

# Zur Entwicklung des Landwirtschaftstransports in Verbindung mit dem Bau niedrigbelasteter Verkehrswege

Dipl.-Landw. E. Abicht, KDT, VEB Ingenieurbüro für Meliorationen Bad Freienwalde, Außenstelle Bernburg  
Dr. agr. D. Priebe, Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR  
Zweigstelle Meißen — Landwirtschaftlicher Transport

Nach neueren wissenschaftlichen Erkenntnissen erfordern die Transportarbeiten in der Landwirtschaft gegenwärtig  
— 25 bis 30% der gesamten Arbeitsaufwendungen  
— 40 bis 60% des Aufwands an vergegenständlichter Arbeit.

Bereits jetzt haben die Transportfahrzeuge einen Anteil von etwa 50% am Grundfonds der Feldwirtschaft. Der Landwirtschaftstransport als integrierter Bestandteil industriemäßiger Produktionsverfahren nimmt durch ein ständig wachsendes Transportaufkommen und durch wachsende Transportentfernungen an Wichtigkeit zu (Tafel 1). Die erforderliche Transportmittelrationalisierung ist durch kontinuierliche Umstellung von Traktoren- auf LKW-Transport (größere Fahrgeschwindigkeiten), höhere Nutzmassenleistung je Fahrzeugeinheit und Neuentwicklungen gekennzeichnet.

Die beim LKW möglichen Rationalisierungseffekte werden jedoch erst dann voll wirksam, wenn das Verkehrsnetz eine volle Auslastung der Fahrzeuge sowie größere fahrzeugspezifische Geschwindigkeiten zuläßt. Jede sinnvolle Transportrationalisierung hat demnach von Fahrzeug und Fahrbahn als Einheit auszugehen. Zunächst ist für die Bemessung von Verkehrswegen die Entwicklung der Achslasten von Bedeutung.

Fortsetzung von Seite 609

## 4. Zusammenfassung

Aus den Untersuchungen zur Präzisierung von Zielen für neue Verfahren der Silageproduktion wurden Teilergebnisse mitgeteilt.

Sie weisen nach, daß bei der Konzipierung neuer Verfahren alle Intensivierungsfaktoren berücksichtigt werden müssen und Erträge, Bearbeitungszeiten sowie Verluste einen beträchtlichen Einfluß auf die Bedarfskennwerte der Verfahren haben.

## Literatur

- [1] Müller, M. u. a.: Bau und Ausrüstungslösungen für die Bereitung von Grünfuttersilagen. In: Fortschrittliche Technologien der Ernte, Konservierung und Lagerung von Grobfutterstoffen, Praha 1976 (in Vorbereitung).
- [2] Hübner, D.: Beitrag zur Beurteilung und Weiterentwicklung technologischer Projekte der Silagebereitung. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Dissertation 1974.
- [3] Wacker, G.: Möglichkeiten zur Verteilung des optimalen Nutzungzeitpunktes durch Ansaat verschiedener Grasarten und Sorten. Zeitschrift für Landeskultur 10 (1969) H. 4, S. 351—360.
- [4] Baganz, K.; Neuschulz, A.: Analyse über den Entwicklungsstand von Teilverfahren auf der Basis von Modellrechnungen am Beispiel der Weltgutgewinnung, agrartechnik 25 (1975) H. 11, S. 556—557.
- [5] Neuschulz, A.: Einfluß der Witterung auf den Trocknungsverlauf beim Welken von Futterpflanzen. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Dissertation 1973.
- [6] Stengler, K.-H. u. a.: Schwadbearbeitungsgerät E 308 zum Schwadmäher E 301. agrartechnik 26 (1976) H. 6, S. 279—281.
- [7] Gärtner, K.: Beitrag zur Begründung von technologischen Zielvorgaben für neue Verfahren der Silageproduktion. Humboldt-Universität Berlin, Dissertationsentwurf 1976 (unveröffentlicht). A 1470

1) Überarbeitete Fassung eines Referats zum Symposium „Mechanisierung der Futtermittelversorgung und -verabreichung in industriemäßigen Tierproduktionsanlagen“ am 2. und 3. November 1976 in Potsdam-Bornim

Größere Nutzmassen je Fahrzeug sind notwendig; die Größe der Achslasten ist hiervon aber unbedingt zu unterscheiden.

Im Bild 1 ist zu erkennen, daß sich für den Bereich des Landwirtschaftstransports die Einzelachslasten nicht ändern werden, daß aber von der Fahrzeugentwicklung her die Tandemachslasten ständig an Bedeutung gewinnen. Jede Achslasterhöhung hätte erhebliche negative Auswirkungen auf die Ökonomie des Verkehrswegebbaus und damit auf die Wirtschaftlichkeit des Transports überhaupt. Nachfolgend sollen transportökonomische, wegebau technische und wegebauökonomische Auswirkungen von unterschiedlichen Achslasten an einem Beispiel erläutert werden.

