

Schwingungsuntersuchungen mit elektronischer Klassierung bei praktischen Fahrversuchen

Max-Planck-Institut für Landarbeit und Landtechnik, Bad Kreuznach

Die Schwingungsbeanspruchung bei Schlepperfahrern wurde in Deutschland auf Hindernisbahnen bereits 1953 von HAACK [1] und 1957 von ISENDAHL [2], auf einem Modellprüfstand 1955 von DUPUIS und anderen [3] und auf einem Rollenprüfstand 1959/60 von DUPUIS [4...6] untersucht. Ebenso zahlreich sind die amerikanischen Arbeiten auf diesem Gebiet [7...13]. Aus allen diesen Untersuchungen, die nicht nur in physikalisch-technischer, sondern auch in physiologisch-psychologischer Richtung erfolgten, geht hervor, daß Schlepperfahrer starken Belastungen durch Schwingungen ausgesetzt sind.

In jüngster Zeit finden sich neben technischen Untersuchungen [14; 15] vor allem medizinische Berichte von CHRIST [16; 17], KREUZ und anderen [18] und ROSEGER [19; 20] und auch Erfahrungsberichte aus der Praxis [21], die die Bedeutung der Fahrzeugschwingungen im Hinblick auf Gesundheitsschädigungen herausstellen.

Aufgabe und Methode

Schwingungsuntersuchungen, die an Fahrzeugen auf künstlichen Hindernisbahnen oder Rollenprüfständen durchgeführt werden, stoßen häufig auf Kritik, weil die Versuchsbedingungen nur schwer allen in der Praxis zu findenden Verhältnissen angepaßt werden können. So ist es im Modellversuch immer schwierig, ein Gemisch aus wechselnden Fahrgeschwindigkeiten, Hindernisfrequenzen, Hindernishöhen und -formen einzustellen. Deshalb sind die gefundenen Meßergebnisse von Schwingungen hier in bestimmter Form kontinuierlich, während sie im praktischen Fahrbetrieb in der Regel diskontinuierlich ausfallen.

Bei praktischen Fahrversuchen macht dagegen die Reproduzierbarkeit der Meßwerte — und oft auch die Mitführung der Meßapparatur — Schwierigkeiten. Die Erfassung der Meßwerte im Oszillogramm ist zwar möglich und kann wichtige Aufschlüsse über die Art der vorkommenden Schwingungen geben. Eine quantitative Auswertung solcher Oszillogramme erfordert jedoch einen kaum darzustellenden Aufwand, weil die Versuchszeiten nicht zu kurz gewählt werden dürfen. Je länger die Versuchsdauer ist, um so besser ist die Reproduzierbarkeit der Wiederholungsversuche. Mit elektronischen Diagrammabtastern ist zwar eine statistische Auswertung nach der Summenhäufigkeit möglich. Einfacher ist und zu schnelleren Ergebnissen führt allerdings die unmittelbare Erfassung der Schwingbeschleunigungen mit Hilfe eines Klassiergerätes.

Es wurde die Aufgabe gestellt, mit einer elektronisch-statistischen Methode Schwingungsversuche bei Schleppern unter praktischen Fahrbedingungen durchzuführen und zum Vergleich die Schwingungsbeanspruchung bei Fahrern verschiedener anderer Kraftfahrzeuge zu untersuchen¹⁾.

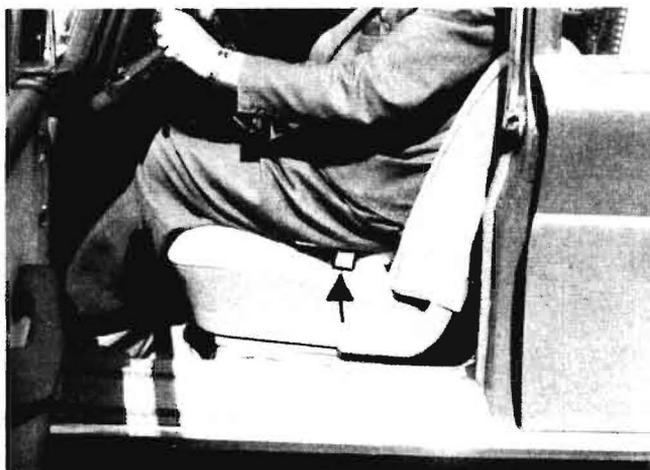


Bild 1: Ein induktiver Beschleunigungsaufnehmer zwischen Fahrer und Sitz dient zur Erfassung der auf den Fahrer einwirkenden Schwingungen

