

Fragen der Elektrifizierung ortsveränderlicher Feldarbeiten

Von S. W. STSCHUROW, Moskau¹⁾

DK 621.335.53:631.51

In der Sowjetunion laufen schon seit mehreren Jahrzehnten Bestrebungen, die Elektroenergie zum Antrieb der Maschinen auf dem Felde zu benutzen. Gegenüber den Kraftstoffschleppern hat der Elektroschlepper neben der leichteren Bedienbarkeit noch den Vorteil, daß jeder Transport und jede Lagerung von flüssigem Kraftstoff entfällt. Untersuchungen haben ergeben, daß der Elektroschlepper auch in seiner Arbeit dem mit Kraftstoff betriebenen Schlepper überlegen ist. Andererseits ist der Betrieb eines Elektroschleppers an das Vorhandensein eines leistungsfähigen Überlandstromnetzes gebunden.

Im nachstehenden Aufsatz werden die technischen Möglichkeiten für die Anwendung der Elektroenergie bei Feldarbeiten beschrieben und die Betriebskosten von Elektro- und Dieselschlepper gegenübergestellt. Die Redaktion

Neben der Konstruktion von Elektroeilflugaggregaten wurde in der Sowjetunion intensiv auch an der Entwicklung von Elektroschleppern und elektrifizierten Maschinen gearbeitet, die über ein biegsames Kabel mit Elektroenergie versorgt werden. Eine der ersten Konstruktionen dieser Art war der selbstfahrende Elektropflug von PRECHT. Dieser Pflug wurde 1923 auf der landwirtschaftlichen Ausstellung in Moskau vorgeführt. Weitere Elektroschlepper wurden von Prof. DIDEBULIDSE, Ing. KRASNOW u. a. entwickelt. Bei diesen Ausführungen war jedoch das Problem der Übertragung der Elektroenergie auf die fahrende Maschine konstruktiv schlecht gelöst.

1937 gelang es zwei Mitarbeitern des Unionsforschungsinstituts für die Elektrifizierung der Landwirtschaft (WIESCh), einen arbeitsfähigen Elektroschlepper mit Kabelanschluß zu entwickeln. Von 1937 bis 1948 entwickelte und prüfte das WIESCh acht Ausführungen solcher Elektroschlepper unter ständiger Verbesserung ihrer Konstruktion. Langjährige Betriebsversuche mit diesen Schleppern bewiesen, daß es durchaus möglich ist, mit ihnen eine große Anzahl von ortsveränderlichen Feldarbeiten auszuführen.

1949 wurden 30 Elektroschlepper ET-5 gebaut und einigen MTS überwiesen. Es folgte der Beschluß über die Schaffung von Elektromaschinen- und Schlepperstationen (EMTS), in denen Elektroaggregate den Hauptteil des Schlepperparks bilden müssen. Die erste EMTS begann im Frühjahr 1954 mit den im Vergleich zum ET-5 verbesserten Elektroschleppern ChTS-12 M (Bild 1) zu arbeiten. Die Elektroschlepper bewältigten von 1949 bis 1954 eine Arbeitsleistung von mehr als 120 000 ha mittleres Pflügen. Außerdem wurden mit den Elektroschleppern etwa 20 verschiedene andere Feldarbeiten verrichtet.

Zum Elektroschlepperaggregat gehören ein schwerer Elektro-raupenschlepper mit einem 44-kW-Motor für 1000 V, ein Kabel von 800 m Länge, ein Kabelwagen mit einem Zusatzkabel von

¹⁾ Aus Совхозное производство (Die Sowchos-Produktion) Moskau (1954) H. 8, S. 53 bis 61 (Auszug). Übers.: Dipl.-Ing. W. BALKIN.

