

DK-Verbrauchsmessungen an mobilen Umschlagmitteln

Dipl.-Ing. G. Wreßnig, KDT, Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock der AdL der DDR

1. Einleitung

Transport-, Umschlag- und Lagerungsprozesse (TUL-Prozesse) in der Landwirtschaft werden überwiegend durch TUL-Mittel mit Dieselmotorenantrieb realisiert. Diese verbrauchen rd. 58% der Gesamtaufwendungen an DK für die Landwirtschaft [1].

Dem Erkennen und Entwickeln energiesparender TUL-Mittel bzw. TUL-Prozesse kommt somit besondere Bedeutung zu. Dazu ist erforderlich, daß die Effektivität des DK-Einsatzes für den jeweiligen Untersuchungsgegenstand beurteilt werden kann. Für mobile Umschlagmittel sind gegenwärtig erst wenig und sehr grobe Angaben zum spezifischen DK-Verbrauch bekannt, wie z. B. für ein Arbeitsartenspektrum [2, 3] oder für den Bereich Pflanzenproduktion [4]. Bezugszeitebenen sind die Produktionsarbeitszeit T_{04} , die Einsatzzeit T_{07} bzw. die Schichtzeit T_{08} . Derartige Angaben reichen künftig für wissenschaftliche Arbeiten und Einsatzgebiete in der Praxis nicht aus, da zwischen den einzelnen Arbeitsarten erhebliche Unterschiede auftreten können.

So ist es für detaillierte energetische Betrachtungen zu mobilen Umschlagmitteln notwendig, daß die Aufwendungen an DK differenziert nach Umschlagmitteltyp und Arbeitsart zugeordnet werden können. Das setzt Messungen in der Grundzeit T_1 bzw. Operativzeit T_{02} unter definierten Bedingungen voraus.

Der vorliegende Beitrag beinhaltet methodische Aspekte sowie erste Ergebnisse und Erkenntnisse von DK-Verbrauchsmessungen an mobilen Umschlagmitteln in der geforderten Differenziertheit.

Die Gesamtuntersuchungen wurden so angelegt, daß die Ergebnisse als Ausgangspunkt für DK-Kalkulationen bzw. DK-Richtwertermittlungen dienen können. Bei der Nutzung der vorgestellten ersten Ergebnisse müssen Umfang und versuchsmethodische Aspekte der Untersuchungen beachtet werden.

2. Ausführungen zur Versuchsmethodik

In die Untersuchungen wurden einbezogen:

- Mobilblader TIH-445 DH (SRR), T174-2 (DDR) sowie der Frontschaufler L-200 (VRP)
- Gutarten Stallung, Mineraldünger, Getreide, Kartoffeln, Zuckerrüben und Zuckerrübenblatt
- Arbeitsarten Beladen und Hochsetzen.

Als Arbeitswerkzeuge (Serienausführungen) kamen der Schüttgutgreifer, der Zinkengreifer und der Greiferkorb bei den Mobilbladern sowie zwei verschiedene Schaufelgrößen (Volumina 1,5 und 2,35 m³) beim Frontschaufler zum Einsatz. Lediglich beim T174-2 wurde ein aus der Serienausführung abgeleiteter vergrößerter Hackfruchtkorb (Volumen rd. 1,0 m³) benutzt. Je Umschlagmitteltyp wurde eine Maschine eingesetzt. Diese Maschinen durchliefen den jährlichen Instandsetzungszyklus und waren i. allg. mit einem Stammfahrer besetzt.

Die Anlage der Versuche sah vor, daß die Meßwertgewinnung unter annähernd gleichen Bedingungen für die verschiedenen Umschlagmittel erfolgte. Damit ist ein Vergleich der Umschlagmittel bei verschie-

den Gutarten und Arbeitsarten hinsichtlich energetischer Kriterien gegeben.

Jeder Versuchspunkt (Variation Umschlagmittel - Arbeitsart) wurde mit einer statistischen Belangen genügenden Anzahl von Wiederholungen abgesichert.