Versuchsbedingungen

Zum Vergleich wurden fünf verschiedene Kraftfahrzeuge, ein 25 PS-Ackerschlepper, ein 6,6 t-Lkw-Kipper, ein 0,75 t-Transporter, ein leichter und ein schwerer Personenwagen verwendet. Dabei handelte es sich zwar nicht um fabrikneue, jedoch relativ moderne und neuwertige Fahrzeuge. Die Federbauarten und Nennleistungen dieser Fahrzeuge sind in Tafel 1 angegeben.

Tafel 1: Versuchs-Fahrzeuge

Typ	Federung	Nennleistung	Baujahr
(1) schwerer Pkw	hydro-pneumatisch	75 PS	1960
(2) leichter Pkw	Drehstabfederung mit Stoßdämpfern	30 PS	1959
(3) Transporter	Drehstabfederung mit Stoßdämpfern	34 PS	1961
(4) 6,6 t-Lkw	Längsfederung (Halbelliptikfeder)	125 PS	1956
(5) Ackerschlepper	ungefedert	25 PS	1960

Als Beispiel einer Feldarbeit hatte der Schlepper auf abgeschleppter rauher Furche mit einer Anhäng-Scheibengge eine Bodenbearbeitung durchzuführen. Weiter erfolgten Schwingungsmessungen bei Leerfahrt des Schleppers auf schlechtem Feldweg und bei Transportarbeit (5 t-Gummiwagen) auf einer Straße. Bei der Feldwegfahrt wurde der Schlepper neben einem guten Sitz (Parallelogrammsitzträger mit progressiver Feder, hydraulischem Stoßdämpfer und Einstellbarkeit des Fahrgewichtes) auch mit einem schlechten Sitz (Blattfeder-Sitzträger) ausgerüstet.

Für die Straßenfahrten wurde eine Strecke auf Asphaltstraße mittlerer Qualität (teils glatt, teils wellig, teils ausgebessert, jedoch ohne Schlaglöcher) gewählt, wobei eine Ortschaft durchfahren und ein Halteschild beachtet werden mußte. Bei den schnelleren Kraftfahrzeugen (Pkw's und Transporter) wurde die Fahrgeschwindigkeit so gewählt, daß diese im Schnitt bei diesen Fahrzeugen ungefähr gleich blieb. Der Lastwagen und der Ackerschlepper wurden mit Geschwindigkeiten gefahren, die der Leistung dieser Fahrzeuge entsprechen.

An allen Fahrzeugen wurden die vorgeschriebenen Reifenluftdrücke eingestellt. Der Transporter und der Lkw wurden teilweise mit Nutzlasten im Rahmen der Zulässigkeit gefahren. Alle Versuche, die jeweils etwa 17 min dauerten, wurden in dreifacher Wiederholung durchgeführt.

Meßinstrumente

Da aus zahlreichen Untersuchungen [22; 23] hervorgeht, daß im niederfrequenten Schwingungsbereich die Schwingbeschleunigung der menschlichen Beanspruchung entspricht, mußten die Beschleunigungen gemessen werden²⁾. Nach der VDI-Richtlinie sollen diese am Ort der Einwirkung auf den Menschen erfaßt werden. Mit Hilfe eines induktiven Beschleunigungsaufnehmers, der zwischen Fahrer und Sitz gelegt wurde (Bild 1), und eines Meßverstärkers³⁾ wurden die vertikalen Schwingbeschleunigungen gemessen.

