beträgt der Anteil flüssiger Energieträger an der Gesamttransportenergie etwa 87 % [3], in der Landwirtschaft sind das fast 100 %.

Das Verkehrswesen hat die Substitution flüssiger Energieträger durch die Elektrifizierung des Streckennetzes der Eisenbahn und den Einsatz verfügbarer technischer Gase erreicht. Auf der Grundlage eigener Entwicklungen von Flüssiggasanlagen im Automobilbau wurden bis 1985 5000 Fahrzeuge – vorwiegend im Taxi- und Fahrschulbetrieb – umgerüstet.

Der Einsatz von Gas als Kraftstoff wird künftig auch für die Landwirtschaft Bedeutung haben. Biogas, zu 60 bis 70 % aus Methan und zu 30 bis 40 % aus Kohlendioxid bestehend, ist ein geeigneter Kraftstoff. Technisch schwierig ist jedoch eine effektive Speicherung des Biogases am Fahrzeug. Als komprimiertes Biogas (CNG) wird es bei einem Druck von 20 MPa in Druckflaschen am Fahrzeug gespeichert. Nachteile dieser Fahrzeuge sind die große Masse der Druckflaschen und die geringe Reichweite. Diese las-

sen sich durch den Einsatz von verflüssigtem Gas (LNG) weitestgehend ausschalten.

Mit dem LNG-Betrieb von Fahrzeugen ist ein Primärenergieausnutzungsgrad von 50 bis 70 % zu erreichen. Der Preis für LNG aus Biogas entspricht bereits jetzt in einigen Ländern dem von Vergaser- bzw. Dieseldieselkraftstoff, so daß in Zukunft der LNG-Betrieb zunehmend eine wirtschaftliche Alternative sein könnte.

Zusammenfassend ist einzuschätzen, daß bei den Transport-, Umschlag- und Lagerprozessen in den letzten Jahren große Anstrengungen unternommen wurden, um Energie einzusparen. Die Senkung des TUL-Aufwands ist der entscheidende Weg dazu.

Literatur

- [1] Rose, H.: Senkung des Energieaufwandes für den Transport von Gütern der produzierenden Bereiche der Volkswirtschaft. Generalreferat auf der XI. Internationalen Konferenz für industrielle Energiewirtschaft 1984 in Berlin.
- [2] Paetzold, W.; Hahn, D.: Die Entwicklung der Verkehrsleistungen und die Proportionierung der Zweige. DDR-Verkehr, Berlin 16 (1983) 2, S. 34–37.
- [3] Wöstenfeld, D.: Die Einsparung von Transportenergie – ein wichtiges Anliegen des Verkehrswesens und der Wirtschaftsbereiche. Referat auf der XI. Internationalen Konferenz für industrielle Energiewirtschaft 1984 in Berlin.
- [4] Thiele, G.: Rationalisierungsmaßnahmen zur Senkung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs im Güterkraftverkehr der DDR. Referat auf der XI. Internationalen Konferenz für industrielle Energiewirtschaft 1984 in Berlin.
- [5] Großmann, G.; Trettin, H.: Die Weiterentwicklung rationeller Transport- und Umschlagverfahren sowie ihre energetische und ökonomische Bewertung. Referat auf der XI. Internationalen Konferenz für industrielle Energiewirtschaft 1984 in Berlin.

A 4601

Transport- und Umschlagaufwand in der Landwirtschaft und Schlußfolgerungen zu dessen Senkung

Dr.-Ing. W. Huhn, KDT, Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock der AdL der DDR

1. Einleitung

Die hochmechanisierte und intensive landwirtschaftliche Produktion der DDR erfordert objektiv einen beträchtlichen Transport- und Umschlagaufwand. Dieser resultiert aus den konkreten Bedingungen der Agrarproduktion und beeinflußt Stabilität und Effektivität der Produktion entscheidend. Immerhin verursachen Transport und Umschlag etwa die Hälfte der Aufwendungen an lebendiger Arbeitszeit und DK sowie ein Drittel der Produktionskosten.

Demzufolge nehmen diese Prozesse bei der Senkung des Produktionsverbrauchs in der intensiv erweiterten Reproduktion der 80er Jahre einen wichtigen Platz ein. Sie sind ein Hauptgegenstand der sozialistischen Rationalisierung.

Der Transportaufwand (analog der Umschlagaufwand) wird im folgenden als Oberbegriff für zwei meßbare Größengruppen aufgefaßt:

- Der *Transportbedarf*, der relativ unabhängig von der Transportdurchführung durch die Produktion und Konsumtion erzeugt wird.
- Die *Transportaufwendungen*, die bei der Transportdurchführung als Folge des Bedarfs und der Art der Transportrealisierung entstehen.

Die Kenntnis dieser beiden Größengruppen bildet eine Grundvoraussetzung für die rationelle Gestaltung der Transporte und des Umschlags. Dies gilt gleichermaßen für einzelne Betriebe und den Zweig Landwirtschaft insgesamt.

2. Transport- und Umschlagbedarf

Der *Transportbedarf* in der Landwirtschaft (einschließlich Bezugs- und Absatztransporte auf Straßen) belief sich in den letzten Jahren im Mittel auf

- 350 bis 360 Mill. t/a im Gutaufkommen

- 420 bis 430 Mill. t/a in der Transportmenge
- 3,3 bis 3,4 Mrd. t · km/a in der Transportleistung.

Davon wurden etwa 35 bis 40 Mill. t/a durch das öffentliche Verkehrswesen transportiert. Somit beträgt die spezifische Transportmenge der Landwirtschaft im Mittel der DDR 60 bis 65 t/ha LN bei einer Differenzierung in den Betrieben von 40 bis 85 t/ha LN. Davon entfallen je nach Arbeitsteilung bei der Transportdurchführung, Anbaustruktur, Ertragsniveau, Art des organischen Düngers, Verwendungszweck der Erzeugnisse usw. 30 bis 70 t/ha LN auf die Pflanzenproduktion und 10 bis 15 t/ha auf die Tierproduktion. Grobfutter, Stroh und organischer Dünger machen allgemein 70 bis 80 % der Transportmenge aus [1]. Damit werden bereits Schwerpunkte der Transportrationalisierung deutlich.

Die mittlere Gutartenstruktur läßt in ihren an-