Gemessen wurden in der Zeitebene T_{02} (Operativzeit) die umgeschlagene Gutmenge, der DK-Verbrauch und der erforderliche Zeitaufwand. Die berücksichtigten Teilzeiten für die Ermittlung der Operativzeit T_{02} entsprechen den Empfehlungen in [5] und sind in Tafel 1 zusammengestellt. Dabei wurde der Versuchsablauf so gestaltet, daß die Meßwerte sowohl für eine der aufgeführten Teilzeiten als auch für die Zeitsumme T_{02} zu erhalten waren.

Als Meßmittel wurden eingesetzt:

- Kolbenhubzählwerke EÜF (UVR) für die Ermittlung des DK-Verbrauchs
- Trio-Stopp für Zeitmessungen
- Fuhrwerkswaagen zur Bestimmung der umgeschlagenen Gutmengen.

Bei der Arbeitsart Hochsetzen wurden die Massen überwiegend auf der Grundlage von Stichproben bestimmt.

Die bei der Versuchsdurchführung herrschenden äußeren Bedingungen, wie Fahrbahn- und Bodenzustand, und die den eigentlichen Umschlagprozeß kennzeichnenden Parameter, wie Gutdichte, Wassergehalt, Beimengungsbesatz, Stapel-, Belade-

höhe, Rüstzustand des Umschlagmittels usw., wurden festgehalten. Damit besteht die uneingeschränkte Gültigkeit der aufgeführten Werte nur für die jeweiligen speziellen Versuchsbedingungen. Für die Beurteilung der Umschlagmittel wurden Kennzahlen mit unterschiedlicher Aussagekraft herangezogen. Zur Charakterisierung der energetischen Effektivität wurde der spezifische DK-Verbrauch in l/t bzw. l/h und zur Charakterisierung der Leistungsfähigkeit der erreichte Durchsatz in t/h genutzt.

Die Darstellung und Diskussion der Meßergebnisse kann in zwei Richtungen vorgenommen werden. Zum einen erfolgt eine auf Umschlagmitteltyp und Arbeitsarten bezogene Zusammen- bzw. Gegenüberstellung der Kennzahlen. Zum anderen werden die Ergebnisse zur Ermittlung tendenzieller Abhängigkeiten hinsichtlich energetischer Effektivität und Leistungsfähigkeit der untersuchten Umschlagmittel genutzt. Die in den Bildern und Tafeln ausgewiesenen Meßpunkte oder -werte sind das arithmetische Mittel aus einer repräsentativen Anzahl von Einzelmessungen.

Der Schwerpunkt der nachfolgenden Auswertung liegt auf dem Komplex der Ermittlung tendenzieller Abhängigkeiten. Umfassende Angaben zum erstgenannten Weg, die kontinuierlich ergänzt werden, sind in [6] enthalten.

Bei der Nutzung der Ergebnisse, besonders hinsichtlich des Verallgemeinerungsgrads der Werte, ist zu berücksichtigen, daß die Meßwerte unter Praxisbedingungen ermittelt wurden sowie je Umschlagmitteltyp nur eine Maschine in die Messungen einging.

Daraus resultiert, daß die Meßwerte durch folgende objektive und subjektive Faktoren beeinflusst worden sind:

- Umweltbedingungen
- Bedienperson
- zwischenzeitliche Reparaturen.

3. Ergebnisse der Untersuchungen

Die aus den Meßwerten ermittelten Kennzahlen (vgl. Abschn. 2) für die einbezogenen Umschlagmittel und Arbeitsarten sind tabellarisch in Form eines Arbeitsmaterials zusammengestellt [6]. Die wesentlichen Versuchsbedingungen sind ausgewiesen. Der prinzi-

