

Elektrifizierung der Landwirtschaft in der Sowjetunion. Teil II¹⁾

Bericht über eine in der Zeit vom 26. September bis 12. Oktober 1955 durchgeführte Exkursion einer Expertengruppe der ECE

DK 63: 621.311.2 (47): (079.3)

Von Dr.-Ing. H. ALMERS und Dipl.-Ing. J.-H. FRIEDRICH, Institut für Energetik Halle

5 Mechanisierung der Außenwirtschaft

Die Bodenbearbeitung und Erntebearbeitung ist nahezu 100% igit mechanisiert. Dabei herrscht der Dieselmotorschlepper mit einer Vielzahl von Anhängegeräten vor. Für die Ernte sind Mäh-drescher und Vollerntemaschinen für alle Zwecke entwickelt worden.

5.1 Elektropflug und Elektromähdrescher

Andererseits fehlt es nicht an Versuchen, die Elektroenergie für den Antrieb von Schleppern und Mähdreschern einzusetzen. Diese Bemühungen werden von dem auf diesem Gebiet bekannten Prof. Listow besonders gefördert. Die Delegation hatte Gelegenheit, Elektroschlepper auf der Allunions-Ausstellung in Moskau, auf dem Kolchos Neterepki und im Institut auf der Insel Chortiza zu sehen (Bild 7).

Die Stromversorgung erfolgt in allen Fällen über ein Hochspannungskabel von 1200 V, das sich auf eine auf dem Schlepper befindliche Trommel auf- bzw. abwickelt.

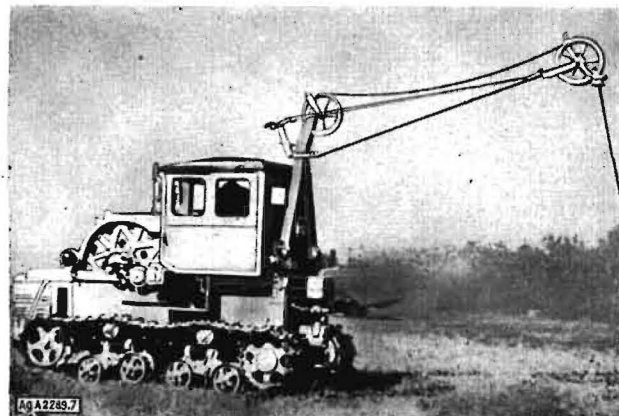
Technische Daten der Anlagen zum Pflügen:

Fahrbare Trafostation	100 kVA: 6000/1200 V, auch 10000/1200 V
Elektromotor	44 kW, 1430 U/min, 1200 V
Kabel, Gummikabel	MSH 4 × 10 mm ² Cu Länge 800 m
Geschwindigkeit des Schleppers	3,5 bis 7,8 km/h
Stromverbrauch beim Pflügen 30 cm tief	45 bis 50 kWh/ha
Pflugleistung	0,8 ha/h

Arbeitsweise:

Die fahrbare Trafostation (Bild 8) wird in der Mitte eines Vierecks von 1600 × 1000 m aufgestellt. Der Schlepper fährt zunächst auf der einen Seite der Station in Längsrichtung des Feldes hin und her und dann auf der anderen Seite der Station. Es findet also keine Kreisbewegung statt. Der Pflug ist ein Fünfschar-Wendepflug mit einer Arbeitsbreite von 1,75 m. Je nachdem, ob sich der Schlepper auf die Station zu- oder von ihr fortbewegt, wird das Kabel automatisch auf die Trommel aufgewickelt oder abgespult. Zu diesem Zweck ist der Trommelantrieb über ein Schaltgetriebe und eine elektromagnetische Kupplung mit dem Triebwerk des Schleppers verbunden. Bei anderen Ausführungen erfolgt die Kupplung über Kettenantrieb und Friktionskupplung. In beiden Fällen wird erreicht, daß die Umfangsgeschwindigkeit der ablaufenden Kabellage auf der Trommel gleich der Geschwindigkeit des Schleppers ist, unabhängig davon, ob die Trommel leer oder voll ist. Um das Kabel vom Ackergerät frei zu halten, wird es über einen Ausleger geführt.

¹⁾ Teil I siehe H. 2, S. 51 bis 55.



Das Kabel läßt sich durch Kupplungsstücke um 500 m, also auf 1300 m verlängern. Die Haltbarkeit des Kabels wird mit einem Jahr bzw. für eine Pflugleistung von 700 ha angegeben.

Mit einem solchen Elektroschlepper pflügte der Traktorist Doroschenkow auf dem Kolchos Neterepki im Verlauf von sieben Jahren 5000 ha. In dieser Zeit war nur eine öftere Überholung der Ketten des Schleppers und des Kabels notwendig, während der Elektromotor ununterbrochen seinen Dienst tat. In der geringeren Wartung liegt wohl auch der Hauptvorteil des elektromotorischen Antriebes gegenüber einem Dieselmotor, der eine öftere Überholung erfordert.

In Chortiza wurden auch zwei Erstaussführungen eines elektrisch angetriebenen Mähdreschers gezeigt, die besonderes Interesse hervorriefen (Bild 9). Im Prinzip sind hierbei die gleichen Forderungen wie beim Elektroschlepper zu erfüllen. Bei einem der gezeigten Mähdrescher war im Gegensatz zum oben beschriebenen Elektroschlepper die Kabeltrommel durch einen Kabelbehälter mit senkrechter Welle ersetzt. Das Kabel legt sich hier in einem rotierenden Zylinder ab. Es wird über einen kleineren Ausleger von unten an die Maschine herangeführt (Bild 10). Durch diese Methode ergibt sich eine Verminderung der Zugbelastung des Kabels auf 10 bis 20 kg.

Technische Daten einer Mähdrescheranlage:

Fahrbare Trafostation	100 KVA, 6000/1200 V bzw. 10000/1200 V
Elektromotor	42 kW, 1420 U/min, 1200 V
Kabel, Gummikabel	MSH 4 × 10 mm ² Cu, Länge 800 m
Arbeitsgeschwindigkeit	4,8 km/h und 6 km/h
Arbeitsbreite	4 m
Stromverbrauch	18 kWh/h
Leistung (Mähen, Dreschen, Strohsammeln)	1 ha/h,

Auch die Elektromähdrescher sind bereits im praktischen Einsatz gewesen und haben bisher je 200 ha abgeerntet.

Die Entwicklung der Elektroschlepper und Elektromähdrescher ist in der UdSSR wie auch in anderen Ländern noch nicht abgeschlossen. Es arbeiten z. Z. etwa 100 Elektroschlepper in der Sowjetunion. Die in Chortiza laufenden Forschungsarbeiten befassen sich nunmehr, nachdem die technische Seite des Elektroantriebs praktisch gelöst ist, vornehmlich mit dem Problem, die Lebensdauer des Kabels zu verlängern. Dieses muß wenigstens 6 bis 7 Jahre halten. Einen Versuch in dieser Richtung stellt die beschriebene senkrechte Trommelanordnung dar, die auch gleichzeitig ein besseres Wenden gestattet und ein Verdrehen des Kabels vermeidet (Bild 11).

