

Technische Probleme der Prüfungsmethoden bei der Ermittlung des Gebrauchswertes von Landmaschinen

Institut für Landmaschinen, Gießen

Das Bedürfnis, Landmaschinen auf ihren Gebrauchswert zu prüfen, besteht schon seit den Anfängen der Anwendung maschineller Hilfsmittel. In der Mitte des 19. Jahrhunderts bildeten zunächst die landwirtschaftlichen Vereine Prüfungsstationen, um ihre Mitglieder und Interessierte zu beraten. Auch begann die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft kurz nach ihrer Gründung ein Prüfungssystem auszubauen, welches einerseits aus „Neuheitsprüfungen“ für ihre Wanderausstellungen mit dem möglichen Prädikat „Neu und beachtenswert“ oder mit der Verleihung einer „Denkmünze“ bestand und andererseits aus sogenannten „Hauptprüfungen“, das heißt gruppenweisen Prüfungen einzelner Maschinentypen im praktischen Einsatz durch vergleichende Messung und Beobachtung des betrieblichen Verhaltens. Es schlossen sich unter Führung von NACHTWEH [1] Landesprüfungsstationen und Universitäts-Institute schließlich im Jahre 1907 zum „Verband landwirtschaftlicher Maschinenprüfanstalten“ (VIMPA) zusammen, mit dem Ziel: „... auf wissenschaftlichem und praktischem Gebiete die Vereinbarung eines tunlichst einheitlichen Vorgehens im Prüfungsverfahren“ zu erreichen. FISCHER [2], NACHTWEH [3; 4] leisteten beispielsweise mit der Methode des Leimstreifenversuches an Drillmaschinen und mit dem Schnittdiagramm der Mähwerke wertvolle Beiträge.

Man erkannte aber bald die Schwierigkeit, aus möglichst kurzzeitigen Untersuchungen sichere Aussagen über den Gebrauchswert von Landmaschinen zu erhalten. NACHTWEH [5] setzte sich für die kurzzeitige Prüfung nach festen Normen ein, ZANDER [6] dagegen forderte praxisnahe Untersuchungen und Dauereinsatz für die Beurteilung des Gebrauchswertes.

Heute¹⁾ ist das Problem der Landmaschinenprüfung anders zu sehen: Ist bei mancher Maschinengattung die konstruktive und funktionelle Entwicklung im großen und ganzen abgeschlossen, so bedeutet das: Die Arbeitsverfahren der Landwirtschaft können im Gegensatz zur jüngeren Vergangenheit auf die nunmehr gegebenen technischen Möglichkeiten ausgerichtet werden. Die Maschine ist Glied im „Flechtwerk von Arbeitskettens mit möglichst vielen Knotenpunkten, in denen möglichst wenig Mehrzweckmaschinen möglichst oft eingesetzt werden können“, geworden [7].

Wir haben also zwei Prüfungsmethoden zu unterscheiden:

1. die Prüfung von Maschinen für bewährte Arbeitsverfahren, die funktionssichere Maschinen voraussetzen (reine Gebrauchswertprüfung);
2. die Prüfung von Maschinen, die „im Kommen“ sind und denen ein neuer Einfluß auf den arbeitswirtschaftlichen Ablauf zuzuschreiben ist (Entwicklungs- und Gebrauchswertprüfung).

Der Gebrauchswert ist „die Summe aller technischen und wirtschaftlichen Eigenschaften“, die „als Werturteil dem Landwirt die Wahl einer Maschine erleichtern und dem Konstrukteur gegebenenfalls Wege zur Verbesserung und weiteren Entwicklung aufzeigen“ [8].

Der Begriff „Gebrauchswert“ ist problematisch insofern, als je nach Anwendung der Maschine die technischen Eigenschaften unterschiedlich sein können, von den wirtschaftlichen abgesehen. Aus diesem Grund liegt wohl das Hauptgewicht auch bei den Gebrauchswertprüfungen auf der Feststellung der technischen Eigenschaften, aus denen der Landwirt sich den wirtschaftlichen und arbeitswirtschaftlichen Wert einer Maschine für seine Verhältnisse ableiten kann.

Grundeigenschaften einer Maschine

Unter diesem Begriff sei einerseits die Kraftmaschine, andererseits die Arbeitsmaschine verstanden.

Die Kraftmaschine ist gekennzeichnet durch ihre Fähigkeit Leistung abzugeben, wobei ihr wirtschaftlicher Wirkungsgrad [9] ein wesentlicher Bestandteil des Gebrauchswertes ist.

