

Mobilkran TIH-445 DH mit zusätzlichem elektrischem Antrieb für die Arbeitshydraulik

Dipl.-Ing. H. List, KDT/Ing. R. Kühne/Dipl.-Ing. W. Helmholz, KDT
Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock der AdL der DDR

1. Einführung

In der Landwirtschaft der DDR ist auch in den nächsten Jahren eine Steigerung der Erträge bei gleichzeitiger Senkung des Produktionsverbrauchs zu erzielen. An den Bereich Transport, Umschlag und Lagerung (TUL) als nichtproduzierenden Teil des gesamten Reproduktionsprozesses wurde dabei die hohe Forderung einer Aufwandsenkung von 25% gestellt [1]. Aufwendungen bei TUL-Operationen in der Pflanzenproduktion sind jedoch derzeit untrennbar mit dem Einsatz von flüssigen Kraftstoffen, hauptsächlich Dieseldieselkraftstoff (DK), verbunden. Waren in den vergangenen Jahren bereits drastische Einsparungen an DK notwendig, so wird diese Tendenz in den nächsten Jahren vor allem für den Bereich TUL erhalten bleiben. 70% der erforderlichen Einsparungen an DK in der Landwirtschaft waren bzw. sind über die Rationalisierung in diesem Bereich zu erwirtschaften [2].

Der überwiegende Teil der DK-Einsparungen wird über die betriebs- und transportorganisatorischen Maßnahmen, Transportoptimierung und Maßnahmen der optimalen Standortverteilung erreicht werden. Jedoch gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, auch durch technische Veränderungen bzw. Ergänzungen an Transport- und Umschlagmitteln den DK-Verbrauch je Fahrzeug zu senken. Auf dieser Grundlage wurde in Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock und dem VEB Energiekombinat Dresden eine Entwicklung betrieben, den Mobilkran TIH-445 DH mit einem Elektroantrieb (E-Antrieb) zu versehen (Bild 1).

2. Einsatzmöglichkeiten für Mobilkrane mit E-Antrieb in der Landwirtschaft

Durch die Nachrüstung von Mobilkranen mit E-Antrieb sind einerseits absolute Einsparungen an DK möglich. Andererseits sind jedoch damit bestimmte Aufwendungen verbunden. Für die Beurteilung der Einsetzbarkeit solcher Krane in landwirtschaftlichen Betrieben ist somit konkret die Einsatzökonomie zu überprüfen, d. h. einzuschätzen, ob ein ausreichendes Aufgabenspektrum vorhanden ist.

Zur Ermittlung der Einsatzmöglichkeiten von elektrisch betriebenen Mobilkranen sowie deren Auslastung wurde deshalb eine entsprechende Umfrage in landwirtschaftlichen Betrieben ausgelöst [3]. Die wichtigsten Ergebnisse waren:

- Unter den Landwirtschaftsbetrieben besteht ein differenziertes Interesse an elektrisch angetriebenen Mobilkranen entsprechend der Spezifik ihrer Umschlagaufgaben. Vor allem ACZ und Tierproduktionsbetriebe sind hierbei als potentielle Anwender anzusehen.
- Nachhaltig gefordert wird eine auch bei E-Varianten in uneingeschränktem Umfang erhaltene Mobilität der Krane sowie der kombinierte E-/Dieselantrieb für die Arbeitshydraulik (Hybridantrieb). Vollständig

dig auf E-Antrieb umgerüsteten Mobilkranen werden wenig Einsatzchancen eingeräumt (wenn überhaupt, dann vorzugsweise Batteriesatz als Energiequelle).

- In Betrieben der Tierproduktion bestehen Einsatzmöglichkeiten vor allem für umgerüstete TIH-445. Diese Mobilkrane sind für ACZ und die meisten Pflanzenproduktionsbetriebe wegen ihres relativ geringen Durchsatzes von untergeordneter Bedeutung, was jedoch einen Einsatz umgerüsteter TIH-445 in diesen Betrieben nicht ausschließt.

Haupt Einsatzfälle für E-Krane in der Landwirtschaft sind:

ACZ

- Düngemittel laden, hochsetzen in Düngerehallen und auf Freiflächen
- Zuckerrüben laden und hochsetzen auf großen Zwischenlagerplätzen
- Waggonbe- und -entladung am Anschlußgleis

Tierproduktion

- Futter laden an Stallanlagen
- Stallung laden und hochsetzen an Stallanlagen

Pflanzenproduktion

- Silage laden in Horizontalsilo
- Zuckerrüben laden und hochsetzen auf geeigneten Zwischenlagerplätzen
- Kartoffeln auslagern aus Großmieten
- Stallung laden und hochsetzen auf geeigneten Flächen.

