

Bild 5. Prüfbahn für Schwingungsuntersuchungen

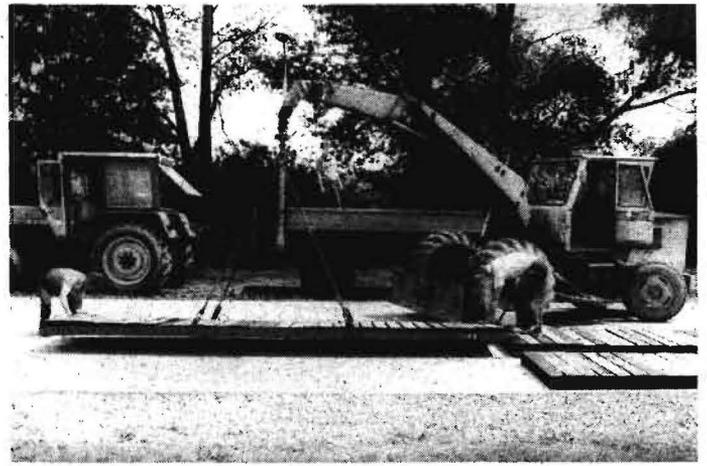


Bild 6. Verlegen der Hindernispaletten mit Mobilkran T 159

diesen auch in Längsrichtung durchfahren können.

Hindernisbahn für Schwingungsuntersuchungen

dem Bau der Hindernisbahn für Schwingungsuntersuchungen wurde erstmalig in der DDR die Möglichkeit geschaffen, Schwingungsbelastungen am Arbeitsplatz des Mechanisators von Radtraktoren und selbstfahrenden Landmaschinen auf einer international standardisierten Prüfbahn (ST RGW 3472-81) zu messen und ihre Wiederholbarkeit unter definierten Bedingungen zu sichern. Derartige Untersuchungen nehmen im Rahmen der ergonomischen Bewertung neu in die Praxis einzuführender Landtechnik einen breiten Raum ein, um durch Schwingungsbelastung bedingte Berufskrankheiten weiter zurückzudrängen. Der o. g. Standard läßt Bahnlängen von 35 m, 100 m, 120 m und 240 m zu. In der ZPL Potsdam-Bornim wurde die 100-m-Bahn errichtet, die in ihrem Cha-

rakter einer unebenen Wegstrecke entspricht (Bild 5). Sie besteht aus zwei Fahrspuren, die einen unterschiedlichen stochastischen Verlauf ohne große Unebenheiten oder größere Phasenverschiebungen haben. Jede Fahrspur ist 1,30 m breit und wird aus je 626 Einzelhinderniselementen gebildet, die eine Breite von 160 mm und eine Höhe von 30 bis 165 mm haben. Die maximale Höhendifferenz der Einzelelemente zueinander beträgt 25 mm. Die Hindernisbahn wurde in Palettenbauweise errichtet. Die einheitlich aufgebauten Paletten liegen lose auf einer 130 m langen und 3 m breiten, sehr ebenen Betonbahn mit zusätzlicher Entwässerung. Untereinander werden sie durch eine seitliche Führung gehalten. Den Palettenrahmen bilden 2 Winkelstahlprofile, die mit Spannbolzen untereinander verspannt und mit je 2 Bohrungen zum Einhängen eines Kranschirrs versehen sind. In diesen Rahmen sind die Einzelhindernisse aus imprägnierten Eichenbohlen fortlaufend entsprechend dem

Standard lose eingelegt. Zur besseren Belüftung der Holzbohlen wurde die Breite der Hindernisse um rd. 20 mm geringer gehalten als im Standard angegeben.

Aufgenagelte Gummistücke sorgen für den notwendigen Abstand und gleichen Längentoleranzen aus. Um eine Verfälschung des Profils beim Verlegen der Bahn zu vermeiden, sind die Paletten gekennzeichnet. Jede Fahrspur besteht aus 20 dieser Paletten und schließt mit einer Auf- bzw. Abfahrrampe ab. Diese sind in ihren Längen so gehalten, daß das zu untersuchende Fahrzeug nicht vor Beginn der Messung mit einer Stoßbelastung beaufschlagt wird.

