

ben Vollkommenheit und ohne Abnahme der Kräfte, wie dies Menschenhände nicht ermöglichen können. Dadurch kam auch die bisherige, unmittelbar ausgeübte ‚lästige Kontrolle der Drescher‘ in Fortfall; denn ‚bei der Maschine, von der man ziemlich genau weiß, wieviel sie täglich Körner bei geregelter Betriebe liefern muß, ist die Kontrolle außerordentlich erleichtert‘, so daß bei Benutzung von ‚Dreschmaschinen alle die Unannehmlichkeiten und Streitigkeiten vermieden werden, welche zwischen Herrn und Drescher so oft vorkommen‘. Zum zweiten: die vordem ‚sehr saure, geisttötende Arbeit‘ mit dem Flegel verschwand, indem sie sich in mehrere, verschiedene Teil-Tätigkeiten auflöste, die jede für sich insofern eine relativ größere Aufmerksamkeit beanspruchte, als sie im Rhythmus der Maschine genau aufeinander abgestimmt sein mußten.“ (Quelle: Plaul, H.: Landarbeiterleben im 19. Jahrhundert. Berlin: Akademie-Verlag 1979. S. 162f.)

Die Arbeitserleichterung, die die Maschine insgesamt gewährte, war für die Dauer ihres unmittelbaren Betriebs mit einer erhöhten Beanspruchung der menschlichen Arbeitskraft verbunden. Die eigentliche Drescharbeit war zwar mechanisiert, die Bedienung der Maschine aber, vor allem der An- und Abtransport des Getreides, erforderten äußerste Kraftanstrengung. Der schlimmste Posten war am Strohelevator. Hier mußte ein Landarbeiter stehen und das verkraften, was zwei Mann mit aller Gewalt in die Maschine hineinbekommen konnten. Bei den Landfrauen war die Arbeit an der Dreschmaschine, die sie wegen der zusätzlichen Verdienstmöglichkeiten für die Familie zu tun gezwungen waren, wegen ihrer Schwere besonders gefürchtet. Franz Rehbein beschrieb in seiner Autobiographie „Das Leben eines Landarbeiters“ die Ausbeutung beim Maschinendreschen so: „Was die Dreschmaschinenarbeit selbst betrifft, so ist sie eine der anstrengendsten und aufreibendsten, die man sich denken kann, Stunden, nur Stunden schinden ist hier die Lösung ... Spätestens um vier morgens wird angefangen, nicht selten aber auch schon um drei Uhr, und dann geht es den ganzen lieben langen

Tag rastlos fort, mindestens bis acht Uhr abends; sehr häufig aber bis neun und zehn Uhr, öfters sogar elf und zwölf Uhr nachts. Pausen gibt es nur, solange die Essenszeit dauert.“

Die Dreschmaschine erforderte nicht nur äußerst anstrengende Tätigkeit der Landarbeiter, sondern sie stellte oft auch eine Gefahrenquelle dar. Abgesehen davon, daß es anfangs noch keine Schutzvorrichtungen gab und dadurch mancher Unfall verursacht worden ist, so sorgte der Maschinendrusch vor allem für große Staubbelästigungen. Der Getreidestaub haftete oft millimeterdick auf den Leuten, rief Erkrankungen der Lunge, Haut und Augen hervor.

Die Maschine wurde so mitbestimmend für den Grad der Arbeitsleistung, die dem Landarbeiter abverlangt wurde. Die Maschinenarbeit erwies sich dann als besondere Knochenarbeit, wenn sie im Akkord ausgeführt wurde, der den Arbeitern einen höheren Verdienst ermöglichte, zugleich aber das Arbeitstempo übertrieben steigerte.