Hinzu kommen für alle Betriebe Einsatzmöglichkeiten bei der Bewältigung verschiedener Hilfsprozesse, wie z. B. Kohle laden.

3. Zu erwartende DK-Einsparung beim E-Antrieb am TIH-445

Durch den eindeutigen Positionsbezug der Praxisbetriebe gegen eine vollständige Umrüstung von Mobilkranen auf E-Antrieb wurde im weiteren Verlauf der Bearbeitung diese Variante ausgeschlossen und nur noch der Hybridantrieb als Aufgabenstellung verfolgt. Der Fahrtrieb bleibt dabei weiterhin dieselmotorisch. DK-Einsparungen lassen

sich somit nur während des Ladebetriebs des Krans erreichen. Aus diesem Grund wurden meßtechnische Untersuchungen zum Leistungsbedarf für die Durchführung der hydraulisch angetriebenen Bewegungsabläufe durchgeführt [4], mit deren Ergebnissen es möglich ist, zu erwartende Einsparungen, die sich aus dem E-Betrieb ergeben, im vorab zu quantifizieren und eine zielsichere Aussage über die Dimensionierung des E-Motors zu treffen. Die Untersuchungen erfolgten unter praxisnahen Bedingungen bezüglich der veränderlichen Parameter Belastung, Hubhöhe und Reichweite.

Erk und Mädler [4] ermittelten als DK-Verbrauch für ein Arbeitsspiel bei 350 kg Nutzmasse 32 ml. Durch Überlagerung verschiedener Arbeitsbewegungen ist es möglich, den Verbrauch geringer zu halten. Als Verbrauchsrichtwert kann 1 ml/s Arbeitsspielzeit gelten.

Mit Hilfe von Analysewerten zum Einsatz mobiler Umschlagmaschinen [5, 6] lassen sich für den Einsatz des Mobilkrans TIH-445 die DK-Einsparungen errechnen. Ausgangspunkt für die Berechnung sind folgende Parameter:

- mittlere jährliche Einsatzzeit (T_{08}) 1350 h
- mittlerer Durchsatz in T_{08} 15 t/h
- mittlere jährliche Umschlagmenge 20250 t.

Die bei der o. g. Umfrage eingeschätzte Auslastbarkeit des TIH-445 in LPG Tierproduktion beträgt 85 bis 90%. Vorsichtiger kalkuliert mit rd. 75%, ergeben sich damit für den E-Betrieb:

Einsatzzeit 1 000 h
Umschlagmenge 15 000 t.

Unter diesen Bedingungen könnten nach Umrüstung auf E-Antrieb je Kran etwa 950 bis 1000 l DK eingespart werden. Weiterhin haben die Untersuchungen ergeben, daß bei Belastungen mit 1000 kg am Lasthaken die Leistungsaufnahme der Hydraulik bei verschiedenen Bewegungsabläufen bis zu



Bild 1
Umgerüsteter Mobilkran TIH-445
(Foto: G. Schmidt)

14,5 kW beträgt. Unter Berücksichtigung der nur selten auftretenden höheren Belastungen und der Tatsache, daß Kurzschlußläufer-Motoren aufgrund ihrer günstigen Kennlinie kurzzeitig bis auf das 2fache ihrer Nennleistung überlastet werden können, wurde der E-Antrieb mit 15 kW dimensioniert.

4. Beschreibung der Lösung

4.1. Voraussetzungen durch vorhandene Hydraulikanlage

Die im TIH-445 vorhandene Hydraulikanlage [7] besteht aus zwei voneinander unabhängigen Kreisläufen mit gemeinsamem Rücklaufilter. Der Ölstrom wird durch je eine Zahnradpumpe erzeugt. Im ersten Kreislauf für Hauptausleger, Knickausleger, rechte Abstützung und Arbeitsgerät befindet sich die Zahnradpumpe PH 14 mit einem Förderstrom von 60 l/min. Im zweiten Kreislauf für Drehwerk, Drehkopf und linke Abstützung ist die Pumpe C 22 X mit einem Förderstrom von 15 l/min eingebaut. Die o. g. Förderströme der Zahnradpumpen werden bei der Antriebsmotordrehzahl $n = 2200 \text{ min}^{-1}$ erreicht. Entsprechend der Bedienanleitung des Herstellers wird die Arbeitshydraulik des TIH-445 DH mit einer Antriebsmotordrehzahl von 1500 min^{-1} betrieben. Daraus ergeben sich vorhandene Förderströme für den Kreislauf mit der Zahnradpumpe PH 14 von rd. 40 l/min und für den Kreislauf mit der Zahnradpumpe C 22 X von rd. 10 l/min.

