

Schwingungsmessungen an Ackerschleppern

Institut für Landtechnik, Madrid

Schon lange ist es das Bestreben der Technik, dem Arbeiter die denkbar besten Arbeitsbedingungen zu schaffen. Abgesehen von moralischen Rücksichten, die selbstredend immer an erster Stelle stehen, muß es unsere vornehmste Aufgabe sein, die Arbeitsbedingungen im Hinblick auf die Leistung zu verbessern. Denn es ist erwiesen, daß die Leistung stark abnimmt, sobald die Arbeit beschwerlich oder einfach un bequem wird.

In der vorliegenden Arbeit sollen die Schwingungen untersucht werden, die an verschiedenen Teilen des Schleppers auftreten, besonders am Sitz, sowie an den Bedienungshebeln, die der Fahrer normalerweise im Laufe seines Arbeitstages betätigt. Moderne Schlepper werden von Motoren angetrieben, deren Kompressionsgrad immer höher wird, besonders von Dieselmotoren, die wegen der Treibstoffersparnis bevorzugt werden und deren Kompression noch höher als die von Ottomotoren ist. Weiter führt das Verlangen nach robuster Ausführung und nach Vereinfachung vielfach zum Bau von Schleppern mit zwei, oder sogar nur einem einzigen Zylinder mit großen Ausmaßen und niedriger Drehzahl. Diese erzeugen Schwingungen mit außerordentlichen Ausschlägen, die von einem Schwungrad aber nur schwer absorbiert werden können, gleichgültig, wie groß es sein mag. Unter solchen Umständen kann der Fahrer Schwingungen ausgesetzt sein, die nicht nur so lästig sind, daß sie seine Leistungsfähigkeit herabsetzen, sondern die auch seiner Gesundheit schaden.

Wir haben zunächst sorgfältige Untersuchungen an einem luftbereiften Schlepper mit Vierzylinder-Benzinmotor angestellt, der bei normaler Kurbelwellen-Drehzahl auf festem Boden im Stand arbeitet. Unseres Erachtens sind die Ergebnisse dieser Untersuchungen, bei denen der Motor über die Riemenscheibe arbeitete, charakteristisch, da die Schwingungen, die beim Fahren auf dem Acker erzeugt werden, unregelmäßig sind und trotz großer Schwingungsweite nur eine sehr geringe Schwingungszahl aufweisen¹⁾.

Es handelt sich hier um ein sehr aktuelles Problem. Denn auf dem Lande ist die Ansicht sehr verbreitet, daß die Arbeit mit einigen Schleppertypen Krankheiten verursacht, die von den harmlosesten Erscheinungen bis zur Schädigung der Netzhaut der Augen reichen. Es ist daher Aufgabe der Forschung, der technischen wie der medizinischen, dieser Einstellung dadurch zu begegnen, daß die Dinge auf das rechte Maß gebracht werden und daß die Folgen, welche die Schwingungen des Schleppers, beziehungsweise der landwirtschaftlichen Maschinen für den Arbeiter haben, genau untersucht werden.

Eine weitere Frage, ebenfalls von großem Interesse, die hierher gehört, ist die Untersuchung der Geräusche, denen der Fahrer ausgesetzt ist, die indessen in der vorliegenden Arbeit nicht behandelt werden können.

Benutzte Meßgeräte

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde ein Meß-Verstärker und ein Kathodenstrahl-Oszillograph benutzt. Der Meßverstärker setzt sich aus einem Stromerzeuger mit Batterie und dem Verstärkerteil zusammen. Der Beschleunigungsgeber besteht aus einer Scheibe aus piezoelektrischem Kristall (Quarzkristall) mit Stift. Die Bewegung des Stiftes verändert die Kristalloberfläche, wobei die erzeugte Spannung proportional der Formveränderung ist, die ihrerseits wieder proportional der Kraft ist.

Der Apparat mißt die Spannungsänderungen, das heißt die Kraftwerte, die der Beschleunigung proportional sind.