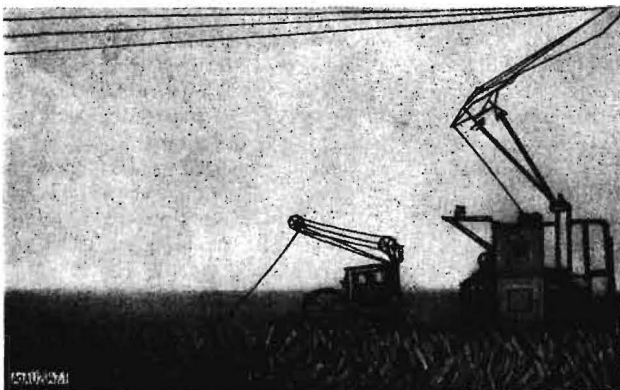


Bild 1. Elektroschlepper ChTS-12 M und fahrbare Transformatorstation PMA-75

gleichfalls 800 m Länge und ein fahrbarer Transformator für 75 kVA (Bild 1) und 10,0/1,0 kV.

Die Freileitung zur Speisung der Transformatoren mit Drehstrom von 10 000 V werden an den Feldrändern, längs der Wege usw. verlegt. Der Abstand zwischen den Freileitungen beträgt meistens etwa 1500 m. Von einer Anschlußstelle des Transformators aus kann der Elektroschlepper eine Fläche von 200 ha bearbeiten, wonach der Transformator längs der Freileitung versetzt werden muß.

Auf Grund langjähriger praktischer Erfahrungen mit Elektroschleppern lassen sich die Bedingungen für ihren Einsatz feststellen und ihre technischen und wirtschaftlichen Kennwerte ermitteln.

Die Erfahrung zeigt, daß die Voraussetzung guter Arbeit mit Elektroschleppern eine zuverlässige und störungsfreie Elektroversorgung ist. Darum lassen sie sich hauptsächlich in solchen Betrieben erfolgreich anwenden, die ihren Strom nicht selbst erzeugen, sondern von Überlandkraftwerken und Energieversorgungssystemen beziehen.

Für die Anwendbarkeit der Elektropflüge ist auch das Gelände-profil wichtig. Ein glattes, durch keine Bodenfallen durchfurchtes Profil ist für die Arbeit von Elektroschleppern und anderen elektrifizierten ortsveränderlichen Maschinen wünschenswert, weil diese Maschinen eine geringere Manövrierfähigkeit besitzen als Maschinen mit Verbrennungsmotoren. Das Bodenprofil ist auch deshalb wichtig, weil es in bedeutendem Maße die Größe und die Form der einzelnen Felder bestimmt, auf denen die Elektroaggregate arbeiten müssen.

Die zu bearbeitenden geschlossenen Feldmassive, d. h. die durch keine Schluchten, Bewässerungskanäle, Waldstreifen und andere Hindernisse zerschnittenen Flächen, müssen nach Möglichkeit rechtwinklig sein. Sie müssen etwa 100 ha umfassen, weil gerade eine Fläche von dieser Größe (auf einer Seite der Freileitung) von einem Elektroschlepper mit Kabelwagen ohne Verlagerung des Transformators bearbeitet werden kann.

Die Furchenlänge senkrecht zur Freileitung soll 750 bis 800 m betragen. Die Furchenlänge parallel zur Freileitung soll zweimal so groß sein, da die spezifische Ausdehnung der Freileitungen (Freileitungslänge je Flächeneinheit) bei diesem Verhältnis am geringsten ist. Diese Größen und Formen soll man anstreben, zumindest jedoch Felder von sehr unregelmäßiger und schiefer Form vermeiden. Man kann auch kleinere Flächen als angegeben zum Elektropflügen heranziehen; die Summe aller 100 ha großen Felder soll jedoch 65 bis 75% der gesamten elektrisch bearbeiteten Fläche nicht unterschreiten. Auch die Furchenlänge kann etwas verringert werden, d. h., man kann von 750 auf 700 bzw. von 1500 auf 1400 m herabgehen. Die Furchen auf 900 bzw. 1800 m zu verlängern ist unzweckmäßig, da dieses zusätzliche Freileitungen erforderlich machen und ihre spezifische Ausdehnung stark erhöhen würde. Wenn es nicht möglich ist, Felder mit einem Seitenverhältnis von 1:2 abzustecken, so müssen Feldlänge und Feldbreite jedenfalls der

Kabellänge gleich oder ein ganzes Vielfaches von ihr sein (750 bis 800 m, 500 bis 1600 m usw.). Wenn die aufgezählten Forderungen erfüllt werden, ist auch das Ergebnis der Elektrifizierung der ortsveränderlichen Feldarbeiten gut.

