

Einige Energiebeziehungen bei einem Mähdrescher mit großem Durchsatz

Dr.-Ing. W. Dąbkowski/Dipl.-Ing. K. Drozd, Landwirtschaftliche Hochschule Warschau, Institut für Mechanisierung (VR Polen)

1. Einleitung

International ist bei der Entwicklung von Mähdreschern die Tendenz zu höheren Durchsätzen bei gleichzeitiger Verringerung der spezifischen Einsatzkosten festzustellen. Die dabei zu beachtenden Kriterien bzw. begrenzenden Bedingungen sind z. B. [1, 2]:

- Feldabmessungen, Feldlage und -zustand, Verkehrswegenetz und -zustand, Organisationsformen u. a.
- biologische Bedingungen, z. B. Begrenzung der Bodenbelastung
- Mähdrescherkonstruktion, z. B. Arbeitsprinzipie der Baugruppen und Werkstoffqualitäten, abhängig von der Maschinengröße.

Die Preisentwicklung bei Dieselmotorkraftstoff in den letzten Jahren hat neue Bedingungen für den effektiven Einsatz von Mähdreschern aus energetischer Sicht geschaffen [3]. So beträgt in der VR Polen beispielsweise bei Traktoren der Anteil der Kosten für Dieselmotorkraftstoff und Öl zuzüglich Lohn 35 bis 40% der gesamten Einsatzkosten [4]. Ähnliche Verhältnisse bestehen bei den Mähdreschern. Das erfordert einerseits, daß bei der Entwicklung von Mähdreschern optimale energetische Charakteristiken erreicht werden. Ein anderer Weg ist die bessere Auslastung der Mähdrescher im Einsatz. Dazu sind aber Kenntnisse über die reale Motorbelastung (Motorauslastungsgrad) bei typischen

Ernteverfahren notwendig. Die Literatur enthält hierüber für Mähdrescher mit großem Durchsatz wenig Informationen, oder es handelt sich um Detailangaben über einige Baugruppen bzw. Nebenergebnisse bestimmter Untersuchungen.

In der vorliegenden Arbeit werden Ergebnisse von Messungen am polnischen Mähdrescher „Bison-Gigant“ Z061 unter Einsatzbedingungen wiedergegeben, die zum Bestimmen des Leistungsbedarfs ermittelt wurden. Wesentliche Daten des Mähdreschers Z061 sind die Arbeitsbreite von 5,8 m, der Nenndurchsatz (Korn) bis 10 kg/s, die effektive Motorleistung von 162 kW und die Konstruktionsmasse von 10,9 t.

Die Versuche wurden mit den Kulturen Raps, Weizen und Roggen durchgeführt und beziehen sich auf verschiedene Fahrgeschwindigkeiten bis zum Erreichen der Durchsatzgrenze auf unterschiedlichen Feldfahrbahnen, auf Straßenfahrt und auf Arbeiten im Stand des Mähdreschers. Die im Jahr 1980 begonnenen Untersuchungen am Mähdrescher Z061 wurden in Etappen gegliedert. Das Ziel einer Etappe, deren Ergebnisse Gegenstand des vorliegenden Beitrags sind, bestand darin, die Kenntnisse über die Leistungsaufteilung zu vertiefen und die ersten Auswahlkriterien für Verbrennungsmotoren zum Antrieb von Mähdreschern zu bestimmen.

2. Voraussetzungen für die energetischen Untersuchungen unter Betriebsbedingungen

Voraussetzung war, daß bei den einzelnen Messungen die Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers und die Motordrehzahl konstant gehalten wurden. Mit den darauf folgenden Messungen wurden die Untersuchungen zum praktischen Einsatz des Mähdreschers bei veränderten Werten für Geschwindigkeit und Durchsatz durchgeführt. Der Bereich der Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers ergab sich aus den in der Praxis möglichen Mindest- und Höchstgeschwindigkeiten, die durch die Kapazität der Förderschnecke im Mähdrescher sowie durch die Regelmöglichkeit der Überlastkupplung der Dreschtrommel begrenzt sind.

Die grafische Interpretation des Leistungsbedarfs in Abhängigkeit von der Durchsatzänderung (hervorgehoben durch die Änderung der Fahrgeschwindigkeit des Mähdreschers) bei der Ernte von Raps und ausgewählten Getreidearten wurde im Bild 1 vorgenommen. Die verstärkten Linien deuten den im Betrieb jeweils am häufigsten auftretenden Arbeitsbereich des Mähdreschers an. Mit dem Punkt „G“ sind die Durchsatzbegrenzungen gekennzeichnet, die bei der Ernte der unterschiedlichen Kulturen unter durchschnittlichen Erntebedingungen auftreten. Sie ergeben sich hauptsächlich aus dem begrenzten Durchsatz der Förderschnecke.