Zur Klassifikation und Speicherung der Meßwerte und zur Ermittlung des Effektivwertes der Schwingbeschleunigung über der gesamten Versuchszeit diente ein Klassiergerät⁴⁾ (Bild 2). Das

¹⁾ Bei der Versuchsdurchführung und -auswertung haben A. JUSTEN und E. UZ mitgearbeitet, denen wir hierfür Dank sagen möchten

²⁾ Siehe auch Entwurf zur VDI-Richtlinie 2057 „Beurteilungsmaßstab für die Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den stehenden und sitzenden Menschen“, Juli 1958

³⁾ Es wurden Typ B 1 (indukt. Beschleunigungsaufnehmer) und Typ KWS II/5 (Meßverstärker) der Fa. Hottinger-Meßtechnik, Darmstadt, eingesetzt

⁴⁾ Klassiergerät (Typ KS 10) der Fa. Hottinger-Meßtechnik, Darmstadt



Bild 2: Über den Meßverstärker (im Meßwagen unten) werden die Beschleunigungswerte auf ein Klassiergerät übertragen, das eine statistische Auswertung zuläßt

Klassiergerät hat 9 begrenzte Klassen und je eine nach unten und oben unbegrenzte Klasse.

Bei den meisten Versuchen erfolgte zusätzlich eine fortlaufende Registrierung der Meßwerte mit einem Direktschreiber⁵⁾, um einen Eindruck von der Art der vorkommenden Schwingungen zu erhalten.

Bei der Wahl des Meßbereiches am Klassiergerät mußte darauf geachtet werden, daß stets weniger als etwa 1% der auftretenden Meßwerte in die unbegrenzten Klassen fiel. Aus diesem Grunde wurde jeweils in einem Vorversuch der richtige Meßbereich ermittelt. Die Abtasthäufigkeit wurde auf eine Frequenz von 10/s eingestellt. Dabei ist die Zeitdauer der einzelnen Stichprobe mit 0,25 ms so kurz, daß der Meßspannung überlagerte Anteile bis zu 400 Hz noch annähernd richtig erfaßt werden können. Während jeden Versuches wurden 10000 Abtastungen vorgenommen. Die Versuchsdauer ergibt sich dadurch mit etwa 17 min. Das bedeutet, daß die aus je drei Wiederholungsversuchen gemittelten Meßwerte das Ergebnis von 30000 Abtastungen, also Einzelmessungen, sind.

Eine Verwendung des Klassiergerätes zur Erfassung von kontinuierlichen Schwingungen, wie sie im allgemeinen durch Hindernisbahnen und Prüfstände erzeugt werden, ist nicht zweckmäßig, da nur Meßgrößen mit Zufallscharakter eine GAUSSsche Häufigkeitsverteilung ergeben.

Für die Versorgung der Meßgeräte mit 220 V-Wechselstrom diente ein benzin-elektrisches Stromaggregat (Leistung 650 VA bei konstant 50 Hz)⁶⁾, das entweder auf der Ladefläche mitgeführt oder auf der hinteren Stoßstange der Kraftfahrzeuge montiert wurde (Bild 3).

Statistische Auswertung

Von den Zählwerken des Klassiergerätes läßt sich nach jedem Versuch die Summenhäufigkeit ablesen. Bei Eintragung dieser Werte im Wahrscheinlichkeitsnetz ergibt sich bei einer GAUSSschen Normalverteilung eine gerade Linie durch Verbindung der Meßpunkte, wie am Beispiel in Bild 4 gezeigt wird. Von dieser Geraden lassen sich bei den Schnittpunkten mit der 50%-Linie der Mittelwert M und mit der 84%- und 16%-Linie die Streuungspunkte σ_1 und σ_2 ermitteln. Die Abweichung des Mittelwertes M gegenüber 0,0g ist apparativ bedingt und hat auf die Berechnung der Streuungswerte keinen Einfluß.

⁵⁾ Direktschreiber (Oszilloskript Typ PF 1000/4) der Fa. Philipps (System Schwarzer)
⁶⁾ Aggregat der Fa. Eisenmann-Bosch



Bild 3: Der Meßwagen führt auf der Ladepritsche das benzin-elektrische Stromaggregat mit

Durch Differenzbildung der Werte zwischen jeweils zwei benachbarten Klassen kann die Häufigkeit, das heißt die Anzahl der Meßwerte in den einzelnen Klassen errechnet werden. Diese Werte wurden über der Beschleunigung in Bild 5 eingetragen (durch Kreuze bezeichnet) und entsprechen annähernd einer GAUSSschen Häufigkeitsverteilung. Nach dem Rechenverfahren von KOLLER [24] wurde aus Mittelwert, Streuung und Klassenbreite die zugehörige GAUSSsche Normalverteilung gezeichnet.