Die Palettenbauweise hat gegenüber dem festen Aufbau der Hindernisbahn den Vorteil, daß ihre Breite der Spurweite des Prüfzeugs angepaßt werden kann und daß sie außerhalb der Einsatzzeit mit Hilfe eines Krans von der Betonbahn geräumt (Bild 6) und vor Witterungseinflüssen geschützt gelagert werden kann. A 5805

'höheres Niveau der Traktorenprüfung durch neue Prüfeinrichtungen

Dipl.-Ing. E. Stieglitz, KDT/Dipl.-Landw. D. Mehlmann, KDT

1. Entwicklung der Traktorenprüfung

Die Prüfung von Traktoren in der DDR wurde Mitte der fünfziger Jahre vom damaligen Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim begonnen. In den ersten Jahren umfaßte die Prüfung, basierend auf methodischen Grundlagen des ehemaligen „Schlepperprüffeldes Bornim“, ausschließlich „Technische Prüfungen“ auf Prüfständen und Prüfbahnen zur Bestimmung technischer Kennwerte. Die Erfordernisse der Landwirtschaft der DDR und die beginnenden Verflechtungen mit den anderen RGW-Mitgliedsländern führten dann zur Ausarbeitung einer einheitlichen RGW-Prüfmethodik für Traktoren und Geräteträger, die zunächst als Standard-Empfehlung (RS), später als RGW-Standard (ST RGW) Verbindlichkeit erlangte. Der die technischen Messungen dieses methodischen Materials umfassende Teil basiert auf dem Standard ISO 789/1. Ein zusätzlicher umfangreicher Teil betrifft die „Einsatzprüfung“. Damit wurde die technische oder Funktionsprüfung durch

Messungen beim praktischen Einsatz der Traktoren zu den wichtigsten Arbeiten ergänzt. Das Ziel bestand darin, Aussagen über die technologische Einordnung und über ökonomische Kennwerte, wie Produktivität mit verschiedenen Arbeitsgeräten, Verfügbarkeit und, soweit möglich, Nutzungsdauer der Hauptbaugruppen, zu treffen. Hierzu war ein längerer Prüfzeitraum vorzusehen.

2. Neue Prüfeinrichtungen

Beim weiteren Ausbau der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik ist im Jahr 1988 ein neuer Prüfbahnkomplex für die Prüfung von Traktoren übergeben worden, der folgende Einheiten umfaßt (s. a. Seite 55):

- zwei ovale Prüfbahnen für Zugkraftmessungen an Traktoren und ähnliche Messungen an anderen landtechnischen Arbeitsmitteln, darunter
 - eine Bahn mit fester Oberfläche (Beton), Gesamtlänge rd. 470 m, davon 2 Gera-

den mit einer Länge von je 160 m, Breite der Bahn 5 m

- eine außen daneben liegende Bahn, bestehend aus sandigem Lehmboden, Gesamtlänge rd. 500 m, Breite 5 bis 8 m
- Einrichtung für die dynamische und statische Prüfung von Fahrerokabinen zum Nachweis der Umsturzfestigkeit nach den Standards ISO 3463 und ISO 5700
- Hindernisbahn zur Durchführung der Messung von Ganzkörperschwingungen der Fahrer auf Sitzen landtechnischer Arbeitsmittel, Länge 100 m.

2.1. Zugkraft-Meßbahnen

Die Bahnen ermöglichen die Bestimmung des Zugkraft-Schlupf-Verhaltens, auf dessen Basis die Zugcharakteristik erarbeitet werden kann, und die Durchführung von Langzeitprüfungen bei Zugbelastung in Übereinstimmung mit den jeweiligen methodischen Vorschriften (TGL, ST RGW oder OECD) über 2 × 5 Stunden. Eine 5-Stunden-Langzeitprü-



Bild 1. Belastungsmittel (Bremsfahrzeug) für Zugkraftmessungen auf Basis des NKW Tatra 813