Ein Hauptvorteil der Elektroschlepper gegenüber den Verbrennungsmotorschleppern ist die Ersparnis flüssigen Kraftstoffs; denn zur Elektrifizierung der ortsveränderlichen Feldarbeiten wird nicht nur jetzt, sondern auch in Zukunft in erster Linie elektrischer Strom aus Wasserkraftwerken verwendet werden. Theoretisch ergibt sich je Hektar bearbeiteten Bodens beim Ersatz des Schleppers DT-54 durch einen Elektroschlepper eine Ersparnis von 11,7 kg Kraftstoff und beim Ersatz des Schleppers STS-NATI eine Ersparnis von 18 kg Kraftstoff. Für das Pflügen bearbeiteten Bodens verbraucht der Elektroschlepper je ha im Mittel 45 bis 50 kWh, d. h. jede für das Elektropflügen aufgewendete kWh ergibt eine Ersparnis von 250 bis 400 g flüssigen Kraftstoffs. Außerdem wird Laderaum für den Transport von Kraftstoff gespart.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil des Elektroschleppers ist die Verbesserung der Arbeitsbedingungen des Bedienungspersonals. Der Elektroschlepper braucht nicht Kraftstoff und Wasser zu tanken, sondern keine Auspuffgase ab und ermöglicht nachts eine gute Beleuchtung des Feldes. Eine weitere gute Eigenschaft der Elektroschlepper ist die Gleichmäßigkeit ihrer Bewegung und ihre hohe Überlastungsfähigkeit. Das gewährleistet eine gleichmäßige Arbeitstiefe unabhängig vom spezifischen Bodenwiderstand. Vergleichsprüfungen mit Verbrennungsmotorschleppern und Elektroschleppern auf verschiedenen Schlägen haben die Überlegenheit der Elektroschlepper ergeben.

Tabelle 1

| | Elektroschlepper ET-5 [%] | Dieselschlepper STS-NATI [%] |
|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Pflügen, insgesamt | 73,2 | 71,4 |
| darunter Stürzen und Schälern | 63,4 | 47,8 |
| Stillstände | 26,8 | 28,6 |
| insgesamt | 100,0 | 100,0 |

Unter normalen Arbeitsbedingungen ist die Schichtleistung eines Elektroschleppers der Schichtleistung eines gleich starken Verbrennungsmotorschleppers gleich und manchmal sogar höher.

Tabelle 1 enthält Angaben über prozentuale Ausnutzung der Arbeitszeit mit einem Elektroschlepper ET-5 im zweiten Jahr seines Einsatzes.

Bei der Elektrifizierung stationärer Arbeiten ersetzt die Elektrizität meist die Handarbeit oder die Gespannzugkraft (z. B. in der Viehwirtschaft) und erhöht wesentlich die Arbeitsproduktivität. Bei der Elektrifizierung ortsveränderlicher Feldarbeiten ersetzt jedoch der Elektroschlepper den Verbrennungsmotorschlepper, der bereits eine technisch vollkommene Maschine ist. Es werden mit Ausnahme des Kippfluges vorläufig die gleichen Geräte benutzt. Trotzdem ergeben die Erfahrungen mit den z. Z. benutzten Elektropflügen, daß sie die Arbeitsproduktivität um 15% erhöhen.

Tabelle 2 enthält eine Gegenüberstellung der Selbstkosten für das Pflügen eines Hektars bearbeiteten Bodens mit Elektropflügen und mit Verbrennungsmotor-Pflügen bei Serienfertigung der Elektropflüge und normaler Belastung der elektrischen Einrichtungen.