Bemerkenswert ist die einfache Lösung des Hochspannungsanschlusses der fahrbaren Trafostation. Sie wird unter die unter Spannung befindliche Leitung gefahren und gut geerdet. Dann

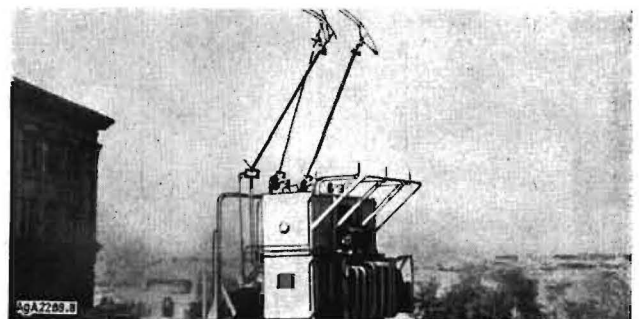


Bild 8. Fahrbare Trafostationen im Zweiginstitut Chortiza

Bild 7. Elektroschlepper mit liegender Kabeltrommel im Zweiginstitut Chortiza

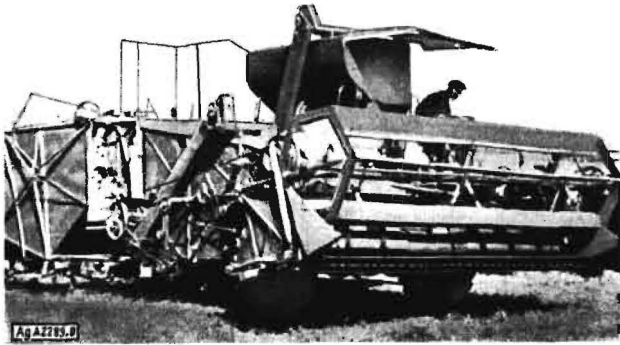


Bild 9. Elektromähdrescher im Zweiginstitut Chortiza



Bild 13. Dreschmaschine mit Bandförderer für Körnertransport auf Kolchos Neterepki



Bild 10. Elektromähdrescher-Ausleger für Kabelzuführung von unten im Zweiginstitut Chortiza

werden die drei Ausleger hochbewegt, bis die drei Finger am Ende der Ausleger sich um die Leitungsseile gelegt haben und dadurch die Verbindung hergestellt ist.

Wenn in der Deutschen Demokratischen Republik auch nicht die Absicht besteht, in der nächsten Zeit Elektroschlepper zu bauen und einzusetzen, so sind die in der Sowjetunion geleisteten Entwicklungsarbeiten doch von großem allgemeinem Wert. Sie werden uns bei der in Aussicht genommenen Verwendung von Elektroenergie für Seilzugaggregate sehr nützlich sein.

5.2 Dreschplätze

Obwohl die Tendenz besteht, die Drescharbeit den Mähdreschern zu übertragen, gibt es doch noch eine nicht kleine Anzahl von Dreschplätzen, die weitgehend mechanisiert sind (Bild 12 bis 14). Wesentlich bei der Einrichtung eines Dreschplatzes sind eine gute Arbeitsorganisation und die richtige Auswahl des Standorts der einzelnen Maschinen auf dem Arbeitsplatz, die so zueinander stehen müssen, daß ein Fließband entsteht.

Der Dreschplatz des Kolchos in Neterepki hatte etwa die Anordnung wie in Bild 15 dargestellt. Die Anschlußleistung des gesamten Platzes einschließlich Beleuchtung beträgt rd. 50 kW, die Druschleistung 2 t/h und der Stromverbrauch 50 kWh/t mahlfertiges Getreide. Auf dem Dreschplatz sind 15 Arbeiter beschäftigt.

6 Wohn- und Kulturhäuser

Die Delegation hatte auch Gelegenheit, einige Wohnhäuser von Kolchosbauern zu besichtigen. Die Bauweise der Häuser richtet sich nach der Landschaft und nach den in der Nähe vorhandenen Baustoffen. Es herrschen zwei Typen (Lehm- und Holzblockhäuser) vor. Beide sind entweder mit Stroh oder Eternit gedeckt. Ältere Häuser haben für vier bis fünf Personen zwei Stuben und Küche, neuere drei Stuben und Küche.



Bild 11. Elektroschlepper mit stehender Kabeltrommel



Bild 12. Dreschmaschine mit Gebläserohren für Stroh und Spreu auf Kolchos Neterepki



Bild 14. Reinigungsmaschine mit Abwiegeplatz auf Kolchos Neterepki

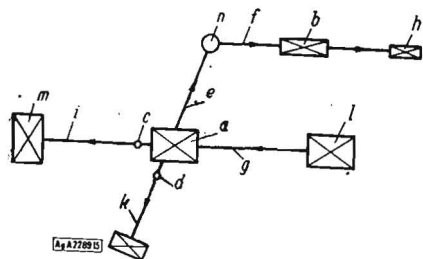


Bild 15. Dreschplatz
a Dreschsatz,
b Reinigungsmaschine,
c Stroheblöse,
d Spreugeblöse,
e Bandförderer,
f Becherförderer,
g Höhenförderer,
h Waage,
i Rohrleitung,
k Rohrleitung,
l Getreidestaken,
m Strohestaken,
n Körnerhaufen

jeweils mit einigen Nebenräumen für Wirtschaftszwecke (Bild 16 bis 18). Als erstes werden die Wohnhäuser mit elektrischer Beleuchtung versehen. Hierdurch ist dann gleichzeitig die Möglichkeit zum Anschluß von Radio und kleineren Haushaltsgeräten, wie Bügeleisen usw., gegeben. Möglichst sind die Wohnhäuser am Drahtfunk angeschlossen, der vom Kulturhaus aus gesteuert wird. Man beabsichtigt, ähnliche Anlagen auch für das Fernsehen zu schaffen.

Der Mittelpunkt des kulturellen Lebens ist das Kulturhaus des Kolchos. Die von der Delegation besichtigten Kulturhäuser sind massive Gebäude mit einem großen Saal für 600 und mehr Personen, mit kleineren Lehr- und Unterrichtsräumen und mit den erforderlichen Wirtschaftsräumen, wie Küche, Ausschank usw. In diesen Kulturhäusern wird die Elektrizität für alle möglichen in Kulturhäusern benötigten Einrichtungen angewandt.

Besonders aufgefallen ist, daß der Kolchos Belenkaja in seinem Kulturhaus eine Musikschule unterhielt, deren Schüler ausgezeichnete Proben ihres Könnens ablegten.

7 Energieerzeugung

Aus den der Delegation gegebenen Erläuterungen ging hervor, daß die Elektrifizierung der Landwirtschaft bereits weit fortgeschritten ist. So sind im allgemeinen die MTS bereits voll elektrifiziert, während die Elektrifizierung der Sowchosen und Kolchosen in einigen Jahren abgeschlossen sein soll. Im allgemeinen erfolgt die Stromversorgung aus dem Landesnetz. Infolge der Weiträumigkeit des Landes und der dadurch bedingten großen Entfernungen zwischen den Ansiedlungen können nicht alle landwirtschaftlichen Betriebe angeschlossen werden. In diesen Fällen erfolgt die Stromversorgung aus kleinen Eigenanlagen (Wasser, Dampf, Wind).

