

5. Zusammenfassung

Ausgehend von Untersuchungen zur Entwicklung einer hydraulischen Sortiereinrichtung, die für das Aufbereiten von Speisekartoffeln geeignet ist, wird das Erfordernis zur experimentellen Untersuchung entsprechender Forschungsmuster abgeleitet. Der Bearbeitungsablauf für die experimentellen Untersuchungen auf Lö- und D-Standorten wird der Untersuchungsmethodik vorangestellt. Die experimentell ermittelten Ergebnisse werden mit den Forderungen, die an hydraulische Sortiereinrichtungen zum Aufbereiten von Speisekartoffeln zu stellen sind, verglichen und bilden die Grundlage für Schlußfolgerungen zur konstruktiven Gestaltung und zum effektiven Betrieb hydraulischer Aufstromsortierer.

Literatur

- [1] Erarbeitung von Grundlagen für ein Verfahren zur Naßaufbereitung von Kartoffeln. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Forschungsbericht G 1 1976.
- [2] Lösungsvorschläge zur technisch-technologischen Anpassung der vorhandenen Aufbereitungsanlagen an den Komplexeinsatz der Rodelader E 684. Institut für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz, Forschungsbericht 1975.
- [3] Frenzel, D.; Kühn, G.: Technisch-technologische Probleme der Speisekartoffelaufbereitung in ALV-Anlagen. agrartechnik, Berlin 29 (1979) 11, S. 484-486.
- [4] Erarbeitung von Grundlagen für ein Verfahren zur Naßaufbereitung von Speisekartoffeln. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Forschungsbericht G 4 1980.
- [5] Scheibe, K.; Kühn, G.: Hydraulisches Dichtesortieren von Kartoffelrohware. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 11, S. 496-499.

- [6] Verfahrenstechnische Untersuchungen zur Naßaufbereitung von Speisekartoffeln. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Forschungsbericht A 1 1982.
- [7] Scheibe, K.: Untersuchungen zum Sortieren von Kartoffel-Fremdbesatz-Gemengen im Flüssigkeitsstrom. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Dissertation A 1984.
- [8] TGL 0-1952 Durchflußmeßregeln; Regeln für die Durchflußmessung mit genormten Düsen, Blenden und Venturidüsen. Ausg. 1962.
- [9] Karwowski, T.: Hackfruchterntemaschinen. Berlin: VEB Verlag Technik 1974.
- [10] TGL 0-24621/2 Gütevorschriften für Arbeiten der Pflanzenproduktion; Kartoffelernte; Sammelroden. Ausg. 1969.
- [11] Verfahrenstechnische Untersuchungen zur Naßaufbereitung von Speisekartoffeln. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Forschungsbericht A 4 1984.

A 4180

Energetische Analyse am Maschinen-Traktor-Aggregat bei Zugarbeit

Prof. Dr. sc. techn. K. Queitsch, KDT/Dipl.-Ing. H. Schulz, KDT/Dipl.-Math. Dr. paed. P. Kobelt, KDT

1. Analysemodell für ein Maschinen-Traktor-Aggregat

Die Kombination von Arbeitsmaschine bzw. Arbeitsgerät mit einem Traktor als mobile Antriebsmaschine stellt erst in dieser Einheit ein nutzbares landtechnisches Arbeitsmittel dar. Die Besonderheit des Maschinen-Traktor-Aggregats (MTA) gegenüber anderen mobilen Aggregaten, z. B. einer selbstfahrenden Erntemaschine, ist die jederzeit mögliche Trennung und damit die universale Nutzbarkeit des Traktors. Die so mögliche Wechselnutzung des Traktors erfordert, die energetischen Bedingungen jeweils neu zu bestimmen und ein Optimum anzustreben. Bei der energetischen Untersuchung eines MTA, das z. B. für die Zugarbeit in der Pflanzenproduktion eingesetzt wird, kann ein unverzweigter Leistungsfluß zugrunde gelegt werden, wenn Nebenantriebe am Motor vernachlässigt und Nebenverbraucher (Hydraulikpumpen, Zapfwellenantrieb) nicht benutzt werden. Die Hauptbaugruppen des Traktors und das Arbeitsgerät (im weiteren soll ein Pflug unterstellt werden) lassen sich in einem Strukturmodell und einem zugeordneten kinetischen Modell erfassen (Bild 1). Die je Zeiteinheit dem Motor M als Energiewandler zugeführte Kraftstoffmenge kann als zugeführte Leistung oder Eingangsleistung (Index E) aufgefaßt werden. Weitere Baugruppen mit Übertragungs- und Energieumformungsfunktion sind Kupplung K, Getriebe G, Fahrwerk F und Verbindungselemente V. Jede Umformung oder Wandlung ist unvermeidbar mit Energieverlusten (Zusatzindex V) verbunden. Als Energieverbraucher, der die Belastung der vorher genannten Baugruppen in der dem Leistungsfluß entgegengesetzten Richtung verursacht, wird der Pflug als Arbeitsgerät an das Ende der Leistungskette gesetzt. Ohne die weiteren Leistungsanteile am Pflug näher zu charakterisieren, wird die für das Realisieren des Arbeitsgangs Pflügen er-

forderliche Zugleistung als Nutzleistung angesehen.

