

Ermittlung der Übertragungsfähigkeit von Ackerschlepper-Triebwerken auf Prüfständen mit Leistungskreislauf

Der folgende Aufsatz ist ein Auszug aus dem Referat, das Ing. ANTON GRABHERR auf der Tagung „Erprobungsmethoden für Landmaschinen“ der VDI-Fachgruppe Landtechnik in Heidelberg am 23. Oktober 1963 gehalten hat.

Beim Bau von Ackerschleppern in den vergangenen Jahrzehnten erfolgte die konstruktive Gestaltung unter Berücksichtigung reichlicher Sicherheiten. Zuverlässigkeit und Lebensdauer waren gegenüber Baugröße und Preis vorrangig. Im praktischen Einsatz auftretende Mängel konnten infolge der geringen monatlichen Stückzahlen rechtzeitig und ohne zu große Kosten behoben werden. Ein hoher Aufwand für eine Entwicklung bei den geringen Stückzahlen war nicht wirtschaftlich.

Durch Anwachsen der Stückzahlen wurde eine optimale Materialausnutzung und eine rationelle Fertigung erstrebenswert und notwendig. Die Voraussetzung ist jedoch eine umfangreiche Erprobung der Aggregate vor dem Serienbeginn, wie es auch im Automobilbau seit vielen Jahren üblich ist. Anfangs erfolgte diese Erprobung im Ackerschlepper summarisch. Der Nachteil war, daß dabei die wirksamen Kräfte und die zulässigen Spannungswerte als Grundlage für Neukonstruktionen zu wenig erfaßt wurden. Man ging dazu über, die Beanspruchungsverhältnisse unter praxisgleichen Bedingungen zu messen und eine Erprobung der Aggregate, insbesondere des Ackerschlepper-Triebwerkes, auf Prüfständen bei bekannten reproduzierbaren Bedingungen durchzuführen.

Die Erprobung im Ackerschlepper ist nur noch als Ergänzung erforderlich und der Aufwand an Zeit und Geld entsprechend geringer und vertretbar.

Das Ackerschlepper-Triebwerk auf dem Prüfstand

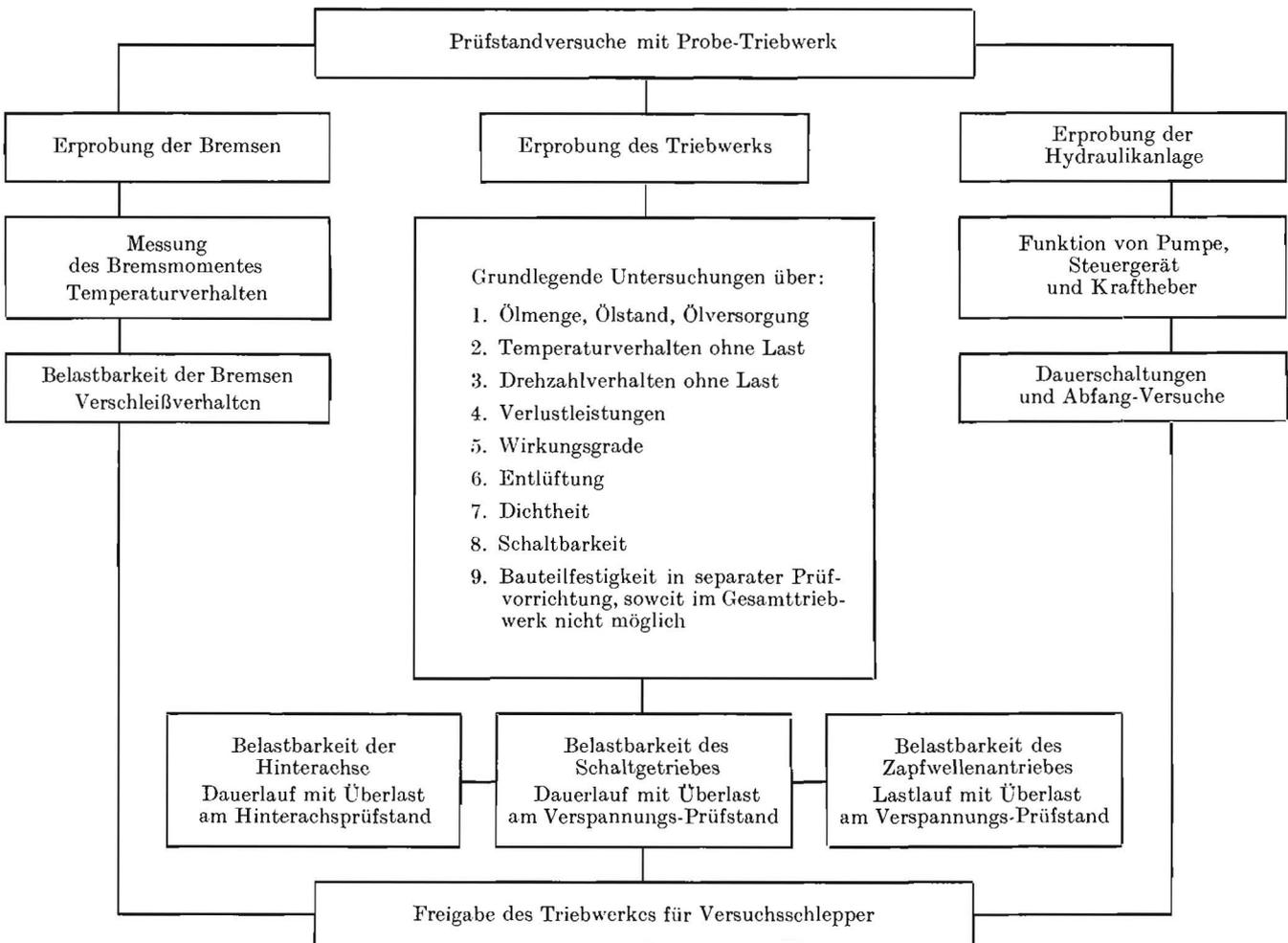
Auf dem Prüfstand können eine ganze Anzahl von Untersuchungen durchgeführt und offene Fragen am Ackerschlepper-Triebwerk beantwortet werden.