Der Wert σ als Maß der Streuung oder der mittleren quadratischen Abweichung ist — analog den Begriffen in der Elektrizität — mit dem Effektivwert vergleichbar und kann daher als Meßzahl für die Schwingungsbeanspruchung über der Zeit angesehen werden.

Abweichungen der Meßwerte in den Wiederholungsversuchen

Wenn auch versucht wurde, alle Einflüsse in den Wiederholungsversuchen soweit möglich konstant zu halten, so unterliegen doch die Versuchsbedingungen im praktischen Fahrbetrieb gewissen Schwankungen, die durch Unregelmäßigkeiten der Fahrbahn, unterschiedliche Verkehrssituationen, nicht exakt gleichmäßige Fahrweise und auch durch Ungenauigkeiten der Meßgeräte hervorgerufen werden können. Dadurch ergaben sich in den Wiederholungsversuchen gewisse Abweichungen der Meßergebnisse. Die Größe des mittleren Fehlers der Durchschnittswerte bezogen auf

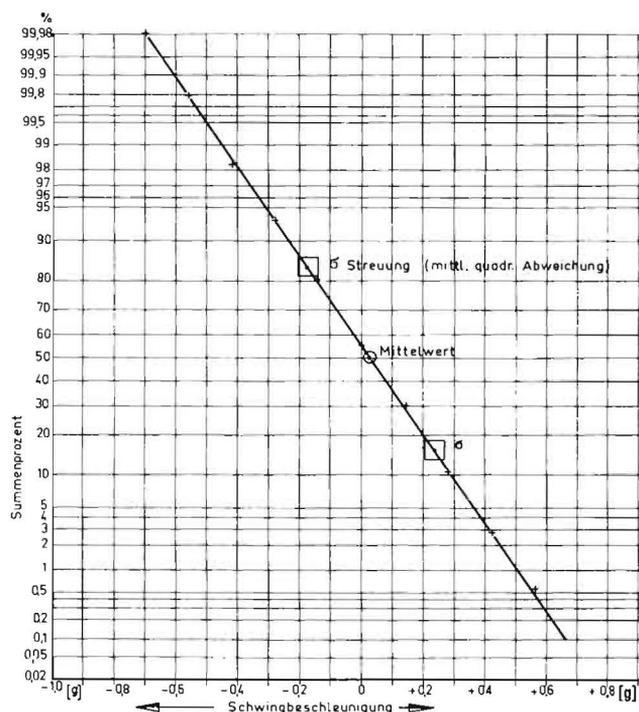


Bild 4: Summenhäufigkeit der Meßwerte im Wahrscheinlichkeitsnetz

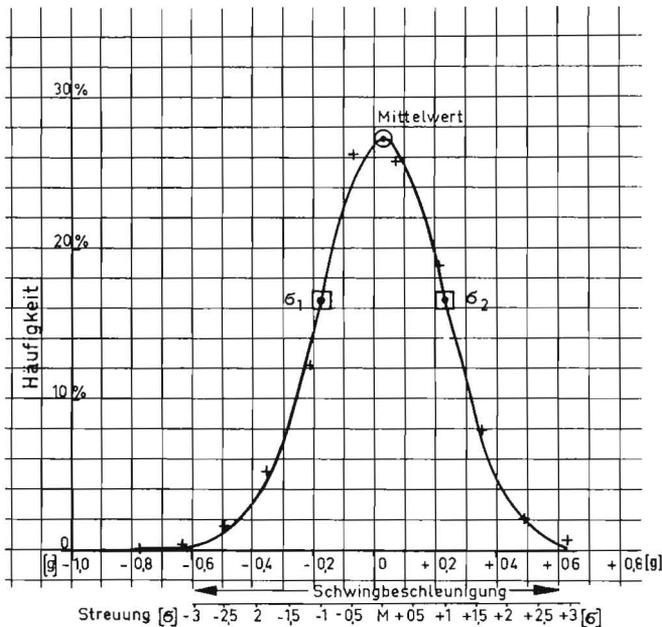


Bild 5: Gaußsche Häufigkeitsverteilung der gemessenen Schwingbeschleunigungswerte

