

## 1. Bedeutung der Anwendung von Strohaufschlußverfahren

Verfahren, die den Futterwert der Pflanzen verbessern und zugleich Futterreserven (z. B. bisher kaum für die Tierernährung genutzte Koppelprodukte) erschließen, haben zukünftig aufgrund der wachsenden Anforderungen einer leistungsfähigen Tierproduktion eine besondere Bedeutung.

Im Beschluß des XI. Bauernkongresses der DDR wurde deshalb die Aufgabe gestellt, hochwertige Futtermittel durch die Anwendung von Strohaufschlußverfahren zu erzeugen.

Durch 1 kg aufgeschlossenes Stroh können energetisch

- 1 kg Heu oder
- 4 kg Naßsilage<sup>2</sup> oder
- 3 kg Welksilage

in der Ration ersetzt werden.

Ein erhöhter Einsatz von Stroh in der Rinderfütterung bietet somit beachtliche Möglichkeiten

- zur Stabilisierung der Futterproduktion,
- zur Bildung von Futterreserven und
- zur Senkung der Hauptfutterfläche je RGV.

\* Institut für Futterproduktion Paulinenaue der AdL der DDR (Direktor: Dr. H. Thöns)

<sup>1</sup> Überarbeitete Fassung eines Vortrages zur Wissenschaftlich-technischen Tagung „Maschinen, Anlagen und Verfahren für die industriemäßige Futterproduktion“ der KDT am 10. und 11. Mai 1973 in Neubrandenburg

Die bisher entwickelten Strohaufschlußverfahren haben gleichermaßen zum Ziel, die Verdaulichkeit der organischen Substanz und die Energiekonzentration im Stroh zu erhöhen.

Aufgeschlossenes Stroh weist je nach Aufschlußeffekt und Einsatz in der Ration eine Energiekonzentration von 400 bis 500 EFr je kg Trockensubstanz auf <sup>1/1/2/</sup>.

Aus technologischer Sicht werden drei Arbeitsverfahren unterschieden (Bild 1):

- Zusatz von Chemikalien bei einer mechanischen Bearbeitung des Strohs
- Zusatz von flüssigen Chemikalien ohne mechanische Bearbeitung des Strohs
- Zusatz von Gasen ohne mechanische Bearbeitung des Strohs

In der Praxis wendete man bisher vorwiegend zwei Verfahren an:

- Zusatz von NPN-Verbindungen bei der Pelletierung von Stroh
- Feuchtaufschluß von Stroh mit Natronlauge

Diese Verfahren weisen im Hinblick auf den technologischen Ablauf und die Verfahrensgestaltung grundsätzliche Unterschiede auf, die auf die mechanische Behandlung des Strohs (zusätzliches Zerkleinern und Formpressen) beim erstgenannten Verfahren zurückzuführen sind.