2. Energetische Bedingungen an den Baugruppen des MTA

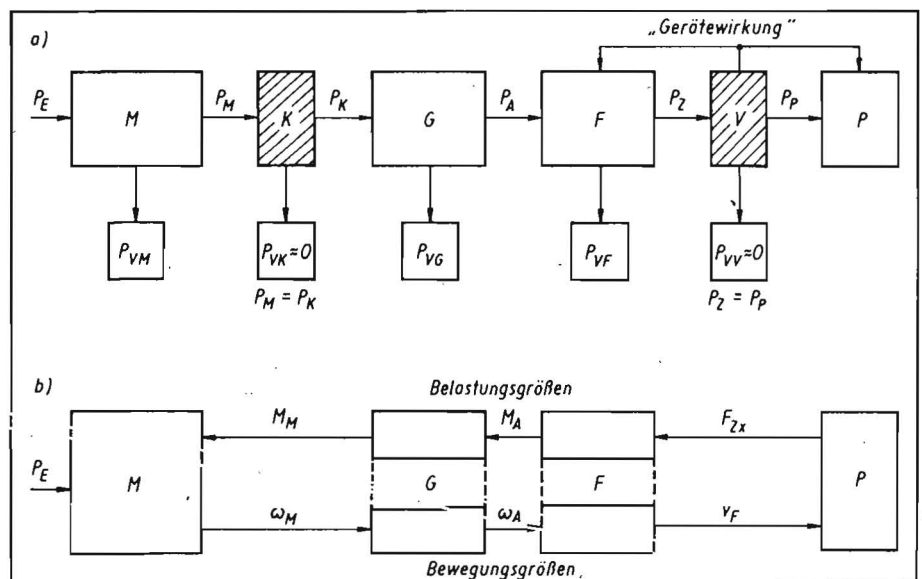
Die Leistungsgrößen sind abhängig von der Struktur des Antriebs, von der konstruktiven Gestaltung, vom technischen Zustand, vom Ausrüstungszustand, von äußeren den Einsatz charakterisierenden Bedingungen und vor allem von der Belastung, die durch den Verbraucher und die wirkenden Bewegungsgrößen verursacht und bestimmt werden. Die dem MTA als Kraftstoff (Energieträger) zugeführte Leistung wird in nutzbare Zugleistung gewandelt und umgeformt. Die dabei auftretenden Verlustleistungen lassen sich durch den Wirkungsgrad ausdrücken und

vergleichbar bewerten. Aufgrund der Allgemeingültigkeit der Definition des Wirkungsgrads als das Verhältnis von Ausgangs- zu Eingangsleistung oder von Nutz- zu Aufwandsleistung ist für jede Baugruppe oder für beliebige Kombinationen ein Wirkungsgrad bestimmbar. Der Gesamtwirkungsgrad eines MTA entsprechend dem Strukturmodell (Bild 1a) ergibt sich aus dem Produkt der Einzel- oder Baugruppenwirkungsgrade, wenn ein unverzweigter Leistungsfluß, wie vorausgesetzt, zugrunde liegt:

$$\eta_{\text{ges}} = \eta_M \eta_K \eta_G \eta_F \eta_V \quad (1)$$

Unter der Annahme, daß die Fahrkupplung nicht rutscht und der Leistungsbedarf für Steuer- und Regelvorgänge an den Verbindungselementen (Aggregatierungseinrich-

Bild 1. Strukturmodell a) und kinetisches Modell b) eines Maschinen-Traktor-Aggregats für Zugarbeit



tung) vernachlässigbar gering ist, d. h. $\eta_K = \eta_V = 1$, können die energetischen Verhältnisse ausgedrückt werden als Gesamtwirkungsgrad

$$\eta_{ges} = \eta_M \eta_G \eta_F = \frac{P_M P_A P_Z}{P_E P_M P_A} = \frac{P_Z}{P_E} \quad (2)$$

Die Verluste in den Baugruppen sind damit, bezogen auf die mit dem Kraftstoff zugeführte Leistung P_E für Standardzugtraktoren:

Motor

$$\frac{P_{VM}}{P_E} = \frac{P_E - P_M}{P_E} = 1 - \eta_M \quad (3)$$

mit Motorwirkungsgrad

$$\eta_M = 1 / (b_e H_u) \quad (4)$$

Bei Motornennleistung beträgt der Leistungsverlust nach Gl. (3) für Dieselmotoren etwa 0,65 und steigt mit geringerer Motorauslastung z.B. im Abregelbereich an.