7.1 Wasserkraftwerke

Eine ganz besondere Bedeutung haben die zahlreichen kleinen und großen Wasserkraftwerke. Häufig stehen sie mit der Landbewässerung in unmittelbarer Verbindung. Je nach den örtlichen Verhältnissen ergeben sich die verschiedensten Kombinationen und Ausführungsformen.

Nehmen wir z. B. das Großkraftwerk Kachowka mit 312 MW und einer Jahreserzeugung von 1,3 Md. kWh, dessen erste Maschine z. Z. in Betrieb geht. Die hier gebaute Anlage hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

1. Bewässerung der Südukraine.
2. Verbesserung der Schifffahrt.
3. Stromerzeugung.

Die erste Aufgabe ist die vordringlichste. Der Dnepr wird hier um 16 m aufgestaut mit einem Rückstau von rd. 200 km und einer aufgestauten Wassermenge von 19 Md. m³. Der Staudamm ist bis auf Wehr, Schleuse und Kraftwerksanlage aufgeschwemmt. 7000 Gehöfte mußten umgesiedelt werden. Das Kraftwerk, das sechs Maschinensätze erhält, liefert 50% seiner Erzeugung an die Landwirtschaft. Das Wasserkraftwerk Kachowka soll z. B. allein im Gebiet Cherson im kommenden Planjahr fünf 320 Kolchosen, 52 MTS, 28 Sowchosen und 18 Rayonstädte mit Strom versorgen.

Ein weiteres Großwasserkraftwerk, das besichtigt wurde, ist das Kraftwerk Dneproges bei Saporoshe. Im Gegensatz zu Kachowka ist hier der Dnepr durch eine in Fels gebaute Sperrmauer abgesperrt. Das Werk ging 1932 erstmalig in Betrieb. Während des Krieges wurde es demontiert und nach dem Kriege wiederaufgebaut. Die erste Maschine wurde 1947 wieder in Betrieb genommen, und der Vollausbau war 1950 beendet.



Bild 16. Wohnsiedlung. Eternitgedeckte Bauernhäuser auf dem Kolchos Belenkaja



Bild 17. Strohgedecktes Bauernhaus mit zwei Stuben und Küche auf dem Kolchos Belenkaja



Bild 18. Schindelgedecktes Bauernhaus mit drei Stuben, Küche und Wirtschaftsräumen auf dem Kolchos Belenkaja



Bild 19. Wasserkraftwerk Steblewskaja am Ros. Staumauer und Maschinenhaus

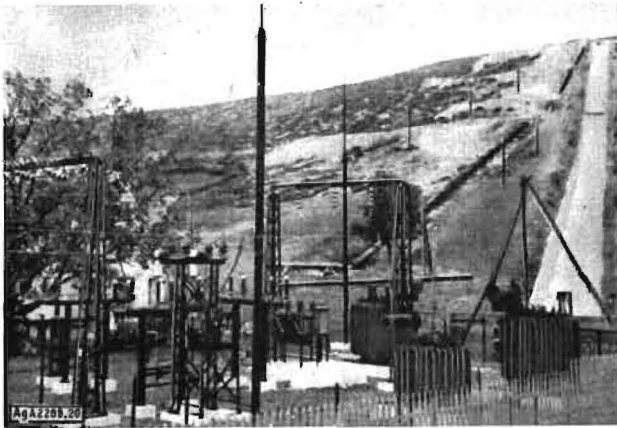


Bild 20. Wasserkraftwerk Igojeti in Grusinien. Druckrohrleitung, Überlaufkanäle und Umspannstation



Bild 21. Wasserkraftwerk Tiripoin in Grusinien, Maschinenhaus

Es verfügt jetzt über neun Maschinen zu je 72 MW, insgesamt 650 MW, mit einer Jahreserzeugung von 3,5 Md. kWh. Die Gefällhöhe beträgt 36 bis 39 m.

Die Generatorspannung von 13,8 kV wird bei beiden Werken auf 154 kV aufgespannt.

Neben diesen Großwasserkraftwerken spielen die zahlreichen kleineren Kraftwerke besonders hinsichtlich ihrer Zahl eine große Rolle in der ländlichen Elektrifizierung. Die Delegation hatte die Möglichkeit, zwei derartige Kraftwerksgruppen kennenzulernen, wobei je zwei Kraftwerke besichtigt wurden.

Die erste Kraftwerksgruppe liegt am Fluß Ros im Gebiet Korsum-Schewtschenkow in der Ukraine. Zu dieser Gruppe gehören vier Kraftwerke mit insgesamt 6110 kW. Von dieser Kraftwerksgruppe erhalten mehr als 60 Kollektivwirtschaften, sechs MTS und andere landwirtschaftliche Betriebe ihre Elektroenergie. Der Anschlußwert der angeschlossenen Verbraucher beträgt 11300 kW (Bild 19).

Die andere Gruppe liegt in Grusinien im Gebiet der Stadt Gori. Die Gesamtleistung derartiger Kraftwerksgruppen in Grusinien beträgt z. Z. 31640 kW; weitere 17 Kraftwerke mit 24237 kW sind im Bau. Die Gebirgsflüsse des Kaukasus sind hier noch weiter ausbaufähig, so daß für die Elektroenergieversorgung der Landwirtschaft noch große Energiereserven vorhanden sind. Auch hier steht die gleichzeitige Bewässerung der Kulturen immer im Vordergrund (Bild 20 und 21).

Die technischen Daten der besichtigten Werke sind in nachstehender Tafel zusammengestellt.

Tafel 2

	Wasserkraftwerke			
	Stebleskaja am Ros	Korsun-Schewtschenkow am Ros	Igojeti in Grusinien	Tiripoin in Grusinien
Leistung [kW]	2880	1600	1790	3000
Gefällhöhe [m]	13	9,8	81	57,8
Wasserverbrauch für 2 Aggregate [m ³ /s]	25,8	20,0	6,0	6,7
Anzahl der Aggregate	2	2	2	2
Maschinenspannung [kV]	6	6	6	6
Turbinenart	Francis mit liegender Welle			
Produktion [Mio kWh]	9,8	5	14,5	22,0
Preis je kWh [Kop.]	18,4	13	4,8	3
Trafoleistung [kVA]	2 × 1800	2 × 1000	2 × 1800 1 × 1000	3 × 1800 1 × 1000
Trafospannung [kV]	6/20	6/20	6/35 6/10	6/35 6/10

Die Wasserkraftwerke einer Gruppe arbeiten im Verbundbetrieb. Verwaltung und Betrieb eines solchen Systems sind zentralisiert. Die Energieverteilung wird vom Lastverteiler geregelt, wofür ihm Fernsteuersystem, Impuls-Frequenz-Fernmessung und Hochfrequenz-Telefonie zur Verfügung stehen. Die Generatoren werden durch automatische Grobsynchronisierung auf das Netz geschaltet. Dabei werden die Maschinen durch Öffnen des Wasserschleiers der Turbine hochgefahren, bis die Synchrondrehzahl erreicht ist. Dann erfolgt automatisch

die Zuschaltung auf das Netz; nach einem kurzzeitigen Pendeln wird die Maschine vom Netz in den Synchronismus gezogen. Je ein Generator ist mit einem Transformator im Block geschaltet. Der Transformator erhöht die 6 kV-Maschinenspannung auf die Verteilerspannung von 10 bzw. 20 oder 35 kV. In einigen Fällen arbeiten die ländlichen Mittelspannungsnetze auch parallel mit dem Landesnetz.