Die Arbeitsmaschine ist gekennzeichnet durch ihren Leistungsbedarf. Wie bei den Kraftmaschinen gibt es auch bei den Arbeitsmaschinen (z. B. Pumpen, Gebläse) jederzeit wiederholbare Prüfbedingungen und deshalb eindeutige Ergebnisse; allerdings nur dann, wenn der zu fördernde oder der zu verarbeitende Stoff in seinen Eigenschaften klar definierbar ist und seine Zustände reproduzierbar sind. Deshalb bestehen hier feste Abnahmeregeln [10...12].

Bei den meisten Landmaschinenprüfungen fehlen entsprechende Voraussetzungen. Zumindest ist eine Definition der Eigenschaften des Verarbeitungssstoffes nicht oder nur unter einschränkenden Bedingungen möglich. Daher wird eine Reproduzierung der Belastungs- und Beanspruchungszustände einer Maschine sehr schwierig. Eine Ausnahme machen hier nur die Prüfungen von Ackerschleppern, für die eine internationale Abmachung besteht [13], und für welche die Tests des Schlepperprüffeldes des Kuratorium für Technik in der Landwirtschaft (KTL) allgemein anerkannt sind [14]. Bewußt beschränkt man sich hier auf Prüfstandsuntersuchungen und feste Prüfbahnen, um eine Vergleichbarkeit der Meßergebnisse zu ermöglichen. Das ist bei landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen häufig nur annähernd möglich, wenn nicht sogar ausgeschlossen. Deshalb ist es oft nicht zu umgehen, daß die Eigenschaften der Maschine, die einen wesentlichen Teil ihres Gebrauchswertes darstellen, nur durch subjektive Abwägung zu erfassen sind.

Eigenschaften einer Landmaschine

Die Landmaschinen sind — vom Schlepper abgesehen — Arbeitsmaschinen. Ihre Beurteilung erfordert die Kenntnis

1. der technischen und
2. der technologischen Eigenschaften.

Als technische Eigenschaften sollen im allgemeinen diejenigen bezeichnet sein, die nach Möglichkeit mit einem technischen Maßsystem zu erfassen sind. Dazu gehören der Leistungsbedarf oder das Leistungsvermögen der Maschine, der konstruktive Aufbau, die Güte der Arbeit und die Beanspruchung der Menschen durch die Maschine.

Zu den technologischen Eigenschaften zählen die funktionellen Zusammenhänge der Maschine und die Wirkung auf den zu bearbeitenden Stoff.

Bei den gewählten Definitionen sind jedoch Einschränkungen notwendig. Die Güte der Arbeit läßt sich wie die technologischen Eigenschaften nicht immer messend erfassen, denn oft fehlt ein absoluter Maßstab hierfür. Häufig ist auch keine relative Wertmessung (Vergleichsmaschine) anwendbar. Weitere Schwierigkeiten bereiten die stofflichen Eigenschaften der Verarbeitungsgüter, entweder, weil sie zu komplex sind, oder, weil der Verarbeitungsvorgang am Gut noch nicht genügend durchforscht ist.

Leistungsbedarf und Leistungsvermögen einer Maschine

Der Begriff der mechanischen Leistung beziehungsweise des Leistungsbedarfs einer Maschine ist durch den physikalischen Begriff der erzeugten oder verzehrten Energie in der Zeiteinheit festgelegt. Zur Messung der Leistungsabgabe einer Kraftmaschine dienen messende Geräte zur Vernichtung der Energie, mit denen jeder gewünschte gleichförmige Belastungszustand hergestellt werden kann.

Der Leistungsaufwand, welchen die Arbeitsmaschine erfordert, läßt sich aus der Leistungsabgabe der Kraftmaschine, die zu

¹⁾ Die vorliegende Arbeit ist ein Auszug aus der Habilitationsschrift „Methodik und Problematik der Prüfung des Gebrauchswertes von Landmaschinen, dargestellt an der geschichtlichen Entwicklung des Landmaschinenprüfungswesens und Problemen, die bei der Durchführung solcher Prüfungen bestehen“. Gießen 1960.

ihrem Antrieb dient, ermitteln. Die Meßverfahren sind manchmal verwickelt und erschwert, wenn in ihrer Art und Häufigkeit sehr unterschiedliche Belastungszustände gegeben sind.

Das Leistungsvermögen einer landwirtschaftlichen Arbeitsmaschine ist zu messen in ihrer stündlichen Flächenleistung oder in der Kapazität ihrer Verarbeitungsleistung von irgendwelchem Gut (Flächeneinheit, Gewichtseinheit oder Raumeinheit je Zeiteinheit). Es wird durch den Zustand des Gutes erheblich beeinflußt.

