

Zur Entwicklung der mittleren Transportentfernung in der Landwirtschaft der DDR

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

1. Einleitung

Die Entwicklung der Landwirtschaft der DDR war in den letzten 25 Jahren durch eine zunehmende Intensivierung und ständig steigende Produktion pflanzlicher und tierischer Erzeugnisse gekennzeichnet. Wesentliche Voraussetzungen dafür bildeten Arbeitsteilung und Spezialisierung sowie Konzentration der Verarbeitungs-, Lager- und Tierproduktionsanlagen. Dies war objektiv mit einem wachsenden Transportaufwand verbunden, der sich vor allem in den zunehmenden Transportentfernungen ausdrückte.

Unter den Bedingungen der intensiv erweiterten Reproduktion sind in den 80er Jahren die Bemühungen zur Begrenzung und Reduzierung des Transportaufwands in der Landwirtschaft erheblich in den Vordergrund gerückt. Hierbei spielt die Transportentfernung als eine Grundgröße zur Analyse, Bewertung und Steuerung des Transportaufwands eine zentrale Rolle. Für die Lösung vieler Probleme, besonders zum effektiven DK-Einsatz und zur Durchsetzung der Transportoptimierung als Leitungsmittel sowie zur Planung und Abrechnung der Transporte, hat die Transportentfernung eine völlig neue Bedeutung erlangt.

Mit dem vorliegenden Beitrag sollen deshalb aus repräsentativen Analysen in rd. 250 LPG (P) und 250 LPG (T) aktuelle Ergebnisse zum Stand der Transportentfernung in der Landwirtschaft vorgestellt werden. Sie machen den erforderlichen Transportbedarf der Landwirtschaft deutlich, lassen Schwerpunkte erkennen und können Orientierungen für die Praxis sein. Aus der Diskussion der Entwicklung von Entfernungen in den letzten Jahren sind Schlußfolgerungen über Größenordnungen weiterer Reduzierungen abzuleiten.

Die Darlegungen beruhen auf umfangreichen Literaturrecherchen und den in [1] zusammengestellten Analyseergebnissen der Jahre 1980/81 sowie neueren Untersuchungen, in denen Transportrelationen von rd. 3,3 Mill. Transportumläufen einbezogen wurden. Die Daten hierzu (Tafel 1) liegen auf Lochstreifen vor. Zur Auswertung existieren spezielle Auswerteprogramme für den Rechner KRS4200.

2. Zur Berechnung der mittleren Transportentfernung

Für die Erfüllung jeder Transportaufgabe ist eine definierte Gutmenge zwischen Aufkommens- und Bedarfsort des Guts zu bewegen. Hierbei muß das Gut einen bestimmten Weg durchlaufen, für den allgemein die Weglänge angegeben wird, die die während einer Transportoperation tatsächlich bewältigte Entfernung bezeichnet. Sie muß nicht immer der kürzesten Entfernung zwischen Aufkommens- und Bedarfsort entsprechen. Auch kann die zu realisierende Weglänge zwischen ein und denselben Aufkommens- und Bedarfsorten voneinander abweichend sein, da aus verschiedenen Gründen (z. B. Wegeverhältnisse, Richtungsverkehr) in den

einzelnen Transportoperationen unterschiedliche Fahrtrouten gewählt werden müssen. Somit interessiert in der Praxis vorranglich die Transportentfernung als Mittelwert derartiger Weglängen, und in diesem Sinn ist sie auch im vorliegenden Beitrag zu verstehen. Gelegentlich genügt es, die Transportentfernung als Luftlinienentfernung bzw. als kürzesten realen Weg zwischen zwei Punkten zu verwenden.

Unabhängig davon ist bei der Ermittlung der Entfernungen immer von definierten Transportrelationen auszugehen, d. h. nicht allein vom Wegenetz, sondern von den zu bewältigenden Güterströmen in diesem Netz. Die Berechnung mittlerer Transportentfernungen erfolgt dann als gewogenes Mittel aus

den Einzelentfernungen der Transportrelationen (Wichtungsfaktor ist die Gutmenge).