Wie aus Tafel 1 hervorgeht, kann der Gesamtumfang der Prüfstandversuche in drei Gruppen aufgegliedert werden, und zwar in die Erprobung des Triebwerkes, der Bremsen und der Hydraulikanlage.

Am Triebwerk selbst sind zu Beginn einige grundlegende Untersuchungen bezüglich Ölversorgung, Drehzahl- und Temperaturverhalten, Verlustleistung und Wirkungsgrad, Dichtheit und Entlüftung, Schaltbarkeit und Bauteilfestigkeit notwendig. Diese Arbeiten können größtenteils auf Prüfständen mit Gleichstrompendelmotoren und Drehmomentwaagen erledigt werden. Im Anschluß daran muß die Übertragungsfähigkeit des Schaltgetriebes, der Hinterachse sowie des Zapfwellenantriebes ermittelt werden.

Bei der Untersuchung der Bremsen interessiert das Bremsmoment in Abhängigkeit der Betätigungskraft, außerdem das Temperatur- und Verschleißverhalten.

Tafel 1: Der Gesamtumfang der Prüfstandversuche



Die Hydraulikanlage kann durch Dauerschaltungen und Abfangversuche erprobt werden. Voraussetzung ist, daß die Funktion von Pumpe, Steuergerät und Kraftheber sichergestellt ist.

Wenn die vorgenannten Punkte untersucht und nötigenfalls Mängel durch geeignete Änderungen beseitigt sind, kann das Triebwerk für den Einbau in den Ackerschlepper zur ergänzenden Fahrerprobung freigegeben werden.

Es sollen nun die Beanspruchungsverhältnisse am Schlepper im praktischen Einsatz betrachtet werden. Im Zuge der Mechanisierung in der Landwirtschaft hat sich der schwere Zugschlepper zur vielseitigen Arbeitsmaschine gewandelt. Dies wurde durch Einführung einer Hydraulikanlage und verschiedener Anbaugeräte ermöglicht.

Für den zur Diskussion stehenden Prüfstandsversuch sind in erster Linie Einsatzverhältnisse interessant, die eine hohe Dauerbelastung für das Triebwerk ergeben. Es sind dies der schwere Pflugeinsatz und Arbeiten mit zapfwellengetriebenen Geräten.

Zur Erfassung der Beanspruchung reichen Rechnung und subjektive Beurteilung allein nicht aus. Seit vielen Jahren ist man dabei, durch geeignete Messungen die nötigen Unterlagen zu schaffen. Für diejenigen Fälle, in denen eine Werkstoffbeanspruchung oberhalb der Dauerfestigkeit stattfindet, genügt es nicht mehr, die Belastungshöhe allein zu erfassen, sondern es muß auch die Anzahl der Belastungen ermittelt werden, beispielsweise durch ein Belastungsschwellen-Zählgerät. Da es sich meist um dynamische Vorgänge handelt, genügen mechanische Meßgeräte nicht mehr. Der Übergang zu elektrischen Meßmethoden ist erforderlich.

Die Beanspruchungsverhältnisse am Ackerschlepper-Triebwerk werden anschaulich im Belastungskennfeld nach Bild 1. Auf der Abszisse ist die Fahrgeschwindigkeit, auf der Ordinate rechts das Hinterachsmoment aufgetragen. Es ist demnach eine ähnliche Darstellung wie eine ideale Zugkraftkurve, die dem Gesetz

$$N = P \cdot V = \text{const}$$

folgt. Durch die doppeltlogarithmische Einteilung wird die Hyperbel zur Geraden. Das Antriebsmoment kann als Parameter eingetragen werden, beispielsweise gleich dem Motormoment (100%) oder dem Kupplungsritschmoment (250%).