Zu bemerken ist, daß an der Lösung von Automatisierungsproblemen das Institut in Tbilissi maßgeblich beteiligt ist. Diese Stelle projiziert auch Wasserkraftwerke bis etwa 5 MW.

Die Belegschaft während einer Schicht besteht aus einem Ingenieur und einem Maschinisten.

7.2 Wärmekraftwerke

Da in landwirtschaftlichen Betrieben stets ein Wärmebedarf, insbesondere für die Futteraufbereitung, vorliegt, lag der Gedanke nahe, die Wärmeerzeugung mit einer Stromerzeugung zu koppeln.

Im Zweiginstitut für die Elektrifizierung der Landwirtschaft auf der Insel Chortiza wurde ein Wärmekleinkraftwerk entwickelt, das gleichzeitig der Erzeugung von Dampf für Heiz- und Kochzwecke und der Elektroenergieerzeugung dient. Derartige Anlagen kommen insbesondere für Gegenden in Betracht, in denen die Elektroenergie-Versorgungsnetze noch nicht ausgebaut sind oder die weit von den Wasserkraftwerken entfernt liegen.

Die Versuchsanlage in Chortiza besteht aus einem stehenden Dampfkessel für 22 atü 380°C, der mit Holz oder Abfällen beheizt wird. Eine Kolbendampfmaschine treibt einen 35 kVA-Synchrongenerator 400/230 V an. Der Abdampf wird zu einem Wärmeaustauscher geleitet, in dem Gebrauchswasser auf 90°C erwärmt wird. Da der Dampf insbesondere zum Dämpfen der Futtermittel benutzt wird, sollte ein derartiges Wärmekraftwerk möglichst in der Nähe der Futteraufbereitung liegen.

7.3 Windkraftwerke

Eine weitere Möglichkeit, abgelegene Landwirtschaften in den Genuß der Stromversorgung zu bringen, bietet die Stromerzeugung mittels einer Windkraftanlage.



Bild 22. Windkraftwerk im Zweiginstitut Chortiza

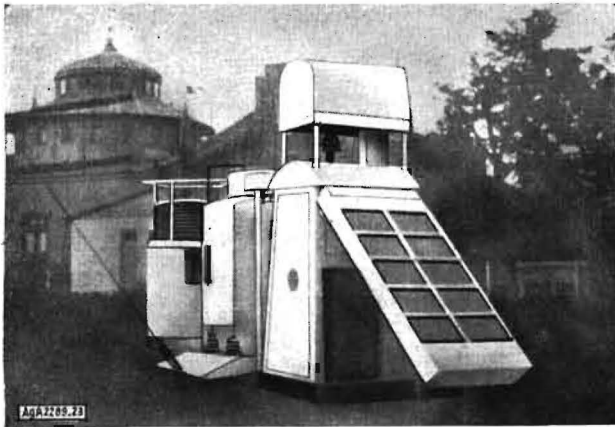


Bild 23. Biogasanlage im Zweiginstitut Tbilissi

In Chortiza wird eine Versuchsanlage betrieben, mit deren Hilfe z. Z. eine Reihe von Problemen untersucht werden. Diese Anlage besteht aus einem auf einem 19 m hohen Turm montierten dreiflügeligen Windrad von 18 m Dmr. (Bild 22). Dieses gibt bei einer Geschwindigkeit von 8 m/s eine Leistung von 28 kW ab und treibt einen 40 kVA-Synchrogenerator an. Die Drehzahlregelung erfolgt durch Verstellung der Stabilisatoren über eine Fliehkraftregelvorrichtung. Weitere Schwankungen werden durch eine elektromagnetische Kupplung ausgeglichen. Das Parallelschalten mit dem Generator des Wärmekraftwerkes erfolgt auch hier mit der Grobsynchronisierung. Bei der Parallelarbeit sind Drehzahlschwankungen von $\pm 10\%$ noch tragbar.

Bei einer Windgeschwindigkeit von 5,3 m/s kann man die Gestehungskosten für 1 kWh gleich denen bei Dieselmotoren setzen; bei höheren Windgeschwindigkeiten werden die Gestehungskosten niedriger, bei kleineren größer. Als Mindestwindgeschwindigkeit wurden 4,5 m/s angegeben. Die Parallelarbeit mit dem Wärmekraftwerk erbrachte bei diesem eine Brennstoffeinsparung von 25%.

Die UdSSR, insbesondere Prof. *Andreanow*, beschäftigt sich seit dem Jahre 1949 intensiv mit dem Problem der Windkraftwerke und hat mehrere tausend in Betrieb [siehe „Die Elektrizität“, Moskau (1951), Nr. 5 und 6].

7.4 Biogasanlagen

In der Zweigstelle des Instituts für die Elektrifizierung der Landwirtschaft in Tbilissi wird eine Versuchsanlage für die Erzeugung von Biogas betrieben (Bild 23). Die Anlage arbeitet nach dem mesophilen Prinzip bei einer Faulraumtemperatur von 30 bis 32°C. Es handelt sich um eine verhältnismäßig kleine Anlage mit etwa 10 m³ Faulraum, die bei einer täglichen Dungzufuhr von 60 kg 15 m³ Gas mit etwa 6000 kcal Wärmeinhalt erzeugt.

Bei Biogasanlagen sind die Rührwerke und die Faulraumbeheizung große Energieverbraucher. Das Rührwerk verbraucht 30 bis 40% und die Heizung rd. 20% der erzeugten Gaswärme. Es war deshalb sehr interessant, zu sehen, wie die sowjetischen Wissenschaftler die Sonnenenergie mit zur Beheizung des Faulraumes verwenden. Ein schräggestellter Wärmeabsorber von etwa 2x4 m fängt die Sonnenstrahlen auf, die Wärme wird über einen Luftstrom dem Faulraum zugeführt. Man gewinnt hierbei eine Wärmemenge von 8 bis 10 kcal, d. h. etwa 50% der benötigten Heizwärme.

Die Versuche mit Biogasanlagen werden fortgesetzt. Man beabsichtigt, das Biogas sowohl für Heiz- und Kochzwecke als auch für die Erzeugung von Elektroenergie zu verwenden, weniger für den Antrieb von Schleppern.

Da auch bei uns das Biogasverfahren zur Erschließung neuer Energiequellen einer stärkeren Förderung bedarf, wird ein Erfahrungsaustausch mit den sowjetischen Wissenschaftlern das Tempo der Entwicklung solcher Anlagen wesentlich beschleunigen.

8 Energieverteilung

Die in der Sowjetunion oft sehr großen Entfernungen vom Wasserkraftwerk zum Kolchos, der Kolchosen untereinander



Bild 24. Freiluftstation des Wasserkraftwerkes Stablewskaia

und auch der Verbraucher innerhalb der Kolchosen erfordern besondere Maßnahmen bei der Anordnung und beim Bau des Verteilungsnetzes.