Die Dampfdreschmaschine hielt nach 1851 ihren Einzug in die deutsche Landwirtschaft, als Wilhelm Hamm, zeitweilig Landmaschinenfabrikant in Leipzig-Eutritzsch (1851–1864), Redakteur der „Agronomischen Zeitung“ und Verfasser von Büchern über die englische Landwirtschaft, von der Londoner Weltausstellung im Jahr 1851 eine Lokomobile nach Deutschland brachte, die in der Folge von deutschen Unternehmern nachgebaut wurde. 1907 waren 487000 Dampfdreschmaschinen im Einsatz, während sich die Anzahl der Göpeldreschmaschinen, die hauptsächlich im bäuerlichen Bereich Anwendung fand, immerhin auf 947000 belief.

Dr. H.-H. Müller

Literatur

- [1] Hamm, W.: Die landwirtschaftlichen Geräte und Maschinen Englands. Mit besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Mechanik. Braunschweig: Verlag Friedrich Vieweg und Sohn 1845.
- [2] Medicus, F. C.: Bericht über die landwirtschaftlichen Geräte und Maschinen der Münchener Industrie-Ausstellung. Wiesbaden: L. Schellenbergsche Hof-Buchdruckerei 1854.
- [3] Perels, E.: Über die Bedeutung des Maschi-

nenwesens (= Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge, hg. v. R. Virchow u. F. v. Holtzendorff, H. 28). Berlin: C. G. Lüderitzsche Verlagsbuchhandlung A. Charisius 1867.

- [4] Hamm, W.: Das Ganze der Landwirtschaft in Bildern. Leipzig: Arnoldische Buchhandlung 1867.
- [5] Rühlmann, M.: Allgemeine Maschinenlehre, Bd. 2 (Mühlen, Landwirtschaftliche Maschinen), 2. Aufl. Berlin: W. & S. Loewenthal 1876 (1. Aufl. Braunschweig 1865).
- [6] Die Entwicklung des landwirtschaftlichen Maschinenwesens in Deutschland. Festschrift zum 25jährigen Bestehen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. Berlin: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft 1910.
- [7] Rehbein, F.: Das Leben eines Landarbeiters. Hg. u. eingeleitet v. P. Göhre. Jena: Dietrich'sche Verlagsbuchhandlung 1911.
- [8] Wüst, A.: Landwirtschaftliche Maschinenkunde. Handbuch für den praktischen Landwirt. Berlin: Verlag Paul Parey 1882 (2. Aufl. 1889).
- [9] Fussell, G. E.: The Farmers Tools. A History of British Farm Implements, Tools and Machinery Before the Tractor Came. From A. D. 1500–1900. London: Melrose 1952.
- [10] Plaul, H.: Landarbeiterleben im 19. Jahrhundert. Berlin: Akademie-Verlag 1979.
- [11] Bentzien, U.: Bauernarbeit im Feudalismus. Landwirtschaftliche Arbeitsgeräte und -verfahren in Deutschland von der Mitte des ersten Jahrtausends u. Z. bis um 1800. Berlin: Akademie-Verlag 1980.
- [12] Ulbricht, O.: Rationalisierung und Arbeitslosigkeit in der Diskussion um die Einführung der Dreschmaschine um die Wende zum 19. Jahrhundert. In: Vierteljahresschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, Bd. 68, H. 2. Wiesbaden: Franz Steiner Verlag GmbH 1981, S. 153ff.
- [13] Bentzien, U.: Landbevölkerung und agrartechnischer Fortschritt in Mecklenburg vom Ende des 18. bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts. Berlin: Akademie der Wissenschaften der DDR, Zentralinstitut für Geschichte 1983.
- [14] Herrmann, K.; Pflügen, Säen, Ernten. Landarbeit und Landtechnik in der Geschichte. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch Verlag GmbH 1985. A 4847

Methodische Grundlagen zur energetischen Bewertung von Maschinen-Traktor-Aggregaten

Prof. Dr. sc. techn. K. Queitsch, KDT/Dr.-Ing. H. Schulz, KDT
Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Pflanzenproduktion