den Durchschnittswert ergaben $m\%$ -Werte⁷⁾ von 0,87% bis 2,05%. Diese relativ niedrigen Abweichungen lassen es zu, die Meßwerte als hinreichend genau gesichert anzusehen. Die hohe Genauigkeit der Übereinstimmung der Meßergebnisse in den Wiederholungsversuchen ist vermutlich auf die große Stichprobenzahl (10000 je Versuch) zurückzuführen.

⁷⁾ $m\% = \frac{m \cdot 100}{A}$, wobei m = mittlerer Fehler der Durchschnittswerte und A = arithmetisches Mittel bedeuten

Ergebnisse

Die Auswertung der Meßergebnisse ist für alle Fahrzeuge und Fahrbedingungen in der Tafel 2 dargestellt. Die Effektivwerte der senkrechten Beschleunigung werden für jeden Einzelversuch und als Mittelwert der jeweils drei Wiederholungsversuche im absoluten Maß [g] angegeben. Außerdem sind zur vergleichenden Übersicht in der rechten Spalte auch Relativzahlen eingetragen, wobei das Fahrzeug mit der geringsten Beschleunigungsübertragung auf den Fahrer, der schwere Personenwagen, gleich 100 gesetzt wurde.

Danach erhöhen sich bei dem leichten Personenwagen (2) die Schwingbeschleunigungen um fast 50% gegenüber dem schweren Pkw (1) mit hydro-pneumatischer Federung, beim Transporter (3) sogar um mehr als 100%. Die Beschleunigungen beim Lastkraftwagen mit 5,2 t Nutzlast (4a) sind für den Fahrer etwa dreimal so hoch, im unbeladenen Zustand (4b) sogar noch höher, obgleich die Fahrgeschwindigkeit gegenüber den Personenwagen geringer war.

Der Schlepperfahrer ist teilweise noch größeren Schwingungen ausgesetzt. Diese sind bei Feldarbeiten wegen der geringen Geschwindigkeit und Plastizität des Bodens relativ am niedrigsten, steigen jedoch unter ungünstigen Bedingungen — schlechter Feldweg und schlechter Fahrersitz — auf nahezu die siebenfache Schwingbeschleunigung gegenüber dem Fahrer im schweren Pkw. Wenn auch Schlepperfahrer im allgemeinen über längere Fahrzeit diesen extremen Bedingungen höchstens auf landwirtschaftlichen Großbetrieben ausgesetzt sind, so ist die körperliche Beanspruchung jedoch als außerordentlich hoch anzusehen.

Außer dem Effektivwert der Schwingbeschleunigung ist für eine Beurteilung auch die Charakteristik der vorkommenden Beschleunigung interessant. Die Beschleunigungsverläufe wurden mit dem Direktschreiber festgehalten und sind für zwei Schlepperversuche in Bild 6 wiedergegeben. Beim Schlepper liegt die Grundfrequenz zwischen 3 und 4 Hz, die bereits im Prüfstandversuch gefunden wurde [4]. Diese Frequenz ist ein für den Menschen sehr ungünstiger Bereich, da auch die Eigenfrequenz des

Tafel 2: Mit Klassiergerät ermittelte Effektivwerte der Schwingbeschleunigung bei Kraftfahrzeugen