Messung des Leistungsbedarfes

Zugkraftmessung

Bei Geräten, zu deren Betrieb eine Zugkraft P_z aufzuwenden ist, ergibt sich der gesamte Leistungsbedarf N_z durch die Messung der Zugkraft P_z und der Fahrgeschwindigkeit v_F analog der bekannten Formeln

$$N_z = \frac{P_z \cdot v_F}{75} \text{ [PS]} \quad (v_F \text{ in m/s})$$

oder

$$N_z = \frac{P_z \cdot v_F}{270} \text{ [PS]} \quad (v_F \text{ in km/h}).$$

Der schreibende Zugkraftmesser (mechanisches oder elektronisches System) liefert mit seinem Schrieb über eine gewählte Meßstrecke in jedem Augenblick den jeweiligen Zugkraftbedarf des Gerätes. Kann man voraussetzen, daß die Fortbewegungsgeschwindigkeit des Gerätes und der Papiervorschub des Schreibers während der Meßzeit gleichförmig gewesen sind, erhält man aus den Gleichungen den Zugleistungsbedarf des Gerätes mit allen Schwankungen und durch Integration den Mittelwert. Anderenfalls muß der Geschwindigkeitsablauf während des Meßweges registriert werden.

Auf diese Weise ermittelte Leistungswerte mehrerer Zugleistungsmeßreihen sind nur dann miteinander vergleichbar, wenn für jeden Versuch jeweils gleiche Einsatzbedingungen zugrunde lagen. Je nach dem Ziel der jeweiligen Messung muß ein entsprechend strenger Maßstab angelegt werden. Selbst bei eigens für Meßzwecke angelegten Prüfbahnen ist nicht immer ein unmittelbarer Vergleich möglich. Es ist deshalb eine Kontrolle der Vergleichbarkeit notwendig, die man sich beispielsweise auf einem Versuchsfeld folgendermaßen schafft:

Das während der Messung entstehende Diagramm des Gerätes muß mit dem Meßort entsprechend fixiert werden. Dazu steckt man in Anlehnung an die vom Schlepperprüffeld des KTL [15] angewandte Methode die Meßstrecke mit Fluchtlinienstäben F quer und in Fahrtrichtung ab (Bild 1) und erhält so ein Netzliniensystem. Treten größere Abweichungen vom allgemeinen Verlauf des gemessenen Kurvenzuges in einer sinnfälligen Periodizität auf, dann sind diese „natürlich bedingt“, das heißt, es sind beispielsweise bei Zugkraftmessungen an Bodenbearbeitungsgeräten

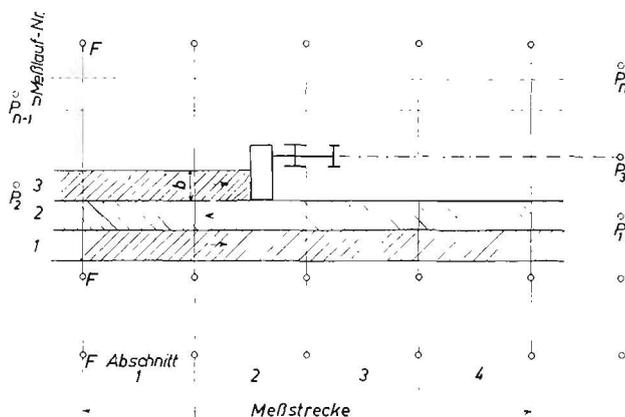


Bild 1: Anordnung von Meßstrecken bei Feldversuchen

Die Fluchtstäbe $F-F$ stellen Grenzen der Abschnitte 1, 2, ... dar, die bei Fahren der Maschine in Richtung der Zielsstäbe $P_1 \dots P_n$ durch Markengeber auf dem Meßschrieb festgehalten werden. Die Meßstrecke ist so in einzelne Abschnitte unterteilt. Um unnötige Schreibarbeit auf dem Feld zu vermeiden, empfiehlt es sich, den Meßplan durch eindeutige Bezifferung ins Diagramm zu übertragen, so zum Beispiel 11, 12, 13 ... bzw. 21, 22 ... wobei die erste Ziffer die laufende Nummer des Meßlaufes bedeutet und die zweite einen Hinweis auf den betreffenden Abschnitt innerhalb der Meßstrecke gibt