Tafel 1. Teilzeiten für die Ermittlung der Operativzeit T_{02}

Zeit	Erläuterung
T_1	reine Arbeitszeit (Grundzeit)
$T_{11} + T_{12}$	Zeit für Beladen bzw. Hochsetzen (Zeit für ständiges Leer- und Lastspiel ohne Unterbrechung einschließlich Gutaufnahme und -abgabe)
T_2	Hilfszeit
T_{22}	Zeit für Fahrten am Arbeitsort (z. B. bei räumlicher Trennung Aufnahme- und Abgabeort ≥ 5 m)
T_{24}	Hilfszeiten beim Umschlag (Zeiten für notwendige wiederkehrende Hilfsverrichtungen während des Umschlagprozesses, z. B. Weitersetzen des Umschlagmittels)

Berechnung der Operativzeit T_{02} :
 $T_{02} = T_1 + T_2 = T_{11} + T_{12} + T_{22} + T_{24}$

Tafel 2. DK-Verbrauchswerte für den Mobilkran TIH-445 DH

Arbeitsart	spezifischer DK-Verbrauch in T_{02}		Durchsatz in T_{02}	Bemerkungen		
	l/h	l/100 t		Werkzeug	Transportmittel	Fahrbahn-, Bodenzustand
Stallung laden	3,57	5,18	68,9	Zinkengreifer (0,4 m ³)	T088	unbefestigt, feucht
Mineraldünger laden				Schüttgutgreifer (0,4 m ³)	W50 + D035	befestigt, trocken
Harnstoff	3,43	5,59	61,4			
Thomasmehl	3,99	3,89	102,6			
Kali	4,13	4,52	91,4	Schüttgutgreifer (0,4 m ³)	W50, HW 60, HW 80	unbefestigt, feucht
Getreide laden	3,43	6,02	57,0			

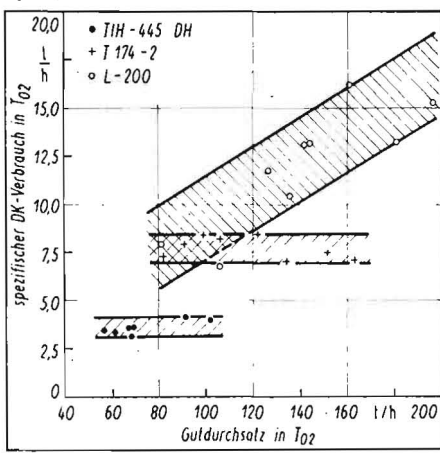


Bild 1. Spezifischer (zeitbezogener) DK-Verbrauch in Abhängigkeit vom Gutdurchsatz

pielle Aufbau der Tabellen ist am Beispiel des TIH-445 DH in Tafel 2 dargestellt.

Es ist vorgesehen, dieses Arbeitsmaterial bezüglich der Kennzahlen für weitere Arbeitsarten kontinuierlich zu ergänzen. Der bisherige Umfang der Untersuchungen gestattet es, näherungsweise Abhängigkeiten zwischen den gewählten DK-Verbrauchskennzahlen und Parametern, wie Gutdurchsatz, Gutart/Gutdichte, Umschlagmitteltyp und Arbeitsart, darzustellen.

Mit Hilfe der Bilder 1 bis 3 können die energetische Effektivität und die Leistungsfähigkeit der jeweiligen Umschlagmittel bei den einbezogenen Arbeitsarten beurteilt werden. Die eingetragenen Bereiche zu den Meßwerten charakterisieren den tendenziellen Verlauf der dargestellten Beziehung.

Der spezifische (zeitbezogene) DK-Verbrauch bei den untersuchten Mobilkränen ist bekannterweise nahezu unabhängig vom Gutdurchsatz (Bild 1). Zurückzuführen ist dies auf das mit annähernd konstantem Betriebsdruck arbeitende hydraulische Antriebssystem beim TIH-445 DH sowie auf die beim T174-2 vorhandene Regeleinrichtung für die Förderanlage der Hydraulikpumpe, die einen nahezu konstanten Antriebskraftbedarf gewährleistet. Beim L-200 erhöht sich dagegen mit zunehmendem Durchsatz (identisch mit zunehmender Belastung), bedingt durch sein hydrodynamisches Betriebssystem, der zeitbezogene Kraftstoffverbrauch. Dieser ist durch die Fahr-Lade-Betriebsweise des Frontschaufelladers gegenüber der

Stand-Lade-Betriebsweise des Mobilkrans auch stärker von der Fahrbahnbeschaffenheit und den örtlichen Gegebenheiten, wie Manövrierraum, abhängig. Die relativ hohen Absolutwerte bei den Ladern resultieren aus den unbedeutenden Hilfszeitanteilen, so daß der DK-Verbrauch in der Zeitebene T_{02} nahezu identisch mit den Werten in der Grundzeit T_1 ist.