Die Auswirkungen eines angenommenen Einsatzes von Fahrzeugen mit Einzelachslasten von 10 t oder mit äquivalenten Tandemachslasten können auf der Grundlage von Lösungen des „großen Verkehrsbaus“ anderer Länder annähernd eingeschätzt werden. Aus der „Umrechnung der Nutzfahrzeuge auf Regelfahrzeuge mit 10 t Einzelachslast“ [1] ist zu ersehen, daß eine 10-t-Einzelachse in ihrer Wirkung auf die Fahrbahn dem Übergang von 31 Achsen zu je 4 t oder 4 Übergängen mit dem LKW W 50 äquivalent ist (Bild 2). Die Nutzmassen verhalten sich im Vergleich zum LKW W 50 jedoch nur etwa wie 1:2 bis 1:3. Das hätte erhebliche ökonomische Auswirkungen sowohl auf die notwendigen konstruktiven Aufwendungen für die Fahrbahn wie auch auf den Aufwand an lebendiger Arbeit.

Unter Benützung der Äquivalenzfaktoren nach [1] und der Anzahl der notwendigen Fahrzeugeinsätze in Abhängigkeit von ihrer Nutzmasse (im Beispiel ohne Anhängerbetrieb) wurden in Tafel 2 die Anzahl der jährlich den Verkehrsweg passierenden Regelfahrzeuge (10-t-Einzelachslast) und die daraus resultierenden Belastungsklassen ermittelt. In den Tafeln 2 bis 5 sind die bemessungstechnischen und ökonomischen Auswirkungen für einen Verkehrsweg dargestellt, über den mit Fahrzeugen unterschiedlicher Achslasten je Jahr beispielsweise 20 000 t an- und abtransportiert werden. Um eine Vergleichsbasis zur Beurteilung der ökonomischen Auswirkungen zu erhalten, wurden in Tafel 3 fahrzeugabhängig die erforderlichen Befestigungsdicken nach dem Kriterium der zulässigen Durchbiegung [2] [3] zusammengestellt. Aufgrund des Verformungsverhaltens von gleichem Straßenbaumaterial (im Beispiel Schotter) ergeben sich bei einem gleichmäßigen Untergrund mit einem Verformungsmodul von  $E_H = 40 \text{ N/mm}^2$  fahrzeug- und belastungsabhängig erhebliche Schichtdickenunterschiede (Tafel 4). Die ausgewiesenen fahrzeugbezogenen Schichtdicken (im Beispiel ohne Berücksichtigung einer bituminösen Verschleißschicht) verhalten sich bei Beachtung der zulässigen Durchbiegung nach [3] entsprechend den Angaben in den Tafeln 4 und 5 für die Belastungsklasse 1 beim Vergleich

- von 10-t-Achslast (Škoda 706) und 7-t-Achslast (W 50) wie 1:1,7 bis 1:2
- von 10-t-Achslast (Škoda 706) und 6-t-Achslast (Spezialfahrz.) wie 1:2,5 bis 1:3
- von 7-t-Achslast (W 50) und 6-t-Achslast (Spezialfahrz.) wie 1:1,4 bis 1:5.

Hieraus ist zu ersehen, daß steigende Achs- bzw. Radlasten als mögliche Folge steigender Nutzmassen je Fahrzeugeinheit zu einer empfindlichen Vergrößerung der erforderlichen Befestigungsdicke führen würden. Fahrzeuge mit „schweren Achsen“ benötigen also teure Straßen. „Schwere Achsen“ im leichten Verkehrsbau (landwirtschaftliche Verkehrswege, kommunale Straßen und andere niedrigbelastete Straßen) würden das

Jahr	Transportgutmenge Bezugs- und Absatztransport	Feld- transport	Transportkilometer Bezugs- und Absatztransport	Feld- transport	Transportleistung Bezugs- und Absatztransport	Feld- transport
1965	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1975	132,6	111,5	145,5	200,0	192,8	222,7
1980	151,2	121,1	154,5	260,0	233,6	313,4

Tafel 1. Relativwerte für die Entwicklung von Transportgutmenge, -entfernung und -leistung im Zeitraum 1965—1980

Bild 1. Kennwerte der wichtigsten landwirtschaftlichen Transportfahrzeuge mit Angabe von Nutzmassen, Geschwindigkeiten und Achslasten