Bild 1. Leistungsbedarf P_M in Abhängigkeit vom Durchsatz q des Mähdreschers Z061 bei der Raps- und Getreideernte (Motordrehzahl $n_M = 2000$ U/min)

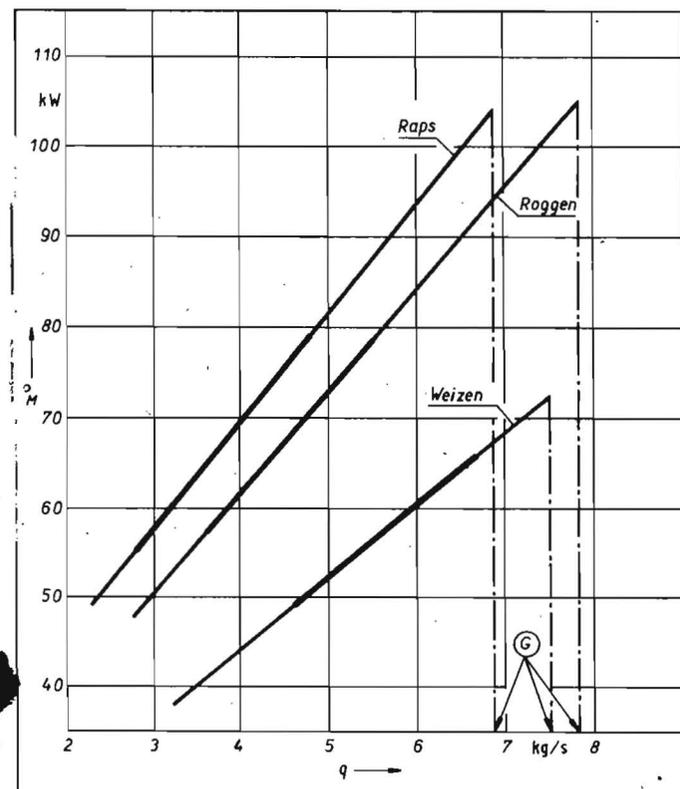
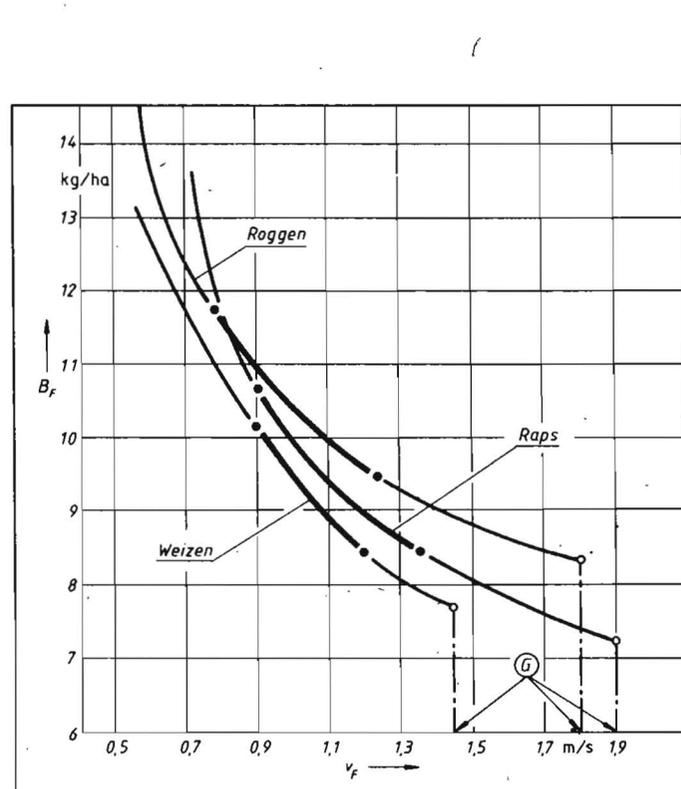


Bild 2. Änderung des flächenbezogenen Kraftstoffverbrauchs B_F des Mähdreschers Z061 bei der Raps- und Getreideernte in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit v_f ($n_M = 2000$ U/min)