Die typische Schwingung hat die in Abbildung 1 dargestellte Form. Dabei ist:

$$a = \omega^2 \cdot A \cdot \sin \omega t - \frac{\omega^2 \cdot A}{3} \cdot \sin 3 \omega t - \frac{\omega^2 \cdot A}{5} \sin 5 \omega t - \dots$$

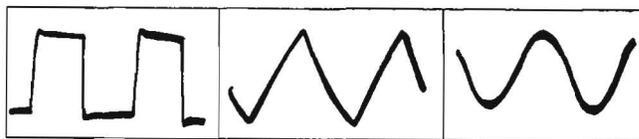


Abb. 1: Gemessene Beschleunigung, Geschwindigkeit, Amplitude

Die beiden Integrations-Kurven des Apparates geben uns die Geschwindigkeit v und die Amplitude x .

$$v = \int a dt = \omega \cdot A \cdot \cos \omega t + \frac{\omega \cdot A}{3^2} \cdot \cos 3 \omega t + \frac{\omega \cdot A}{5^2} \cos 5 \omega t + \dots$$

$$x = \int v dt = \int \int a dt = A \cdot \sin \omega t + \frac{A}{3^3} \sin 3 \omega t + \frac{A}{5^3} \sin 5 \omega t + \dots$$

Die typischen Formen dieser Kurven für Geschwindigkeit und Amplitude sind in Abbildung 1 wiedergegeben.

Eine ähnliche Grundlage liefert uns der Tonanalysator, den wir für einen zweiten Teil unserer Untersuchungen benutzt haben. Hier ist der Schwingungsaufnehmer durch ein Verstärkermikrophon ersetzt.

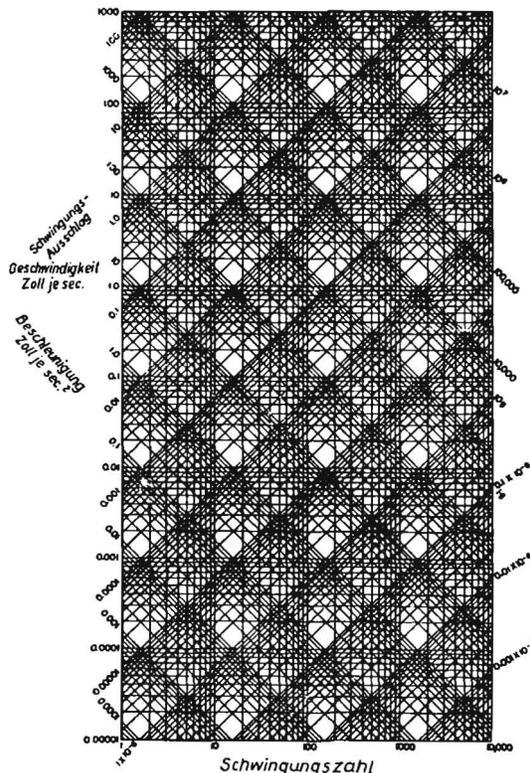


Abb. 2: Nomogramm für reine Sinus-Schwingungen

1) Anmerkung der Redaktion: Verfasser hat sich auf die Untersuchung des Einflusses der Motorschwingungen beschränkt.

Im Falle von sinusförmigen Schwingungen vereinfacht sich das Problem der Analyse von Schwingungsmerkmalen, da die Schwingungszahl und die Amplitude, die Geschwindigkeit oder die Beschleunigung bekannt sind; die beiden anderen Werte lassen sich jeweils berechnen oder aus Abbildung 2 entnehmen.

Wenn es sich um nicht-sinusförmige Schwingungen handelt und die Form der Kurve unbekannt ist, muß ein Frequenzanalysator benutzt werden, es sei denn, man verfügt über einen Kathodenstrahl-Oszillographen wie den bei den vorliegenden Arbeiten verwendeten, der ja allgemein bekannt ist, so daß seine Beschreibung sich erübrigt.

Ergebnisse

Im Hinblick auf die mit einem luftbereiften Schlepper A (Abb. 3) erzielten Ergebnisse (Tabelle 1) und unter Berücksichtigung der Form der auf dem Schirm des Oszillographen erschienenen sinusförmigen Kurven von gleichbleibendem Charakter, mit sehr kleinen Amplituden, läßt sich folgendes feststellen:

Die Schwingungen vorn am Schlepper in der Nähe des Motors sind im allgemeinen intensiver als über der Hinterachse, wo die Kurve sauberer verläuft. Das ist zweifellos darauf zurückzuführen, daß die Hinterräder wegen ihrer Großvolumigkeit die Oberschwingungen absorbieren, so daß nur die Hauptschwingungen aufgenommen werden. Was die Größe der Schwingungen angeht, so sind sie am Sitz sehr erheblich, ebenso an den Steuerhebeln und besonders am