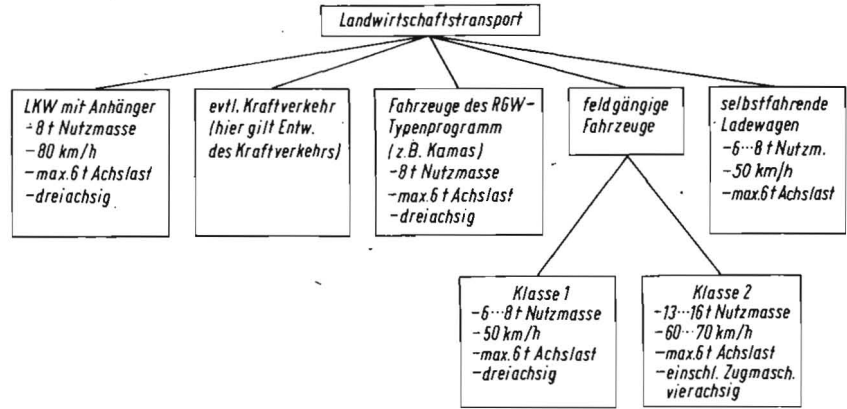
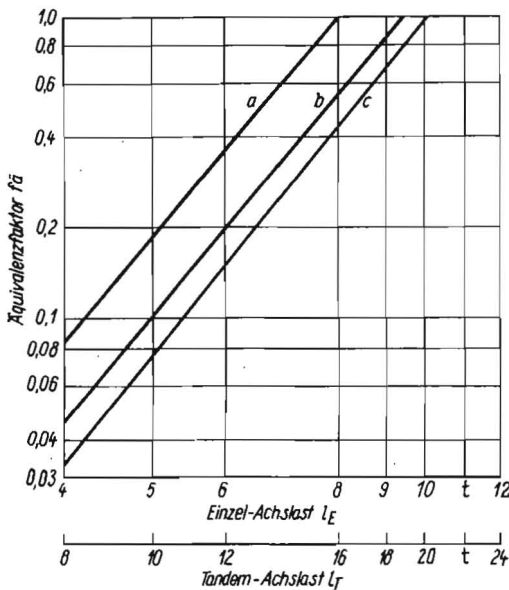


Bild 2. Umrechnung der Nutzfahrzeuge auf Regelfahrzeuge mit 10-t-Einzelachslast; a Tandemachse bei starren Befestigungen, b Tandemachse bei flexiblen Befestigungen, c Einzelachse bei flexiblen und starren Befestigungen



Amortisationspotential infolge extensiver Belastung rasch erschöpfen. Die Befestigungen würden unwirtschaftlich. Der Vergleich der unterschiedlichen Achslasten zeigt weiter, daß die Nutzmasse je Fahrzeugeinheit, die Achslast und die Fahrbahndicke eine ausgewogene Einheit darstellen müssen, für die besonders auf niedrigbelasteten Verkehrswegen ein konstruktives und vor allem ökonomisches Optimum anzustreben ist.

Tafel 2. Ermittlung von Regelachsen und Belastungsklassen für eine Nutzmasse von 20000 t/a

Fahrzeugart	Nutzmasse t	Achslast t	Zahl der Einsätze	Äquival.- faktor $f_a$	Zahl der Regelachsen/a	Zahl der Regelachsen/24 h	Bela- stungs- klasse
Fahrz. der Kl. 1	6... 8	6	3333...2500	0,20	667...500	1,8...1,4	1
Fahrz. der Kl. 2	13...16	6	1667...1333	0,20	333...267	0,9...0,7	1
LKW W 50	5	7	4000	0,27	1080	3,0	1
LKW H 6, Škoda 706	8	10 <sup>1)</sup>	2500	1,00	2500	6,9	2

<sup>1)</sup> Regelachse

Es ist eines der wesentlichsten Probleme des gesamten Verkehrsbaus überhaupt, Möglichkeiten zu finden, die in Verbindung mit dem Fahrzeugbau den steigenden Transportanforderungen gerecht werden und volkswirtschaftlich gerechtfertigte verkehrstechnische Lösungen zulassen.

In gleicher Weise wie die erforderlichen Tragschichtdicken verhalten sich die Materialkosten. Die anteiligen Investitionen verhalten sich ähnlich (Tafel 5).

Die achslastbezogenen Mehraufwendungen für die Tragschicht würden für die Regelachse (10 t) bei 5000 m<sup>2</sup>/km um etwa 30000 bis 63000 M/km (nach PAO 4410) bzw. 28000 bis 58000 M/km (nach Preiskatalog für Meliorationsleistungen) höher liegen.