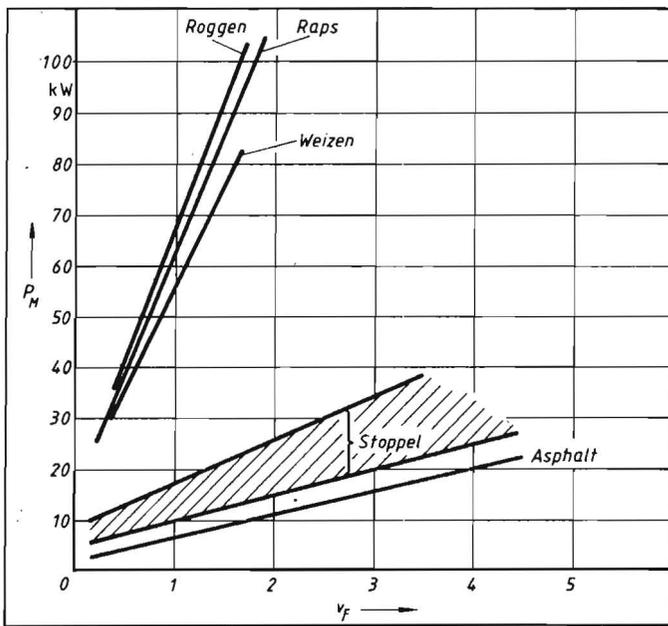


Bild 3
Leistungsbedarf P_M des Motors in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit v_f des Mähreschers Z061 bei der Ernte verschiedener Kulturen sowie für die Fahrt auf Asphalt und Stoppelfeldern ($n_M = 2000$ U/min)

Bild 4
Leistungsbedarf von Einzelbaugruppen des Mähreschers Z061 ($n_T = 870$ U/min, $n_M = 2000$ U/min); A Leistungsbedarf der unbelasteten Ernte- und Dreschbaugruppen, B Leistungsbedarf der unbelasteten hydraulischen Pumpen

Die im Bild 1 zusammengestellten Ergebnisse weisen auf den differenzierten Leistungsbedarf hin, der bei der Ernte der unterschiedlichen Kulturen erforderlich ist. Der differenzierte Leistungsbedarf ergibt sich z. T. aus den unterschiedlichen Erntebedingungen (Rapserte bei einer hohen Bodenfeuchte von 18%, Roggen- und Weizenernte bei einer Bodenfeuchte von annähernd 12%). Für die einzelnen Kulturen traten wesentliche Unterschiede beim Leistungsbedarf für das Schneiden, den Guttransport innerhalb des Mähreschers und das Dreschen auf. Die während der Raps- und Getreideernte auftretenden Änderungen des flächenbezogenen Kraftstoffverbrauchs in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit des Mähreschers sind im Bild 2 dargestellt. Die ermittelten Abhängigkeiten zeigen, daß der Mährescher bei möglichst hohen Fahrgeschwindigkeiten wirtschaftlich arbeitet.

3. Energetische Untersuchungen

Die Versuche zum Bestimmen des Fahrwiderstands des Mähreschers wurden bei einer Motordrehzahl von 2000 U/min auf zwei unterschiedlichen Fahrbahnen durchgeführt (Stoppelfeld und Asphalt). Im Bild 3 wird die Abhängigkeit des Leistungsbedarfs von der durch den Fahrvariator geregelten Fahrgeschwindigkeit des Mähreschers dargestellt. Der schraffierte Teil stellt die Änderung des Leistungsbedarfs auf Raps-, Weizen- und Roggenstoppelfeld (mittelbindiger Boden) bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 11,5 bis 18% dar. Die untere Linie bezieht sich auf ein Weizenstoppelfeld mit einer Feuchte von 12%, die obere Linie auf ein Rapsstoppelfeld mit etwa 18% Bodenfeuchte. Auf dem Roggenstoppelfeld traten unwesentlich höhere Widerstände als auf dem Weizenstoppelfeld auf. Der Anstieg des Rollwiderstands des Mähreschers auf Stoppelfeldern ist durch die unterschiedlichen Bodenfeuchten bedingt. Im praktischen Mährescherbetrieb betragen diese Leistungsanteile 40 bis 50% des gesamten Leistungsbedarfs. Deutlich erfaßt wurden die Unterschiede des Leistungsbedarfs bei der Ernte dieser Kultu-

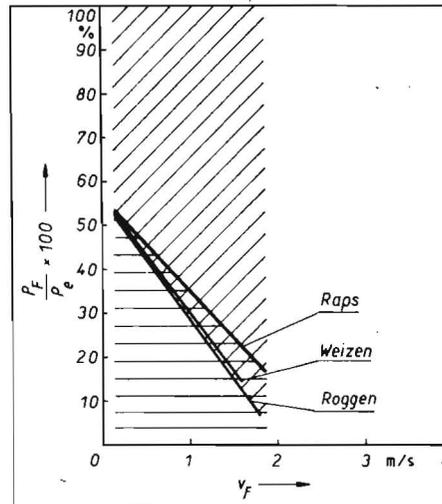
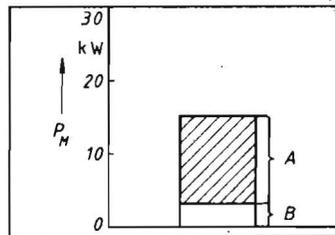