Weiterhin sind die in den einzelnen Gängen erreichbaren Endgeschwindigkeiten gekennzeichnet. Wie bekannt, sind für das mögliche Hinterachsmoment nicht allein Antriebsmoment und Übersetzung, das heißt Motor-, Kupplungs- und Triebwerksgrößen, sondern auch das Bodenhaftungsmoment maßgebend. Dieses ist abhängig von der Reifengröße und dem Reifenreibwert sowie dem wirksamen Hinterachsgewicht. Das Bodenhaftungsmoment ist geschwindigkeitsunabhängig als horizontale Gerade eingezeichnet. Beim schnellen Einkuppelvorgang können gangabhängige

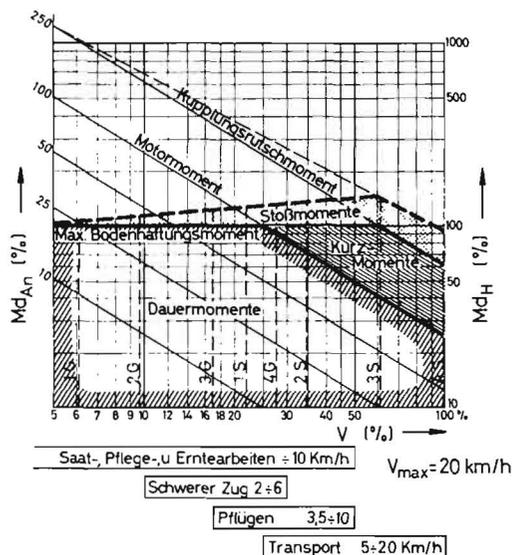


Bild 1: Belastungskennfeld für Ackerschlepper-Triebwerk
 V = Fahrgeschwindigkeit R_H = wirksamer Reifenrollradius
 Md_H = Hinterachsmoment i = Übersetzung } von Triebwerk
 Md_{An} = Antriebsmoment T = Wirkungsgrad }
 G_S = Gesamtgewicht des Schleppers

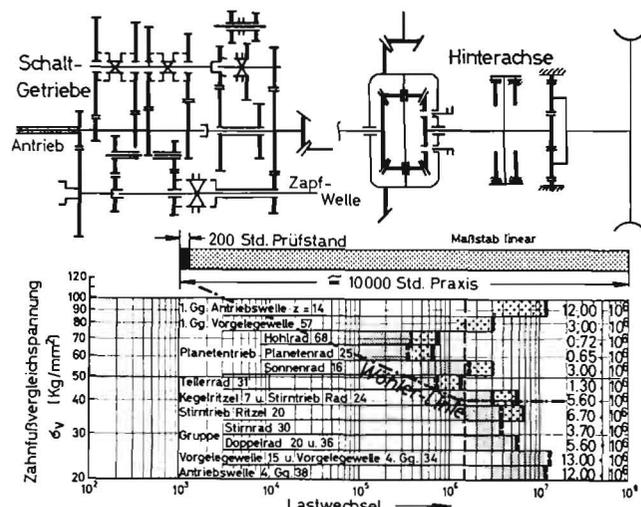


Bild 2: Lastwechsel-Übersicht und Wöhler-Linie

Stoßmomente bis maximal 50% über dem höchsten Kupplungsritschmoment auftreten.

Es ergeben sich somit drei Beanspruchungsbereiche. Die Dauermomente treten im unteren Feld mit der oberen Begrenzung durch die Bodenhaftung und das Motormoment auf. Die Kurzmomente treten im daneben liegenden Feld auf und sind durch die Bodenhaftung und das Kupplungsritschmoment begrenzt. Stoßmomente treten im oberen Feld mit Begrenzung durch die übertragene Stoßmomentenlinie der Kupplung auf. Aus der Darstellung erkennt man, wie wichtig die richtige Abstimmung von Motormoment und Kupplungsmoment gegenüber der Bodenhaftung ist, und welche Faktoren für die Beanspruchung des Triebwerkes in den verschiedenen Gängen bestimmend sind. Im unteren Teil des Bildes sieht man die für die einzelnen Arbeiten gültigen Geschwindigkeitsbereiche.

Aus den Beanspruchungsverhältnissen ergeben sich die Belastungsdaten für den Prüfstandsversuch. Das beim Pflügen durch die Bodenhaftung bestimmte Antriebsmoment erhält man nach der Beziehung

$$Md_{An} = 0,7 \times G_S \cdot \frac{R_H}{i_{ges} \cdot \eta T}$$

Wie bereits erwähnt, sollte dieses Moment bei normaler Pfluggeschwindigkeit etwa dem Motormoment entsprechen. Die für den Prüfstandlauf gewählten Belastungen oder Überlasten hängen von den zweckmäßigen Laufzeiten ab. Hierbei ist zu bedenken, daß die Laufzeit auf dem Prüfstand nur ein Bruchteil von der Gesamtlaufzeit des Ackerschleppers betragen kann (Bild 2).

Um zu sinnvollen Festlegungen zu kommen, muß man die Laufzeiten beziehungsweise Lastwechselzahlen an den Zahnrädern auch im WÖHLERSCHAUBILD vergleichend betrachten. Im unteren Teil des Bildes ist dies für zwei Hauptarbeitsgänge eines 8-Gang-Triebwerkes mit Gruppe zu sehen.