Die genannten material- und betriebsökonomischen Daten verdeutlichen, daß durch „schwere Fahrzeuge“ die Wirtschaftlichkeitsgrenze für den Aus- bzw. Neubau niedrigbelasteter Verkehrswege sehr schnell überschritten wird. Volkswirtschaftlich günstige Lösungen können also nur bei Beachtung der wechselseitigen Beeinflussung von Fahrzeug und Fahrbahn gefunden werden.

Die Ergebnisse dieser Einschätzungen können vom gewählten Beispiel her in ihrer quantitativen Höhe nicht als absolut betrachtet werden, da verschiedene Annahmen getroffen werden mußten. Sie können jedoch zur Beurteilung bestimmter Größenordnungen und Entwicklungsrichtungen genutzt werden. Die Tafeln 2 und 3, besonders die dort ausgewiesenen Schichtdicken lassen darüber hinaus noch einmal deutlich erkennen, daß die Anwendbarkeit des Standardwerks für den „großen Verkehrsbaum“ auf die Bemessung niedrigbelasteter Verkehrswege angezweifelt werden muß. Allein eine oberflächliche Betrachtung der Tafel 4 läßt bereits einige dort ausgewiesene Schichtdicken unökonomisch und zu materialaufwendig erscheinen. Die Notwendigkeit praktischer Untersuchungen im Rahmen eines Teststreckenprogramms zur „Er-

Tafel 3. Ermittlung der notwendigen Befestigungsdicken in Abhängigkeit von Fahrzeug, zulässiger Durchbiegung und Tragschichtqualität

Fahrzeugart	S <sub>zul</sub> <sup>1)</sup> mm	S <sub>zul</sub> <sup>1)</sup> mm	Bemessungsannahmen		äquival. Modul E <sub>ä1</sub> <sup>1)</sup> N/mm <sup>2</sup>	E <sub>ä2</sub> <sup>2)</sup> N/mm <sup>2</sup>	Schichtdicke der oberen Tragschicht für	
			Verformungs- Modul E <sub>H</sub> N/mm <sup>2</sup>	spez. Modul E <sub>1/1</sub> bis E <sub>1/3</sub> N/mm <sup>2</sup>			E <sub>ä1</sub> cm	E <sub>ä2</sub> cm
H 6, Skoda*706 (Bel. Kl. 2)	2,0	1,2	40	400	93,5	195,3	16,0	33,0
				300			19,0	42,5
				200			24,0	75,0
H 6, Skoda 706 (Bel. Kl. 1)	2,0	1,2	40	400	85,0	116,9	13,0	22,0
				300			15,0	25,5
				200			20,0	39,0
W 50 (Bel. Kl. 1)	2,0	1,2	40	400	60,3	82,9	7,0	13,0
				300			8,5	15,0
				200			10,0	20,0
Spezialfahrzeuge (Bel. Kl. 1 u. 2)	2,0	1,2	40	400	51,0	70,1	4,0	8,5
				300			4,5	10,0
				200			5,0	13,0

<sup>1)</sup> nach Standard TGL 9942 (z. Z. in Überarbeitung) [2]

<sup>2)</sup> nach Standard TGL 22853 [3]

Tafel 4. Fahrzeug- und qualitätsabhängiger Schichtdickenvergleich

Ifd. Nr.	Vergleichs-fahrzeuge	Be-lastungs-klasse	Tragschichtdicken in cm bei unter-schiedlicher Tragschichtqualität E <sub>1</sub> in N/mm <sup>2</sup>					
			E <sub>1/1</sub> = 400		E <sub>1/2</sub> = 300		E <sub>1/3</sub> = 200	
			a	b	a	b	a	b
1	Schwerer LKW	1	13	22	15	25	20	39
	Spezialfahrzeug	1	4	8	5	10	5	13
	Tragschichtdifferenz		9	14	10	15	15	26
2	Schwerer LKW	2	16	33	19	42	24	75
	Spezialfahrzeug	1	4	9	5	10	5	13
	Tragschichtdifferenz		12	24	14	32	19	62
3	Schwerer LKW	1	13	22	15	25	20	39
	W 50	1	7	13	9	15	10	20
	Tragschichtdifferenz		6	9	6	10	10	19
4	Schwerer LKW	2	16	33	19	42	24	75
	W 50	1	7	13	9	15	10	20
	Tragschichtdifferenz		9	20	10	27	14	55
5	W 50	1	7	13	9	15	10	20
	Spezialfahrzeug	1	4	9	5	10	5	13
	Tragschichtdifferenz		3	4	4	5	5	7