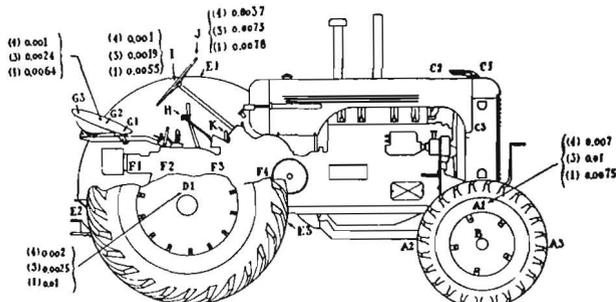


Abb. 3: Meßpunkte und Amplituden am luftbereiften Ackerschlepper mit vier, drei und einem Zylinder im Betrieb

Lenkrad. Am Lenkradkranz sind die Schwingungen außerordentlich stark. Es ist daran zu denken, daß das Lenkrad

Tabelle 1:

Meßwerte am luftbereiften Schlepper A (4 Zyl. in Betrieb)

Meßpunkt	Amplitude cm	Schwingungszahl
A 1	0,007	25
A 2	0,0069	25
A 3	0,007	25
B 1	0,0052	25
C 1	0,0017	25
C 2	0,0022	25
C 3	0,0022	25
D 1	0,002	25
E 1	0,0025	25
E 2	0,005	25
E 3	0,005	25
F 1	0,0020	25
F 2	0,0020	25
F 3	0,0022	25
F 4	0,0022	25
G 1	0,001	25
G 2	0,001	25
G 3	0,001	25
H 1	0,0015	25
I 1	0,001	25
J 1	0,0037	25
K 1	0,001	25

Tabelle 2:

Meßwerte am luftbereiften Schlepper A (3 Zyl. in Betrieb)

Meßpunkt	Amplitude cm	Schwingungszahl
A 1	0,01	25
A 2	0,0089	25
A 3	0,01	25
B 1	0,0025	25
C 1	0,0022	25
C 2	0,0021	25
C 3	0,0021	25
D 1	0,0025	25
E 1	0,0048	25
E 2	0,005	25
E 3	0,005	25
F 1	0,0023	25
F 2	0,0025	25
F 3	0,0025	25
F 4	0,0025	25
G 1	0,0024	25
G 2	0,0024	25
G 3	0,0024	25
H 1	0,002	25
I 1	0,0019	25
J 1	0,0075	25
K 1	0,0019	25

gerade das Bedienungsteil ist, auf das sich die Hände des Fahrers während des ganzen Arbeitstages stützen, ja, es sogar fest umklammern, um Reaktionen der Lenkung bei den Feldarbeiten aufzufangen. Aus diesem Grunde ist die Charakteristik der Schwingungen gerade dieser Stellen von größtem Interesse, weit größer noch als die Schwingungen am Brems-, Kupplungs- und Schalthebel oder am Gaspedal. Jedoch wird glücklicherweise die Schwingungsübertragung von den Bedienungsteilen über die Arme zu den empfindlicheren menschlichen Organen gedämpft, bis die Schwingungen zum Beispiel den Kopf erreichen. Daher treffen die Sitzschwingungen den Fahrer weit stärker, obwohl sie schwächer sind. Diese Schwingungen sind hier untersucht worden, ihre Auswirkungen auf den menschlichen Körper jedoch nicht.

Der Ausfall eines Zylinders bewirkt eine Erhöhung der Schwingungen an allen Meßpunkten. Hier ist besonders die Zunahme an den Meßpunkten am Sitz und am Lenkrad von Interesse (Tabelle 2 und Abb. 3).

Tabelle 3:

Meßwerte am luftbereiften Schlepper A (1 Zyl. in Betrieb)

Meßpunkt	Amplitude cm	Schwingungszahl
A 1	0,0075	20
A 2	0,0075	20
A 3	0,0077	20
B 1	0,005	20
C 1	0,0027	20
C 2	0,0029	20
C 3	0,0026	20
D 1	0,01	20
E 1	0,0079	20
E 2	0,0072	20
E 3	0,0079	20
F 1	0,007	20
F 2	0,0072	20
F 3	0,0075	20
F 4	0,0075	20
G 1	0,0032	20
G 2	0,0064	20
G 3	0,0062	20
H 1	0,0028	20
I 1	0,0055	20
J 1	0,0078	20
K 1	0,004	20