8.1 Mittelspannungsnetze

Die Betriebsspannungen sind 35, 20, 10 und 6 kV. Das Mittelspannungsnetz des besichtigten Energiesystems am Ros, bestehend aus 20- und 10 kV-Leitungen, hat eine Länge von 653 km. Die Leistungen bestehen aus Stahl-Aluminium 50 mm². Über 204 Unterstationen mit einer Trafoleistung von insgesamt 11 500 kVA versorgen 60 Kolchos, sechs MTS und vier Kreisstädte. Die Kraftwerksstationen (Bild 24), die im allgemeinen als Freiluftstationen gebaut sind, und auch die Leitungsmaste sind aus Holz mit angeschuhtem Fuß aus zwei Eisenschienen oder auch Anschuhenden aus Holz gebaut. Gegen Blitzschläge sind die Freiluftstationen durch Blitzableiter geschützt, die auf eiserne Gittermaste montiert sind. Die Erdung der Blitzableitermaste wird getrennt von der Betriebs- und Stationserde durchgeführt. Als weitere Schutzmaßnahme führen die von der Station abgehenden Leitungen auf eine Entfernung von 6 km ein Erdseil mit. In der Station selbst sind Ventilableiter vorhanden.

Die 35 kV-Unterstation in der Nähe des Kolchos Belenkaja besitzt eine Trafoleistung von 2x1000 kVA (Bild 25). Hier wird von 35 kV auf 6 kV abgespannt. Die 35 kV-Anlage ist als Freiluftstation gebaut, während die Ölschalter für die 6 kV-Abgänge in einem massiven Gebäude untergebracht sind. Diese Unterstation versorgt fünf Kolchos, ein Sowchos, zwei MTS, eine Pumpstation und ein Getreidemagazin. Die Leitungslänge (35 und 6 kV) beträgt rd. 100 km. In dem betrachteten Rayon sind vier solcher Unterstationen in Abständen von 17 km vorhanden, die vom Kraftwerk Dneproges beliefert werden.

Die große Zahl von Unterstationen für die Versorgung ländlicher Verbraucher in den Bezirksenergiesystemen erfordert zwangsläufig Maßnahmen zur Verkürzung der Bauzeit und Senkung der Investitionskosten.

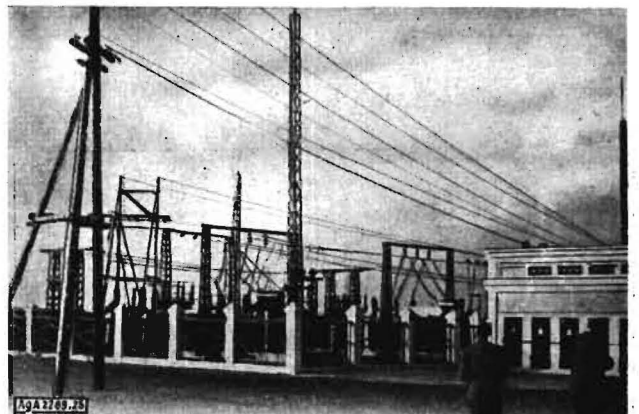


Bild 25. Unterstation des Kolchos Belenkaja

Wie aus einem den Delegationsmitgliedern übergebenen Album „Ländliche Elektroanlagen in der UdSSR“ hervorgeht, wird z. Z. eine Einheitsbauweise für komplette Unterstationen 35/10 kV und 1800 kVA entwickelt. In dieser Station, die keiner dauernden Wartung bedarf, ist die Unterspannungsschaltanlage gekapselt. Massive Bauten sind nicht erforderlich. Die Aufstellung dieses Einheitstyps ist in wenigen Tagen möglich, und die Kosten für eine solche Unterstation betragen nur etwa die Hälfte der einer 35/10 kV-Unterstation alter Bauweise.

Des weiteren wird eine einfache und damit billige Verbrauchertrafostation 10/0,4 kV bis 100 kVA entwickelt (Bild 26). Die

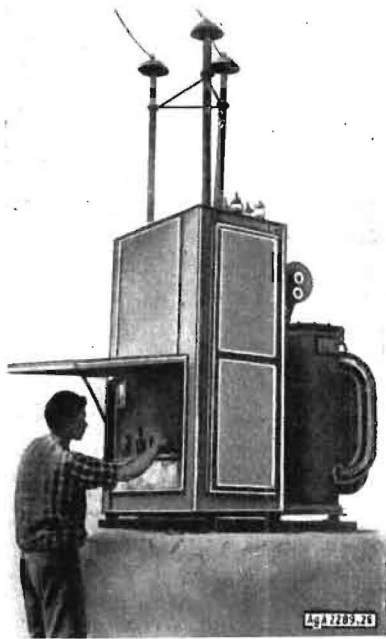


Bild 26. Verbrauchertrafostation

Station wird komplett geliefert; für ihre Aufstellung ist am Aufstellungsort lediglich ein Fundament von 1,30 m Höhe aufzustellen. Die Kosten sind niedriger als die für eine Masttrafostation.

Für die Versorgung weiter abgelegener Verbraucher geht man dazu über, die Belieferung über Einphasensysteme durchzuführen. Zu diesem Zweck sind spezielle Einphasentransformatoren mit einer Leistung von 10 kVA und einer Spannung von 6/0,22 bzw. 10/0,22 kV angefertigt. Es ergibt sich damit eine Ersparnis an Leitungsmaterial von 30 bis 40%.

8.2 Netze mit Erde als Leiter

Im Zweiginstitut für die Elektrifizierung der Landwirtschaft in Tbilissi wurden erfolgreiche Versuche gemacht, in dreiphasigen Mittelspannungsnetzen nur zwei Leiter zu verlegen und als dritten Leiter die Erde zu benutzen. Dieses System ist unter der Bezeichnung „DPS-System“ bei mehreren 1000km Leitungen praktisch im Betrieb. Das Prinzip-Schaltbild zeigt Bild 27.

Die Asymmetrie der Ströme ist dabei nicht so groß, um störend zu wirken. Sie beträgt nur 1 bis 2%. Der Spannungsverlust beträgt rd. 10%.

Hinsichtlich der geäußerten Bedenken wegen der zu erwartenden Beeinflussung der Telefonleitungen hat sich aber in der Praxis gezeigt, daß diese Befürchtungen nicht berechtigt sind. Bei einer Annäherung der Telefonleitung von 100 m sind 5 km und von 400 m 40 km Parallellauf zulässig. Das Institut hat Tabellen für die zulässigen Näherungen entwickelt.

Auch bezüglich der Korrosion von Kabeln und sonstigen Leitungen hat sich gezeigt, daß keine Schäden eintreten. Wechselströme sind auch nicht so gefährlich wie Gleichströme. Es wurde festgestellt, daß der Erdstrom im wesentlichen denselben Weg nimmt wie die Leitungstrasse.

Das DPS-System wird nur in Netzen angewandt, in denen der Kurzschlußstrom nicht größer als 500 A ist.