Getriebe

$$\frac{P_{VG}}{P_E} = \frac{P_M - P_A}{P_E} = \frac{P_M}{P_E} - \frac{P_A}{P_E} = \eta_M - \frac{P_M P_A}{P_E P_M} = \eta_M (1 - \eta_G) \quad (5)$$

mit Getriebewirkungsgrad

$$\eta_G = P_A / P_M \quad (6)$$

Im Nennleistungsbereich des Motors kann mit einem Getriebewirkungsgrad $\eta_G \approx 0,86$ gerechnet werden, was zu einem Leistungsverlust nach Gl. (5) von $\approx 0,05$ führt.

Fahrwerk

$$\frac{P_{VF}}{P_E} = \frac{P_A - P_Z}{P_E} = \frac{P_A}{P_E} - \frac{P_Z}{P_E} = \eta_M \eta_G - \eta_{ges} = \eta_M \eta_G (1 - \eta_F) \quad (7)$$

mit Fahrwerkwirkungsgrad

$$\eta_F = P_Z / P_A \quad (8)$$

und Traktorwirkungsgrad

$$\eta_T = \eta_G \eta_F \quad (9)$$

Mit $\eta_F = 0,67$ wird der Verlustleistungsanteil am Fahrwerk infolge Schlupf und Rollwiderstand $\approx 0,10$. Wie aus entsprechenden Kennlinien für Motor, Getriebe und Fahrwerk [1, 2] zu entnehmen ist, sind die Wirkungsgradverläufe sehr unterschiedlich. Ihre Bestpunkte lassen sich offensichtlich nicht gleichzeitig realisieren. Abzuleiten ist daraus die Frage nach dem maximalen Gesamtwirkungsgrad und nach Möglichkeiten zur Einflussnahme auf die Betriebsbedingungen, um ihn zu erreichen. Andererseits steht das Problem, eine maximale Produktivität, hier als Flächenleistung, bei möglichst geringem Kraftstoffverbrauch zu sichern.

Die Wirkungsgradbetrachtung ermöglicht vermutlich, die sich widersprechenden Forderungen nach minimalem Kraftstoffverbrauch und maximaler Flächenleistung in eine Optimierungsaufgabe zu überführen. Der maximale Gesamtwirkungsgrad ist die Zielfunktion, nach der das Optimum auszurichten ist. Da die Zugleistung als Nutzgröße gleichzeitig die Flächenleistung implizit realisiert, muß der maximale Gesamtwirkungsgrad die höchste Einsatzeffektivität repräsentieren. Diese Hypothese soll im folgenden näher untersucht werden.

3. Traktorseitige Arbeitskennlinien

Wird vorausgesetzt, daß der Motor bei schwerer Zugarbeit im Normalfall bei Vollförderung gefahren wird, verhält sich das abgegebene Motordrehmoment über der Drehzahl, wie das in der Vollast- und Abregellinie

des Motorkennfelds wiedergegeben wird. Das bedeutet, daß sich die Motordrehzahl entlang dieser Kennlinie nach dem abgeforderten Drehmoment einstellt. Belastungs- und Motordrehmoment sind gleich groß. Dieses Prinzip der Gleichheit von Aktionsgröße und Reaktionsgröße gilt an allen Baugruppen für die jeweils gültigen Ausgangs- und Eingangsgrößen.

3.1. Wirkungsgradkennlinien

Motor

Werden im Motorkennfeld [1, 3] Linien konstanten spezifischen Kraftstoffverbrauchs b_e mit der Drehmomentlinie punktweise in den Motorwirkungsgrad nach Gl. (4) umgerechnet und über der Drehzahl grafisch dargestellt, ist ein mathematisch formulierbarer Verlauf erkennbar. Die Vollastlinie und die Abregellinie lassen sich jeweils linearisieren und durch folgende Gleichungen beschreiben:

$$M_1 = b_{01} + b_{11} n_M \quad \text{für } 1350 \text{ U/min} \leq n_M \leq 1855 \text{ U/min} \quad (10a)$$

$$M_2 = b_{02} + b_{12} n_M \quad \text{für } 1855 \text{ U/min} \leq n_M \leq 1989 \text{ U/min.} \quad (10b)$$

Mit einem Verstellregler kann der Anstieg b_{12} in Gl. (10b) beibehalten und b_{02} für Teilförderung neu bestimmt werden (Faktor v zur Nenndrehzahl). Infolge der gegebenen Abhängigkeit des Motordrehmoments von der Drehzahl kann der Motorwirkungsgrad als Funktion von der Drehzahl mit einem Regressionsansatz ermittelt werden:

$$\eta_M = a_0 + a_1 n_M + a_2 n_M^2 \quad (11)$$

Die Koeffizienten und Grenzdrehzahlen sind in Tafel 1 angegeben.