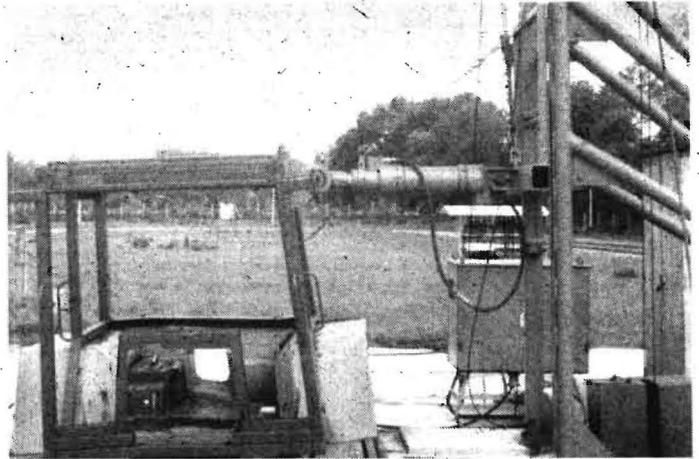


Bild 3. Aufstellung der Kabine für die statische Belastung (Fotos: K. Maluche)

fung mit einer Zugkraft, die 75 % derjenigen Zugkraft beträgt, bei der die größte Zugleistung erreicht wird, erfolgt bei der Mehrzahl der Traktoren mit einer Arbeitsgeschwindigkeit von rd. 7,5 km/h. Folglich ist eine Gesamtstrecke von 37,5 km zu fahren, das sind bei einer Bahnlänge des Ovals von 470 m rd. 80 Runden. Eine weitere 5-Stunden-Langzeitprüfung wird bei der Zugkraft durchgeführt, die bei einem Radschlupf von 15 % auftritt, wobei der schnellstmögliche Gang zu nutzen ist. Das erfolgt im Normalfall bei Geschwindigkeiten von 2,5 bis 3,0 km/h, wozu innerhalb von 5 Stunden nochmals rd. 30 Runden zu fahren sind.

Bei den Langzeitprüfungen wird davon ausgegangen, daß die Baugruppen der Kraftübertragung, wie Getriebe und Achsen, einer sehr harten Beanspruchung unterzogen werden, was einer mehrjährigen durchschnittlichen Auslastung dieser Baugruppen gleichkommen soll.

Für alle Zugkraftmessungen wird als Belastungsmittel (Bremsfahrzeug) ein speziell ausgerüsteter NKW Tatra 813 mit 8-Rad-Antrieb und einer Eigenmasse von rd. 15 t genutzt (Bild 1). Er wird mit dem jeweiligen Prüftraktor durch eine starre Zugstange verbunden, deren Höhe über der Fahrbahn einstellbar ist und die den Sensor für die Zugkraft enthält. Führt das Bremsfahrzeug mit der gleichen Fahrgeschwindigkeit wie der Prüftraktor, so ist die Längsbelastung der Zugstange theoretisch gleich Null. Infolge Verminderung der Fahrgeschwindigkeit des Bremsfahrzeugs durch Senkung seiner Motordrehzahl und durch Schaltung niedriger Geschwindigkeitsstufen kann jede beliebige Zugkraft in der Zugstange erzeugt werden. Für die Erzeugung hoher Zugkräfte sind am Motor bzw. am Getriebe des NKW Tatra 813 noch zwei leistungsstarke Hydraulikpumpen angebracht, deren Antriebsleistung bei stufenweiser Drosselung ihres Volumenstroms die Bremsleistung des NKW-Motors weiter erhöht.

Zur Messung der Fahrgeschwindigkeit und des Radschlupfes ist am Bremsfahrzeug ein schlupfflos mitlaufendes Rad mit einem Impulsgeber angeordnet. Zur Bestimmung des Radschlupfes befinden sich weitere Impulsgeber an der Zapfwelle bzw. an den Traktortriebrädern. Ein spezielles Gerät bestimmt aus der Impulsdifferenz sofort den Radschlupf und zeigt ihn digital auf einem Display an. Das Signal des Meßsensors in der Zugstange wird über einen Trägerfrequenz-

meßverstärker und einen Analog-Digital-Umformer geleitet und sowohl dem Fahrer des Bremsfahrzeugs als Zugkraft in kN digital angezeigt als auch für die Weiterverarbeitung bzw. Registrierung genutzt. Außerdem befindet sich an der Rückseite des Bremsfahrzeugs ein Anbausystem zur Befestigung von Geräten für die Wiederaufbereitung der Prüfbahnen, z. B. eine Ventilatorenkombination zur Feinreinigung der Betonbahn bzw. ein geeignetes Bodenbearbeitungswerkzeug zur Auflockerung der Erdbahn.