Änderungen der Bodenstruktur oder bei Erntemaschinen unterschiedlich dichte Erntegutbestände vorhanden, welche diese verursachen. Die Verteilung solcher Unregelmäßigkeiten über die einzelnen Meßstrecken beeinflußt allein die Vergleichbarkeit der Messungen einzelner Meßläufe, wenn alle anderen Betriebsbedingungen die gleichen bleiben. Selten auftretende einzelne Extremwerte haben meist außergewöhnliche Ursachen, zum Beispiel plötzliche Widerstände im Boden durch Steine. Mit einer gemäß Bild 1 gezeigten Fixierung des Versuchsfeldes im Diagramm ist für dessen Auswertung die Voreliminierung störender Einflüsse möglich. Allerdings treten auch bei sorgfältigster Versuchsanordnung erfahrungsgemäß auch dort Streuungen der Meßergebnisse auf, wo sie nicht zu erwarten sind [16]. So kann zum Beispiel durch den Rollwiderstand einer geschleppten Maschine (Mähdrescher) eine Erregerfrequenz für den als Schwingungssystem aufzufassenden Zug (Schlepper-Mähdrescher) bestehen, die periodisch sich ändernde Werte im Zugkraftbedarf hervorruft [17] und nur für die Massen der betreffenden Maschinen gilt. Man muß sich in solchem Fall vorsehen, die Gründe hierfür nur in Feldbedingungen zu suchen. Die erwähnte Fluchtlinieneinteilung ist auch zur Bestimmung der Fahrgeschwindigkeit vorgesehen; sie muß zur Kontrolle, ob auch während des Meßlaufes eine gleichförmige Geschwindigkeit eingehalten wurde, genügend engmaschig sein. Eine direkte Wegmessung durch ein rollendes Rad, wie es bei Kraftfahrzeugmessungen [18] üblich ist, empfiehlt sich wegen der unregelmäßigen Oberfläche der Fahrbahn auf dem Felde nicht.

Der Vergleich der gewonnenen Ergebnisse erfolgt normalerweise durch die Bildung des Mittelwertes aus der Planimetrierung des Diagrammes. Ergeben sich sinnfällige Zusammenhänge der Ergebnisse etwa in Gestalt klarer funktioneller Abhängigkeiten, dann kann man mit Sicherheit sagen, daß die Mittelwertbildung erschöpfend und treffend die gesuchten Einflußfaktoren herausgeschält hat. Als kennzeichnendes Beispiel für solchen Fall seien Versuche von VOELTER [19] über den Fahrwiderstand von eisenerbereiften Ackerwagenrädern angeführt (Bild 2).

Mit der Mittelwertbildung aus kontinuierlich aufgezeichneten Meßwerten werden aber wahre Zusammenhänge oft so verwischt, daß keine klaren Schlüsse gezogen werden können. Hier hilft der einfache Vergleich nicht mehr. Die Häufigkeitsanalyse, die von KLOTH und seinen Schülern [20 ... 22] in die landtechnische Forschungsarbeit eingeführt wurde, kann dann ein klares Bild über funktionelle Zusammenhänge bringen (Bild 3).

Die Messung des Energieverbrauches

Wenn sich an Feldarbeitsmaschinen insbesondere bei Anbaugeräten der reine Zugkraftbedarf mit den oben geschilderten Methoden nicht oder nur mit großem Aufwand messen läßt, müssen der Zugleistungsbedarf beziehungsweise die Zugkräfte aus der Energieabgabe der Antriebsmaschine bestimmt werden. PUCHNER [23] hat die Methode, aus dem Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors dessen Leistungsabgabe zu bestimmen.

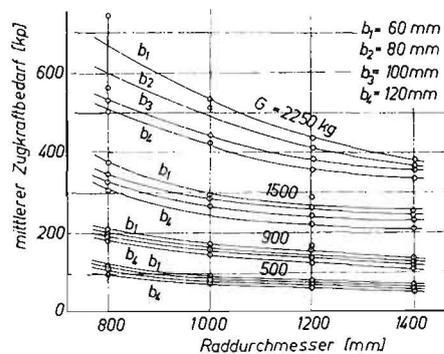


Bild 2: Beispiele verhältnismäßig klarer funktioneller Zusammenhänge zwischen mittlerem Zugkraftbedarf und Raddurchmesser von eisenerbereiften Ackerwagenrädern bei verschiedenen Achslasten G und Felgenbreiten b [19]

Auf einem mit Grubber und Egge vorbehandelten Versuchsfeld (lehmiger Sand) ergab sich bei drei Wiederholungen einer Meßfahrt durch Mittelwertbildung eindeutig die Abhängigkeit der Zugkraft von den Radabmessungen (Felgenbreite b ...) und Raddurchmesser) und von der jeweiligen Achslast G