Getriebe

Für das Getriebe des Traktors ZT 300 konnte auf der Grundlage von Meßergebnissen [4] ein Regressionsansatz gefunden werden [5], der für alle Gänge gilt und eine sehr gute Näherung auch für extreme Bedingungen ergibt:

$$\eta_G = A_0 + A_1 M_M + A_2 M_M^2 + n_M / (A_3 + A_4 M_M + A_5 M_M^2) \quad (12)$$

Werden die Wirkungsgrade für Motor und

Getriebe entlang der zuvor beschriebenen Momentlinien grafisch über der Motordrehzahl dargestellt (Bild 2), zeigt sich eine interessante Übereinstimmung der Drehzahlabhängigkeit. Mit sinkender Motorauslastung fallen beide Wirkungsgrade erheblich ab, so daß sehr deutlich wird, daß bei energetischen Untersuchungen diese Abhängigkeit zu berücksichtigen ist [2, 6].

Fahrwerk

Die Wirkungsgradabhängigkeit des Fahrwerks vom Zugkraftbeiwert sowie vom Schlupf und von den geometrischen Bedingungen am Traktor bei gegebenen Fahrbahnbedingungen wird nach [1] übernommen.

3.2. Motorseitig und fahrbahnseitig mögliche Zugkraft

Die realisierbare Zugkraft unter Bedingungen nach [1] ist abhängig von der μ_k - σ -Funktion und von der M_M - n_M -Kennlinie. Um das Gleichgewichtsprinzip wieder in Anwendung zu bringen, kann methodisch nach 2 Varianten vorgegangen werden.

1. Variante:

Schlupfwerte werden stufenweise vorgegeben, wobei der Kraftschlußbeiwert, der Zugkraftbeiwert, die Antriebskraft und der Fahrwerkwirkungsgrad bestimmt werden. Das erforderliche Motordrehmoment unter Berücksichtigung von η_G ist dann iterativ zu berechnen, wobei aus $M_M = f(n_M)$ die Drehzahl und die Fahrgeschwindigkeit bestimmt werden. Nachteilig ist, daß Punkte der Vollastlinie kaum getroffen werden, da die Grenzbedingungen für die Motordrehzahl gesetzt sind [vgl. Gl. (10a) und (10b)].

2. Variante:

Motordrehzahlen werden entlang den Drehmomentlinien stufenweise vorgegeben. Damit können η_M und η_G berechnet werden. Das motorseitig mögliche Radantriebsdrehmoment mit der Antriebskraft ist damit bestimmbar. Die Übertragungsbedingungen Rad-Fahrbahn und die mögliche Zugkraft sind iterativ zu ermitteln. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine detaillierte Ermittlung

Tafel 1. Koeffizienten zum Motorwirkungsgrad nach Gl. (11) und der Drehmoment-Drehzahl-Linien nach den Gl. (10a) und (10b)

Kennlinie	a_0	a_1 min	a_2 min ²	Grenzdrehzahlen ¹⁾	
				untere U/min	obere U/min
Vollast	0,1847	$2,6482 \cdot 10^{-4}$	$-9,3431 \cdot 10^{-8}$	1 350	1 880
Abregellinie $v = 1$	-84,368	$8,9995 \cdot 10^{-2}$	$-2,3900 \cdot 10^{-5}$	1 880	2 004
Teillast					
$v = 0,9$	-54,432	$6,4915 \cdot 10^{-2}$	$-1,9225 \cdot 10^{-5}$	1 688	1 826
$v = 0,8$	-44,754	$5,9827 \cdot 10^{-2}$	$-1,9829 \cdot 10^{-5}$	1 509	1 646
$v = 0,728$	-39,791	$5,8255 \cdot 10^{-2}$	$-2,1124 \cdot 10^{-5}$	1 379	1 512
	b_0 kNm		b_1 kNm · min		
Vollast	0,4683		$-5,680 \cdot 10^{-5}$	1 350	1 855
Abregellinie	5,3915		$-2,7104 \cdot 10^{-3}$	1 855	1 989
Teillast					
$v = 0,9$	4,8951		$-2,7104 \cdot 10^{-3}$	1 670	1 808
$v = 0,8$	4,4068		$-2,7104 \cdot 10^{-3}$	1 484	1 626
$v = 0,728$	4,0506		$-2,7104 \cdot 10^{-3}$	1 350	1 495