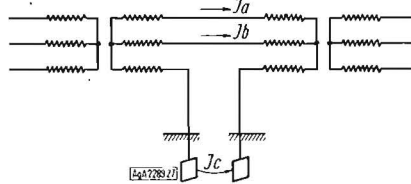


Bild 27. „DPS-System“. Prinzip-Schaltbild

Es genügen gewöhnliche Erder mit 30 bis 40 Ω. In den Stationen werden sechs bis acht Rohrerder eingebaut, bei felsigem Boden Strahl-erder.

Das DPS-System wird für Mittelspannungen von 6 bis 35 kV empfohlen. Für Spannungen darüber ist es nicht zweckmäßig und für Niederspannung nicht zulässig. Das System hat sich unter den verschiedensten klimatischen und geologischen Bedingungen gut bewährt.

Die Einführung des Systems bringt folgende Einsparungen mit sich:

- Leitungen 33%
- Stützen 35 ··· 38%
- Isolatoren 38 ··· 45%
- Masten 14 ··· 23%
- Investitionen 10 ··· 15%
- Betriebskosten 10%.

(Nähere Mitteilungen über das DPS-System werden im I. Band der wissenschaftlichen Arbeiten des Instituts und in „Energetik“ Band 7/1955 gemacht.)

8.3 Niederspannungsnetze

In den Niederspannungsnetzen herrscht die Betriebsspannung 380/220 V vor. Vom Ministerium für Landwirtschaft werden hierfür Installationsvorschriften herausgegeben, die sich im wesentlichen mit unseren Vorschriften decken. Als Schutzmaßnahme wird gefordert, daß alle Metallteile der Elektrogeräte und -maschinen genullt oder geerdet werden. Für die Erdung ist ein Übergangswiderstand von 2 bis 8 Ω vorgeschrieben.

9 Grad der Elektrifizierung

Die besichtigten Kolchosen und Sowchosen zeigten, daß die Elektrifizierung der Landwirtschaft bereits weit fortgeschritten ist und daß für deren weitere Entwicklung große Anstrengungen gemacht werden. Im Vordergrund steht dabei die Elektrifizierung der Innenwirtschaft. Der Verbrauch an Elektroenergie verteilt sich z. B. in Sowchos Petrowskoje wie folgt: Wasserversorgung 30,5%, Viehzucht 21,1%, Pflanzenkulturen 18,7%, Werkstätten 14%, häusliche Bedürfnisse 12%, sonstige Bedürfnisse 3,7%. Hieraus geht hervor, daß die Feldwirtschaft z. Z. nur mit etwa 20% am Stromverbrauch beteiligt ist und daß 80% auf die Innenwirtschaft entfallen.

Einen Überblick über den Anschlußwert und den Stromverbrauch der besichtigten Betriebe gibt Tafel 3.

Vergleichen wir mit diesen Zahlen wieder die analogen Werte einer LPG und eines VEG in der Deutschen Demokratischen Republik: siehe Tafel 4.

Die Flächenbelastung und damit die Anzahl der installierten Maschinen und Geräte ist in der Deutschen Demokratischen Republik größer als in der UdSSR. Der Ver-

Tafel 3

	Kolchos Molotow im Rayon Ramenskoje	Kolchos Neterepki im Rayon Korsun-Schewtschenkow	Kolchos Belenkaja im Gebiet Saporoshe	Sowchos Petrowskoje im Rayon Uchtomsk	Zweig-institut Chortiza bei Saporoshe
Gesamtfläche [ha]	1250	2890	4777	894	2000
Trafoleistung [kVA]	120	450	680	300	2000
Anschlußwert [kW]					
Kraft	160	400	643	400	1100
Licht	100	100	70	50	300
Jahresverbrauch [Mio kWh]	0,10	0,208	0,78	0,70	2,5 ··· 3,5
Preis je kWh [Kop.]					
Kraft	8	8	8	8	19
Licht	19	19	30	19	32 ··· 40
Flächenbelastung [kW/ha]	0,208	0,121	0,149	0,447	0,700

Tafel 4

	LPG Weissen- schirnbach	VEG Etzdorf
Gesamtfläche [ha]	750	580
Trafoleistung [kVA]	100	70
Anschlußwert [kW]	478,65	463
Jahresverbrauch [Mio kWh]	0,25	0,2
Flächenbelastung [kW/ha]	0,635	0,8

brauch an kWh liegt aber in der UdSSR verhältnismäßig höher – ein Zeichen dafür, daß die Anlagen besser ausgenutzt werden. Auch die Trafoleistung liegt höher, während sie bei uns offensichtlich zu klein ist.

Der Stand der ländlichen Elektrifizierung sei auch noch an dem Beispiel der Republik Ukraine und Grusinien erläutert. In der Ukraine sind z. Z. 50% der vorhandenen Kolchosen und Sowchosen und 100% der MTS elektrifiziert. Diese verbrauchten im Jahr 1954 800 Mio kWh. Bis zum Jahre 1960 soll die Elektrifizierung aller Betriebe durchgeführt sein. Dieselben Verhältnisse liegen auch in Grusinien vor. Hier betrug der Verbrauch in der Landwirtschaft im Jahre 1954 160 Mio kWh. Bei dem Vergleich beider Republiken ist zu berücksichtigen, daß die Ukraine eine Gesamtfläche von 57 Mio ha mit 42 Mio Einwohnern und Grusinien eine Gesamtfläche von 7,246 Mio ha mit 3,5 Mio Einwohnern hat. Der spezifische Stromverbrauch in der Landwirtschaft beträgt in der Ukraine etwa 25 kWh/ha, in Grusinien 22,3 kWh/ha. In der Deutschen Demokratischen Republik liegt diese Zahl etwa bei 65 kWh/ha. Die höhere Zahl bei uns ist auf die dichtere Besiedlung zurückzuführen und darauf, daß die landwirtschaftlichen Betriebe fast 100%ig an das Elektrizitätsversorgungsnetz angeschlossen sind.

10 Schlußbetrachtung und Erkenntnisse²⁾

Die Exkursion zeigte den Teilnehmern aus 19 Ländern die Fortschritte in der Mechanisierung und Elektrifizierung der Landwirtschaft in der Sowjetunion. Es kam dabei klar zum Ausdruck, daß die UdSSR diesem Problem eine große Bedeutung beilegt. Wenn auch die Anwendungsgebiete der Elektroenergie nicht andere sind als in anderen Ländern, so ist doch hervorzuheben, daß die Methoden der Einführung bessere sind und das Studium der technologischen und biologischen Vorgänge in der Landwirtschaft ein gründlicheres ist. Eine entscheidende Rolle spielt hierbei das Institut für die Elektrifizierung der Landwirtschaft mit seinen Zweigstellen. Außerdem wirkt sich günstig aus, daß die Elektroenergieversorgung und die agronomischen Belange von einer Stelle, dem Ministerium für Landwirtschaft, gesteuert werden. Hierdurch sind die Interessen der Erzeuger und Verbraucher leichter zu koordinieren. Es besteht eine enge Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis und ein großes Interesse der Landbevölkerung an der Mechanisierung und Elektrifizierung ihrer Betriebe. Hierin liegt zudem der tiefere Grund für die erzielten großen Erfolge der sowjetischen Landwirtschaft.