Durch Nutzung des Bremsfahrzeugs und der beiden Prüfbahnen sind Voraussetzungen gegeben, Traktorenprüfungen nach dem international verbindlichen Reglement in vollem Umfang durchzuführen. Dies betrifft sowohl die Aufnahme des Zugkraft-Schlupf-Verhaltens als auch aller für den Aufbau einer kompletten Zugcharakteristik erforderlichen Werte.

In einer weiteren Ausbaustufe ist die Verwendung einer kompletten Datenverarbeitungsanlage im Bremsfahrzeug vorgesehen, mit der alle Meßwerte, erforderlichenfalls über eine Regressionsanalyse, verarbeitet und aufgezeichnet werden können.

Selbstverständlich ist die Betonbahn auch für Bremsversuche mit Transporteinheiten und für andere Aufgaben nutzbar. Auf der außen daneben liegenden Erdbahn können Funktionsversuche mit Bodenbearbeitungsgeräten durchgeführt werden.

2.2. Einrichtungen für den Nachweis der Umsturzfestigkeit von Traktorkabinen

Als Ersatz für die bisherige einfache Anlage zur dynamischen Prüfung der Stabilität von Traktorkabinen gegen Umsturz steht jetzt eine neue Anlage zur Verfügung, mit der sowohl der dynamische als auch der statische Nachweis der Stabilität durchführbar ist. Diese Erweiterung war zwingend notwendig, da in immer stärkerem Umfang Traktoren größerer Leistung und mit mehr als 6000 kg Eigenmasse zur Prüfung kommen, deren Kabinen dem statischen Stabilitätsnachweis zu unterziehen sind. Grundlage für die Versuchsdurchführung sind die Standards ISO 3463 und ISO 5700, auf deren Basis die Standards ST RGW 4764-84 und ST RGW 4765-84 bzw. der Standard TGL 30 120/03 entstanden sind.

Sowohl beim dynamischen als auch beim statischen Nachweis wird die Kabine in und gegen Fahrtrichtung sowie von der Seite mit einer von der Traktormasse abhängigen

Energiemenge beansprucht. Während sich bei den dynamischen Versuchen die Energiemenge aus der Fallhöhe einer 2 t schweren Pendelmasse ergibt, ist sie bei den dynamischen Versuchen das Integral aus K_f und Verformweg. Dieses Integrationsergebnis muß deshalb während des Versuchs ständig, nach Möglichkeit in digitaler Form, angezeigt werden, um bei Erreichen der aufzubringenden Energiemenge den Versuch zu beenden.

Die vertikale Belastung der Kabinen mit einer Kraft, die der doppelten Eigenmasse des Traktors entspricht, erfolgt in beiden Verfahren gleichzeitig durch einen Stahlträger, der durch 2 Hydraulikzylinder belastet wird.

Bei der dynamischen Prüfung (Bild 2) wird die Kabine auf dem Traktor belastet, der dabei auf seinen Rädern steht (Reifeninnendruck vorgeschrieben) und gegen Verschiebung zu sichern ist. Die statische Prüfung der Kabine kann auf dem Traktor erfolgen, der dabei starr über die Achsen zu verspannen ist, so daß ein Ausweichen in der Belastungsrichtung verhindert wird. Sie ist aber auch ohne Traktor möglich, wobei die Kabine (Bild 3) mit ihren Original-Befestigungselementen auf dem Spanschienefeld befestigt sein muß. Das Ergebnis der Kabinenprüfung wird als Teil des Prüfberichts zum jeweiligen Traktor oder als gesondertes Gutachten in Übereinstimmung mit den Vorgaben des jeweiligen Standards für die Berichtsabfassung verarbeitet.

2.3. Einrichtungen zur Bewertung des Arbeitsplatzes von Traktoren

In immer stärkerem Umfang werden Messungen zur Arbeitssicherheit und Arbeitshygiene unter international abgestimmten definierten Prüfbedingungen durchgeführt. Voraussetzungen hierzu sind:

- befestigte Prüfbahnen und Prüfflächen
- vereinheitlichte Meßprinzipie und -methoden.