Verwendete Formelzeichen

A_1	m^2/s	Flächenleistung in der Grundzeit T_1
b_A	kg/m^2	flächenbezogener Kraftstoffverbrauch
b_o	kg/s	spezifischer Kraftstoffverbrauch
b_G	m	Pflugarbeitsbreite
F_A	kN	Antriebskraft
F_H	kN	betriebliche Hinterachskraft
F_{Ho}	kN	statische Hinterachskraft
F_R	kN	Rollwiderstand
F_{Zx}	kN	horizontale Zugkraftkomponente
i_G		Getriebeübersetzung
M_A	kNm	Antriebsmoment an den Rädern
M_M	kNm	Motormoment
n_M	U/s	Motordrehzahl
P_A	kW	Antriebsleistung

P_M	kW	Motorleistung
r_w	m	wirksamer Reifenradius
v_f	m/s	reale Fahrgeschwindigkeit
v_{th}	m/s	theoretische Fahrgeschwindigkeit
η_G		Getriebewirkungsgrad
η_f		Fahrwerkwirkungsgrad
η_M		Motorwirkungsgrad
λ		Motorauslastungsgrad
σ		Schlupf
μ_x		Kraftschlußbeiwert
ω_A	$1/s$	Winkelgeschwindigkeit der Antriebsräder

1. Einleitung

Für das Entwickeln und Nutzen von Methoden zur energetischen Bewertung von Ma-

schinen-Traktor-Aggregaten (MTA) sind durch Analysen und Synthesen sowie durch experimentelle und theoretische Untersuchungen Einflußfelder und Daten zu ermitteln. Dabei ergeben sich folgende Aufgaben, Probleme und detaillierte Fragestellungen [1]:

Charakterisierung der energetischen Bedingungen

- Energieaufwand – wofür und wo?
- Nutz- und Verlustenergie – bestehende Abhängigkeiten?
- Was ist über das Erfassen des Energieaufwands bekannt?

- Welche Daten sind dafür erforderlich, welche sind nutzbar und wie werden sie ermittelt?
- Welche Vernachlässigungen oder Vereinfachungen sind möglich oder zulässig?
- Welche Methoden zur energetischen Analyse und Bewertung sind anwendbar, was ist ihr Inhalt, welche Voraussetzungen sind erforderlich?

Erfordernisse für eine energetische

Optimierung

- Welche Optimierungs-, Bewertungs- und Berechnungskriterien sind auszuwählen?
- Welche Charakteristiken, Beurteilungs- bzw. Bewertungsstellen, welche Meßdaten, Berechnungen, Annahmen sind nützlich oder annehmbar?
- Womit ist durch methodische Grundlagen beizutragen?
 - Beitrag durch Synthese, Experiment, Theorie, Nutzeranwendung?
 - Welche Vorschläge für Daten, Abläufe, Darstellungen?

Stand der Lösungen

- Was wurde bereits gelöst?
- Was ist zur weiteren Lösung vorzuschlagen?

2. Ziele und Möglichkeiten methodischer Betrachtungen

Obwohl das Anwenden methodischer Grundlagen offensichtlich vielseitig möglich ist, sind sie in diesem Beitrag bevorzugt für Bewertungs- und Nutzungsunterlagen des Aggregateinsatzes gedacht. Eine solche Zielangabe ist von Bedeutung, wenn jeweils methodische Grundlagen für Aggregate analysiert, vorgeschlagen und entwickelt werden.

MTA können mit Hilfe von Aggregat-Betriebskennlinien (ABK) bewertet werden. Solche Kennlinien ermöglichen z. B. Aussagen über die Leistungsfähigkeit eines Aggregats, über das Einschätzen des Energieaufwands und über die Auslastung bei verschiedenen Aggregatierungen.