1) Abweichungen von technischen Daten ergeben sich durch Verlauf der Regressionsfunktionen (Schnittpunkte, Nullpunkte, Maxima)

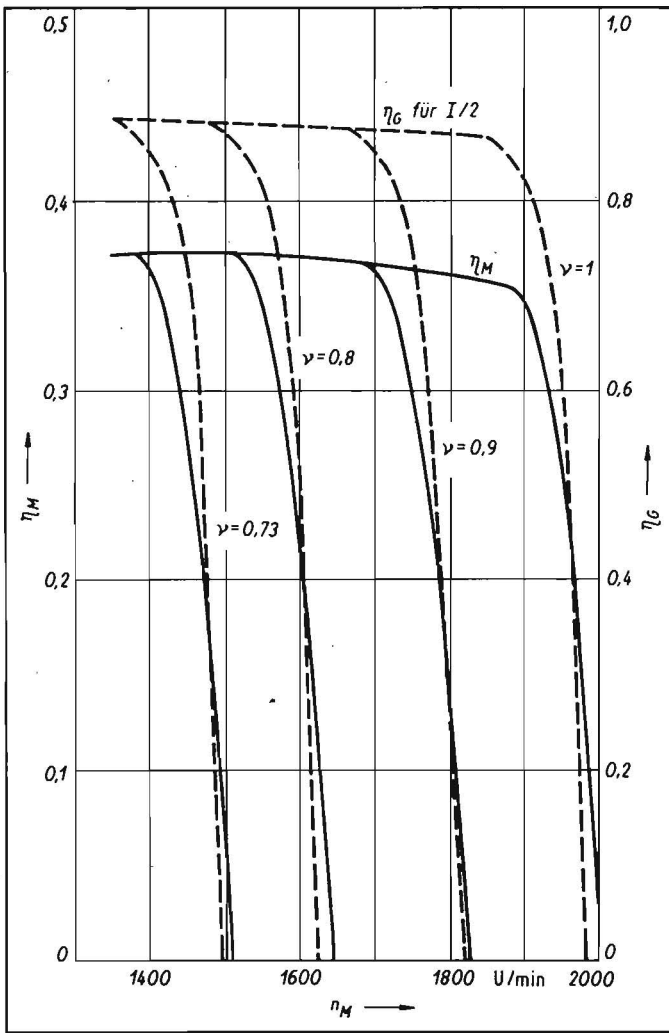


Bild 2. Motor- und Getriebewirkungsgrad in Abhängigkeit von der Motordrehzahl entlang den Drehmomentlinien bei Voll- und Teillast