Kraftfahrzeuge	Fahrbahn	Durchschnittsgeschwindigkeit [km/h]	zeitlich gemittelte Amplitude der senkrechten Beschleunigung zwischen Fahrer und Sitz (Effektivwert σ)		
			Einzelversuche absolut [g]*	Mittelwert der Wiederholungsversuche	
				absolut [g]*	relativ [%]
(1) schwerer Pkw mit hydro-pneumatischer Federung	mittlere Asphaltstraße	47	0,053 0,051 0,051	0,052	100
(2) leichter Pkw mit Drehstabfederung und Stoßdämpfern	mittlere Asphaltstraße	47	0,076 0,076 0,078	0,077	148
(3) leichter Transporter mit Drehstabfederung und Stoßdämpfern, halbe Nutzlast	mittlere Asphaltstraße	47	0,113 0,111 0,113	0,112	217
(4a) 125 PS-Lkw mit 5,2 t Nutzlast, Längsfederung (Halbelliptikfeder)	mittlere Asphaltstraße	28	0,158 0,157 0,165	0,160	308
(4b) 125 PS-Lkw unbeladen, Längsfederung (Halbelliptikfeder)	mittlere Asphaltstraße	37	0,170 0,177 0,171	0,173	335
(5a) 25 PS-Schlepper ungefedert, bei Bodenbearbeitung (guter Sitz)	geloockter Boden	6,75	0,149 0,142 0,150	0,147	284
(5b) 25 PS-Schlepper, ungefedert jedoch bei Straßenfahrt (guter Sitz)	mittlere Asphaltstraße	19	0,196 0,204 0,210	0,203	394
(5c) 25 PS-Schlepper ungefedert, jedoch bei Feldwegfahrt (guter Sitz)	schlechter Feldweg	17	0,252 0,235 0,241	0,243	468
(5d) 25 PS-Schlepper ungefedert, jedoch bei Feldwegfahrt (schlechter Sitz)	schlechter Feldweg	17	0,343 0,361 0,367	0,357	690

* Die Beschleunigungen wurden in [g] gemessen. 1 g = Erdbeschleunigung = 9,81 m/s²

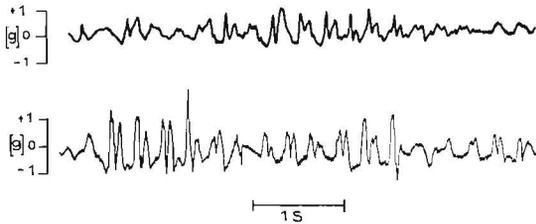


Bild 6: Verlauf der Schwingbeschleunigung zwischen Fahrer und Sitz beim Schlepper auf Feldweg

(unten: schlechter Sitz; oben: besserer Sitz); Grundfrequenz zwischen 3 und 4 Hz

Menschen etwa 4 Hz beträgt und es daher sehr leicht zu Resonanzschwingungen kommt. Bei den Personen- und Lastwagen zeigten sich Grundfrequenzen zwischen 2 und 5 Hz an der Einwirkungsstelle (Sitz) auf den Fahrer. Nur der sehr weich gefederte schwere Pkw wies außerdem sehr niedrige, meist unter 1 Hz liegende Frequenzen auf, die von manchen Personen wegen der dadurch verursachten, mit der Seekrankheit vergleichbaren Erscheinungen als besonders unangenehm empfunden werden.

Zusammenfassung

In der Untersuchung wurden auf den Fahrer einwirkende Schwingbeschleunigungen mit einem elektronischen Klassier-Verfahren erfaßt. Diese Meßmethode gestattet eine statistische Auswertung von Schwingungen bei längerer Versuchsdauer. Durch entsprechende Rechengänge ließ sich der Effektivwert der über der Zeit auftretenden Schwingbeschleunigungen feststellen, wobei durch die Vielzahl der Abtastungen eine hohe statistische Meßgenauigkeit erreicht wurde. Die Art der Schwingungsvorgänge bei den Fahrversuchen wurde durch Oszillogramme deutlich gemacht. Es konnten daher Versuche unter praktischen Fahrbedingungen mit quantitativer Bewertung durchgeführt werden.

Die Vergleichsversuche ergaben gegenüber den Schwingungen im schweren Pkw für Fahrer im leichten Pkw eine um etwa 50% höhere, im Transporter eine doppelte, im Lkw eine mehr als dreifache und für Schlepperfahrer eine drei- bis siebenfache Schwingbeschleunigung. Es ist vorgesehen, weitere Untersuchungen bei Schleppern und Landmaschinen im praktischen Einsatz durchzuführen.