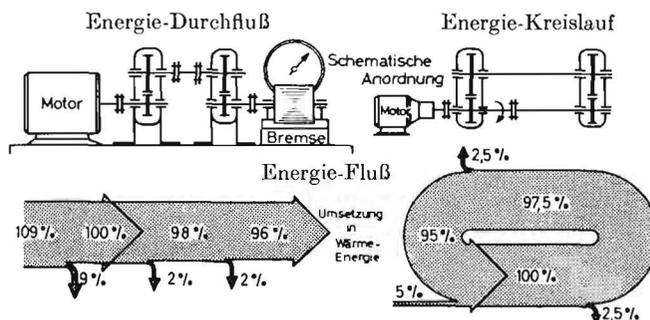


Bild 3: Vergleich zwischen Durchfluß- und Kreislauf-Prinzip

Stromverbrauch	87 · 10 ⁴ (kWh)	4 · 10 ⁴ (kWh)
Wasserverbrauch	13 · 10 ³ (m ³)	0,7 · 10 ³ (m ³)
Stromkosten (0,07 DM/kWh)	61000 DM	2800 DM
Wasserkosten (0,35 DM/m ³)	4600 DM	250 DM
Gesamtenergiekosten	65600 DM	3050 DM
Unterschieds-Betrag etwa	62000 DM/Jahr	

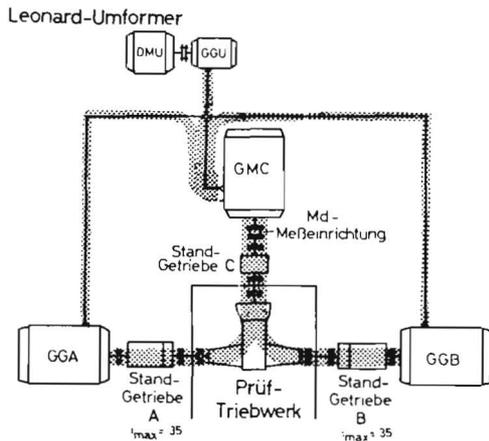


Bild 4: Elektrischer Triebwerk-Prüfstand Schematische Anordnung

DMU = Drehstrommotor von Leonard-Umformer
 GGU = Gleichstromgenerator von Leonard-Umformer
 GMC = Gleichstrommotor C
 GGA = Gleichstromgenerator A
 GGB = Gleichstromgenerator B

Daten von Maschine GGU:
 $N = 84,5 \text{ kW}$
 $U = 210 \text{ V}$
 $n = 1465 \text{ min}^{-1}$
 $J = 403 \text{ A}$
 Daten von Maschine A, B, C:
 $N = 125 \text{ kW}$
 $n = 0 - 5000 \text{ min}^{-1}$
 Motorbetrieb:
 $U = 210 \text{ V}$
 $J = 660 - 700 \text{ A}$
 $n = 1100 - 5000 \text{ min}^{-1}$
 Generatorbetrieb:
 $U = 210 \text{ V}$
 $J = 530 - 490 \text{ A}$
 $n = 1100 - 5000 \text{ min}^{-1}$

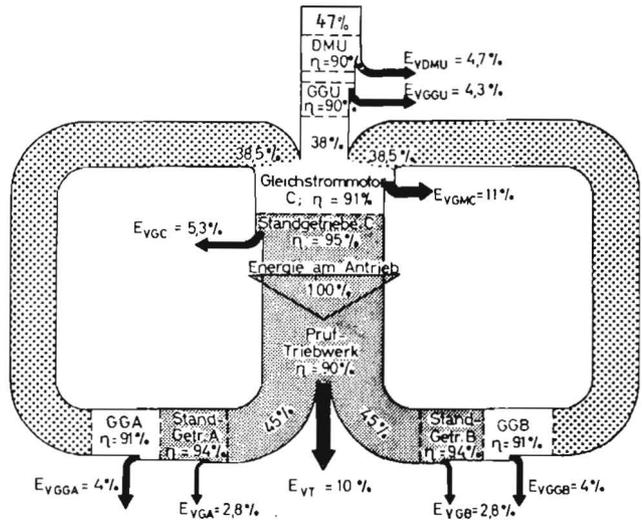


Bild 5: Elektrischer Triebwerk-Prüfstand Energiefluß

Diese Aufgabe ist treffsicher durch umfangreiche Zahnradlaufversuche zu lösen. Längst hat man hierbei die Vorteile des Kreislauf-Prinzips erkannt. In der Bildmitte sieht man den Energiefluß und die starken Unterschiede in den zugeführten Energien. In der Bildunterschrift ist ein Kostenvergleich angestellt. Es wurden eine Prüfleistung von 200 kW und je Jahr 200 Arbeitstage bei täglich 20-Stunden-Dauerbetrieb angenommen. Der Mehrbetrag von etwa 62 000 DM für Strom und Wasser läßt es gerechtfertigt erscheinen, sich über die Unterschiede klar zu werden. Dabei ist der zusätzliche Kostenvorteil, der in der Anschaffung der billigeren Anlage liegt, noch nicht berücksichtigt.