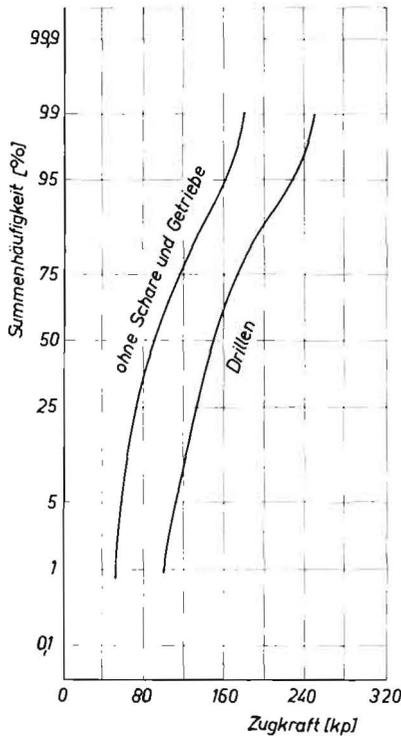


Bild 3: Der Zugkraftbedarf einer Drillmaschine mit und ohne Drillschare im Summenhäufigkeitsschaubild [21]

Bei dem Versuch, den Widerstand der Drillschare einer Sämaschine festzustellen, in dem einmal mit herabgelassenen und zum anderen Male mit angehobenen Drillscharen Zugkraftmessungen angestellt wurden, zeigte es sich, daß bei einer nach Bild 1 ähnlichen Versuchsanordnung nicht erklärbare Unterschiede aus der Mittelwertbildung über einzelne Teilstrecken herauskamen. Die Summenhäufigkeit im Häufigkeitspapier zeigt für beide Versuchsbedingungen äquidistante Abstände und damit einen eindeutigen Unterschied

schon sehr früh vorgeschlagen, die FISCHER, POLLITZ und MEYER [24; 25] anwendeten, und die vom Schlepperprüffeld des KTL methodisch weiter entwickelt worden ist [14; 26; 27]. Zwischen dem stündlichen Kraftstoffverbrauch B und der Drehzahl des Motors n besteht für jeden Motor auf Grund seines Kennfeldes die allgemeine Beziehung für die effektive Motorleistung

$$N_e = f(B, n).$$

Nach den Feststellungen von KIENE [26] eignen sich zur Messung der Leistungsabgabe über das Leistungskennfeld des Schlepper-motors nur Motoren, bei denen das Verbrauchskennfeld auf einen gleichmäßigen Verbrennungsablauf bei allen Belastungszuständen hinweist. Das Verbrauchskennfeld ist analog der eingangs angestellten Überlegungen ein Mittel zum Vergleich von Verbrennungsmotoren, während das Leistungskennfeld ein Maßstab für die Leistungsabgabe ist. Das als Kennfeldmethode bezeichnete Meßverfahren ermöglicht die Bestimmung des Leistungsbedarfes von über Zapfwelle oder Aufbaumotor angetriebenen Feldmaschinen. Es erlaubt die Meßaufgaben aufzuteilen. So kann man beispielsweise bei einem Mähdrescher die zu seiner Fortbewegung notwendige Leistung über den Kraftstoffverbrauch des Motors der Zugmaschine und den Leistungsbedarf für den Betrieb der Maschine über den Aufbaumotor messen. Zur Bestimmung des Zugleistungsbedarfes ist es allerdings notwendig, den Wirkungsgrad η der Übertragung der Motorleistung auf den Zughaken zu kennen, so daß für die Zughakenleistung N_z die Gleichung

$$N_z = f(B, n, \eta)$$

gilt.

Im Gegensatz zum schreibenden Zugkraftmesser, bei welchem die Kraftbedarfsspitzen erkennbar werden, wodurch aus dem Charakter des Kraftverlaufes wie dargelegt auch auf die Versuchsbedingungen Rückschlüsse gezogen werden können, hat man bei der Kennfeldmethode nur eine integrale Erfassung der Werte und damit als Ergebnis nur einen Mittelwert des jeweiligen Meßabschnittes erzielt.

Elektrische Leistungsmessung

Bei Arbeitsmaschinen, die ortsgebunden sind, ist die einfachste Methode zur Bestimmung ihrer Leistungsaufnahme die Registrie-

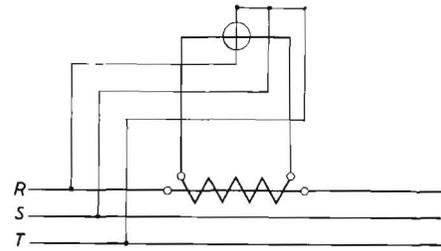


Bild 4: Einphasige Leistungsmessung mit künstlichem Sternpunkt beim Drehstrommotor

Voraussetzung ist gleiche Spannung auf allen Phasen. Geringe Unterschiede infolge unterschiedlicher Phasenbelastung haben ungenaue Meßwerte zur Folge. Sie sind durch Wechseln der Meßphase zu kontrollieren