Bei Traktorenprüfungen finden diese Messungen unter charakteristischen Einsatzbedingungen und bei folgenden Meßgrößen auch unter festgelegten Prüfbedingungen statt:

- Lärm (ISO 5131, ST RGW 3923-82, TGL 30 120/08)
- mechanische Schwingungen (ISO 5008, ST RGW 3472-81, TGL 30 120/07)
- Kabinenklima (ISO 6097, ST RGW 3473-81, TGL 30 120/09)
- Heizung, Lüftung (ISO 3737)



Bild 2. Aufstellung des Traktors für dynamische Belastung

- Sicht (ISO 5721, ECE 71, ST RGW 5207-81, TGL 30 120/06).

Eine Vielzahl von internationalen Prüf- und Bewertungsstandards (ISO, ECE, ST RGW) für Arbeitsplatzmaße, Kabinenabmessungen, Aufstiege, Geländer, Lage der Bedienelemente veröffentlicht worden und wird angewendet. Gegenwärtig befindet sich die Vereinheitlichung des Ausgangspunktes für die Vermessung und Bewertung des Arbeitsplatzes (Sitz-Index-Punkt, Hüftpunkt, Sitz-Referenz-Punkt) zwischen ISO, ECE und RGW in der Abschlußphase, so daß in den nächsten Jahren auch hierbei einheitliche Meßprinzipie und -methoden zur Anwendung kommen werden.

Diese internationale Abstimmung vermindert trotz anfänglich hoher materieller Aufwendungen insgesamt den ökonomischen Auf-

wand, fördert die Reproduzierbarkeit der Messungen und den internationalen Austausch von Ergebnissen. Zielstellung ist dabei stets die schnelle Umsetzung arbeitsmedizinischer Erkenntnisse in gute ergonomische Bedingungen am Arbeitsplatz des Fahrers.

Im Mittelpunkt der Bewertung stehen wegen ihrer grundsätzlichen Bedeutung für den Gesundheitsschutz

- Lärmmessungen (Außen- und Innenlärm) und dessen Kennzeichnung an der Maschine
- mechanische Ganzkörperschwingungen des Fahrers.

Während für die Lärmkennzeichnung schon weitgehende internationale Abstimmungen erfolgten, fehlen diese für die Schwingungen noch.

Die Lärmmessungen werden in Übereinstimmung mit Standard TGL 30 120/08 auf Prüfstrecken bei Abforderung von 80% der Motornennleistung in allen Geschwindigkeitsstufen am Ohr des Fahrers durchgeführt. Dabei wird der energieäquivalente Schalldruckpegel in dB (AS) gemessen. Der Außenlärm wird ebenfalls auf einer Prüfstrecke bei Vorbeifahrt mit maximaler Fahrgeschwindigkeit rechts und links in 7,5 m Abstand von der Maschine bestimmt. Zur Anpassung an internationale Verfahren ist in den nächsten Jahren auf der Grundlage des Standardkomplexes TGL 37 345 eine Präzisierung vorgesehen. Mechanische Ganzkörperschwingungen werden auf einer 100 m langen Hindernisbahn, die ebenfalls Bestandteil des neu übergebenen Prüfbahnkomplexes ist, bei einer Fahrgeschwindigkeit von 12 km/h durchgeführt. Für die detaillierte Prüfung von Fahrersitzen steht eine Hydropulsanlage mit einem Prüfprogramm (Normtraktor auf

100 m Hindernisbahnprofil) zur Verfügung.

Verdeckungen der Sicht durch Kabinenteile auf einem Sichtkreis um den Traktor (Radius 12 m) werden mit einer sog. „Prüfpuppe“ mit Meßeinrichtung nach Standard TGL 30 120/04 erfaßt und mit einem Auswertprogramm für eine Rechenanlage verarbeitet und dargestellt.