Durch die gestellte Versuchsaufgabe bedingt, ist es nicht immer möglich, diese einfachste Form von Verspannungs-Prüfständen anzuwenden. Je umfangreicher und komplizierter ein Kreislaufverfahren mit entsprechend hohen Energieverlusten wird, desto geringer werden die Kostenvorteile, wie die nächsten Beispiele zeigen. Der elektrische Triebwerk-Prüfstand eignet sich mit der T-förmigen Anordnung seiner drei Maschinen gut für Lastläufe mit dem Hauptfahrantrieb, das heißt Schaltgetriebe einschließlich Hinterachse.

In Bild 4 sehen wir die schematische Anordnung eines solchen Prüfstandes. Der Antriebsmotor treibt über ein Standgetriebe das Prüftriebwerk. An die beiden Abtriebe ist je ein Generator über Zwischengetriebe angeschlossen. Das Drehmoment wird durch Feldschwächung am Gleichstrom-Nebenschlußmotor aufgebracht. Eine Drehmomentmeßnabe mit elektrischer Fernanzeige ermöglicht eine laufende Überwachung und Kontrolle. Der LEONARD-Satz, bestehend aus Drehstrommotor und Gleichstromgenerator, sowie die Motoren für die Fremdbelüftung der drei Maschinen, sind in einem getrennten Raum untergebracht.

Auffallend sind die im Verhältnis 1:20 unterschiedlichen Lastwechselwerte an einzelnen Zahnradern. Wenn man diese Unterschiede nicht beachtet, kann man zu praxisfremden Ergebnissen kommen. Weiterhin ist ersichtlich, daß bereits bei einem 200-Stunden-Lauf die meisten Zahnradlastwechselzahlen über $1,5 \times 10^6$ erreicht haben und die Zahnfußbeanspruchung im Dauerfestigkeitsgebiet liegt. Man beachte die eingezeichnete WÖHLER-Linie.

Nachdem Klarheit besteht, mit welchen Momenten und Laufzeiten das zu prüfende Triebwerk belastet werden soll, ist die Frage zu beantworten, mit welcher Prüfeinrichtung dies geschehen soll.

Es gibt zwei grundsätzlich unterschiedliche Arten, wie sie in Bild 3 aufgezeigt sind. Auf der linken Bildhälfte ist das Leistungs- oder noch allgemeiner das Energie-Durchfluß-Prinzip dargestellt, rechts das Leistungs- oder Energie-Kreislauf-Prinzip. Beim Durchfluß-Prinzip muß mindestens die Gesamtprüf-Energie von außen der Anlage zugeführt werden, das heißt als mechanische oder elektrische Energie. Der größte Teil dieser Energie wird nach Durchfließen des Prüfaggregates in nutzlose Wärme umgesetzt. Beim Kreislauf-Prinzip kreist die Prüfenergie größtenteils innerhalb der Anlage. Von außen muß nur ein Teil dieser Energie zur Deckung der Verluste zugeführt werden.

Um die Unterschiede ganz deutlich werden zu lassen, wurden in Bild 3 zwei einfache Fälle gegenübergestellt. Die Versuchsaufgabe soll darin bestehen, für ein Zahnradpaar mit gegebenem Achsabstand und Zahnbreite optimale Übertragungsfähigkeit zu finden.

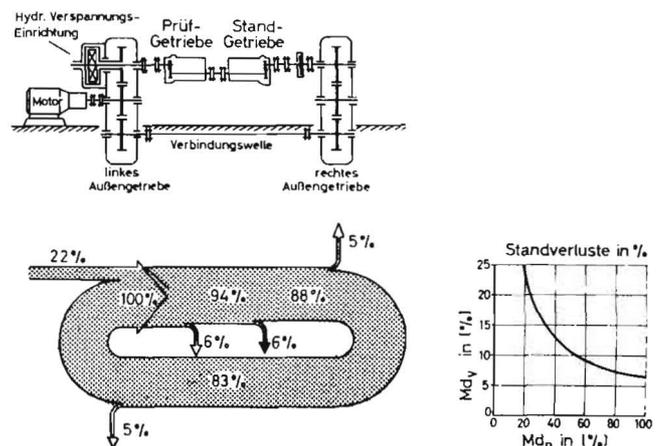
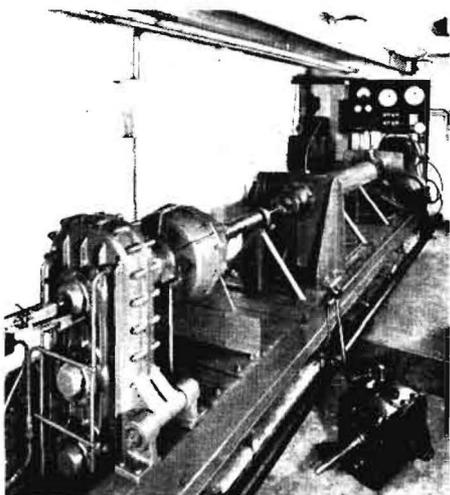


Bild 6: Hydraulischer Verspannungs-Prüfstand für Zapfwellen-Dauerläufe

Bild 5 zeigt den Energiefluß. Es handelt sich um einen kombinierten mechanisch-elektrischen Kreislauf. Am Antrieb beträgt die mechanische Prüfenergie 100%. Im Triebwerk gehen 10% verloren, so daß zu den Standgetrieben je 45% gelangen. Weitere Verluste treten in den Standgetrieben und Generatoren auf. Die prozentualen Angaben der Verluste beziehen sich auf 100% Prüfenergie. Von den Generatoren wird elektrische Energie (je 38,5%) in den Antriebsmotor gespeist. Vom Umformer müssen 38% geliefert werden. Unter Berücksichtigung von je 90% Wirkungsgrad im Generator und Motor ergibt sich, daß 47% elektrische Energie aus dem Drehstromnetz entnommen werden müssen. Das Beispiel zeigt, wie aus dem Bruchteil bei der früher gezeigten einfachen Zahnradprüfmaschine immerhin etwa die Hälfte an Energie geworden ist, die neu eingespeist werden muß.