Schrifttum

- [1] HAACK, M.: Über die günstigste Gestaltung der Schleppersitzfederung bei luftbereiften Ackerschleppern mit starrer Hinterachse. Landtechnische Forschung 3 (1953), S. 1—13
- [2] ISENDAHL, H.: Schwingungsmessungen an Schleppersitzen. VDI-Berichte 25 (1957), S. 43—47
- [3] DUPUIS, H., R. PREUSCHEN und B. SCHULTE: Zweckmäßige Gestaltung des Schlepperführerstandes. In: (Landarbeit und Technik, H. 20), S. 82—95, Bad Kreuznach 1955
- [4] DUPUIS, H.: Schwingungsuntersuchungen bei Schleppern auf einem Rollenprüfstand. Landtechnische Forschung 10 (1960), S. 145—156
- [5] DUPUIS, H.: Schlepverschwingungen, am Menschen gemessen. Die Landarbeit 10 (1959), S. 49—53
- [6] DUPUIS, H.: The investigations of vibrations in tractors on test stands. Report presented at Annual Meeting of ASAE, Ames/Iowa 1961
- [7] SCHMITZ, M. A.: The effect of low frequency, high amplitude whole body vertical vibration on human performance. Bostrom Research Laboratories, supported and Contract No. DA-49-007-MD-797 by Res. and Devel. Div. Office of the Surgeon General Dept. of the US Army, Washington 1959
- [8] SIMONS, A. K.: Tractor Ride Research. (SAE-Paper) New York 1951
- [9] HORNICK, R. J.: The effects of Tractor Vibration upon operator work performance. Report presented at Annual Meeting of ASAE, Ames/Iowa 1961
- [10] HORNICK, R. J.: Research into the effects of vibration on man. Report presented at Symposium of Midwest Human Factors Society, BRL Report Nr. 136, o. O. 1961
- [11] HORNICK, R. J., CH. A. BOETTCHER and A. K. SIMONS: The effect of low frequency, high amplitude, whole body, longitudinal and transverse vibration upon human performance. Final report, Contr. No. DA-11-022-509-ORD-3300, Bostrom Research Laboratories, Milwaukee/Wisc. 1961
- [12] MORRISON, C. S., and R. E. HARRINGTON: Tractor seating for operator comfort. Report presented at Annual Meeting of ASAE, Ames/Iowa 1961
- [13] GOLDMAN, D. E., and H. E. VON GIERKE: The effects of shock and vibration on man. Lecture and review series No. 60-3, Naval Medical Research Institute, Bethesda/Maryland 1960
- [14] DRECHSLER, K.: Untersuchungen an Schleppersitzen. Vortrag auf der Wissenschaftlichen Jahrestagung 1961 des Institutes für Landtechnik, Potsdam-Bornim 1961
- [15] DUPUIS, H.: Schlepverschwingungen und ihr Einfluß auf den Menschen. Vortrag auf dem 1. Internationalen Kongreß für Landwirtschaftsmedizin, Tours 1961
- [16] CHRIST, W.: Die Belastbarkeit der Wirbelsäule bei jugendlichen Schlepperfahrern und Landarbeitern. Vortrag auf dem 1. Internationalen Kongreß für Landwirtschaftsmedizin, Tours 1961
- [17] CHRIST, W.: Die Bedeutung der Sitzhaltung beim vertikal schwingenden Sitz. Vortrag auf dem 49. Kongreß der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft, Zürich 1961