Die im Bild 2 ausgewiesenen Bereiche der Gutdurchsätze in Abhängigkeit von den einbezogenen Gutarten charakterisieren die Ausnutzung der Leistungsfähigkeit der Umschlagmittel. Die bei den Mobilkränen mit abnehmender Schütt- bzw. Lagerdichte sinkenden Gutdurchsätze weisen darauf hin, daß bei spezifisch leichten Gütern die projektierte Tragfähigkeit mit den Serienwerkzeugen nicht ausgenutzt wird. Aus technischer Sicht ungünstig in bezug auf die Ausnutzung der Tragfähigkeit ist auch der Einsatz des L-200 mit $1,5\text{-m}^3$ -Schaufel bei Gutarten mit Schütt- bzw. Lagerdichten um 1000 kg/m^3 .

Technologisch-organisatorische Gesichtspunkte, wie Kapazitätsabstimmung zwischen

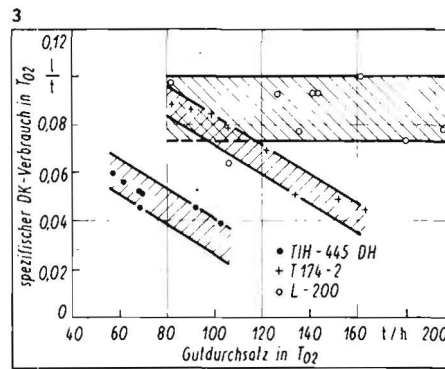
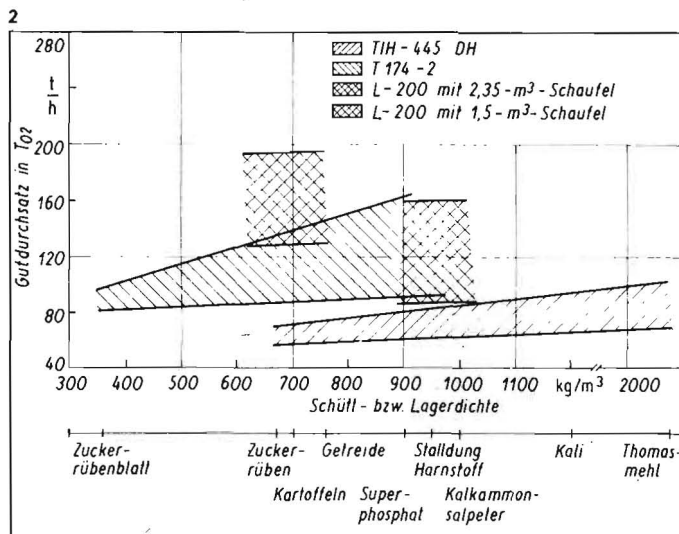


Bild 2. Erreichte Durchsatzbereiche in Abhängigkeit von der Schütt- bzw. Lagerdichte der einbezogenen Gutarten

Bild 3. Spezifischer (massebezogener) DK-Verbrauch in Abhängigkeit vom Gutdurchsatz

Bild 4. Spezifischer (zeit- und massebezogener) DK-Verbrauch und Gutdurchsatz beim Beladen in Abhängigkeit von verschiedenen Gutarten



Transport- und Umschlagmittel, rechtfertigen jedoch den Einsatz dieser Schaufelgröße im vorliegenden Fall.