Um die Übertragungsfähigkeit von Zapfwellenantrieben zu ermitteln, können zweckmäßig infolge der coaxialen Wellenanordnung hydraulische Spannungs-Prüfstände eingesetzt werden. Bild 6 zeigt Schema, Energiefluß, Ansicht und Standverluste. Das besondere dieser Prüfstandsart ist die hydraulische Spannungseinrichtung mit Flügelkolben und Kapsel. Durch Verdrehen des Kolbens in der Kapsel mittels Öldruck kann das gewünschte Drehmoment während des Laufes aufgebracht und verändert werden. Das maximal mögliche Spannungsmoment ist unter anderem von der Drehelastizität der belasteten Triebwerksteile abhängig. Auch hier haben wir einen Energiekreislauf. Die Antriebsleistung beträgt etwa 20% der Prüfleistung.

Bei kurzzeitigen Belastungsläufen werden häufig Lastprüfstände nach dem Energie-Vernichtungs-Prinzip verwendet. Die Entscheidung über das zu verwendende Prüfstandsprinzip ist von den jeweils gegebenen Verhältnissen abhängig.

Wir haben gesehen, welche Versuche auf welchen Prüfständen durchgeführt werden können. Das gefahrene Programm soll anzeigen, ob das Triebwerk für den vorgesehenen Zweck ausreichende Übertragungsfähigkeit besitzt. Hierzu ist eine sorgfältige Auswertung der Prüfstandsergebnisse erforderlich.

Bei ungenügender Dimensionierung treten Schäden an Zahnrädern und Lagern auf. Solche Schäden können sich jedoch auch zeigen, wenn die Grenzbelastbarkeit einer Triebwerktype ermittelt wird. Durch Beseitigung einiger Schwachstellen kann die Übertragungsfähigkeit oft noch gesteigert werden.

In der vorausgegangenen Betrachtung wurden die Möglichkeiten von Prüfstandversuchen aufgezeigt. Der Erfolg tritt jedoch nur ein, wenn eine hinreichende Kenntnis über die praktischen Einsatzverhältnisse vorhanden ist, eine sinnvolle Übertragung auf den Prüfstandversuch erfolgt und die Versuche selbst mit großer Sorgfalt und Umsicht durchgeführt werden.

LANG [1] hat die hierbei auftretenden Probleme treffend skizziert. Man muß auch bedenken, daß sich die Einsatzverhältnisse und Forderungen stetig verändern, was eine dauernde Anpassung notwendig macht. Es ist wünschenswert, daß durch weitere Messungen noch exaktere und umfangreichere Unterlagen über die Belastungsverhältnisse im praktischen Einsatz erarbeitet werden. Trotz der vielen Möglichkeiten auf dem Prüfstand ist eine sinnvolle ergänzende Erprobung im Ackerschlepper zweckmäßig.

Zusammenfassung

Die zunehmenden Stückzahlen sowie die technisch und wirtschaftlich optimale Gestaltung der Ackerschlepper-Triebwerke erfordern einen beachtlichen Entwicklungsaufwand vor der Serienfertigung. Dieser Aufwand ist geringer und bringt erhebliche Zeitvorteile, wenn die Untersuchungen größtenteils auf Prüfständen durchgeführt werden. Die Versuche sind vielseitig; Hauptbestandteil bildet die Ermittlung der Übertragungsfähigkeit. Die benötigten Belastungsdaten erhält man aus Messungen am Schlepper im Einsatz und allgemeinen Erfahrungen.

Man unterscheidet das Energie-Durchfluß- und Energie-Kreislauf-Prinzip. Beide Systeme finden praktische Anwendung.

Der elektrische Triebwerks-Prüfstand mit seinem kombinierten mechanisch-elektrischen Energie-Kreislauf und seinen Möglichkeiten für die Programmsteuerung eignet sich für Lastläufe mit Schaltgetrieben und Hinterachsen. Der Kreislauf-Prüfstand mit hydraulischer Spannung kann bei der Prüfung von Zapfwellen-

antrieben mit coaxialer Wellenanordnung zweckmäßig eingesetzt werden. Er ist nur brauchbar für Getriebe mit formschlüssigen Übertragungselementen und nicht bei Reib- und Flüssigkeitskupplungen sowie hydraulischen Drehmomentwandlern.