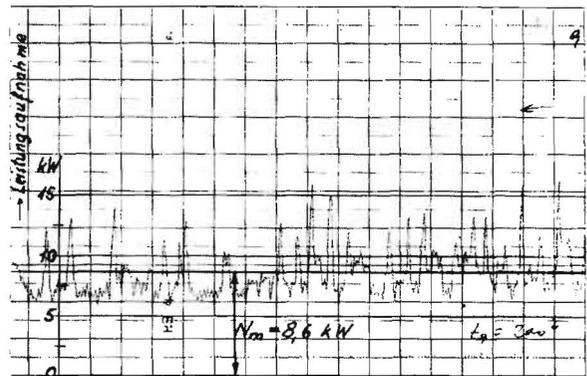


Bild 5: Kennzeichnender Ausschnitt aus der Leistungsaufnahme eines Elektromotors beim Dreschen (Ehlegen von Hand)

Mit Hilfe der Wirkungsgradkennlinie des Elektro-Motors läßt sich der wirkliche Leistungsbedarf ermitteln

rung des Energieverbrauches der elektrischen Antriebsmaschine. Hierzu dient ein elektrischer Arbeitszähler, der den Energieaufwand A in kWh angibt. Wenn gleichzeitig die Arbeitszeit gemessen wurde, errechnet sich die in der Meßzeit t aufgebrauchte mittlere Leistung des Elektromotors aus dem Quotienten

$$N_m = \frac{A}{t}$$

Das Ergebnis ist jedoch auch nur ein integraler Wert. Den genauen zeitlichen Verlauf des Leistungsbedarfes einer Maschine ermittelt man durch die Leistungsaufnahme des treibenden Elektromotors

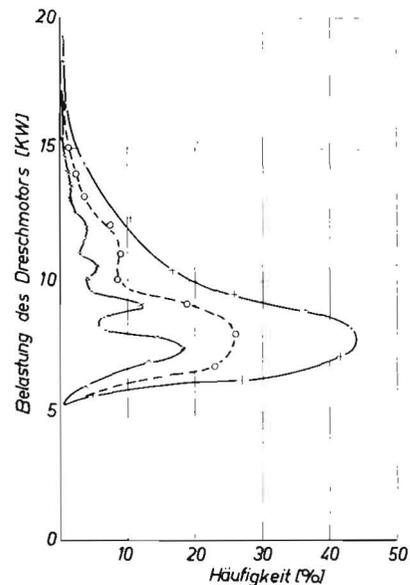


Bild 6: Häufigkeitsauswertung einer 26 Minuten dauernden Messung des Leistungsbedarfes nach Bild 5 unter Berücksichtigung verschiedener Leistungsbereiche

Es war das Ziel, herauszufinden, welches Rutschdrehmoment zum Beispiel eine Fliehkraftkupplung in der Antriebscheibe des Motors haben muß, um bei weichem Anlaufverhalten im stoßweisen Dreschbetrieb eine genügend steife Drehzahl in der Trommel zu gewährleisten

bekannterweise entweder mit einem Pendelmotor, bei welchem aus Drehmoment M_d , Drehzahl n und Gesamtwirkungsgrad des Antriebes η_{ges} die Funktion

$$N_c = f(M_d, n, \eta_{ges})$$

erfüllt ist, oder mit einem Wattschreiber, der wohl die bequemste und am wenigsten aufwendige Meßeinrichtung darstellt. Für eine genaue Leistungsmessung empfiehlt es sich, als Antriebsmaschine einen Gleichstrommotor zu benutzen, für den mit einem Umformersatz in Leonard-Schaltung aus dem Drehstromnetz Gleichstrom erzeugt wird. Bei bescheidenerem Anspruch an die Meßgenauigkeit genügt die einphasige Leistungsmessung am Drehstrommotor nach Bild 4.

Ein Leistungsschrieb gibt Aufschluß über den jeweiligen Belastungszustand des Motors (Bild 5) und erlaubt die selektive Auswertung. Eine solche Leistungsaufnahme über genügend lange Zeit ermöglicht eine zuverlässige Aussage über die häufigste Belastung je nach Belastungsbereich (Bild 6) [28]. Wird fortgesetzt

Schrifttum

- [1] NACHTWEH, A.: Die Gründung des Verbandes landw. Maschinenprüfanstalten u. Bericht über die ersten vier Sitzungen ders. Mittlg. d. Verb. landw. Masch.-Prüf.-Anst. 1/1907, H. 1
- [2] FISCHER, G.: Normen für die Prüfung von Drillmaschinen. Mittlg. d. Verb. landw. Masch.-Prüf.-Anst. 1/1907, H. 3
- [3] NACHTWEH, A.: Normen bei der Prüfung von Mähmaschinen. Mittlg. d. Verb. landw. Masch.-Prüf.-Anst. 1/1907, H. 3
- [4] NACHTWEH, A.: Der II. internationale Kongreß für landw. Maschinenwesen in Wien vom 20.—25. Mai 1907. Mittlg. d. Verb. landw. Masch.-Prüf.-Anst. 1/1907, H. 2
- [5] NACHTWEH, A.: Die Gründung und Entwicklung der VIMPA von 1906 bis 1931. Mittlg. d. Verb. landw. Masch.-Prüf.-Anst. 25/1931, H. 1
- [6] ZANDER, E.: Die Entwicklung der Landmaschinen und die Bedeutung des Prüfwesens dafür. Technik in der Landwirtschaft 6/1925, H. 3
- [7] DENCKER, C. H.: Landtechnik in den USA und Deutschland. Vorträge der Wiesbadener KTL-Tagung. München 1949