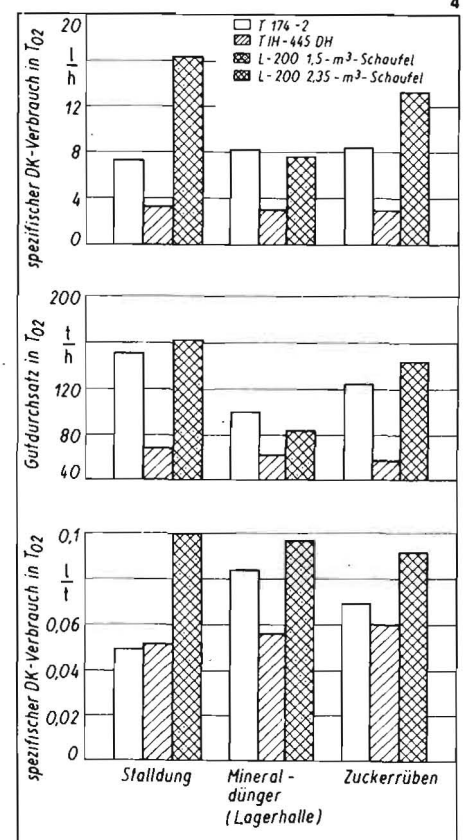
Die erreichbaren Durchsätze der Umschlagmittel bei den verschiedenen Arbeitsarten sind von einer Vielzahl von Einflußfaktoren abhängig. Bei den vorgestellten Untersuchungen waren dies besonders

- Bedingungen an der Umschlagstelle, wie Fahrbahn- und Bodenverhältnisse, örtliche Zuordnung Umschlaggut - Transporteinheit, Aufnahme- und Abgabehöhe
- Anpassung Umschlagaufgabe - Umschlagmittel sowie Werkzeug - Gutart (Auslastung der Tragfähigkeit)
- Anteile der Hilfszeiten an der Operativzeit T_{02} bei den verschiedenen Arbeitsarten
- Fahr- und Bedienweise.

Aus den o. g. Tatsachen resultiert auch die im Bild 2 dargestellte Breite der ermittelten Durchsatzbereiche. Ein Vergleich zwischen den Arbeitsarten Laden und Hochsetzen von Gütern ergab, daß beim Hochsetzen durchschnittlich etwas größere Durchsätze erzielt werden, der Unterschied zwischen Beladen und Hochsetzen hinsichtlich erreichter Durchsätze aber nicht signifikant ist.

Die massebezogene DK-Verbrauchskennzahl ist letztlich die entscheidende Kennzahl zur Charakterisierung der energetischen Effektivität. Sie wird beeinflusst von den beiden Kennzahlen zeitbezogener DK-Verbrauch und Gutdurchsatz.

Im Bild 3 ist der tendenzielle Verlauf des massebezogenen DK-Verbrauchs in Abhängigkeit vom Gutdurchsatz dargestellt. Bei den Mobilladern steigt mit abnehmendem Gutdurchsatz der massebezogene DK-Verbrauch aufgrund des nahezu konstanten zeitbezogenen DK-Verbrauchs über den Durchsatzbereich (vgl. auch Bild 1 und die vorherige Diskussion der den Durchsatz beeinflus-



senden Faktoren). Der hohe massebezogene DK-Verbrauch des Frontschaufelladers resultiert aus dem hohen zeitbezogenen DK-Verbrauch in Verbindung mit der größtenteils nicht ausgenutzten Tragfähigkeit der Maschinen (durchsatzmindernder Effekt).

Bei der Beurteilung der energetischen Effektivität sowie der Leistungsfähigkeit der Umschlagmittel ist zu berücksichtigen, daß der Umschlag eine Hilfsoperation im technologischen Prozeß darstellt und eine Einordnung in das Gesamtverfahren durch geeignete Kennzahlen vorgenommen werden muß. Die diskutierten Kennzahlen für die einbezogenen Umschlagmittel und für die Arbeitsarten Laden von Stallung, Mineraldünger und Zuckerrüben sollen gegenübergestellt werden. Die aufgeführten Arbeitsarten stellen Schwerpunkte bei den Umschlagarbeiten dar [7].