- [18] KREUZ, L., G. PREUSCHEN, W. CHRIST und H. DUPUIS: Untersuchungen der Möglichkeit von Gesundheitsschädigungen bei Fahrern auf Schleppern mit unzureichenden Sitzen (Röntgenreihenuntersuchungen). Bericht an das BBLF, Bad Kreuznach und Tübingen 1961
- [19] ROSEGGER, R., und S. ROSEGGER: Arbeitsmedizinische Erkenntnisse beim Schlepperfahren. Archiv für Landtechnik 2 (1960), S. 3—65
- [20] ROSEGGER, R.: Das harmonische Zusammenwirken von Fahrer und Schlepper. In: (Tagungsberichte der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Nr. 19), S. 95—117, Berlin 1959
- [21] KLOEPPPEL, R.: Schleppersitze. In: Kartei für Rationalisierung, Nr. 2.1.2.1. Herausgegeben vom Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft, Kiel 1961
- [22] DIECKMANN, D.: Einfluß vertikaler mechanischer Schwingungen auf den Menschen. Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie einschl. Arbeitsphysiologie 16 (1957), S. 519—564
- [23] DIECKMANN, D.: Einfluß horizontaler mechanischer Schwingungen auf den Menschen. Internationale Zeitschrift für angewandte Physiologie einschl. Arbeitsphysiologie 17 (1958), S. 83—100
- [24] KOLLER, S.: Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. Verlag D. Steinkopff, Darmstadt 1953

Résumé

Heinrich Dupuis and Hans-Adolf Broicher: "Investigations on Oscillations made under Practical Operating Conditions by the Aid of an Electronic Analyser."

The effect of oscillations due to acceleration upon the driver of a vehicle were analysed by a method utilising an electronic analyser. This method of measurement permits of a statistical evaluation of oscillations to be made over longer periods of time. The effective value of oscillations due to acceleration were determined by calculation. The large number of readings enabled a high degree of statistical accuracy to be obtained. The type of oscillations obtained during test runs were clarified by means of oscillograms. It was therefore possible to carry out tests under operating conditions with quantitative evaluation.

The comparative tests showed that the acceleration oscillations sustained by drivers in light passenger cars were approximately 50% higher than in heavy passenger vehicles and double in the case of transporters. For motor-lorries the increase was about threefold, whilst for tractor drivers the figure was from three to seven times as high. It is intended to carry out further investigations under operating conditions with tractors and other agricultural machinery.

Heinrich Dupuis et Hans-Adolf Broicher: «Détermination des vibrations pendant des essais de conduite pratique au moyen d'une méthode de classification électronique.»

On a déterminé à l'aide d'une méthode de classification électronique les accélérations des vibrations supportées par le conducteur. Cette méthode de mesure permet une interprétation statistique des vibrations enregistrées pendant des essais prolongés. On a pu déterminer au moyen de calculs appropriés la valeur effective des accélérations de vibrations dans le temps et on a obtenu une précision de mesure statistique élevée grâce à la multiplicité des mesures. Des oscillogrammes enregistrés pendant les essais de conduite ont renseigné sur la nature des vibrations. On a donc pu effectuer des essais permettant la détermination quantitative des vibrations dans des conditions de conduite pratique.

Les essais de comparaison ont montré que, par rapport à une voiture touristique lourde, le conducteur d'une voiture touristique légère supporte environ 50% plus de vibrations, d'une voiture de livraison environ 100% plus de vibrations, d'un camion des vibrations trois fois plus élevées et d'un tracteur une charge de trois fois à sept fois plus élevée. On prévoit d'effectuer d'autres recherches sur les tracteurs et les machines agricoles pendant leur utilisation pratique.

Heinrich Dupuis y Hans-Adolf Broicher: «Investigación de oscilaciones en ensayos de rodaje con clasificación electrónica.»

En estas pruebas se registró la aceleración de los movimientos oscilantes que ejercen influencia sobre el conductor, por un procedimiento electrónico. Este método de medición permite la evaluación estadística de oscilaciones en ensayos prolongados. Por cálculos adecuados se ha podido apreciar el valor efectivo de las aceleraciones de oscilación que se presentan durante todo el tiempo que dure el ensayo, consiguiéndose una precisión estadística muy elevada, gracias al crecido número de exploraciones. La clase de oscilaciones durante los ensayos se ha hecho visible por oscilogramas, por lo que ha sido posible efectuar los ensayos en condiciones de marcha prácticas con evaluación cuantitativa.

Los ensayos comparativos con las oscilaciones en un coche de turismo pesado dieron los siguientes resultados: para un coche ligero una aceleración de las oscilaciones aprox. 50% más elevada; para una camioneta al doble; para un camión más del triple y para el conductor de un tractor del triple hasta 7 veces más. Nos proponemos continuar los ensayos prácticos con tractores y máquinas agrícolas.