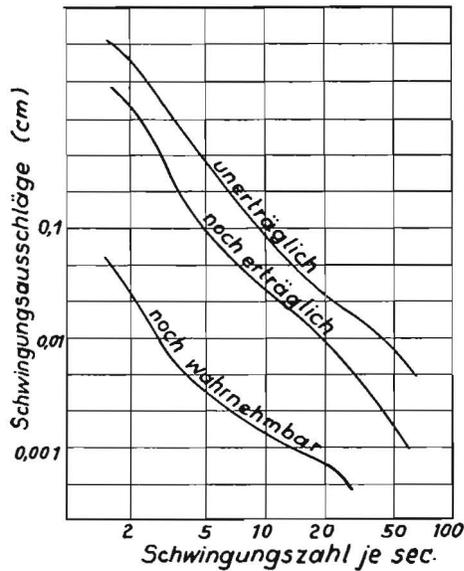


Abb. 4: Erträglichkeit von Schwingungen

Der Betrieb mit einem einzigen Zylinder (Tabelle 3 und Abb. 3) zeigt besonders ausgeprägte Merkmale: Die Schwingungen an den Meßpunkten der Vorderachse nehmen ab, jedoch zeigen die übrigen Meßpunkte eine bedeutende Zunahme in den Ausschlägen, ganz besonders auffallend am Sitz, am Lenkrad und an den Steuerhebeln.

Fassen wir zusammen: Der Schwingungsausschlag wird größer bei Abnahme der Anzahl der arbeitenden Zylinder, obwohl die Schwingungszahl bei einer bestimmten Umdrehungszahl der Welle merklich konstant bleibt. Interessant ist auch die Sauberkeit der Kurven, die auf dem Schirm des Oszillographen im Verlauf der Versuche mit dem luftbereiften Schlepper A erscheinen. Wir können diese Erscheinung wohl auf die Absorbierung der Oberschwingungen durch die Luftreifen erklären.

Wenn wir die erhaltenen Werte mit denen der Abbildung 4 vergleichen, die in den USA zur Prüfung der Eigenschaften von Militärfahrzeugen benutzt werden, so treten die Bedingungen, unter denen der Schlepperfahrer arbeitet, deutlich in Erscheinung.

Der eisenbereifte Schlepper wird aus verschiedenen Gründen schon seit Jahren in der Landwirtschaft nicht mehr verwendet. Einer der Gründe dafür ist wohl die Unbequemlichkeit seiner Handhabung gewesen.

Tabelle 4: Meßwerte am eisenbereiften Schlepper B (4 Zyl. in Betrieb)

Meßpunkt	Amplitude cm	Schwingungszahl
A 1	0,0022	50
A 2	0,0022	50
A 3	0,0022	50
B 1	0,004	50
C 1	0,0048	50
C 2	0,005	50
C 3	0,005	50
E 1	0,0023	50
E 2	0,0025	50
E 3	0,0025	50
F 1	0,007	50
F 2	0,0075	50
F 3	0,0075	50
F 4	0,0075	50
G 1	0,007	50
G 2	0,007	50
G 3	0,007	50
H 1	0,0052	50
I 1	0,004	50
J 1	0,0048	50
K 1	0,0075	50

Tabelle 5: Meßwerte am eisenbereiften Schlepper B (3 Zyl. in Betrieb)

Meßpunkt	Amplitude cm	Schwingungszahl
A 1	0,005	45
A 2	0,0045	45
A 3	0,005	45
B 1	0,0042	45
C 1	0,005	45
C 2	0,0054	45
C 3	0,0055	45
E 1	0,0025	45
E 2	0,0027	45
E 3	0,003	45
F 1	0,005	45
F 2	0,005	45
F 3	0,005	45
F 4	0,005	45
G 1	0,0062	45
G 2	0,0062	45
G 3	0,0062	45
H 1	0,005	45
I 1	0,0042	45
J 1	0,0045	45
K 1	0,0075	45

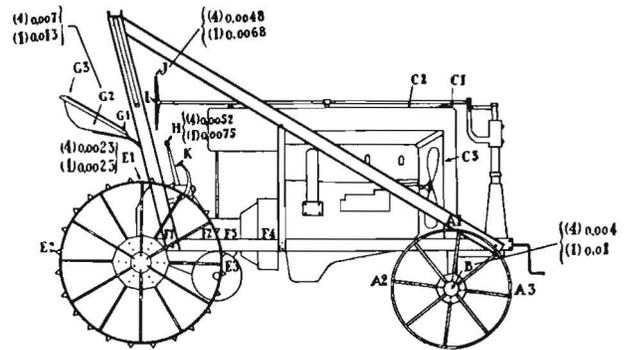


Abb. 5: Meßpunkte und Amplituden am eisenbereiften Ackerschlepper mit vier und einem Zylinder im Betrieb