Grundlegende Ausführungen zu den ermittelten Bereichen der Kennzahlen erfolgten bereits anhand der Bilder 1 bis 3, so daß an dieser Stelle auf einige spezifische Details hinsichtlich der erreichten Werte für die Umschlagmittel und Gutarten Bezug genommen wird.

Bei der Gutart Stallung erreichte der T 174-2 den geringsten massebezogenen DK-Verbrauch aufgrund des hohen erzielten Gutdurchsatzes. Beim Frontschaufellader wurde durch die ungünstige Abstimmung Umschlagmittel-Arbeitswerkzeug (Auslastung der Tragfähigkeit gering) ein relativ geringer Durchsatz sowie durch den vorhandenen schlechten Bodenzustand ein hoher zeitbezogener DK-Verbrauch erreicht. Daraus resultierte ein hoher massebezogener DK-Verbrauch. Die Mobilkran TIH-445DH erweist sich hinsichtlich der energetischen Effektivität bei den betrachteten Gutarten als vorteilhaft. Dies resultiert offensichtlich aus dem technischen Grundprinzip dieses Laders, bei dem lediglich der Schwenkarm gedreht wird (beim T 174-2 wird dagegen der gesamte Oberwagen und beim Frontschaufellader die gesamte Maschine bewegt). Der TIH-445 DH hat aber durch die relativ geringe Tragfähigkeit entscheidende Nachteile bezüglich des erreichbaren Durchsatzes (Bild 4).

Beim Laden von Mineraldünger mit dem

L-200 wirkten sich die vorhandenen örtlichen Gegebenheiten (Lagerhalle mit ungenügendem Manövrierraum, so daß die Transportmittel außerhalb standen) negativ auf die Höhe des Durchsatzes und damit auch auf den massebezogenen DK-Verbrauch aus. Der beim Laden von Zuckerrüben mit dem T 174-2 erreichte Durchsatz ist hauptsächlich dem vergrößerten Korbgreifer (Volumen rd. 1,0 m³) zuzuschreiben. Die dadurch erreichte bessere Auslastung der Tragfähigkeit bewirkt einen niedrigeren massebezogenen DK-Verbrauch. Die hohe installierte Maschinenkapazität des Frontschaufelladers ist in den Beispielfällen nicht ausgenutzt worden. Daraus resultiert sein schlechteres Abschneiden in bezug auf die energetische Effektivität gegenüber den Mobilkränen.

4. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Über erste Ergebnisse und Erkenntnisse zu DK-Verbrauchsmessungen an mobilen Umschlagmitteln wurde berichtet. Gemessen wurde in der Operativzeit T₀₂ unter definierten Bedingungen, so daß eine Zuordnung des DK-Verbrauchs nach Umschlagmitteltyp und Arbeitsart gegeben war.

Die tendenziellen Verläufe der Beziehungen zwischen den Kennzahlen zur Einschätzung der energetischen Effektivität sowie der Leistungsfähigkeit der Umschlagmittel und ausgewählten Parametern wurden angegeben und diskutiert.

Zusammenfassend können folgende allgemeine Schlußfolgerungen abgeleitet werden:

- Zur Auslastung der vorhandenen Maschinenkapazität (besonders bei den Umschlagmitteln L-200 und T 174-2) und damit zur Sicherung einer hohen Effektivität ist eine gründliche Einsatzvorbereitung erforderlich, d. h. eine Kapazitätsabstimmung zwischen Umschlagmittel und Transportmitteln.

- Großen Einfluß auf die energetische Effektivität hat der erreichbare Durchsatz. Die den Durchsatz beeinflussenden und im Beitrag aufgeführten Faktoren sind deshalb bei Auswahl und Einsatz der Umschlagmittel zu berücksichtigen.

Beachtung verdient die Tatsache, daß bei den in die Untersuchungen einbezogenen spezifisch leichteren Gutarten die Maschinentragfähigkeit mit den vorhandenen Werkzeugen nicht ausgenutzt wird. Hieraus ergeben sich konkrete Forderungen an die Werkzeugentwicklung.