Die hiernach bestimmten mittleren Transportentfernungen sind von den tatsächlich durch die Transportmittel zurückzulegenden Weglängen bei Transporten zu unterscheiden. Diese setzen sich aus den Weglängen bei der Transportoperation (entspricht meist der Transportentfernung), bei Leerfahrten im Transportumlauf und bei Fahrten an den Be- und Entladestellen sowie bei An- und Abfahrt zum/vom Arbeitsort zusammen. Somit macht die Gesamtweglänge das 2- bis 3fache der mittleren Transportentfernung aus.

3. Stand der Transportentfernungen

Die mittlere Transportentfernung in den Be-

Tafel 1. Daten über Transportarbeitsgänge der Entfernungsanalyse (Beispiel)

Fruchtart/ Gutart	Transp.-Mittel (Traktor/LKW) ¹⁾	Transport- masse t	mittlere Transport- entfernung km	Beladeort	Entladeort	Bemerkung
Beispiel: Kartoffeln	ZT 300 + 2 HW 80	800	12,3	Feld	ALV-Anlage	
	ZT 300 + 2 HW 80	200	6,8	Feld	Stall	
Stallung	MTS-80 + 2 HW 60	500	4,2	Stall	Feld	zweistufig
	ZT 300 + HW 80	1 200	5,6	Stall	Feld	zweistufig
Mineraldünger	W 50 + HW 80	300	12,4	ZDL	Freilager	zweistufig

¹⁾ getrennt nach LKW solo, LKW + Anhänger, Traktor + 1 Anhänger, Traktor + 2 Anhänger aufführen

Tafel 2. Mittlere Transportentfernungen ausgewählter Transportrelationen der Pflanzenproduktion (Auswahl)

Gutart	Transportrelation	mittlere Transportentfernung in km	
		1980	1984
Kartoffeln	Feld - ALV-Anlage	10,0	8,0
	Feld - Freilager	7,8	6,9
Zuckerrüben	Feldrand - Zuckerfabrik	18,0	17,5
	Körnerfrüchte	Feld - betriebliches Lager	6,0
Silage	Silo - Stall	7,2	5,8
Grünmais	Feld - Silo	7,6	5,0
Grüngut	Feld - Stall	6,2	7,1
	Feld - Silo	7,7	5,1
Stroh	Feld - Tierproduktion	4,6	4,4
	Feld - Freilager	4,5	5,6
	Freilager - Tierproduktion	7,4	5,8
Stallung	Stall - Feld	5,5	5,0
Gülle	Stall - Feld	5,2	4,9
Mineraldünger	ACZ - Feld	13,0	12,5

Tafel 3. Spezifisches Gutaufkommen und mittlere Transportentfernung nach Fruchtarten (Auswahl)

Fruchtart	spezifisches Gutaufkommen		mittlere Transport- entfernung in km
	gesamt in t/ha ¹⁾	Anteil Ernteprodukte in %	
Druschfrüchte	15	55	9,2
Kartoffeln	80	47	7,8
Zuckerrüben	150	58	5,9
Ackerfutter	66	45	6,6

¹⁾ auf Anbaufläche bezogen

Tafel 4. Größengruppen der Transportentfernungen landwirtschaftlicher Gutarten

Größengruppe	Transportentfernung km
tierische Erzeugnisse	
Treber	
lebende Tiere	
Milch/Molke	18...20
Zuckerrüben (Feld – Zuckerfabrik)	
Getreidekörner (Feld – Getreidewirtschaft)	
Saat- und Pflanzgut	
Schnitzel	
Mischfutter	
Pellets	
Getreidekörner (Feld – betriebliches Lager)	11...15
Konzentrate	
Material	
Baustoffe	
Kartoffeln	
Welkgut, Grüngut/Heu	
Silage	5... 8
Rüben/Rübenkraut	
Stroh/Stallung/Gülle	

trieben der Pflanzenproduktion beträgt gegenwärtig rd. 6,5 km, in den Betrieben der Tierproduktion 8,3 km. Somit müssen in der Landwirtschaft durchschnittlich 7,0 bis 7,5 km je Transportoperation bewältigt werden.