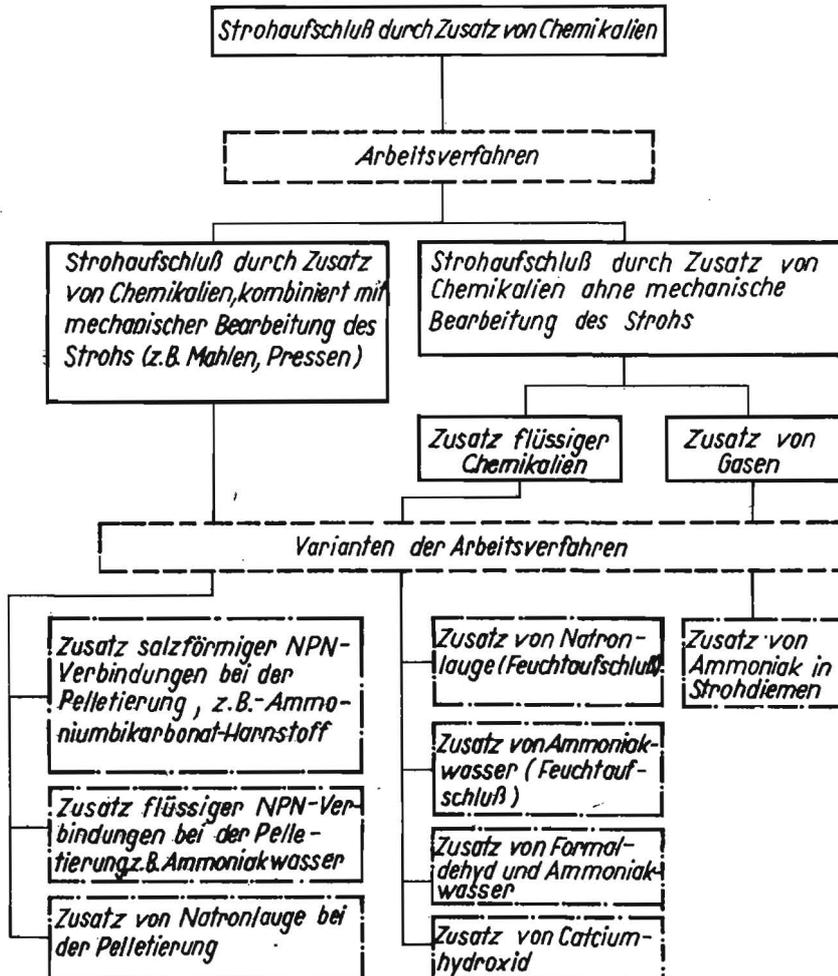


Bild 1. Systematisierung von Strohaufschlußverfahren

Dementsprechend ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an technologische Prozesse bzw. Arbeitsgänge vor dem Aufschluß und an die Eigenschaften des Ausgangsmaterials.

Voraussetzung für eine gute Qualität des aufgeschlossenen Stroh ist jedoch in beiden Verfahren die Bereitstellung von Stroh mit den in TGL 8022 festgelegten Eigenschaften. Aus verfahrenstechnischen Gründen sollte grundsätzlich auf die Verarbeitung von Häckselstroh orientiert werden.

Die qualitätsgerechte Bergung und Zwischenlagerung des für die Fütterung vorgesehenen Stroh stellt also die erste Voraussetzung für einen effektiven Einsatz in der Rinderfütterung dar.

## 2. Zusatz von NPN-Verbindungen bei der Pelletierung von Stroh

Das Stroh wird in stationären Anlagen mechanisch bearbeitet und muß zur Aufbereitungsanlage transportiert werden.

Der Strohtransport vom Zwischenlager zum Verarbeitungsort ist aufgrund der zur Zeit erreichbaren Lademassen von nur 0,8 bis 1,2 t je Anhänger sehr kostenaufwendig. Bereits bei Transportentfernungen von 15 km ergeben sich Verfahrenskosten von etwa 30,00 M/t Stroh.

Der Transport unregelmäßig eingelagerter Ballen führt im Vergleich zum Häckseltransport zu keinen wesentlichen Kosteneinsparungen. Aus technologischen Gründen ist die Verarbeitung von Häckselstroh zu empfehlen. Unter den gegenwärtigen Bedingungen in den landwirtschaftlichen Trocknungsanlagen erfordert die Verarbeitung von Ballenstroh zusätzliche technologische Prozesse für das Auflösen und Zerkleinern der Ballen. Außerdem führen die Bindfäden zu funktionellen und technischen Störungen in der Anlage.

Bei notwendiger Verarbeitung von Ballenstroh sollten diese dem Stationärhäcksler direkt und unaufgelöst zugeführt werden. Dadurch können die genannten Nachteile weitgehend umgangen werden. Für das Abladen der Ballen und die Beschickung des Häckslers sind jedoch Arbeitskräfte einzusetzen, da sich die dosierte Beschickung der Anlagen mit Ballen zur Zeit nicht mechanisiert durchführen läßt.

Von den Hauptaggregaten einer Strohaufbereitungsanlage — Stationärhäcksler, (Trocknungsaggregat), Mühle und Presse — bestimmen vor allem die Mühlen und die Pressen die Verfahrensleistung der Anlage. Die gegenwärtig eingesetzten Mühlen vom Typ 50/63 A begrenzen die Verfahrensleistung vor allem bei Verarbeitung zu feuchten Strohs.

In den landwirtschaftlichen Trocknungsanlagen, Zuckerfabriken und separaten Pelletieranlagen kommen Matrizenpressen folgender Typen zum Einsatz:

- Futtermittelpresse 50/2 — VEB Mühlenbau Dresden
- Granulierstrecke G 600 — ČSSR-Import
- Futtermittelpresse 63/V — VEB Mühlenbau Dresden

Einen Überblick über erreichbare Durchsätze in der störungsfreien Betriebszeit bei Einsatz der Futtermittelpresse 50/2 zur Strohpelletierung vermittelt Tafel 1. Die der Presse vorgeschalteten Aggregate wirkten bei den durchgeführten Messungen nicht leistungsbegrenzend. Die angegebenen Werte zum Durchsatz gelten also als Maximalwerte.