Aus den Tabellen 4 bis 6 und aus Abbildung 5 ergeben sich die Resultate, die an einem eisenbereiften Schlepper

Tabelle 6: Meßwerte am eisenbereiften Schlepper B (1 Zyl. in Betrieb)

Meßpunkt	Amplitude cm	Schwingungszahl
A 1	0,005	40
A 2	0,0053	40
A 3	0,0060	40
B 1	0,01	40
C 1	0,0075	40
C 2	0,0075	40
C 3	0,01	40
E 1	0,0023	40
E 2	0,003	40
E 3	0,0028	40
F 1	0,0024	40
F 2	0,0055	40
F 3	0,0050	40
F 4	0,0050	40
G 1	0,012	40
G 2	0,013	40
G 3	0,013	40
H 1	0,0075	40
I 1	0,0055	40
J 1	0,0068	40
K 1	0,007	40

B mit Vierzylinder-Benzinmotor erzielt wurden. Besonders auffallend sind die Schwingungsausschläge, sowie die auf dem Schirm des Oszillographen erhaltenen Kurven, die starke Spitzen aufweisen, wohl deshalb, weil die Schwingungen von keinem dämpfenden Element aufgefangen werden. Die Ziffern, die sich auf den Betrieb mit einem Zylinder beziehen, sind besonders aufschlußreich. Sie gehen über die in Abbildung 4 festgelegten physiologischen Grenzen weit hinaus.

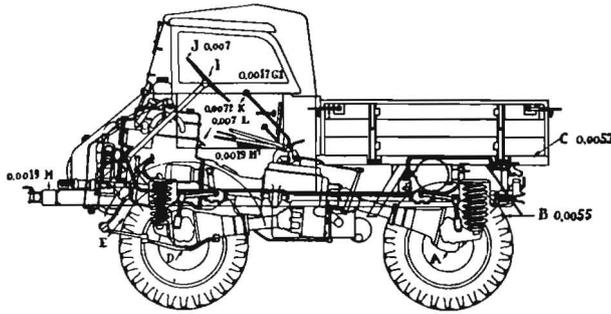


Abb. 6: Meßpunkte und Amplituden am Unimog

Der dritte Versuch betrifft ein mit Vierzylinder-Dieselmotor ausgestattetes, landwirtschaftliches Fahrzeug (Abb. 6). Man könnte es als ein Mittelding zwischen Schlepper und Kleinlastwagen bezeichnen, das sich aber weit mehr dem Kleinlastwagen nähert, also über dämpfende Vorrichtungen (Federung und Stoßdämpfer) im Fahrgestell verfügt. Die Charakteristik der Schwingungen an verschiedenen Meßpunkten dieses Fahrzeugs ergibt sich aus Tabelle 7. Die Schwingungsweiten in Sitz und Rückenlehne sind relativ klein; wir müssen jedoch zur Bewertung der Wirkung der Dämpfung folgende Gegebenheiten berücksichtigen:

Gewöhnlich wird der Sitz des Schleppers am Fahrgestell durch eine Blattfeder befestigt, die die Wirkung einer Spiralfeder hat. Das ist bei den meisten Radschleppertypen der Fall. Je weicher diese Teile sind, um so mehr werden nach unseren Messungen die Amplituden verkleinert. Jedoch kann diese Elastizität nicht endlos erhöht werden, da von einem gewissen Punkt an eine Aufschaukelbewegung auftritt, wobei gleichzeitig die Schwingungen weiter abnehmen. Dieses Schaukeln ist aber noch unangenehmer für den Fahrer, da es eine Art Seekrankheit erzeugen kann und auch erzeugt — eine Erscheinung, die sich auch bei einigen amerikanischen Tourenwagen gezeigt hat, in denen man zur Erzielung eines Maximums an Komfort den Fehler beging, sie mit einer übermäßig weichen und empfindlichen Federung auszustatten, um die Schwingungen zu absorbieren. Man erreichte aber ein Schaukeln, das unangenehmer war als der Nachteil, den man beseitigen wollte.