Eine methodische Grundkonzeption zur Entwicklung von ABK kann wie folgt gekennzeichnet werden:

- Festlegen eines Aggregatmodells und damit Feststellen der Antriebsstruktur
- Angabe eines kinetischen Modells
- Angabe der energetischen und kinetischen Baugruppenkennlinien
- Angabe zweckmäßiger Schnittstellen als Bewertungsstellen in der Antriebsstruktur
- Darstellung der eigentlichen Methode nach Inhalt, Datenbedarf und Ablauf.

3. Anforderungen an energetische Bewertungsmethoden

Verfahrensweisen zum Quantifizieren des Energieaufwands sind methodische Hilfen bei energetischen Untersuchungen und Bewertungen, möglichst durch grafische oder auch andere Darstellungen. Bezogen auf das Ziel, Aggregat-Betriebskennlinien zu ermitteln, können folgende Anforderungen an Methoden gestellt werden:

- Widerspiegelung der objektiven Realität
- Erfassen von Nutz- und Verlustleistungen
- Sichern des Prinzips der Anschaulichkeit, d. h. Erkennen und Nutzen von Zusammenhängen für die Praxis
- Anwendbarkeit für Nutzerdokumentationen

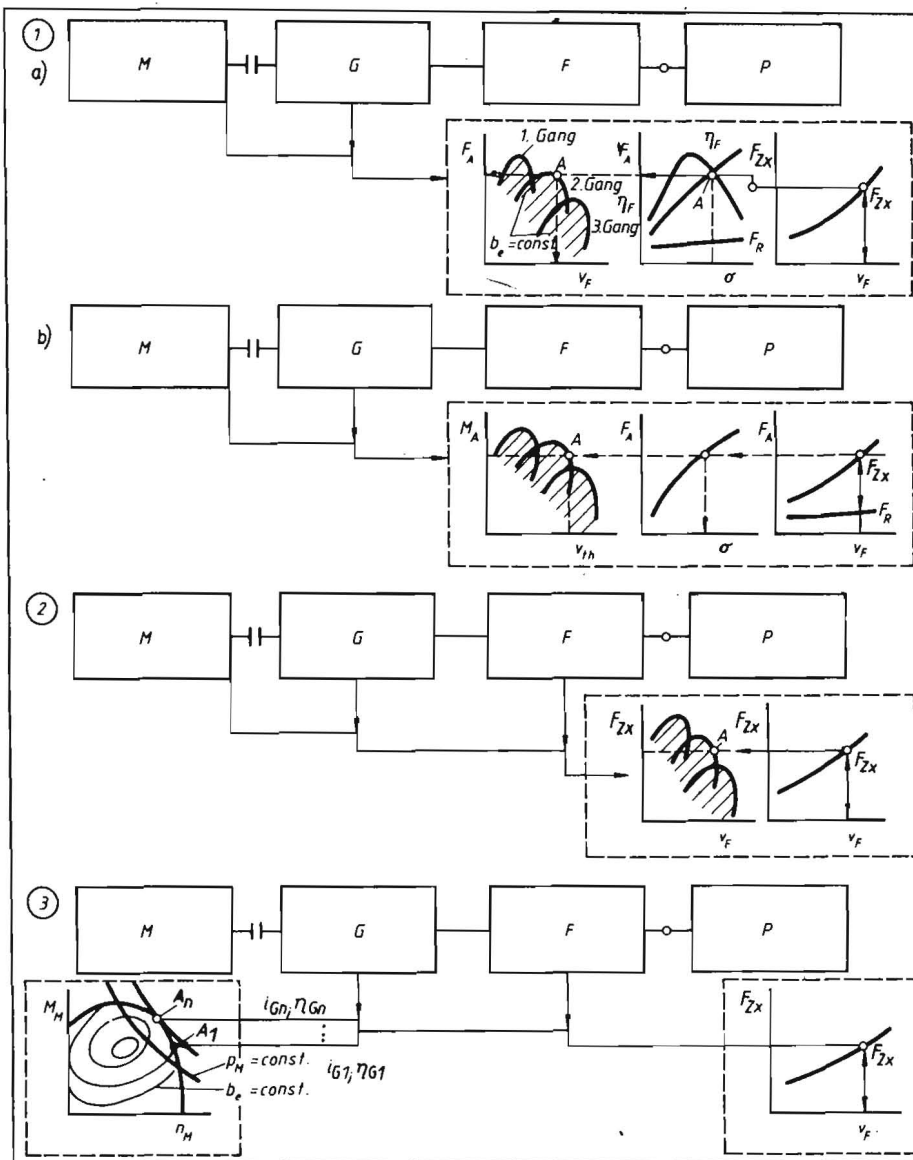


Bild 1 Schematischer Ablauf für die Energiebewertung eines MTA oder für das Aufstellen von Aggregat-Betriebskennlinien; Bewertungsstellen:

- 1a Fahrwerk-Fahrbahn
 - 1b Radnabe
 - 2 Zugpunkt
 - 3 Schwungscheibe
- M Motor, G Getriebe, F Fahrwerk, P Arbeitsgerät (als Beispiel: Pflug)

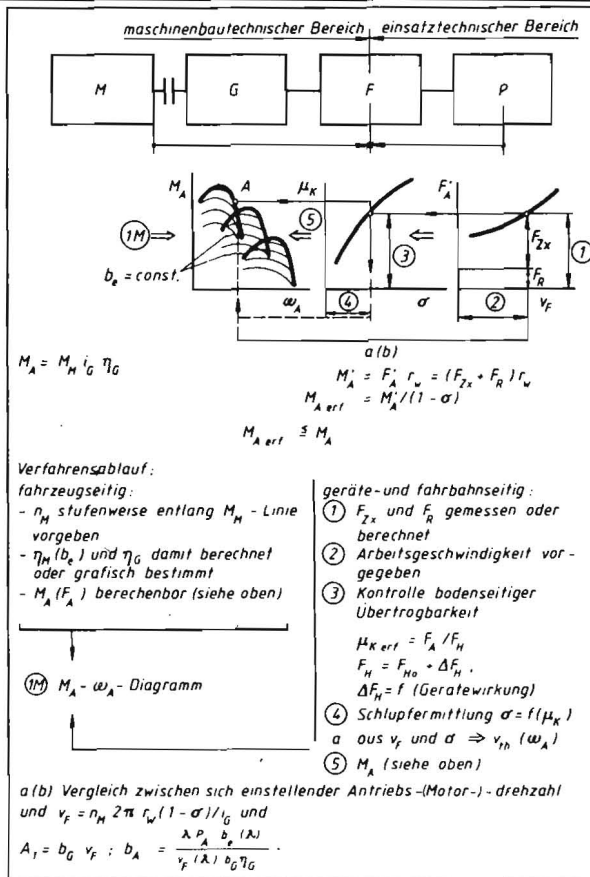


Bild 2 Schema zum Ermitteln des spezifischen Energieaufwands (flächenbezogener Kraftstoffverbrauch) eines hinterachsgetriebenen MTA nach Methode 1b (Bild 1)

4. Methoden zur Kennlinienfeldarstellung

In einer Analyse ist eine Reihe bisher bekannter und möglicher Methoden für energetische Bewertungen untersucht worden [2]. Daraus konnte ein System entwickelt werden, um diese Methoden zu ordnen, zu vergleichen und zu bewerten. Ferner konnte für ausgewählte Methoden deren Anwendbarkeit für Aggregatuntersuchungen und -bewertungen und als Grundlage für das Aufstellen von Aggregat-Betriebskennlinien nachgewiesen werden.