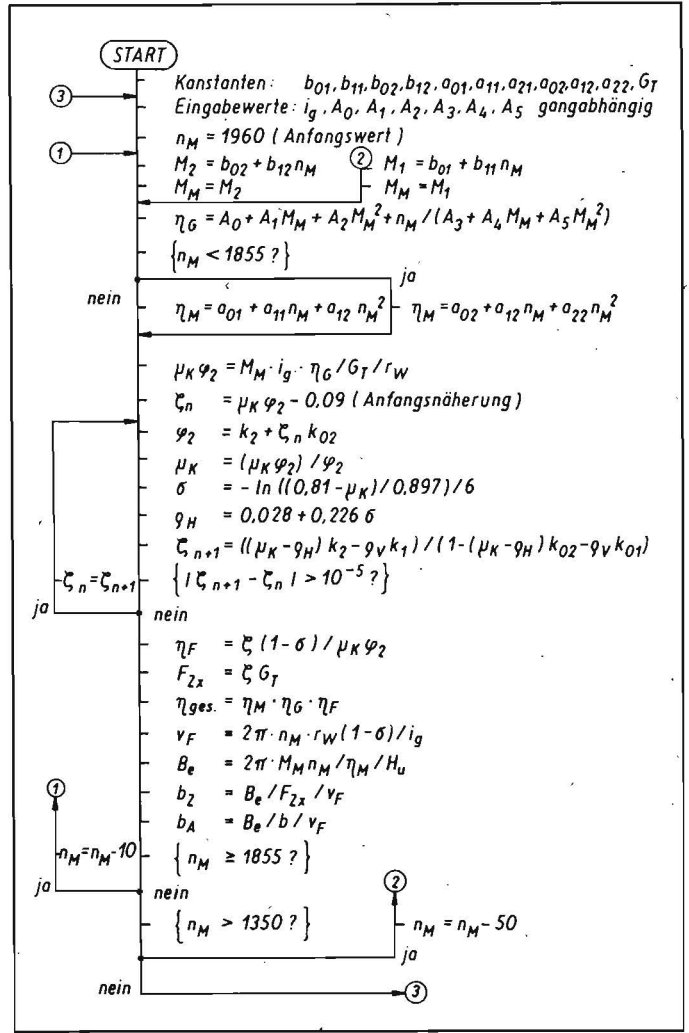


Bild 3. Programmablaufplan für die Berechnung traktorseitiger Arbeitskennlinien

des motorseitig und fahrbahnseitig realisierbaren Verlaufs der Zugkraft F_{zx} über der Fahrgeschwindigkeit v_f . Der Algorithmus zur Berechnung wird im Bild 3 angegeben.

3.3. Kraftstoffbedarf

Der stündliche Kraftstoffbedarf ergibt sich aus

$$B_o = P_{o, \text{erf}} b_o = M_M \cdot 2 \pi n_M / (\eta_M H_u) \quad (13)$$

und wird im Verlauf über n_M und v_f ermittelt.

Wird B_o auf die realisierbare Zugleistung bezogen, muß sich ein dem Gesamtwirkungsgrad analoger Verlauf ergeben. Es ist

$$b_z = B_o / P_z = B_o / (F_{zx} v_f) \quad (14)$$

der auf die Zugarbeit bezogene Kraftstoffverbrauch, da der Zeitbezug sich aufhebt. Für den Nutzer des Traktors ist der flächenbezogene Kraftstoffverbrauch eine wichtige Effektivitätsgröße, die auch mit der Flächenleistung in der Grundzeit T_1 im Einklang stehen muß. An dieser Stelle wird

$$b_A = B_o / \dot{A}_{(T_1)} \quad (15a)$$

mit der Flächenleistung in T_1

$$\dot{A}_{(T_1)} = b v_f \quad (15b)$$

verwendet, woraus sich das Ergebnis mit der Einheit kg/ha ableitet, wenn der Faktor $10\,000 \text{ m}^2/\text{ha}$ in die erforderliche Umrechnung einbezogen wird.

4. Widerstandslinien

Bodenbearbeitungswiderstände sind geschwindigkeitsabhängig und von Arbeitsbreite, Arbeitstiefe, Werkzeugart sowie Bodensubstrat und -zustand beeinflusst. Als Beispiel linearer Abhängigkeit von der Geschwindigkeit werden nach [1] für sandigen Lehm der Grubber gewählt und der horizontale Pflugwiderstand nach

$$F_{zx} = b_{1,2} t (a_0 + a_1 t + a_2 v_f^2) \quad (16)$$

bestimmt ($b_1 = 1,5 \text{ m/4furchig}$,

$b_2 = 1,875 \text{ m/5furchig}$, $t = 0,25 \text{ m}$ Arbeits-

tiefe, $a_0 = 4 \text{ kN/m}^2$, $a_1 = 100 \text{ kN/m}^3$,

$a_2 = 4 \text{ kN} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$).

5. Arbeitspunkte und Ergebnisse

Arbeitspunkte sind Schnittpunkte der antriebsseitigen $F_{zx}-v_f$ -Kennlinien mit den Widerstandslinien bei grafischer Darstellung der Verläufe. Im Bild 4 sind die errechneten Ergebnisse als Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit dargestellt. Die traktor- und fahrbahnseitig übertragbaren Zugkräfte stellen im Verlauf die transformierte Motorkennlinie bei unterschiedlichen Gängen (Übersetzungsverhältnisse) dar. Die Widerstandslinien ergeben als Schnittpunkte mit den Antriebskennlinien mehrfach mögliche Arbeitspunkte. Um nach unterschiedlichen Kriterien bewerten zu können, wurde eine Reihe weiterer Abhängigkeiten dargestellt.

Fahrwerkwirkungsgrade und Gesamtwirkungsgrade für die gewählten Gänge zeigen bei hohen Geschwindigkeiten ausgeprägt weite Bereiche mit maximalen Werten. Bei niedrigen Geschwindigkeiten werden die Bereiche des Maximums schmaler. Deutlich ist die Korrelation zwischen Gesamtwirkungsgrad und auf die Zugarbeit bezogenen Kraftstoffverbrauch. Ausgedehnte Minima liegen über dem Bereich der Vollastlinie bis in den oberen Teil der Abregellinie. Aus der erwarteten Aussage zum Gesamtwirkungsgrad läßt sich somit ein eindeutiger Effektivitätsnachweis nicht ableiten. Dafür liefert der über den gesamten Motordrehzahlbereich ausgewiesene flächenbezogene Kraftstoffverbrauch ein überraschendes Ergebnis. In den Bereichen der Vollastlinie liegt der flächenbezogene Kraftstoffverbrauch beinahe konstant über der Geschwindigkeit, während beim Übergang auf die Abregellinie der Verbrauch erheblich fällt. Dabei gilt wieder die bekannte Regel des Fahrens in möglichst großen Gängen, um einen niedrigen flächenbezogenen Kraftstoffverbrauch zu erreichen. Aus den eingetragenen Arbeitspunkten wird der wechselseitige Einfluß zwischen Arbeitsbreite und Fahrgeschwindigkeit auf die Flächenleistung in T_1 einerseits und auf Arbeitswiderstand, Kraftstoffverbrauch sowie bezogenen Kraftstoffverbrauch andererseits deutlich.