Tabelle 7:
Meßwerte am Unimog (4 Zyl. in Betrieb)

Meßpunkt	Amplitude cm	Schwingungszahl
A 1	0,0055	35
B 1	0,0055	35
C 1	0,0053	35
D 1	0,0077	35
E 1	0,0019	35
F 1	0,0035	35
G 1	0,0017	35
H 1	0,0019	35
I 1	0,007	35
J 1	0,007	35
K 1	0,0072	35
L 1	0,007	35
M 1	0,0019	35

Somit sind der Federhärte zwei deutliche Grenzen gesetzt: die untere Grenze durch das Aufschaukeln, die obere Grenze durch die Schwingungen. Neuerdings baut man zwischen Sitz und Fahrgestell hydraulische Dämpfer oder Reibungsdämpfer ein, um die Schwingungen zu vermindern. Diese beruhen auf dem Antivibrationsprinzip, das man auch bei Kurbelwellen verwendet, um ihr Brechen bei kritischen Drehzahlen zu vermeiden. Bei diesen kann durch Resonanz die Vibration sogar so starke Bauteile wie die Kurbelwelle zu Bruch gehen lassen, wenn die Beanspruchung die zulässige Verdrehung übersteigt.

Selbstredend ist das Polster aus Wolle oder anderem Material, mit dem vielfach die Sitze bedeckt sind, eine wirkliche Dämpfung. Besonders trifft das zu in seiner Wirkung als Filter zur Abhaltung der Spitzen, welche die Schwingungen begleiten, die aber nur einen geringen Einfluß auf die Hauptschwingungen haben, wie wir beobachten konnten.

Bei Raupenschleppern wird ein größerer Sitz direkt an das Fahrgestell angebaut. Zur Aufnahme der Schwingungen werden Sitz und Rückenlehne mit Federn und Wollpolster ausgestattet, wie ein Sessel, in dem sich ein Teil der Schwingungen auflöst. Wir möchten jedoch die Aufmerksamkeit der Ärzte auf einen Punkt lenken, der mitunter als Problem auftritt, nämlich die Ermüderscheinungen in Sitzen mit Rückenlehne, die vielleicht auf einer Übertragung der Rückenlehenschwingungen beruhen. Und wenn diese Übertragung auch nicht in der gleichen Richtung erfolgt, wie die aus dem Sitz, und so auf den ersten Blick auch weniger schädlich scheinen mag, so könnte sie doch schädlichen Einfluß auf andere Organe ausüben, da bei dieser Art von Sitzen häufig Nieren- oder Rückenschmerzen auftreten. Wir weisen hier nur auf diese Erscheinung als auf einen Ansatzpunkt für medizinische Untersuchungen hin, die wir, wie gesagt, nicht durchführen können.



Abb. 7: Schwingungskurve am Sitz des luftbereiften Schleppers (links), am Sitz des eisenbereiften (Mitte) und am Fahrgestell des eisenbereiften Schleppers (rechts)

Zusammenfassung

Die Schwingungen, denen der Schlepperfahrer ausgesetzt ist, liegen zwischen den Kurven des noch Erträglichen und des Unerträglichen. Es ist deshalb sehr wichtig, die Sitze unter diesem Gesichtspunkt auszugestalten, zumal die Schwingungen nur eine der vielen Unzutraglichkeiten sind, die der Schlepperfahrer ausstehen muß. Nennen wir nur noch die Geräusche, eine Belästigung, die weit weniger auffällt als zum Beispiel Kälte, Hitze, Regen und Staub. Die Feststellung des Schädlichkeitsgrades von Schwingungen soll uns die Grenze des Erträglichen zeigen. Ihre Herabsetzung durch Verwendung von gut abgeschirmten Sitzen und Hebeln wird sicher einen großen Einfluß auf die Leistungsfähigkeit der Fahrer ausüben.

Résumé:

Ing. agr. Santiago Cibrian: „Schwingungsmessungen an Ackerschleppern.“

Hier werden die bis jetzt erzielten Ergebnisse einer Arbeit besprochen, die nach Abschluß zu Richtlinien führen soll, wie sich die Schwingungen am Ackerschlepper auf ein für den Fahrer unschädliches Maß zurückführen lassen. Der Verfasser hat an einem luftbereiften und einem eisenbereiften Ackerschlepper, sowie an einem Universal-Fahrzeug in verschiedenen Punkten und bei verschiedenen Zylinderzahlen Amplitude und Schwingungszahl gemessen und die Werte mit einer Erträglichkeitskurve für US-Armeefahrzeuge verglichen. Da einige der gemessenen Werte die Kurve „erträglich“ oft überschreiten, manche sogar fast bis zur Kurve „unerträglich“ reichen, wird eindringlich auf die bessere Ausgestaltung der Sitze hingewiesen.