Die Wahl einer geeigneten Methode ergibt sich mit dem Festlegen einer sinnvollen Schnittstelle in der Antriebsstruktur von Aggregaten [1]. Die damit angedeuteten Möglichkeiten der methodischen Grundkonzeption ergeben einen Ablauf für Untersuchungen und Darstellungen nach Bild 1. Danach kann ein Aggregat analysiert und bewertet werden, und es ist mit den gleichen

Methoden möglich, Aggregat-Betriebskennlinien aufzustellen. Dies ergibt sich mit dem Verwenden der Darstellungen in den gestrichelten Einrahmungen von Bild 1, während eine energetische Bewertung mit Hilfe eines Algorithmus nach Bild 2 möglich ist. Hierbei handelt es sich um das Ermitteln des Energieaufwands (flächenbezogener Kraftstoffverbrauch) und der Flächenleistung als Beispiel nach der Methode 1b aus Bild 1. Für alle anderen Methoden nach Bild 1 ist ebenfalls ein solcher Algorithmus darstellbar und rechen-technisch bearbeitbar.

5. Zusammenfassung

Bei der Untersuchung des energetischen Verhaltens von Maschinen-Traktor-Aggregaten und dafür zu beachtender Einfluß- und Bewertungsbereiche bzw. -kriterien konnte auch eine methodische Grundkonzeption für die Analyse und die Bewertung des Energieverhaltens ermittelt werden [2]. Neben den im Beitrag aufgeführten Möglichkeiten kön-

nen diese methodischen Grundlagen u. a. auch wie folgt genutzt werden:

- Bewerten von Datengrößen des Energieaufwands
- Vorarbeiten bei der Festlegung von Bordcomputerdaten
- Aggregatauslegungen, z. B. Antriebsstrukturen, oder deren Untersuchung
- Energieanalysen von Aggregaten und Maschinen allgemein
- Teilkonzeption zur Weiterentwicklung der Maschinentheorie.

Literatur

[1] Schulz, H.; Queitsch, K.: Methoden zur energetischen Analyse von Maschinen-Traktor-Aggregaten. agrartechnik, Berlin 35 (1985) 2, S. 88-90.

[2] Schulz, H.: Beitrag zum energetischen Verhalten von Maschinen-Traktor-Aggregaten und zu Methoden der Bewertung. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Dissertation 1985.

Vergleich von Verfahrensvarianten des landwirtschaftlichen Transports aus arbeitshygienischer Sicht

Dr. agr. Dipl.-Phys. G. Scamoni/Dipl.-Ing. T. Ungethüm, KDT
Arbeitshygienisches Zentrum der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft Potsdam

1. Problemstellung

Die Bewertung technologischer Verfahren in der Pflanzenproduktion ist ein wichtiger Beitrag zu deren Optimierung. Dabei sollte eine möglichst komplexe Bewertung erfolgen. Die Praxis zeigt, daß als Bewertungskriterien betriebswirtschaftliche Parameter im Vordergrund stehen. Arbeitshygienische Faktoren müssen zukünftig bei der Gestaltung technologischer Verfahren stärker beachtet werden, um gezielt Gesundheitsgefährdungen beseitigen und Arbeiterschwernisse abzubauen zu können [1].

Am Beispiel der wichtigen landwirtschaftlichen Transportmittel Traktor ZT 300/303 und Nutzkraftwagen W50 sollen die Ergebnisse arbeitshygienischer Analysen dargestellt und gewertet werden.

2. Material und Methode

Untersuchungen des Arbeitshygienischen Zentrums der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft ergaben, daß an Arbeitsplätzen beim landwirtschaftlichen Transport die arbeitshygienischen Umweltfaktoren Lärm und Ganzkörperschwingungen dominieren [2]. Die Darstellung der Ergebnisse wird daher auf diese Faktoren beschränkt.