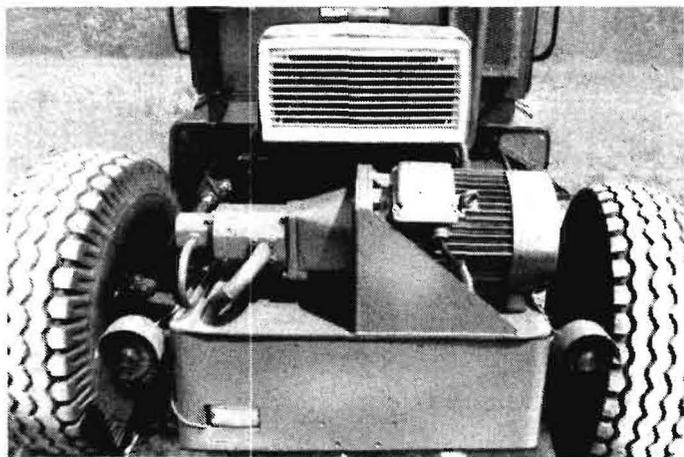
4.2. Aufbau der veränderten Hydraulikanlage

Für den elektrischen Antrieb der Arbeitshydraulik ist es notwendig, zwei weitere Zahnradpumpen kombiniert mit einem entsprechenden E-Motor zu installieren [8]. Dies liegt im Aufbau der o. g. vorhandenen Hydraulikanlage und dabei vor allem in der differenzierten Anordnung der Originalzahnradpumpen begründet. Die durch die installierten Zahnradpumpen erzeugten Ölströme werden über Rohr- und Schlauchleitungen in die Originalkreisläufe geleitet. Beide Pumpenpaare der jeweiligen Antriebsart sind gegeneinander durch Rückschlagventile abgesichert. Dadurch ist ein wahlweiser Elektro- oder Dieselantrieb der Arbeitshydraulik ohne Umschaltventile möglich, und die Zahnradpumpen sind gegen Fehlbedienung gesichert. Entsprechend den tatsächlichen Förderströmen der Originalpumpen bei Betriebsdrehzahl des Motors wurde die Zahnradpumpenkombination mit 40 l/min + 10 l/min dimensioniert. Der Antrieb erfolgt über einen 15-kW-Elektromotor (1450 min^{-1}). Die Pumpenkombination mit E-Motor ist auf der entsprechend reduzierten Ballastmasse des TIH-445 DH montiert (Bild 2).

4.3. Elektroinstallation

Die für den E-Betrieb erforderliche Elektroinstallation ist außen an der Fahrerkabine untergebracht. Ein Drehrichtungsschalter gewährleistet bei unterschiedlicher Polung der Steckdosen die richtige Drehrichtung des Motors. Entsprechend den gesetzlichen Grundlagen (DDR- bzw. RGW-Standards) ist in der Elektroinstallation ein Trenntrafo 380/220 V vorhanden, um die geforderte Betriebsspannung von 220 V zu gewährle-

Bild 2
Anordnung der Pumpenkombination mit E-Motor auf dem Mobilkran
(Foto: G. Kotte)



sten. Als Schutzmaßnahme wird die Nullung angewendet. Zur weiteren Absicherung gegen elektrische Unfälle wird die Verwendung eines Kabels mit einer Länge bis max. 80 m vorgeschrieben (freie Länge Netzanschluß – Steckdose/Mobilkran). Sollte im Bedarfsfall ein längeres Kabel notwendig sein, ist vor Inbetriebnahme des Krans unbedingt eine Messung des Schleifenwiderstands des Kabels durchzuführen, von deren Ergebnis eine Freigabe des Krans für den jeweiligen Einsatz abhängt.

5. Erprobungsergebnisse

Das erste umgerüstete Muster des Mobilkrans TIH-445 befindet sich seit Anfang April 1983 in der Erprobung bzw. im Einsatz. Die hauptsächlichste Umschlagarbeit war das Beladen von Fahrzeugen. Ein weiteres, in Rumänien hergestelltes Muster durchläuft z. Z. die staatliche Eignungsprüfung in der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim.