Ing. agr. Santiago Cibrian: "Measurement of Shocks and Vibrations on Agricultural Tractors."

The article opens with a brief review of the results of all tests made in this field up to the time of writing. The purpose of this review is to draw up standards which shall be of assistance in reducing shocks and vibrations met with in agricultural tractors to such a point that they are no longer harmful to the driver. The author measured amplitudes and magnitudes of vibrations and shocks encountered in tractors with varying numbers of cylinders and fitted with pneumatic as well as iron tyres. A so-called "Universal Vehicle" was also employed in connection with these tests. The measurements thus obtained were then compared with a series of limit and some even approach "unendurable" limits, the necessities, obtained during this series of tests often exceed the "endurable" curves drawn up for U. S. Army vehicles. Since some of the vally for better design and springing of drivers' seats against road shocks is strongly emphasised.

Ing. agr. Santiago Cibrian: «Les mesures des vibrations dans les tracteurs agricoles.»

Cet article cite les résultats obtenus jusqu'ici à la suite des recherches visant à établir les règles qui permettent de réduire les vibrations dans les tracteurs agricoles à des valeurs inoffensives pour le conducteur. L'auteur a mesuré l'amplitude et la fréquence des vibrations aux différents points d'un tracteur agricole muni de pneumatiques, d'un tracteur muni de roues en fer et d'un véhicule universel et a comparé les valeurs mesurées avec la courbe des vibrations tolérables établie pour les véhicules de l'armée américaine. Etant donné que certaines valeurs mesurées dépassent souvent la courbe des vibrations «tolérables» et que quelques-unes atteignent même la courbe des vibrations «intolérables», l'auteur attire l'attention sur la nécessité de construire des sièges mieux conçus.

Santiago Cibrián, Ing. agr.: «Medición de vibraciones en tractores agrícolas.»

Se hacen consideraciones sobre los resultados de unos trabajos sobre este tema que, una vez terminados, se desea condensar en disposiciones para contrarrestar las vibraciones en tractores agrícolas, reduciéndolas a valores inofensivos para el conductor. El autor ha medido el número de vibraciones y su amplitud en un tractor agrícola con neumáticos en otro con bandajes de hierro y en un vehículo de aplicación universal, comparando los valores con unas curvas de tolerabilidad establecidas para vehículos del ejército de los EE. UU. Como algunos de los valores medidos pasan con frecuencia de la curva de lo «tolerable», llegando otros hasta cerca de la curva de lo «inaguantable», se exige con insistencia un mejor acondicionamiento de los asientos.

Prof. Fischer-Schlemm gestorben

Am 20. März verschied der emeritierte, ordentliche Professor der Landtechnik an der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim, Dr.-Ing. Walther Ernst Fischer-Schlemm.

Der Verstorbene wurde am 24. September 1888 in Kötzing (Niederbayern) als Sohn des Justirates Max Fischer geboren. Er studierte an der Technischen Hochschule München Maschinenbau, mit dem Abschluß als Diplom-Ingenieur im Jahre 1911, und promovierte an der gleichen Hochschule 1920 zum Dr.-Ing. In der dazwischenliegenden Kriegszeit war er in der Rüstungsindustrie, ab 1916 als Militärbeamter tätig. Von 1919 bis 1922 wirkte er als Ingenieur beim Kraftwerk Mittlere Isar AG. München, anschließend bis 1923 beim Walchenseekraftwerk AG. München. Es entspricht wohl seinen vielseitigen Anlagen und Interessen in dieser Zeit und dem Suchen nach einer größeren Berufsaufgabe, wenn er 1920 bei Prof. Schachner in München, einem Architekten, mit einer Arbeit über „Einrichtungen der Arbeiterwohl-fahrt“ promoviert. In der Nachfolgezeit widmet er sich schließlich der Landtechnik.