In bezug auf die Gut- und Fruchtarten zeigt sich ein differenziertes Bild. Für wichtige Gruppen sind die aktuellen Entfernungen in den Tafeln 2 und 3 ausgewiesen. Insgesamt kann man davon ausgehen, daß bei pflanzlichen Erzeugnissen im Mittel Entfernungen um 7 km (ohne 2. Transportstufe) bzw. 8 km (mit 2. Transportstufe), bei tierischen Erzeugnissen um 18 bis 20 km, bei organischem Dünger um 5 km und bei Mineräldünger sowie sonstigen Gütern um 10 bis 12 km auftreten. Die durchschnittlichen Entfernungen der Betriebe richten sich somit wesentlich nach den konkreten Bedingungen in bezug auf die Anbau- bzw. Produktionsstruktur sowie auf das Territorium. Deutlich wird dies anhand der Differenzierungen zwischen den einzelnen Fruchtarten im Transportbedarf und der zu realisierenden Transportentfernung (Tafel 3). Diese schlagen sich mit gleicher Tendenz in den bezirklichen Mittelwerten der Transportentfernung nieder, wobei hier ebenfalls deutliche Unterschiede aus den bezirklichen Besonderheiten sichtbar werden. Einflüsse aus der territorialen Lage der Bezirke, wie Anteil LN, Wegenetzstruktur, Dichte der Zugangsstellen zum öffentli-

chen Verkehrsnetz u. ä., konnten bisher nicht nachgewiesen werden.

Wird das Gutartenspektrum der Pflanzen- und Tierproduktion untersucht, ergeben sich drei typische Entfernungsbereiche (Tafel 4). Der untere Bereich (5 bis 8 km) enthält den Hauptanteil der Gutmenge (vorrangig pflanzliche Erzeugnisse und organischer Dünger) und umfaßt im wesentlichen die Transporte innerhalb der Kooperation.

Die anderen Bereiche betreffen häufig Bezugs- und Absatzgüter, die zwar nur eine Transportmenge von rd. 20% ausmachen, aber infolge hoher Entfernungen zu Transportleistungen über 40% führen. Hier müssen Transportoptimierung und sorgfältige Transportmittelauswahl (einschließlich Einbeziehen öffentlicher Transportmittel) im Mittelpunkt der Transportrationalisierung stehen. Dies gilt auch unter dem Aspekt, daß die Mehrzahl der Transporte nach wie vor mit Traktoren-Anhängerzügen realisiert wird (Tafel 5). Dabei werden mittlere Entfernungen von 8,7 km bei LKW und 5,6 km bei Traktoren zurückgelegt.

Diese Tendenz ist in allen Bezirken erkennbar und enthält einen erheblichen Anteil uneffektiver Traktorentfernte im Entfernungsbereich über 6 km. Auch erscheint die Ausnutzung der möglichen Zugkraft der Transportmittel, besonders in Betrieben der Tierproduktion, noch zu gering und weist auf Reserven in der Transportorganisation hin (Tafel 6).

4. Zur Entwicklung der Transportentfernung

Die durchschnittliche Transportentfernung in der Landwirtschaft der DDR hatte sich im Zeitraum von 1960 bis 1980 nach einem exponentiellen Verlauf erhöht [2]. Bis zum Jahr 1970 stellten sich mittlere Entfernungen in den Betrieben um 3 bis 4 km ein, die bis 1980 in der Pflanzen- und Tierproduktion auf 7,8 km anwuchsen und in Kooperationsbereichen sogar bei 8,6 km lagen. Die mittleren Entfernungen der einzelnen Betriebe erreichten meist Größen zwischen 5 und 15 km. Maßgeblichen Einfluß auf diese Entwicklung hatte die Zunahme der Entfernungen bei Futtertransporten (besonders Grün- und Welkgut), die immerhin rd. ein Drittel des Gutaufkommens der Landwirtschaft ausmachen. Merklich schlug sich auch in einigen Jahren ein erhöhter Zusatzaufkauf von Futter nieder, der mit Transporten über weite Entfernungen verbunden war. Weiterhin trug der Anstieg des Umfangs der Gülletransporte bei Zunahme der Entfernungen zur Erhöhung der mittleren Entfernungen bei. Für die übrigen Gutarten war nur ein leichter bis mittlerer Zuwachs der Entfernungen nach linearem Verlauf festzustellen (Bild 1) [1].