Wenngleich auch viele für uns verwertbare Anregungen und Erkenntnisse geboten wurden, so darf doch nicht übersehen werden, daß manche der gezeigten Methoden durch die in der Sowjetunion völlig andersgearteten Verhältnisse (Weiträumigkeit des Landes, klimatische Verhältnisse usw.) bedingt sind. Es ist also manches nicht so ohne weiteres auf andere Länder übertragbar.

Die Reise zeigte aber eindeutig, welche wichtige Rolle die Elektroenergie in der Landwirtschaft zu übernehmen hat. Daraus ergibt sich für uns die Erkenntnis, rechtzeitig Maßnahmen einzuleiten, die eine reibungslose Versorgung mit Energie entsprechend dem Entwicklungstempo gewährleisten. Wenn in der Deutschen Demokratischen Republik auch fast 100% der Landwirtschaften an das Versorgungsnetz angeschlossen sind, so wird die starke Mechanisierung doch eine beträchtliche Vergrößerung der Anschlußwerte mit sich bringen.

Am vordringlichsten ist also die Ermittlung des zu erwartenden Bedarfs. Der zukünftige Anschlußwert einer gut elektrifizierten LPG und eines VEG dürfte einschließlich der Gemein-

schaftsanlagen und des häuslichen Sektors etwa 250 kW, der einer MTS 50 kW, eines Kleinbauern 5 kW, eines Mittelbauern 30 kW und eines Großbauern 100 kW betragen. Bei Zugrundelegung allein der derzeitigen Anzahl der MTS, VEG und LPG ist in den nächsten fünf Jahren mit einem Anwachsen des Anschlußwerts auf etwa 1500 MW zu rechnen. Bei einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,3 und unter der Voraussetzung, daß 50% des Anschlußwertes bereits vorhanden sind, ist in den nächsten fünf Jahren allein für die Elektrifizierung dieses Sektors der Landwirtschaft eine zusätzliche Kraftwerksleistung von 220 MW zur Verfügung zu stellen. Dieses entspricht der Leistung eines Großkraftwerks. Dazu kommt noch der private Sektor, von dem z. Z. noch etwa 60% der landwirtschaftlichen Nutzfläche bearbeitet werden.

Es ist damit zu rechnen, daß auch in diesem Teil eine verstärkte Mechanisierung durchgeführt und damit der Energiebedarf für diesen Sektor ebenfalls wesentlich ansteigen wird. Zu dem vorher errechneten Betrag von 220 MW wird also noch ein weiterer Leistungsbedarf hinzukommen. Nehmen wir diesen nur mit 80 MW an, so beträgt die Gesamtleistung 300 MW.

Handelt es sich bei diesen Zahlen auch nur um eine sehr grobe Schätzung, so zeigt sie doch, daß sich mit der Mechanisierung ein sehr ernstes Versorgungsproblem für die Energiewirtschaft ergibt. Es ist nicht nur die erforderliche Kraftwerksleistung bereitzustellen, sondern es sind auch in den Verteilungsanlagen umfangreiche Erweiterungen und somit Investitionen erforderlich.

Um beim Erzeuger, Verteiler und Verbraucher keine Schwierigkeiten eintreten zu lassen, ist folgendes notwendig:

Zunächst sind die Ausbaustufen der Mechanisierung der Landwirtschaft für die nächsten fünf bis zehn Jahre festzulegen. Hieraus muß ersichtlich sein, welche Arbeitsgänge in welchen Betrieben zuerst mechanisiert werden sollen und welche Energieträger zur Anwendung kommen.

Als zweites ist die Einrichtung von Elektromusterwirtschaften, unterteilt nach Größe und Art der Betriebe, erforderlich. In diesen Elektromusterwirtschaften sind folgende Untersuchungen durchzuführen:

- Ermittlung der Anschlußwerte
- Ermittlung der Betriebszeiten und der Betriebsdauer
- Ermittlung der Belastungskurven für Tage, Monate und Jahreszeiten
- Ermittlung der Gleichzeitigkeitsfaktoren für die einzelnen Betriebe und die Betriebe untereinander
- Ermittlung spezifischer Verbrauchswerte
- Ermittlung der Kosten und Einsparungen.

Die Kenntnis dieser Werte ist die Voraussetzung für die Planung und den Bau der Umspannstationen, der Versorgungsleitungen und Kraftwerke. Sie dienen aber auch den Herstellerbetrieben elektrischer Geräte und Anlagen als Unterlage für ihr Fabrikationsprogramm und geben dem Staat die Möglichkeit, die Investitionsmittel einzuplanen und bereitzustellen.

Die Musterwirtschaften müssen gleichzeitig dazu dienen, neue Aggregate und Methoden auszuprobieren. Daneben ist zu untersuchen, inwieweit zusätzliche Energiequellen, wie Wasser, Wind, Biogas u. a., zur Deckung des Energiebedarfs mit herangezogen werden können.

Parallel zu den genannten Aufgaben muß eine ständige Schulung der Landbevölkerung durch Vorträge, Lehrfilme, Ausstellungen und Aufklärungsschriften laufen sowohl hinsichtlich der durch die Mechanisierung gebotenen Möglichkeiten, insbesondere zur Arbeiterleichterung, als auch hinsichtlich der rationellen Ausnutzung der Energie.

Es gilt also, das volkswirtschaftliche Ziel, die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion, zu erkennen und die moderne Technik und Elektrotechnik für die Erfüllung dieser Aufgabe einzusetzen.

Wenn auch die fachliche Seite bei der Exkursion im Vordergrund stand, hat die Reise doch auch in anderer Hinsicht eine besondere Bedeutung gehabt. In den Gesprächen mit den Teilnehmern aus den westlichen Ländern und in von ihnen abgegebenen Trinksprüchen kam wiederholt zum Ausdruck, daß

(Schluß S. 108 unten)

²⁾ Friedrich, J.-H.: Die Elektrizität als Helfer in der Landwirtschaft. Tagungsbericht der 6. Jahrestagung der Elektrotechniker, Weimar 1955. VEB Verlag Technik, Berlin (1955) S. 749ff.

Hydraulik in der Landtechnik. Teil I

Von Ing. R. GERTH, Institut für Landmaschinenbau, Leipzig

DK 621-82: 629.114.2: 631.3

Die landtechnische Entwicklung ist durch die Nutzbarmachung der Hydraulik für Landmaschinen und Schlepper außerordentlich befruchtet worden. Über die Möglichkeiten, die durch Hydraulik ausgelöste Energie für landwirtschaftliche Zwecke zu verwenden, berichtet der Autor im anschließenden Aufsatz, der in den beiden folgenden Heften fortgesetzt wird. Er unterscheidet zwei Hauptanwendungsgebiete, den hydraulischen Kraftheber und den hydraulischen Antrieb. Da auch unsere Landtechnik sich dieser Energiequelle in zunehmendem Maße für die Arbeitserleichterung (Kraftheber) bedient, behandelt der Verfasser aktuelle technische Fragen, die allseitig interessieren. Unsere Leser möchten wir dazu auf frühere Veröffentlichungen zu diesem Problem in unserer Zeitschrift hinweisen, H. 6 (1954) S. 186, H. 7 (1955) S. 251 und 252, die sich auf beide Hauptanwendungsgebiete beziehen und gute Ergänzungen zu der vorliegenden Arbeit bedeuten.