- [8] Prüfungsordnung für Landmaschinen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft. Herausgegeben von der DLG. 1955 (als Manuskript vervielfältigt)
- [9] DIN 1941, Abnahmeprüfung von Verbrennungsmotoren. Herausgegeben vom Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin 1958
- [10] DIN 1944, Abnahmeversuche an Kreiselpumpen. Herausgegeben vom Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin 1952
- [11] DIN 1945, Abnahme- und Leistungsversuche an Verdichtern. Herausgegeben vom Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin 1934
- [12] DIN 1952, Durchflußmeßregeln. Herausgegeben vom Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin 1948
- [13] Die Prüfung landwirtschaftlicher Maschinen auf internationaler Basis. Herausgegeben von der OEEC. Paris 1956
- [14] FRANKE, R.: Einrichtungen für die Prüfung von Ackerschleppern. Landtechnische Forschung 3 (1953), S. 33—41
- [15] DIN 9005, Messung der Fahrgeschwindigkeit für Ackerschlepper. Herausgegeben vom Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin 1954
- [16] JAHN, J.: Die Beziehungen zwischen Rad und Schiene hinsichtlich des Kräftespiels und der Bewegungsverhältnisse. VDI-Zeitschrift 62 (1918), S. 21—23
- [17] DOLLING, C.: Der Leistungsbedarf von Mähreschern. Landtechnische Forschung 7 (1957), S. 33—40
- [18] ECKERT, B.: Fahrzeugprüfung und Wertung. In: BUSSE, R.: Automobiltechnisches Handbuch. Verlag Herbert Cram, 17. Auflage, Berlin 1953, Bd. I, S. 275—376
- [19] VOLTER, M.: Untersuchungen über Fahrwiderstände von Ackerwagen. Technik in der Landwirtschaft 9 (1928), S. 94—97 und S. 113—116
- [20] KLOTH, W.: Neue Wege und Verfahren für Landmaschinenkonstruktoren. (IKTL-Schrift 61). Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin 1935
- [21] SCHALLERT, H.: Zugkraft- und Gewichtserhebungen von Drillmaschinen. Dissertation TH Berlin-Charlottenburg 1938
- [22] GETZLAFF, G.: Messung der Kraftkomponenten an einem Pflugkörper. In: 9. Konstrukteurheft. VDI-Verlag, Düsseldorf 1951 (Grundlagen der Landtechnik, H. 1), S. 16—24
- [23] PUCHNER, H.: Entwurf einheitlicher Regeln für die Prüfung von Geräten und Maschinen für die Bodenbearbeitung. Fortschritte der Landwirtschaft. 3 (1928), S. 241—250
- [24] FISCHER, G., B. POLLITZ und H. MEYER: Die Untersuchungen von Motorschleppern. Technik in der Landwirtschaft. 10 (1929), S. 233—241 und 295—302
- [25] MEYER, H.: Beiträge zur Auswertung von Schlepperversuchen. Technik in der Landwirtschaft 11 (1930), S. 99—102
- [26] KIENE, W.: Leistungs- und Verbrauchskennfeld des Ackerschlepper-Dieselmotors. Landtechnische Forschung 5 (1955), S. 33—41
- [27] KÖNIG, H.: Untersuchungen über einfache Meßverfahren zur Leistungsbestimmung bei landwirtschaftlichen Arbeiten mit Ackerschleppern. Dissertation Gießen 1957
- [28] SCHULZE, K. H.: Kinematographische Untersuchungen an einer Pflückkraftkupplung. Landtechnische Forschung 5 (1955), S. 15—18

Maschinen und Geräte für die Bodenbearbeitung

von Dr.-Ing. E. SCHILLING. 2. Band des erst teilweise veröffentlichten 7bändigen Werkes „Landmaschinen“ des gleichen Verfassers. 2. Auflage. Verlag E. Schilling. Köln 1962. DIN A 5, 372 Seiten, 454 Abbildungen, 33 Tafeln. Preis: Gln. 37,80 DM.