Auf dem Wege über seine Tätigkeit als technischer Berater bei der landwirtschaftlichen Gutsreform 1924 bis 1928 erhält er bei seiner nächsten Stellung als Betriebsingenieur der Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei Weihenstephan bereits einen Lehrauftrag für landwirtschaftliches Maschinenwesen. 1928 wird er als Nachfolger seiner namhaften Vorgänger Hans Hollmack, Georg Kühne und Erich Meyer als außerordentlicher Professor der Landtechnik nach Hohenheim berufen, wo er drei Jahrzehnte lang von 1929 an als persönlicher Ordinarius und von 1954 an als ordentlicher Professor tätig ist. Bei seiner Berufung an die Landwirtschaftliche Hochschule übernahm er schon 1928 die Verpflichtung, das Fach der Landmaschinen gleichzeitig an der Technischen Hochschule in Vorlesungen und Übungen zu vertreten. Diese Tätigkeit fand Anerkennung durch seine Ernennung zum Honorarprofessor an der Technischen Hochschule im Jahre 1950. Nach seiner Emeritierung am 1. Oktober 1956 wurde er bis zum 30. September 1957 mit der vertretungsweisen Wahrnehmung der Aufgaben des Lehrstuhls betraut.

Sein Wirken als Forscher und Lehrer ist durch die gleichen Stationen der Entwicklung gekennzeichnet, wie wir sie auch bei vielen anderen Disziplinen der angewandten Naturwissenschaften antreffen. Vom Sammeln, Systematisieren kommt er über das Prüfen und Deuten zur Grundlagenarbeit. Bei seinem Antritt in Hohenheim fand er die Hohenheimer Pflugsammlung vor, die, wie die bekannten naturwissenschaftlichen Kabinette, einstmals ein wesentlicher Bestandteil

der Lehre waren. Er pflegte diese Sammlung mit Sorgfalt und Liebe, so daß sie heute als einzigartig in der Welt anerkannt ist. Es entspricht auch seiner Freude am Ordnen, wenn er später immer wieder in Normenausschüssen ehrenamtlich tätig ist und einen wertvollen Beitrag für das deutsche Normenwerk leistet. Auf dem Gebiet des Prüfungswesens vollbringt er Pionierarbeit. Er war Mitglied des vor 50 Jahren gegründeten Verbandes der Landmaschinen-Prüfungsstationen und führte in seinem Institut allein über 500 Maschinenprüfungen durch, die sich in letzter Zeit auch auf das Gebiet der Technik im Gartenbau erstreckten.

Diese Prüfungen, häufig auch als Entwicklungsprüfungen auf Wunsch von Erfindern und Maschinenherstellern veranstaltet, zeigten ihm sehr bald, daß die Wissenschaft sich nicht mit dem Prüfen allein begnügen darf, sondern sich mit grundsätzlichen Untersuchungen der Wirkungsweise von Maschinen befassen muß. Deshalb wendet er sich bald dieser für die damalige Zeit auf dem Gebiet der Landtechnik neuen Art von Ingenieurarbeit zu und beginnt vor allem funktionelle Zusammenhänge an verschiedenen Arbeitsmaschinen zu klären. Seine Untersuchungen dieser Art auf dem Gebiet der Heuertemaschinen und Drescheinrichtungen stellen wichtige Beiträge zur Weiterentwicklung dar. Ähnliches gilt für seine Untersuchungen an Maschinen zur Düngung, zur Saatgutbereitung und an Schleppern und Verbrennungsmotoren für die Landwirtschaft. Seine umfassenden Erkenntnisse ermöglichen es ihm, seinen Rat ehrenamtlich vielen Institutionen, wie dem Land- und Forstwirtschaftlichen Forschungsrat und der Gesellschaft für Landbauwissenschaften zur Verfügung zu stellen. In der Max Eyth-Gesellschaft stellte er seine Erfahrungen dem Arbeitskreis „Dokumentation“ und „Technikgeschichte“ zur Verfügung. Den Abschluß seines Lebenswerkes stellt das von ihm herausgegebene Handbuch „Die Maschine in der Landwirtschaft“ dar.

Als akademischer Lehrer hat er zahlreiche Landwirte und Ingenieure ausgebildet, von denen viele im In- und Ausland erfolgreich auf dem Gebiet der Landtechnik tätig sind. Die deutsche Landtechnik und die deutsche Landwirtschaft verlieren in dem Verstorbenen, den viele mit seinem wertvollen Rat kennen und mit seinem stets hilfreichen Wesen schätzen gelernt haben, einen der besten Fachleute, der in entscheidenden Entwicklungsjahren an der Umstellung der Landwirtschaft auf eine immer mehr sich vervollständigende Motorisierung entscheidend mitgewirkt hat. Wir wissen, daß ihn diese Arbeit mit hoher Befriedigung erfüllt und ihm ein schönes Glück gegeben hat.

Prof. Dr.-Ing. G. Se g l e r