Die wichtigsten Ergebnisse werden wie folgt zusammengefaßt [9, 10]:

- Während des gesamten Erprobungszeitraums trat keine funktionelle Störung auf.
- Die tatsächliche maximale Leistungsaufnahme wurde mit 18,7 kW festgestellt (beide Pumpen gleichzeitig gegen Überdruckventil). Die mittlere Leistungsaufnahme während des Ladebetriebs beträgt etwa 7 bis 9 kW.
- Die Arbeitsgeschwindigkeit ist den Werten, die mit einer Motordrehzahl des Dieselmotors von 1500 min^{-1} erreicht werden, in etwa vergleichbar. Es tritt nur eine geringfügige Durchsatzverringern ein.
- Die Lärmemission ist gegenüber der Dieselvariante geringer, hingegen sind die Werte für mechanische Ganzkörperschwingungen etwas günstiger, wobei im wesentlichen die zulässigen Grenzwerte eingehalten werden.

6. Schlußbemerkungen

Die vorgestellte Lösung zur Nachrüstung des Mobilkrans TIH-445 mit einem zusätzlichen elektrischen Antrieb für die Arbeitshydraulik ist ein Ergebnis nutzbringender Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Volkswirtschaftsbereichen.

Im Interesse einer möglichst breitenwirksamen Nutzung dieses Hybridantriebs wurde die Lösung in Form eines Übergabevertrags dem Kranhersteller – Landmaschinenfabrik

„7. Oktober“ Craiova (SR Rumänien) – übergeben. Dabei wurde sowohl die Lieferung von komplett als Hybridvariante gefertigten Mobilkränen als auch von Nachrüstätzen für bisher ausgelieferte TIH-445DH vereinbart. Die staatliche Eignungsprüfung wird voraussichtlich nach Erfüllung der Nachbeauftragung durch das Staatliche Amt für Technische Überwachung im Jahr 1986 abgeschlossen, so daß mit der Bereitstellung von Hybridantrieben für den TIH-445DH durch den VEB agrotechnic Taucha 1986 zu rechnen ist. Die Nachrüstung von Mobilkränen darf nur von Werkträgern ausgeführt werden, die vom Staatlichen Amt für Technische Überwachung dafür zugelassen sind.

Literatur

- [1] Mührel, K.: Mündliche Information während einer Beratung der FKG „TUL-Prozesse in der Landwirtschaft“ am 1. März 1983 in Meißen.
- [2] Mührel, K.: Aufgaben bei der Rationalisierung der TUL-Prozesse unter besonderer Berücksichtigung des sparsamen Energieeinsatzes in der Landwirtschaft. Vortrag zur Tagung „Rationalisierung der TUL-Prozesse“ am 25. März 1982 in Leipzig.
- [3] List, H.: Technologisch-ökonomische Kozeption für die Mobilkrane T 174-2 und TIH-445 mit E-Antrieb. FZM Schlieben/Bornim, Arbeitsmaterial 1982 (unveröffentlicht).
- [4] Erk, W.; Mädler, K.-H.: Untersuchungen über zu erwartende Einsparungen an Dieseldieselkraftstoff durch Umrüsten von Mobilkränen auf Elektroantrieb. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1982.
- [5] List, H.: Analyse von Umschlagprozessen in der Landwirtschaft und Schlußfolgerungen für die Rationalisierung der Umschlagprozesse. agrartechnik, Berlin 29 (1979) 2, S. 76–78.
- [6] Huhn, W.; List, H.: Bedarf an Mobilkränen in der Landwirtschaft bis 1985 und Entscheidungshilfe für Neuzuführung der Krane T 174. FZM Schlieben/Bornim, Arbeitsmaterial 1981 (unveröffentlicht).
- [7] Bedienanleitung zum Mobilkran TIH-445DH (IV. Ausgabe). Traktorenwerk Brasov (SRR), 1983.
- [8] Gottschalch, S., u. a.: Zusätzlicher Elektroantrieb für die Arbeitshydraulik des Mobildrehkrans TIH-445DH. VEB Energiekombinat Dresden, Dokumentation 9204/82, 1983.
- [9] List, H.; Kühne, R.; Kretschmer, R.: Erprobungsbericht zum Mobilkran TIH-445DH mit Elektro-Antrieb. VEB Energiekombinat Dresden, Arbeitsmaterial 1983 (unveröffentlicht).
- [10] Garz, W.: Stellungnahme zur NVE „Zusätzlicher elektrischer Antrieb ...“. ZPL Potsdam-Bornim, 1983.

A 3824