Bild 5. Leistungsverteilung zwischen dem Fahrtrieb und dem Antrieb übriger Baugruppen des Mähreschers Z061 während ihres Betriebs in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit bei der Ernte ausgewählter Kulturen

ren, die durch die unterschiedlichen Ertrags Höhen, verschiedene Schnittwiderstände, den Erntegutdurchsatz und den unterschiedlichen Dreschwiderstand bedingt sind. Bei konstanter Drehzahl des Motors (2000 U/min) und der Dreschtrommel wurden der Leistungsbedarf der unbelasteten Ernte- und Dreschbaugruppen sowie der unbelasteten hydraulischen Pumpen bestimmt (Bild 4). Die Wirkungsgradänderung des stufenlosen Getriebes lag innerhalb der Streuung der

Meßpunkte, was zur Festlegung einer linearen Abhängigkeit zwischen dem Leistungsbedarf und der Fahrgeschwindigkeit berechnete.

4. Leistungsbilanz

Die im Bild 3 dargestellten Ergebnisse nutzend, wurde im Bild 5 das Verhältnis der Leistung für den Fahrwiderstand P_F des Mähreschers (einschließlich des Widerstands der hydraulischen Pumpen) zur Leistung für die Ernte- und Dreschbaugruppen im Belastungszustand P_e in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit v_f dargestellt.

Die Fahrwiderstände des Mähreschers wurden jeweils gesondert für die Roggen-, Weizen- und Rapserte ausgewiesen. Sie sind jedoch in diesen Fällen als Ergebnis der Widerstandsunterschiede unter den Bedingungen verschiedener Bodenfeuchten zu interpretieren.

Der Leistungsbedarf bei der jeweiligen Fahrgeschwindigkeit des Mähreschers wurde im Bild 5 gleich 100% gesetzt. Daraus folgt ein sehr unterschiedlicher Anteil der für den Mährescherantrieb notwendigen Leistung. Im Extremfall kann er über 40% und in günstigsten Fällen 8 bis 16% betragen.

Ausgehend von den beim Mährescherbetrieb üblichen Geschwindigkeitsbereichen (Bild 2) muß in günstigen Fällen damit gerechnet werden, daß der Leistungsanteil für den Fahrtrieb des Mähreschers im Bereich von 25 bis 30% liegt. Bei diesen Geschwindigkeiten werden weitere 17% der Leistung für die Ernte- und Dreschbaugruppen verwendet. Das bedeutet, daß effektiv nur 53 bis 58% der Leistung für das Schneiden, den Ernteguttransport und den Drusch genutzt werden.

Somit arbeiten die Mährescher in einem Wirkungsgradbereich mit ähnlichen Werten, die von Traktor-Geräte-Kombinationen mit passiven Bearbeitungselementen erreicht werden.

Die ermittelte Leistungsbilanz weist u. a. darauf hin, daß die materialintensive Konstruktion des Mähreschers einen wesentlichen Einfluß auf den Wirkungsgrad im Betrieb hat und daß Verbesserungen des Wirkungsgrades der Leistungsübertragung durch alle Aggregate notwendig sind.

Literatur

- [1] Kanafojski, C.: Möglichkeiten der Leistungssteigerung von Mähreschern. Maszyny i Ciągniki Rolnicze, Warschau (1976) 8.
- [2] Roszkowski, A.: Entwicklungsrichtungen der Konstruktion von Mähreschern. Mechanizacja Rolnictwa, Warschau (1980) 10.
- [3] Gieroba, J.: Zweckmäßigkeit der Entwicklung eines Mähreschers mit einem Durchsatz von 13 bis 15 kg/s. Maszyny i Ciągniki Rolnicze, Warschau (1978) 7.
- [4] Dąbkowski, W., u. a.: Ergebnisse der Festigkeits- und Zuverlässigkeitsprüfungen an Ursus-Traktoren; Betriebs- und Verschleißprüfungen. Regionales Zentrum für Begutachtung und Beratung der Landwirtschaft Warschau, 1981.
- [5] Skudynowski, W.; Wojdalski, K.: Ergebnisse der Untersuchungen und Analyse der Veränderungen der Energiebilanzbestandteile von Mähreschern. Hochschule für Landwirtschaft Warszawa, Diplomarbeit 1981. A 5177