Die in der Tafel angegebenen Stromkosten sind im Vergleich zu den Kraftstoffkosten sehr hoch. Das erklärt sich dadurch, daß es z. Z. noch keinen speziellen Stromtarif für ortsveränderliche Feldarbeiten gibt. Für alle Arten landwirtschaftlichen Kraftstromverbrauchs gibt es in der Sowjetunion nur den Einheits-

Tabelle 2

| | Elektroschlepper ChTS-12-M [Rubel/ha] | Dieselschlepper DT-54 [Rubel/ha] |
|--|---|--|
| A. Direkte Ausgaben | | |
| Strom (19 Kopeken/kWh) | 10,00 | — |
| Kraftstoff | — | 4,37 |
| Reparaturen (Generalüberholung, laufende Reparaturen und Wartung) | 5,91 | 4,79 |
| Darunter | | |
| am Schlepper | 3,61 | 4,79 |
| am Kabel | 1,62 | — |
| am Transformator | 0,52 | — |
| am Kabelwagen | 0,16 | — |
| Arbeitslohn | 7,15 | 7,65 |
| B. Kraftstoff- und Wasserverbrauch | | |
| Ausgaben für den Transport des Kraftstoffes von Kraftstofflager zur MTS (ohne Reparaturen) | — | 0,32 |
| Reparaturen im Kraftstofflager der MTS | — | 0,35 |
| Reparaturen an Kraftstoff-Beförderungsmitteln | — | 0,43 |
| Zufuhr von Kraftstoff und Wasser zu den Schleppern | — | 2,20 |
| Darunter | | |
| Arbeitslohn | — | 0,20 |
| Kosten des Gespanns | — | 1,80 |
| Weitere Ausgaben (Reparaturen) | — | 0,20 |
| C. Freileitung | | |
| Arbeitslohn | 0,09 | — |
| Weitere Ausgaben (Reparaturen) | 0,65 | — |
| Gesamtausgaben | 23,80 | 20,11 |

tarif von 19 Kopeken je kWh. Für die Versorgungsgebiete großer Wasserkraftwerke, in denen die Elektroschlepper bevorzugt angewendet werden sollen, kann der Stromtarif für Elektroschlepper wesentlich gesenkt werden.

Bei einem Tarif von 8 bis 9 Kopeken für die kWh (auch dieser Tarif erreicht entsprechend den Energieselbstkosten großer Wasserkraftwerke noch nicht die Mindestgrenze) sind die Stromkosten für das Pflügen eines Hektars bearbeiteten Bodens genau so hoch wie die Kosten der entsprechenden Menge Kraftstoff, die Gesamtselbstkosten des Pflügens mit Elektropflügen jedoch niedriger als die Selbstkosten des Pflügens mit Verbrennungskraftmaschinen.

Auch die Reparaturkosten der Elektroschlepper sind niedriger als die Reparaturkosten der Verbrennungsmotor-Pflüge, da die Elektromotoren eine längere Zeit betriebsfähig bleiben. Die übrigen Ausgaben hängen in großem Maße von den Anschaffungskosten des Elektropflugaggregats, von der Lebensdauer des Kabels, das immer noch das empfindlichste Element des Aggregats ist und von der Auslastung der elektrischen Einrichtungen, insbesondere der Freileitungen, ab.

Um die Elektrizität für ortsveränderliche elektrische Feldarbeiten rationell ausnutzen zu können, muß neben den bereits vorhandenen großen Elektroraupenschleppern (ET-5, ChTS-12 M, ChTS-15) noch ein mittelstarker selbstfahrender Elektropflug, der auch für Hackarbeiten verwendet werden kann, und andere elektrifizierte Maschinen (Mähmaschinen, Kartoffelerntemaschinen u. a.) geschaffen werden. Die Verwendung des elektrischen Stroms für ortsveränderliche Feldarbeiten hat, wie die Erfahrung zeigt, eine sehr große volkswirtschaftliche Bedeutung, verlangt aber im Vergleich zu ortsfesten Arbeiten ein großes zusätzliches Freileitungsnetz und die Vergrößerung des Umspannwerkes. Und diese zusätzlichen Anlagen müssen maximal ausgelastet werden. Die Vorbedingung für diese Zwecke ist die Verbesserung der bestehenden und die Schaffung neuer Elektroschlepper und elektrifizierter Ackermaschinen sowie die Vermittlung der mit ihnen gemachten Erfahrungen an alle interessierten Kreise²⁾. AÜ 2047

²⁾ Siehe auch Aufsatz H. ALMERS u. J.-H. FRIEDRICH: H. 2 und 3 (1955) S. 51 bis 55 und S. 101 bis 107.