Frontschaufellader der untersuchten Größenordnung bedingen durch ihre Betriebsweise eine relativ große Manövriertfläche, Krane dagegen einen relativ hohen Manövrierraum. Das ist beim Einsatz in umbauten Räumen zu beachten.

- Bei der Nutzung der vorgestellten Kennzahlen für Kalkulationszwecke bzw. Richtwertermittlungen ist zu beachten, daß die Werte uneingeschränkte Gültigkeit nur für die speziellen Versuchsbedingungen haben sowie bei den zeitbezogenen Werten die Operativzeit T₀₂ als Zeitbasis genutzt wurde. Bei der Anwendung sind diese Werte ggf. um DK-Verbrauchsanteile für Motorlaufzeiten außerhalb der Operativzeit T₀₂ zu erweitern.

Literatur

- [1] Ehlich, M.; Huhn, W.: Der Transportaufwand der Landwirtschaft der DDR und Schwerpunkte für seine Verringerung. DDR-Verkehr, Berlin 18 (1985) 1, S. 8-11.
- [2] Huhn, W.; Kremer, H.: Zur Effektivität mobiler Umschlagmittel in LPG(P) und ACZ. Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, Arbeitsmaterial 1983 (unveröffentlicht).
- [3] Kraftstoffverbrauch für Bau- und Meliorationsmaschinen. VEB Ingenieurbüro für Meliorationen Bad Freienwalde, Katalog 1981.
- [4] Sparsamer Einsatz von Dieseldieselkraftstoff in der Pflanzenproduktion, Richtwerte für den DK-Verbrauch. Markkleeberg: agrabuch 1982.
- [5] Schmid, H.: Zeitgliederung für Transport und Umschlag in der Landwirtschaft. agrartechnik, Berlin 27 (1977) 7, S. 297-300.
- [6] Wreßnig, G.: DK-Verbrauchswerte für mobile Umschlagmittel. Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, Arbeitsmaterial 1983 (unveröffentlicht).
- [7] Huhn, W.; Kremer, H.: Zur Ausnutzung mobiler Umschlagmittel in LPG(P) und ACZ. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 8, S. 342-344.

A 4403

Einsatz von Sonnenenergie in Heubelüftungsanlagen

Dipl.-Ing. K. Swieczkowski, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR
 Dr. agr. K.-H. Stengler, KDT, VEB Kombinat Landtechnik Suhl
 Dr.-Ing. A. Trogisch, KDT/Dr. rer. nat. H. Lippold, KDT, VEB Kombinat Luft- und Kältetechnik Dresden,
 Stammbetrieb Forschung und Entwicklung

1. Aufgabenstellung

Zahlreiche Forschungsarbeiten in den vergangenen Jahren hatten die Erhöhung der Heuproduktion und -qualität sowie die Senkung des Material-, Energie- und Arbeitskräftaufwands zum Ziel. In deren Ergebnis wurden neue Maschinen und Verfahren in die Praxis eingeführt. Für das Mähen und Aufbereiten stehen künftig der Schwadmäher E 303 mit Breitablage sowie leistungsfähige Anbaumähwerke zur Verfügung. In Verbindung mit dem Rotorwender RW 4/415 ermöglichen sie eine hohe Ausnutzung der Sonnen- und Windenergie bei der Vortrocknung. Zur

Ernte können der Ladewagen HTS 71.04 und Pressen (ohne Bindung) mit der vorhandenen Transporttechnik eingesetzt werden. Das Ein- und Auslagern erfolgt mit mobilen

Umschlagmitteln. Eine Vorzugslösung ist der Frontlader FL 600 zum Traktor MTS-50, der auch zur Auslagerung verwendet werden kann. Zur Belüftungstrocknung dient das ent-

Bild 1
 Sonnenkollektorprinzipie;
 1 durchsichtige Platte,
 2 Isolation, 3 schwarzer Absorber, 4 Röhre zur Wärmeübertragung, 5 Luftschicht zur Wärmeübertragung