Die Redaktion

Bei Betrachtung des Anwendungsumfangs, den die Hydraulik bereits im Landmaschinen- und Schlepperbau eingenommen hat, ist eine Aufgliederung nach folgenden zwei Hauptanwendungsgebieten erforderlich:

I. Ölhydraulische Kraftheber

zur Auslösung von Hubbewegungen an landwirtschaftlichen Schlepper-Anbau- und -Anhängengeräten.

II. Ölhydraulische Antriebe

zur Leistungs- und Drehmomentenübertragung an Stelle bisheriger mechanischer Kupplungen, Getriebe sowie Zapfwellen bei Schleppern, selbstfahrenden landwirtschaftlichen Maschinen und stationären landwirtschaftlichen Anlagen.

Sie gliedern sich wiederum in:

1. Hydrostatische Getriebe und
2. hydrodynamische Getriebe (Drehmomentenwandler).

I. Ölhydraulische Kraftheber

Zur Erreichung einer weitestgehenden Mechanisierung aller landwirtschaftlichen Arbeiten zwecks Erhöhung der Arbeits-

(Schluß von S. 107)

sie sehr viele falsche Vorstellungen und Vorurteile haben berichtigen müssen. Hierzu haben nicht nur der menschliche Kontakt und die entgegenkommende, herzliche Aufnahme beigetragen, sondern auch das Kennenlernen der Verhältnisse in der Sowjetunion, insbesondere ihrer außergewöhnlichen Leistungen auf dem Gebiet der Technik und des Bauwesens sowie auf kulturellem Gebiet. So hat diese Reise zweifellos ebenfalls einen sehr wertvollen Beitrag zur Völkerverständigung geboten.

11 Literatur

Vom Ministerium für Landwirtschaft und in den besichtigten Betrieben wurden den Exkursionsteilnehmern eine größere Anzahl von Büchern, Alben und Schriften überreicht, in denen Fragen und Probleme der Elektrifizierung der Landwirtschaft behandelt werden. Es sind folgende:

- [11.1] Lehrbuch „Die Anwendung der Elektroenergie in der Landwirtschaft“ von Prof. Dr. P. N. Lislw. Staatlicher Verlag für landwirtschaftliche Literatur, Moskau 1953.
- [11.2] Lehrbuch „Ländliche Elektrizitätsnetze“ von Prof. Dr. J. A. Budsko. Staatlicher Verlag für landwirtschaftliche Literatur, Moskau 1955.
- [11.3] Album Ländliche Elektroanlagen in der UdSSR. Moskau 1955.
- [11.4] Album Korsun-Schewtschenko Ländliche Energiesysteme in der Ukraine 1955.
- [11.5] Album Bau von Fernleitungen 400 kV, Kuibyschewer Wasserkraftwerk – Moskau, Moskau 1955.
- [11.6] Sonderdruck Fernleitung – 400 kV. Kuibyschewer Wasserkraftelektrizitätswerk – Moskau. Staatlicher Energetischer Verlag, Moskau 1955.
- [11.7] Bildmappe Tiriponi und Igojeti. Ländliche Wasserkraftwerke der Grusinischen SSR.
- [11.8] Broschüre Landwirtschaftliche Unionsausstellung Moskau 1955.
- [11.9] Prospektmappe Maschinen für die Mechanisierung der Arbeit in der Tierzucht. Verlag des Ministeriums für Landwirtschaft in der UdSSR, Moskau 1955.
- [11.10] Prospektmappe Maschinen für die Kultivierung von Mais und für die geteilte Getreideeinbringung. Verlag des Ministeriums für Landwirtschaft der UdSSR, Moskau 1955.

12 Bilder

Die Bilder Nr. 2, 4, 5, 19, 20, 21, 24 und 26 wurden der unter 11 angegebenen Literatur entnommen. Alle übrigen Bilder sind eigene Aufnahmen, die während der Exkursion gemacht wurden.

A 2289

produktivität und Entlastung der Arbeitskraft beim Umfang und Inbetriebsetzen von landwirtschaftlichen Maschinen ist ein erhöhter Einsatz maschineller, leicht zu bedienender und sicher funktionierender Kraftheberanlagen erforderlich.

Außer den hydraulischen Krafthebern bedient man sich noch anderer Systeme, die vergleichsweise angeführt werden:

a) Mechanische Kraftheber

betätigt durch Federkraft, Zapfwelle, Hinterräder oder Riemenscheibe, bieten nicht die universelle Verwendbarkeit wie die Hydraulik. Sie sind aber billiger und erfüllen ihren Zweck beispielsweise beim Ausheben von angebauten Bodenbearbeitungsgeräten. Ein Senken und Druckausüben gestatten sie meistens nicht.

b) Pneumatische Kraftheber

Durch den niedrigen Arbeitsdruck der Luft von etwa 5 bis 6 atü ist das Arbeitsvermögen dieser Kraftheber begrenzt. Entweder mehrere oder großvolumige Arbeitszylinder sind in der Lage, gleiche Kräfte zu liefern, wie sie den hydraulischen Krafthebern eigen sind. Derartige voluminöse Arbeitszylinder sowie das übrige Zubehör einer Druckluftanlage lassen sich nur schwierig auf Schleppern und landwirtschaftlichen Maschinen unterbringen.

c) Elektrische Kraftheber

Wenn auch der Hauptstrommotor als ideale Energiequelle anmutet und alle Steuervorgänge elektrisch ohne Schwierigkeiten beherrscht werden könnten, so ist dieses System dem Arbeitsbedarf eines Krafthebers nicht gewachsen und über seine Anfänge nicht hinausgekommen.

Auf Grund der Schwierigkeiten, die sich bei der Anwendung von vorstehend beschriebenen Krafthebersystemen ergeben, hat sich der hydraulische Kraftheber am besten eingeführt. Die Möglichkeit, hohe Öldrücke zu erreichen, schafft die Voraussetzung für kleine Abmessungen der Arbeitszylinder und übrigen Elemente, deren organischer Ein- oder Anbau an Schleppern und landwirtschaftlichen Geräten gegeben ist.

Außer den am Heck eines Schleppers angeordneten Geräten können z. B. auch das Mähwerk sowie Geräte, die sich vorn und zwischen den Achsen befinden, ohne Schwierigkeiten hydraulisch gehoben und gesenkt werden.

Die Konstruktionen der hydraulischen Kraftheber sind sehr verschiedenartig und vielseitig. Das ist zurückzuführen auf die uneinheitliche Auffassung über den Wirkungsumfang hydraulischer Kraftheber in der Landwirtschaft. Um wirtschaftlich fertigen zu können, ist es jedoch wünschenswert, klare einheitliche Forderungen zu stellen und sich dabei auf das Notwendigste zu beschränken [1].

Hydraulische Kraftheberanlagen

bestehen aus folgenden Grundelementen, die im Nachstehenden beschrieben werden:

- 1 Ölpumpe
- 2 Ölbehälter
- 3 Steuerorgane
- 3.1 Schaltschieber
- 3.2 Wahlschieber (bei mehreren Arbeitszylindern)
- 3.3 Sperrblocks (zur hydraulischen Verriegelung)