Zurückzuführen sind diese Entwicklungen vor allem auf die forcierte Intensivierung (Zu-

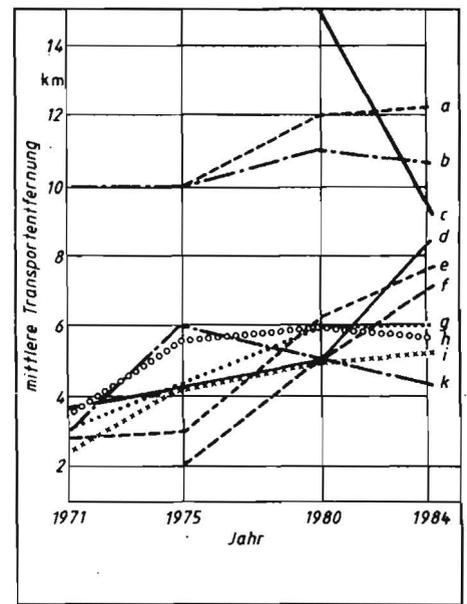


Bild 1. Entwicklung der mittleren Transportentfernung bei ausgewählten Gutarten; a lebende Tiere: Stall – Stall, b Grüngut: Feld – Trockenwerk, c Trockenfutter: Trockenwerk – Stall, d Heu: Feld – Gebäudelager, e Grüngut: Feld – Stall, f Kartoffeln: Feld – betriebliches Lager, g Stallung: Stall – Feldrand, h Getreide: Feld – betriebliches Lager, i Gülle/Jauche: Stall – Feld, k Stroh: Feld – Gebäudelager

nahme der Transporte von Trockenfutter, Material, Baustoffen, Grünfütter, Tierumsetzungen u. ä. über große Entfernungen) und die damit verbundene Arbeitsteilung sowie die Konzentration der Produktion bzw. der Anlagen und der Schläge.

Seit 1980 vollzog sich eine leicht rückläufige Entwicklung der mittleren Transportentfernung. In Tafel 2 sind die Gutarten und Transportrelationen ausgewiesen, die daran besonderen Anteil hatten.

Die seit 1980 verstärkte eingeleiteten Maßnahmen zur Senkung des Transportaufwands, vor allem der Übergang zum Territorialprinzip in verschiedenen Betrieben, das Überdenken und Optimieren vieler Transport- und Lieferbeziehungen sowie die engere Zusammenarbeit zwischen Pflanzen- und Tierproduktion, führten zu differenzierten Reduzierungen. Gleichzeitig erforderten aber auch Maßnahmen zum Erreichen von Höchstträgen und die hohen Erträge der letzten Jahre selbst einen entsprechenden Transportaufwand, der sich in einer leichten Zunahme der mittleren Transportentfernung einiger Gutarten niederschlägt (z. B. verstärkte Heu- und Grobfutterproduktion, hohe Kartoffelerträge).

Aus der bisherigen Entwicklung der Transportentfernung in der Landwirtschaft läßt

Tafel 5. Anteil der Transportleistung und der mittleren Transportentfernung bei LKW- und Traktorentransport

	Pflanzenproduktion Transportleistung in %	Tierproduktion
LKW	36	26
Traktoren	64	74
	mittlere Transportentfernung in km	
LKW	8,7	14,8
Traktoren	5,6	7,2

Tafel 6. Anteil der Transporte mit Anhänger

Transportmittelkombination	Anteil an der Transportmenge in %	
	PP	TP
LKW solo	6,4	27,5
LKW mit Anhänger	27,2	10,1
Traktor mit 1 Anhänger	38,6	38,3
Traktor mit 2 Anhängern	27,8	24,1

PP Pflanzenproduktion, TP Tierproduktion

sich ableiten, daß eine weitere Verringerung notwendig und möglich ist. Vorrangig wird dies durch langfristige Maßnahmen technologischer und betriebswirtschaftlicher Art realisiert werden müssen. Eine grundlegende Voraussetzung hierfür ist, in allen Kooperationen die Planung und Abrechnung der Transporte konsequenter und sorgfältiger einzubeziehen. Erste Schritte dazu sind die Erarbeitung von Entfernungsmatrizen, das Aufstellen von Programmen der Transportrationalisierung und die Durchsetzung der Transportoptimierung als Planungs- und Leitungshilfsmittel bei Schwerpunktaufgaben des Transports.