a) Angaben nach Standard TGL 9942, b) Angaben nach Standard TGL 22853

mittlung von Parametern für die Befestigung niedrigbelasteter Straßen“ wird dadurch deutlich sichtbar gemacht. Inzwischen wurden zur Klärung des Widerspruchs zwischen berechneter und erforderlicher Schichtdicke Versuchsstrecken mit unterschiedlichen Tragschichtdicken und Bauweisen hergestellt, die seit einigen Jahren mit einer bekannten Zahl von LKW-Übergängen belastet werden. Im Vergleich zu den berechneten Schichtdicken sind nach den bisher vorliegenden experimentell gefundenen Ergebnissen beachtliche Einsparungen an Schichtdicke und damit an Material und Kosten möglich. Ab 1. Januar 1976 sind diese Ergebnisse für die praktische Bauausführung verbindlich.

### Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

- Nettotransportmassen, Transportentfernungen und -leistungen steigen perspektivisch weiter an.
- Die Transportrationalisierung im Landwirtschaftstransport kann nicht allein — soweit es die Transportleistungen betrifft — von fahrzeugtechnischen Parametern bestimmt werden. Solche Lösungen würden die wechselseitige Beeinflussung von Fahrzeug und Fahrbahn nicht berücksichtigen.
- Der aus höheren Fahrgeschwindigkeiten (LKW-Transport) resultierende Rationalisierungseffekt ist an ebenflächige Fahrbahnen gebunden.
- Der aus höherer Nutzmassenleistung resultierende Rationalisierungseffekt ist in bestimmten Grenzen und für die konzipierten Fahrzeuge nicht an höhere Achslasten gebunden.

Tafel 5. Finanzielle Mehraufwendungen für die in Tafel 4 ausgewiesenen Schichtdickendifferenzen

Ifd. Nr.	bei Aufmaß in fester Menge Preise nach	Mehraufwendungen in M/m <sup>2</sup> Schottertragschicht bei unterschiedlicher Tragschichtqualität E <sub>1</sub> in N/mm <sup>2</sup>					
		E <sub>1/1</sub> = 400		E <sub>1/2</sub> = 300		E <sub>1/2</sub> = 200	
		a	b	a	b	a	b
1	PAO 4410	3,95	9,25	6,61	9,92	9,92	17,19
	Preiskatalog für Melior.-Leistg. (Preisliste 11)	5,51	8,57	6,12	9,18	9,18	15,91
2	PAO 4410	7,93	15,86	9,25	21,15	12,56	40,98
	Preiskatalog für Melior.-Leistg. (Preisliste 11)	7,34	16,69	8,57	19,58	11,63	37,94
3	PAO 4410	3,97	5,95	3,97	6,61	6,61	12,56
	Preiskatalog für Melior.-Leistg. (Preisliste 11)	3,67	5,51	3,67	6,12	6,12	11,63
4	PAO 4410	5,95	13,22	6,61	17,85	9,25	36,36
	Preiskatalog für Melior.-Leistg. (Preisliste 11)	5,71	12,24	6,12	16,52	8,57	33,65
5	PAO 4410	1,98	2,64	2,64	3,31	3,31	4,63
	Preiskatalog für Melior.-Leistg. (Preisliste 11)	1,84	2,45	2,45	3,06	3,06	4,28

a) Angaben nach Standard TGL 9942, b) Angaben nach Standard TGL 22853

- Die Einführung von Fahrzeugen mit Einzelachslasten von 10 t bzw. äquivalenten Tandemachslasten würde einen beachtlichen Kostenanstieg beim Aus- und Neubau niedrigbelasteter Verkehrswege verursachen, der nur in begrenztem Umfang von der Landwirtschaft abgefangen und meist nicht amortisiert werden könnte.
- Die derzeit dem hochfrequentierten Verkehrsbau entlehnten Annahmen und Grenzwerte zur Bemessung von Verkehrswegen sind für niedrigbelastete Verkehrswege nicht anwendbar.
- Die bisher unter praktischen Bedingungen experimentell ermittelten Werte, die standardisiert vorliegen, sind aus ökonomischen Gründen für die landwirtschaftlichen Verkehrswege anzuwenden.

### Literatur

- [1] TGL 21900, Bl. 2 „Klassifizierung des Straßenverkehrs, Belastungsklassen“ (in Überarbeitung).
- [2] TGL 9942 „Befestigungen von Straßenverkehrsflächen, Verhütung von Frost- und Tauschäden“ (in Überarbeitung).
- [3] TGL 22853, Bl. 1 „Anlagen des Straßenverkehrs, Bemessung flexibler Befestigungen, Kriterium der zulässigen Durchbiegung“.

A 1240