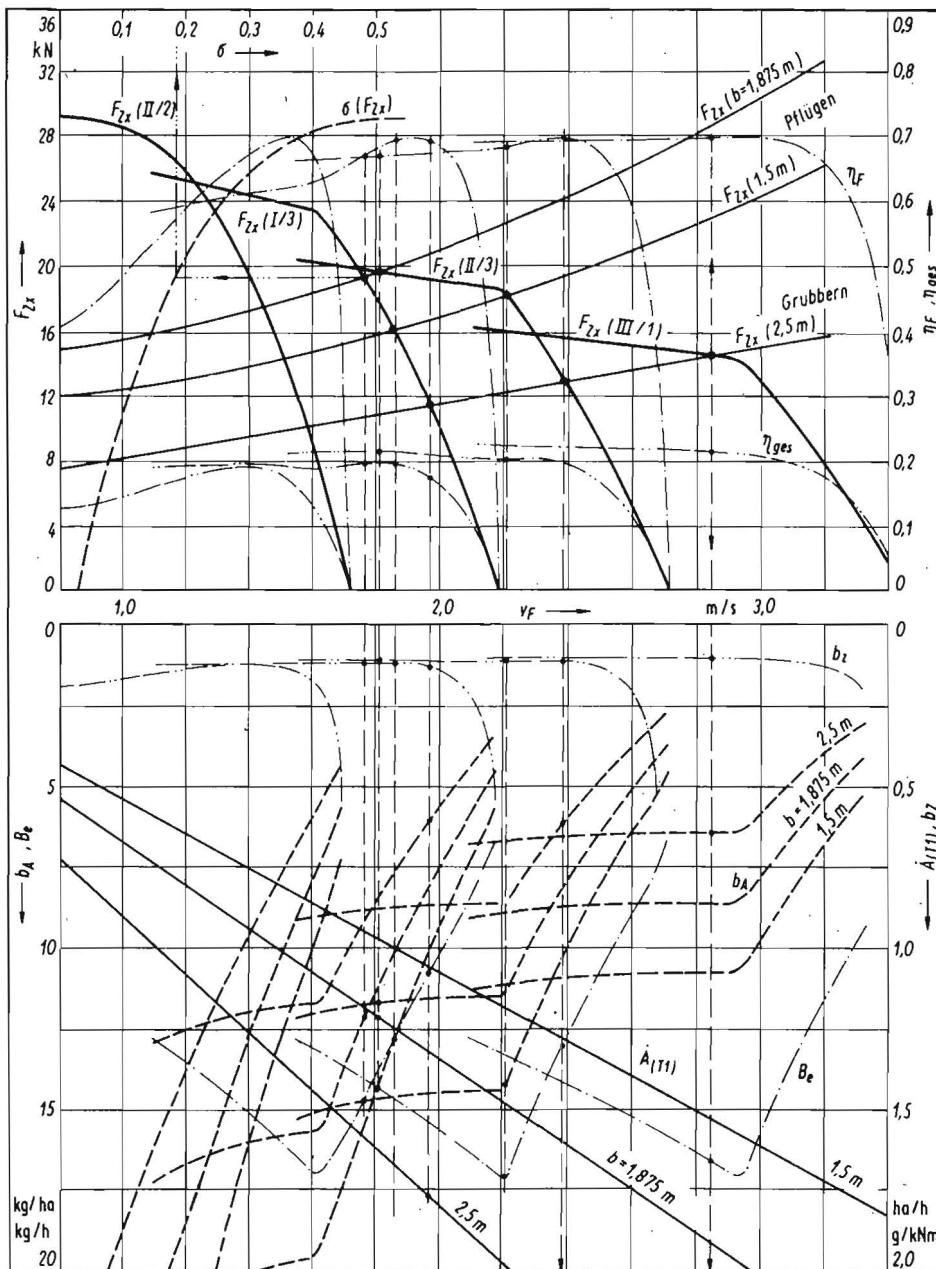


Bild 4. Traktorseitige Arbeitskennlinien für den Traktor ZT 300 und Widerstandskennlinien beim Pflügen und Grubbern (Bodenart IS)