Zum Lärm wurden auf 20 Traktoren ZT 300/303 und 13 Nutzkraftwagen W50 insgesamt 37 Messungen des äquivalenten Dauerschalldruckpegels L_{eq} in dB(A) durchgeführt. Die Meßmethode entsprach den Standards TGL 24 626/13 [3] und TGL 32 625 [4]. Die Meßgröße für Ganzkörperschwingungen waren frequenzbewertete Langzeiteffektivwerte der Schwingbeschleunigung \bar{a}_{Bz} in m/s^2 . Dazu wurden insgesamt 55 Messungen auf 8 Traktoren ZT 300/303 und 6 Nutzkraftwagen W50 unter verschiedenen Einsatzbedingungen durchgeführt. Die Meßmethode

entsprach den Standards TGL 24 626/21 [5] und TGL 32 629 [6]. Die Ergebnisse sind gemäß den Standards TGL 32 624 [7] und TGL 32 628/01 [8] sowie der Arbeitshygienischen Komplexanalyse [9] bewertet worden.

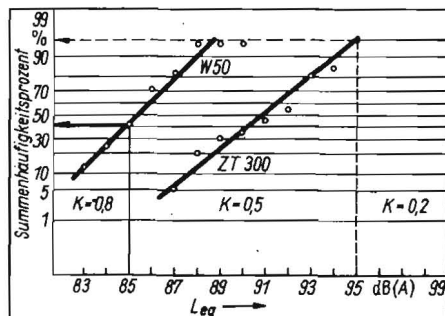
3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Lärm

In der Lärmexposition konnten deutliche Unterschiede zwischen Transportprozessen mit Traktoren ZT 300/303 und Nutzkraftwagen W50 nachgewiesen werden, die nach dem κ^2 -Test auch statistisch mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 1\%$ gesichert sind (Bild 1).

Die Wahrscheinlichkeit der Einhaltung des Grenzwertes von $L_{eq} = 85$ dB(A) [7] betrug für den Nutzkraftwagen W50 etwa 40%. Die Meßwerte für den Traktor ZT 300 beim Transport lagen mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% über diesem Grenzwert.

Bild 1. Verteilung von äquivalenten Dauerschallpegeln L_{eq} auf Traktoren ZT 300/303 ($n = 20$) und Nutzkraftwagen W50 ($n = 17$) beim Transport (Kennzahlenbereiche nach [9])



Insgesamt gesehen muß davon ausgegangen werden, daß bei Transportprozessen Gesundheitsrisiken bestehen, die je nach Arbeitsplatz unterschiedlich hoch sind. Auf Traktoren ZT 300/303 ist das Risiko deutlich höher als auf Nutzkraftwagen W50.

3.2. Ganzkörperschwingungen

Die Meßergebnisse zeigten eine hohe Variationsbreite (Bild 2). Die statistische Prüfung der Meßergebnisse ergab mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 1\%$ unterschiedliche Grundgesamtheiten. Die Überschreitungswahrscheinlichkeit des Grenzwertes für die Erträglichkeit mechanischer Schwingungen bei einer Exposition von 6 h täglich [8] betrug für den Traktor ZT 300 rd. 64% und für den Nutzkraftwagen W50 96%. Ursache für die höhere Schwingungsexposition auf dem Nutzkraftwagen W50 ist seine höhere Fahrgeschwindigkeit.

Diese Ergebnisse werden durch Untersuchungen von Damberg und Müller [10] bestätigt. Die Autoren stellten fest, daß die Schwingungsbelastung durch den Zustand der Straßen und die Fahrgeschwindigkeit stärker beeinflußt wird als durch Veränderungen an den bisherigen Schwingungsdämpfungssystemen.

4. Schlußfolgerungen

4.1. Lärm

Durch Verbesserung der Kapselung des Motors sollte für alle Nutzkraftwagen W50 ein Gesundheitsrisiko durch Lärm ausgeschaltet werden. Für die Traktoren ZT 300 ist eine Nachrüstung mit Schallschutzkabinen notwendig. An allen Arbeitsplätzen mit Lärmexposition müssen individuelle Gehörschutzmittel (Kapseln oder Stopfen) getragen wer-