Lastläufe auf dem Prüfstand ermöglichen eine Aussage über die Belastbarkeit. Schäden weisen auf ungenügende Dimensionierung hin. Bei Untersuchungen der Grenzbelastbarkeit kann durch Beseitigung der Schwachstellen die Übertragungsfähigkeit oftmals gesteigert werden. Eine richtige Beurteilung der Sondereinflüsse verhindert Fehlentscheidungen.

Schrifttum

[1] LANG, E.: Prüfstandversuche von landwirtschaftlichen Maschinen. Unveröffentlichtes Manuskript, London 1962

Résumé

Anton Grabherr: "Determination of the Transferability of Tractor Power Plants on Test Stands with Power Circulation."

The increasing number of power plants for tractors as well as their technically and economically optimum design require considerable developmental work before serial manufacture. This expenditure is lower and leads to considerable saving of time, if the examinations are made for the most part on test stands. The experiments are versatile. The chief component is the determination of the transferability. The necessary loading data are obtained from measurements with tractors in operation and by general experiences.

One distinguishes between the principle of power flow and power circulation. Both systems are practically applied.

The electrical power-plant test stand with its combined mechanical-electrical power circulation and its possibilities for programme control is suitable for load runs with change-over gears and rear axles. The circulation test stand with hydraulic transmission can suitably be used in tests of power-take-off drives with coaxial shaft arrangement. It can only be applied for gears with positive transfer elements and not with friction and hydraulic clutches as well as hydraulic torque converters.

Load runs on the test stand give information on the loading capacity. Damages point to an insufficient dimensioning. In examinations of the limiting load the transferability can often be increased by removing the weakest points. A correct assessment of special influences prevents misjudgements.

Anton Grabherr: «Détermination de la capacité de transmission des systèmes de transmission de tracteurs au moyen de bancs d'essai établissant un circuit fermé de puissance.»

La conception technique et économique optimum des systèmes de transmission de tracteurs exigent des dépenses de développement considérables avant la fabrication en série dont le nombre croît toujours. Ces dépenses peuvent être réduites et le temps de développement peut être abrégé en effectuant une grande partie des essais sur les bancs d'essai. Il faut une multiplicité d'essais. Le problème essentiel à résoudre est la détermination de la capacité de transmission. On obtient les données nécessaires sur les charges par des mesures effectuées sur le tracteur pendant son utilisation pratique et en se basant sur les expériences générales acquises.

On distingue les bancs dont le principe repose sur le passage de l'énergie et ceux à circuit fermé d'énergie. Les deux systèmes sont utilisés.

Le banc d'essai électrique pour l'essai des systèmes de transmission comportant un circuit fermé d'énergie mécano-électrique combiné et offrant des possibilités de programmation convient aux essais sous charge des boîtes de vitesse et des ponts arrière. Le banc d'essai à circuit fermé et à dispositif de torsion hydraulique peut être utilisé pour l'essai des commandes de prises de force avec disposition coaxiale des arbres. Il n'est utilisable que pour les transmissions comportant des éléments de transmission engrenant les uns dans les autres et non pas pour celles comportant des embrayages à friction ou à fluide ou des transformateurs de couple hydraulique.

Les marches sous charge sur le banc d'essai renseignent sur la charge admissible. Des détériorations indiquent que les pièces ont été insuffisamment dimensionnées. En déterminant les charges limites admissibles, on peut souvent augmenter la capacité de transmission par élimination des points faibles. Une appréciation correcte des influences particulières peut empêcher des décisions fâcheuses.

Anton Grabherr: «Investigación de la capacidad transmisora de los mecanismos de accionamiento de tradores en bancos de ensayo con circuito de fuerza.»

El aumento de unidades, así como la construcción de rendimiento óptimo de mecanismos de accionamiento para tractores exige gastos muy elevados para su desarrollo, antes de entrar el mecanismo en fabricación en serie. Estos gastos pueden reducirse y puede ahorrarse mucho tiempo, ejecutando la mayor parte de los ensayos en bancos de pruebas. El número de estos ensayos es elevado, pero el más importante es el ensayo de la capacidad de transmisión. Los datos de carga necesarios los dan las mediciones en el tractor y la experiencia en general.

En la práctica se emplea tanto el principio del paso de energía, como el de circulación de la energía.

El banco de pruebas eléctrico para mecanismos de accionamiento con circuito de energía de combinación mecánica y eléctrica y sus facilidades para el mando de programa se prestan mucho para las marchas con carga de transmisiones de maniobras y de ejes traseros. En cambio el banco de pruebas en circuito con capacidad de corte hidráulico ofrece ventajas para el ensayo de ejes de toma de fuerza con disposición coaxial de los árboles, pero se le puede emplear solamente para transmisiones que tengan elementos de transmisión de forma correspondiente, y no para acoplamientos de fricción o de líquido, ni para transformadores hidráulicos del momento de giro. Las marchas con carga en el banco dan indicaciones sobre los límites de carga. Las averías acusan las dimensiones insuficientes de los elementos. En las pruebas para la limitación de la carga los puntos débiles pueden reforzarse, pudiendo a veces aumentarse así la capacidad de transmisión. El criterio acertado de las influencias especiales evita las decisiones erróneas.