Die Größenordnungen möglicher Reduzierungen der Transportentfernungen werden mit der immer tieferen Durchdringung der TUL-Prozesse abnehmen, da der entstehende Transportbedarf sich dem gesellschaftlich gerechtfertigten nähern wird. Für

die absehbare Produktions- und Territorialstruktur werden sich die mittleren Transportentfernungen der Landwirtschaft in den nächsten Jahren voraussichtlich um 6,5 km einstellen (5,5 bis 6,0 km in Betrieben der Pflanzenproduktion).

5. Zusammenfassung

Aktuelle Ergebnisse aus einer Analyse zu mittleren Transportentfernungen in der Landwirtschaft der DDR wurden vorgestellt. Die Differenzierungen und Entwicklungen bei ausgewählten Gutarten sowie Anteile und Entfernungsbereiche im Transport mit LKW und Traktoren sind diskutiert worden. Die mittleren Transportentfernungen betragen gegenwärtig 6,5 km in Betrieben der Pflanzenproduktion und 8,3 km in Betrieben der Tierproduktion. Somit liegt die mittlere Entfernung in der Primärproduktion bei 7,3 km (1984). Damit wurde seit 1980/81 eine

Entfernungsreduzierung erreicht. Notwendig und möglich sind weitere Verringerungen, vorrangig durch langfristige Maßnahmen der sozialistischen Betriebswirtschaft. In den nächsten Jahren ist nicht zu erwarten, daß sich die mittlere Transportentfernung unter 6 km verringert.

Literatur

- [1] Huhn, W.; Hilbert, H.: Analyse der Transportentfernungen in der Landwirtschaft der DDR. Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock, Arbeitsmaterial 1981 und 1986 (unveröffentlicht).
- [2] Huhn, W.: Transport- und Umschlagaufwand in der Landwirtschaft und Schlußfolgerungen zu dessen Senkung. agrartechnik, Berlin 36 (1986) 2, S.53–55.

A 4795

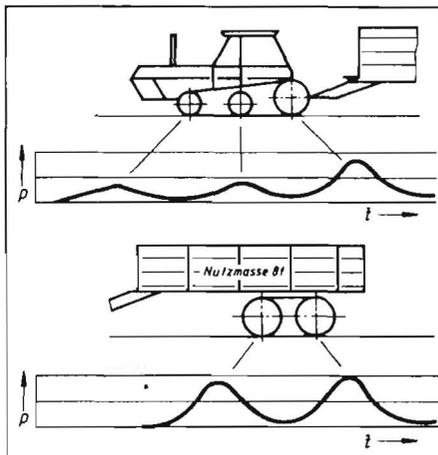
Abschätzung des mittleren Bodendrucks unter Gleisbandfahrwerken

Dr.-Ing. A. Rüdiger, KDT/Dipl.-Ing. U. Köhler, KDT
Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock der AdL der DDR

1. Problemstellung

Zur Beurteilung des Bodendrucks unter Radfahrwerken landwirtschaftlicher Fahrzeuge wird, da gegenwärtig bessere Kennwerte fehlen, der mittlere spezifische Auflagedruck auf fester Fahrbahn herangezogen. Dabei wird die Radlast durch die experimentell ermittelte Aufstandfläche geteilt. Die Ungleichmäßigkeiten der Druckverteilung in der Reifenaufstandfläche und die Veränderungen beim Befahren nachgiebiger Fahrbahnen werden nicht berücksichtigt. Analog wurde bisher auch bei der Berechnung des Auflagedrucks unter Gleisbandfahrwerken vorgegangen. Dies führt bei den gegebenen geometrischen Bedingungen an den Fahrwerken der Gleisbandanhänger jedoch zu erheblichen Fehleinschätzungen (Moorstandorte ausgenommen). Durch Messungen des mo-

Bild 1. Verlauf der Spannung im Boden beim Überfahren mit den Gleisbandfahrwerken von Traktor und Anhänger



76

mentanen Bodendrucks mit Hilfe von Druckgebern, die in verschiedene Tiefen eingebracht worden waren, konnte nachgewiesen werden, daß beim Überfahren der Meßstelle der Druck im Boden im Bandbereich zwischen den Achsen auf Null abfällt (Bild 1) [1].