Der Titel dieses Buches müßte richtiger „Die Konstruktion der Maschinen und Geräte für die Bodenbearbeitung“ heißen, damit nicht nur im Untertitel klar gesagt wäre, daß es ein „Lehr- und Handbuch für den Landmaschinenbau“ ist. Denn der Konstrukteur aller Stufen findet hier das, was er beim Studium oder in seiner täglichen Berufsarbeit für die Weiterentwicklung braucht und wohl kaum woanders so ausführlich und doch konzentriert finden kann. Der Inhalt reicht von den theoretischen Grundlagen über die Normen bis zu ausgeführten Konstruktionen jedes Einzelteiles und bietet somit sicher auch eine gute Hilfe bei Patentangelegenheiten.

In logischer Konsequenz gibt der Verfasser keine Hinweise für die landwirtschaftliche Bedeutung einer einzelnen Konstruktion. Damit hat der Verfasser dankenswerterweise eine klare Grenze gegenüber anderen landtechnischen Veröffentlichungen gezogen, die die Frage beantworten, „ob, wann und wie“ eine Maschine zweckmäßig verwendet werden kann.

Zunächst fragt man sich, wie man mit dem als konservativ und relativ einfach angesehenen Teilgebiet der Technik bei der Bodenbearbeitung 372 Seiten füllen kann. Aber dann wird einem vor Augen geführt, wie der Stoff von der Technologie des Ackerbodens über die Pflüge mit sämtlichen Zusatzeinrichtungen und ihrem Zusammenwirken mit dem Schlepper, über die Fräsen, Schleppen, Eggen, Walzen und Grubber bis zu den Gerätekombinationen reicht und dabei wohl kaum ein Punkt zu ausführlich behandelt wurde. Im Gegenteil: Viele Konstrukteure würden sicher auch für andere Kapitel solche Zusammenstellungen gern zur Hand haben, wie die der auf dem Markt befindlichen Scheibenpflüge und Ackerfräsen oder der üblichen Überlastsicherungen.

Die zweite Auflage (1962) ist gegenüber der ersten (1953) zugleich ein Dokument der stürmischen landtechnischen Entwicklung der letzten zehn Jahre. Die Erweiterung des Umfangs um 100 Seiten

wäre noch größer ausgefallen, wenn viele Dinge des Gespannzuges sowie Handkraftheber und ähnliches nicht weggefallen wären. Die Dreipunktaufhängung, die damals als eine unter vielen Anbauarten fast am Schluß rangierte, hat wie in der Praxis, auch in der zweiten Auflage die Spitze erobert und nicht nur durch die Regelhydraulik einen erheblichen Umfang erhalten. Leider spiegelt sich die noch in Gang befindliche stürmische Entwicklung auf dem Gebiet der Regelhydraulik in einer gewissen Unübersichtlichkeit des wichtigen Abschnittes „Anbauvorrichtung“ wider, der mit seinen 26 Seiten über die Dreipunktkupplung (gegenüber vier Seiten in der ersten Auflage) wohl besser mehrfach unterteilt worden wäre.

Bemerkenswert ist auch die Neufassung des Abschnittes über Scheibenpflüge. Nach den geometrischen Betrachtungen an der Pflugscheibe sind diese Elemente für die Saatpflug- und Schältpflug-Scheibe hinsichtlich der konstruktiven Formgebung behandelt. Angaben über Scheibenumfangsgeschwindigkeit, Kräfte und Momente sind weitere Grundlagen für diesen Zweig des Pflugbaues. Auch bei den Fräsen ist aus den theoretischen Überlegungen heraus auf die Kräfte und Momente sowohl am Einzelwerkzeug als auch an der Fräsvalze geschlossen, die dann zum Leistungsbedarf der Fräsen führen.

Auch in den anderen konstruktiven Abschnitten kann man beim Vergleich zwischen erster und zweiter Auflage den eindeutigen, bewußten Übergang von der empirischen zur wissenschaftlichen Methode verfolgen. Das vom Verfasser in der ersten Auflage im Vorwort versprochene und dann auch durchgeführte Bemühen, „Berechnungsgrundlagen“ zu schaffen, hat in der zweiten Auflage dazu geführt, daß jeweils ein ganzer Abschnitt mit dieser oder einer ähnlichen Überschrift die Behandlung jedes einzelnen Kapitels einleitet.

Hoffentlich gelingt es dem Verfasser, die vorgesehenen übrigen Bände über die Maschinen für die Ernte, ihre Verarbeitung und ihre Förderung sowie über die hof- und milchwirtschaftlichen Maschinen bald fertigzustellen, so sehr die inzwischen erfolgte Neuaufgabe der Bände über Ackerschlepper und Bodenbearbeitung für ihn auch eine verdiente Anerkennung bedeutet. **Fe.**