Landtechnische Dissertationen und Habilitationen

Wir setzen hiermit die Veröffentlichung der Titel von den an Hochschulen und Universitäten abgeschlossenen Dissertationen und Habilitationen auf landtechnischem Gebiet fort. Diese Zusammenstellung führt die Aufstellung in Heft 5/1962 der „Landtechnischen Forschung“ fort.

Universität Bonn

EVERS,
PETER-NILS: „Untersuchungen zur Längsverteilung von Rübensamen in der Saatrinne“ (1962)
Berichter: Prof. DENCKER, Prof. SCHULZE

BRINKMANN,
WOLFGANG: „Entwicklung eines neuen mechanischen Vercinzelungsverfahrens für Zuckerrüben auf Grund mathematischer Überlegungen“ (1963)
Berichter: Prof. WENDT, Prof. DENCKER

CLAUS,
HANS-GUNTHER: „Sortieren von aufbereitetem Zuckerrüben-Saatgut mit Zellenauslesegeräten“ (1963)
Berichter: Prof. DENCKER, Prof. KLAPP

DIEMEL,
HEINZ: „Einfluß der Getreideverwertung auf die Organisation von Trocknung und Lagerung“ (1963)
Berichter: Prof. DENCKER, Prof. NIEHAUS

HEEGE,
HERMANN JOSEF: „Die Endglieder der Feldhäcksler-Hochsilofutterkette in den Vereinigten Staaten“ (1963)
Berichter: Prof. DENCKER, Dr. STEFFEN

KARAKAYA,
KAYHAN: „Aussaat von Mais mittels Drillmaschinen in der türkischen Landwirtschaft“ (1963)
Berichter: Prof. DENCKER, Prof. SCHULZE

MEIERING,
ANTON: „Möglichkeiten zur Senkung des Kapitalaufwandes bei der innerbetrieblichen Belüftungstrocknung von Getreide im kleineren Betrieb“ (1963)
Berichter: Prof. DENCKER, Prof. KOCH

YÜRELKI,
AKLAN: „Möglichkeiten und Voraussetzungen für eine Einzelkornsaat von Maiskörnern“ (1963)
Berichter: Prof. DENCKER, Prof. SCHULZE

Technische Universität Berlin

HOLLMANN,
WILHELM: „Untersuchungen über die Düngerverteilung von Schleuderstreuern“ (1963)
Berichter: Prof. MARKS, Prof. GALLWITZ

Technische Hochschule Braunschweig

IPEK,
SAZI: „Über die Kräfte und Momente an einem Luftreifen und ihren Einfluß auf das Verhalten luftbereifter Fahrzeuge am Hang“ (1963)
Berichter: Prof. KOESSLER, Prof. SEGLER, Prof. MEYER

RADAJ,
DIETER: „Breiter Zugstab mit stirnseitig verschweißten Laschen, ein Beitrag zur Spannungsermittlung“ (1963)
Berichter: Prof. SEYDEL, Prof. THIELEMANN, Prof. KLOTH

Universität Gießen

DREYER,
HEINZ: „Untersuchungen über die mechanische Zerspannung von Festmist (1963)
Berichter: Dr. SCHULZE, Prof. STÖCKMANN

FRIEDLÄNDER,
HANS-HEINRICH: „Kosten und Einsatzbereiche moderner Zuckerrübenpflege- und -ernteverfahren unter wechselnden natürlichen und wirtschaftlichen Bedingungen“ (1962)
Berichter: Prof. ROLFES, Prof. STÖCKMANN

SCHULZE,
HARTMUT: „Organisations- und Kostenplanung in Unternehmen der überbetrieblichen Maschinenverwendung“ (1963)
Berichter: Prof. MEIMBERG, Prof. ROLFES

WETEKAM,
KARL: „Das landwirtschaftliche Lohnunternehmen und seine Standortorientierung“ (1963)
Berichter: Dr. HAGE, Prof. ROLFES

Universität Göttingen

ABDOUN,
ABDIEN HASSAN: „Baumwollsaatsortierung unter besonderer Berücksichtigung der Windsichtung“ (1962)
Berichter: Prof. GALLWITZ, Prof. SCHEIBE

BURKHARD,
WOLFRAM: „Die landwirtschaftliche Lohnunternehmung“ (1962)
Berichter: Prof. ABEL, Prof. GALLWITZ

ELDAYEM,
OMAR M. NUR: „Die Wasserstrahllösung von Schwachregnern unter besonderer Berücksichtigung der Düsenart und des Wasserdrucks“ (1963)
Berichter: Prof. GALLWITZ, Prof. GLIEMEROTH

HIRSCH,
KARL: „Preise und Kosten landwirtschaftlicher Gebäude“ (1962)
Berichter: Prof. SCHAEFER-KEHNERT, Prof. GALLWITZ

SHELLER,
GERHARD: „Über den Einfluß der wirtschaftlichen Entwicklung auf Organisation und Ertragslage mittel- und großbäuerlicher Betriebe“ (1962)
Berichter: Prof. WOERMANN, Prof. SCHAEFER-KEHNERT

GÖHLICH,
HORST: „Ein Beitrag zur Mechanisierung der Obsternte“
Habilitationsschrift 1963