Zur Bestätigung der Spannungsmessungen wurde ein Abdruck durch Absetzen des Fahrwerks in lockeren Sand hergestellt und die Durchdringungswiderstände längs des Gleisbands gemessen (Bild 2). Dabei zeigt sich, daß der Durchdringungswiderstand unter dem Band in der Mitte zwischen den Achsen nur etwa 4% des Maximalwerts unter den Stützrädern beträgt.

Sowohl für die Entwicklung neuer als auch für die Bewertung vorhandener Gleisbandfahrwerke ist es notwendig, zu analysieren, wie hoch der Traganteil der Bandbereiche zwischen den Rädern ist und durch welche Parameter er beeinflußt wird. Durch theoretische Betrachtungen, gestützt auf experimentell ermittelte Ausgangsdaten, wurden Grundlagen zur Abschätzung von Erwartungswerten für den Traganteil der Bandbereiche zwischen den Stützrädern erarbeitet. Darauf aufbauend lassen sich die mittleren spezifischen Auflagedrücke unterschiedlicher Gleisbandfahrwerke abschätzen.

Die Ableitung erfolgt am Beispiel des Gleisbandfahrwerks am sattelastigen Anhänger T088 (Tandemfahrwerk, Band ohne Spannvorrichtung). Sie ist jedoch verallgemeinerungsfähig.

2. Experimentelle Voruntersuchungen

Da kurzfristig keine Möglichkeit bestand, die Verteilung des Auflagedrucks zu messen, wurde experimentell die Abhängigkeit der Einfederung des Bandes in Abhängigkeit von einer mittigen Einzellast F_v ermittelt (Bild 3). Dabei zeigte sich, daß unter diesen extremen

Lastbedingungen zur Abstützung von nur 5% der Pendellast (≈ 3 kN) bereits eine Einfederung $y = 36$ mm erforderlich war. Diese Untersuchungen wurden bei zwei verschiedenen Innendrücker p , der Reifen des Gleisbandfahrwerks wiederholt. Die Ergebnisse zeigen, daß dieser Einfluß vernachlässigbar ist. Ausgehend von der ermittelten Funktion $y = f(F_v)$ läßt sich die Spannkraft im Band berechnen (Bild 3). Die Grundlage bildet dazu die allgemeine Gleichung für ein straff gespanntes Seil mit vertikaler Einzellast.

Aus der Darstellung wird eine lineare Abhängigkeit der Bandspannung von der Einfederung sichtbar, die auf die Änderung der Umfangslänge beim Einfedern zurückzuführen ist. Durch die Extrapolation der Geraden ergibt sich eine Bandspannung in der Ausgangslage ($y = 0$) von $H \approx 9$ kN. Weiterhin muß festgestellt werden, daß sich bei größerer Einfederung, die beim Überfahren von Hindernissen durchaus auftreten kann, die Bandspannung vervielfacht.

3. Untersuchung der Traganteile von Gleisbändern

3.1. Lösungsweg

Die quantitative Analyse der Traganteile der Gleisbänder wurde theoretisch, gestützt auf ausgewählte, experimentell ermittelte Primärdaten, durchgeführt.

Zielstellung ist die Ermittlung quantitativer Abhängigkeiten des Traganteils von den Haupteinflußgrößen, die für die weitere Auswertung in Kennfeldern darzustellen sind.

Bei den Untersuchungen wurde davon ausgegangen, daß das Gleisband zwischen den Achsen im senkrechten Schnitt als biegeweiches Seil anzusehen ist (Bild 4). Aus der Differentialgleichung für ein straff gespanntes Seil

agrartechnik, Berlin 37 (1987) 2