6. Schlußfolgerungen

- Das ermittelte Traktorarbeitsdiagramm, wenn auch nur für die konkreten Bedingungen gültig, vermittelt einen tieferen Einblick in das energetische Geschehen bei der Leistungsübertragung bei Zugarbeit.
- Verschieben der Arbeitspunkte mit erreichbaren Verbesserungen ist durch zweckmäßige Gangwahl möglich und durch Maßnahmen am Gerät zum Verändern der Widerstandslinie (Arbeitsbreite, Schnittbreite der Pflugkörper, Verändern der Arbeitstiefe u. a.).
- Die erwartete Differenzierung der Einzelwirkungsgrade wirkt sich auf den Gesamtwirkungsgrad unerwartet ausgleichend

aus, wobei $\eta_{ges} \approx 20\%$ im Bestbereich kaum überschritten wird.

- Obwohl der Motor bei der Arbeit im Bereich der Vollastblockierungslinie Bestverbräuche erreicht, ist der flächenbezogene Kraftstoffverbrauch infolge Schlupfzunahme, Drehzahlensenkung und Zugkraftanstieg leicht ansteigend.
- Wird der zulässige Schlupf mit etwa 18% angenommen, so darf die Zugkraft 19 kN nicht übersteigen. Deutlich niedrigere Werte bei höherer Geschwindigkeit im Gang III/1 beim Grubbern führen zu höherer Flächenleistung bei nur unbedeutendem Mehrverbrauch von 0,4 kg/ha. Dagegen erbringt das Pflügen mit 5 Pflugkörpern gegenüber dem mit 4 Körpern eine

geringfügig höhere Flächenleistung bei einer Verbrauchssenkung von 2 bis 2,5 kg/ha.

- Aus dem Arbeitskennfeld sind keine Angaben entnehmbar über mögliche Einflüsse auf die Traktorbelastung und energetische Größen infolge veränderter Wirkungsbedingungen für Kräfte (z. B. Lage des idealen Zugpunktes, Zugkraftverstärker, veränderte Fahrbahnbedingungen u. a.).
- Aus der Betrachtung wurde der Motorlastbereich (Rücknahme der Kraftstofffördermenge) ausgeklammert, was einer weiteren Untersuchung dieser Form zu unterziehen wäre.
- Verbrauchssenkend wirkt sich das Fahren im oberen Abregelbereich (Motordrehzahl wenig über Nenndrehzahl) aus, eine Erkenntnis, die hier deutlich auf einen praktisch realisierbaren Einfluß hinweist.
- Untersuchungswürdig sind die energetischen Bedingungen beim Einsatz von Allradtraktoren sowie Maßnahmen zur Verbesserung der Zugfähigkeit.

7. Zusammenfassung

Im Beitrag wurde eine Methode zur energetischen Bewertung von Maschinen-Traktor-Aggregaten unter gleichzeitiger Berücksichtigung der fahrzeug- und bodenseitigen Bedingungen vorgestellt. Dazu wurde ein Strukturmodell aufgestellt, daß eine übersichtliche energetische Analyse gestattet. Im Ergebnis ist ein Kennfeld entwickelt worden, das als Traktorarbeits- oder Traktoreinsatzdiagramm nutzbar ist. Für eine umfassende Anwendung müssen die angegebenen Daten so vorliegen, daß vorhandene Einsatzbedingungen möglichst real erfaßt werden. Es wird eingeschätzt, daß weitere vertiefende Betrachtungen in der angegebenen Richtung zu neueren Erkenntnissen führen können.

Literatur

- [1] Schulz, H.; Queitsch, K.: Motorbelastung und Kraftstoffverbrauch des Traktors ZT 300 beim Grubbern. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 8, S. 369-372.
- [2] Schulz, H.: Energetische Bedingungen beim Einsatz von Traktoren, dargestellt am Beispiel des Traktors ZT 300. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Forschungsbericht 1983 (unveröffentlicht).
- [3] Hofmann, K.: Eine Möglichkeit der Kraftstoffeinsparung beim Einsatz des Traktors ZT 300. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 10, S. 450-452.
- [4] Bericht über Getriebeuntersuchungen. VEB Traktorenwerk Schönebeck, VB Nr. 17/65.
- [5] Queitsch, K.: Regressionsanalyse zum Getriebewirkungsgrad des Traktors ZT 300. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, unveröffentlichtes Manuskript 1984.
- [6] Kobelt, P.: Mathematische Formulierung von Fahrzeugkennlinien. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, unveröffentlichtes Manuskript 1983.

A 4179