3. Zusammenfassung und Ausblick

Durch Nutzung der neuen Prüfeinrichtungen ergibt sich eine Reihe von Möglichkeiten, die insgesamt ein höheres Niveau der Prüfergebnisse bewirken:

- Einige Prüfmaßnahmen, wie z. B. die Langzeitversuche unter Zugbelastung und die statische Prüfung von Traktorkabinen, sind jetzt durchführbar.
- Bei einigen Prüfmaßnahmen entfällt die befristete Nutzung entsprechender Einrichtungen anderer Dienststellen.
- Für die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse sind günstigere Voraussetzungen gegeben.
- Die Möglichkeiten für eine optimale zeitliche Planung der einzelnen Prüfmaßnahmen haben sich verbessert.
- Mit den geschaffenen Voraussetzungen wird in Zukunft eine breitere Anwendung moderner Meß- und Auswertetechnik gesichert.

Die Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim ist jetzt in der Lage, die Prüfung von Traktoren und ihren Baugruppen in vollem Umfang, der durch nationale und internationale Standards vorgegeben wird, auf hohem Niveau und in guter Qualität durchzuführen.

A 5799

Rechnergestützte Meßwertverarbeitung und -auswertung von technischen Messungen an Prüfmaschinen

...pl.-Ing. F. Sujata, KDT/Dipl.-Ing. N. Spiesecke, KDT

Eine wichtige Aufgabe in der Prüftätigkeit der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik (ZPL) Potsdam-Bornim ist die Erfassung von technischen Parametern landtechnischer Arbeitsmittel. Diese Parameter dienen vor allem der Beurteilung der Qualität der Prüfobjekte, dem Vergleich verschiedener Erzeugnisse untereinander sowie der Beurteilung und Weiterentwicklung der Konstruktionen im Rahmen der Werkerprobung bzw. des Rationalisierungsmittelbaus.

Die sich daraus ergebenden Aufgabenstellungen reichen, ausgehend von der Bedeutung der Energie- und Materialökonomie, von der Ermittlung energetischer Parameter, dem Nachweis einer optimalen Dimensionierung, der Erfassung ergonomischer Kennwerte bis hin zur Ermittlung von funktionalen Parametern. Dabei sind oft gleichzeitig mehrere Meßgrößen zu erfassen, zu speichern und auszuwerten. Die Besonderheiten der Messungen im direkten Praxiseinsatz erfordern neben einer möglichst kurzen Meßvorbereitung und -durchführung auch eine unmittelbare Auswertung der Messungen,

um über die Notwendigkeit weiterer bzw. eventueller Wiederholungsmessungen zu entscheiden. Für die Durchführung derartiger mehrkanaliger Messungen wird von der ZPL eine 8kanalige PCM-Telemetrie-Meßwertverarbeitungsanlage mit entsprechender rechnergestützter Meßwertauswertung eingesetzt.

1. Beschreibung des PCM-Meßsystems

Die 8kanalige PCM (Puls-Code-Modulation)-Telemetrieanlage der ZPL besteht im wesentlichen aus 2 Teilen (Modulatorsystem und Demodulatorsystem), die als steckbares Einschubsystem in einem halben 19-Zoll-Gehäuse untergebracht sind. Zur Stromversorgung wird eine externe Gleichspannung im Bereich von 10 bis 30 V benötigt. Durch entsprechende Gleichspannungswandler werden alle notwendigen Spannungen, einschließlich der Geberversorgung, bereitgestellt.

Zur Aufbereitung der Meßsignale stehen Meßverstärker in Einschubtechnik für

- Dehnmeßstellen und Gleichspannungssignale
- Geber auf Quarzbasis (z. B. Beschleunigungsgeber)
- induktive Geber zur Verfügung.

Von einem Zeit-Code-Generator werden die Daten „Tag“ und „Uhrzeit“ angezeigt und bereitgestellt.

Die PCM-Anlage weist eine Meßwertauflösung von 12 Bit auf. Über ein 13. Bit werden die Zeitinformation sowie weitere Impulskanäle übertragen. Für die ggf. erforderliche Speicherung der PCM-Daten steht ein sehr handliches Magnetbandgerät mit einer zusätzlichen Kommentarspur zur Verfügung. Da die Daten in digitaler Form auf dem Magnetband gespeichert werden, haben die bei mobilem Einsatz nicht vermeidbaren Gleichlaufschwankungen keinen Einfluß auf die gespeicherten Meßwerte.

Bei der Meßdurchführung befinden sich i. allg. das Modulatorsystem mit dem Telemetriesender auf dem Prüfobjekt, das Demodulatorsystem mit dem Telemetrieempfänger