Tafel 1. Durchsatz bei der Strohpelletierung mit der Presse 50/2 (Anlage UT 67/2; 1 Presse 50/2)

Vers.-Nr.	Meßdauer h	Pellet- produktion kg	Getreide- zusatz %	Durchsatz kg/h
1	1,50	2300	56	1530
2	1,25	1900	40	1520
3	5,75	5800	30	1010
4	16,50	16770	25	1020
5	5,75	4990	17	870

Tafel 2. Durchsatz und Elektroenergieverbrauch bei der Strohpelletierung mit der Presse 63/V (ohne Trocknung des Stroh)

Kriterien		Stroh- pellets	Kraftfutter- Strohpellets
Strohanteil	%	78	35
Durchsatz in Produktionszeit	t/h	1,15	2,00
Gesamtzeit	t/h	0,90	1,60
Strohdurchsatz	t TM/h	0,79	0,72
Elektroenergie- verbrauch	kWh/t	180	115

Bei einem Getreidezusatz von mehr als 40 Prozent sind Durchsätze von 1,5 t/h in der störungsfreien Betriebszeit erreichbar. Diese Aussage ist auch im Hinblick auf die Verarbeitung von Ganzpflanzengetreide bedeutungsvoll.

Mit zunehmendem Strohanteil sinkt der Durchsatz. Gleichzeitig steigt der spezifische Elektroenergieverbrauch.

Bei der Auswertung der Produktionsergebnisse in landwirtschaftlichen Trocknungsanlagen wurden Verfahrensleistungen von 0,5 bis 0,8 t/h ( $T_{06}$ ) ermittelt. Insbesondere bei Einsatz der Granulierstrecke G 600 konnten über Zeitabschnitte von 5 bis 10 Tagen auch Leistungen von 0,8 bis 1,1 t/h ( $T_{06}$ ) nachgewiesen werden.

Die Granulierstrecke G 600 zeichnet sich gegenüber der Futtermittelpresse 50/2 durch eine höhere Betriebssicherheit bei geringerem Bedienungsaufwand aus. Negativ ist jedoch der hohe Matrizenverschleiß zu beurteilen. Die durch Matrizenverschleiß entstehenden Kosten betragen bei der Presse G 600 15,00 bis 20,00 M/t, bei der Presse 50/2 dagegen nur 4,00 bis 6,00 M/t Pellets.

Die mit der Presse 63/V erreichten Leistungen bei der Strohpelletierung sind in Tafel 2 zusammengestellt.

Bei der Wertung der angegebenen Leistungen ist zu beachten, daß in der untersuchten Maschinenkette (Stationärhäcksler HN 650-M; 1 Hammermühle 50/63 B; 1 Presse 63/V) die Hammermühlenleistung insbesondere bei Verarbeitung von Stroh mit einem Feuchtegehalt über 15 Prozent begrenzend wirkte.

Der Strohdurchsatz, ausgedrückt in t TM/h bleibt unabhängig vom verarbeiteten Kraftfutteranteil, relativ konstant.

Die Verfahrensleistung von Strohaufbereitungsanlagen wird neben dem möglichen Durchsatz der Presse durch weitere Faktoren beeinflusst, so z. B.:

- Abstimmung der Maschinenkette in der Anlage
- technologische Eigenschaften des zu bearbeitenden Materials, wie Trockenmasse-Gehalt, Häcksellängen, Strohart, Kraftfutteranteil usw.
- subjektive Faktoren
- organisatorische Faktoren.

Der Einfluß subjektiver Faktoren, also der Einfluß des Schichtkollektivs auf die Verfahrensleistung, soll anhand der in Tafel 3 zusammengestellten Meßergebnisse verdeutlicht werden.

Die Leistungsdifferenz von rd. 200 kg/h ( $T_{06}$ ) zwischen den Schichtkollektiven I und III bei 20 Prozent geringerem

Tafel 3. Einfluß subjektiver Faktoren auf den Durchsatz bei der Strohpelletierung (Anlage UT 66/1, 1 Presse 50/2)

Kriterien		Schichtkollektiv		
		I	II	III
Anzahl der Schichten		6	5	5
Durchsatz in Produktions- zeit (Σ)	kg/h	680	695	750
Gesamtzeit (Σ)	kg/h	410	450	605
Anteil der Störzeiten	%	39	35	20

Störzeitanteil weist den Einfluß subjektiver Faktoren auf die Verfahrensleistung nach.

Der Aufwand an Energie bei der Strohpelletierung wird durch folgende Kennzahlen (bezogen auf Trocknungsanlagen der Typen UT 66 und S 63) charakterisiert:

Elektroenergieverbrauch 220...250 kWh/t Pellets

Kohleverbrauch 0,20...0,50 t/t Pellets

Heizölverbrauch 0,10...0,20 t/t Pellets

Die ausgewiesenen Werte zum Brennstoffverbrauch liegen wesentlich über den Werten, die sich aus der Wasserverdampfung und dem spezifischen Energieverbrauch je kg zu verdampfenden Wassers errechnen. Insbesondere bei Anlagen mit Kohlefeuerung tritt ein Luxus-Energieverbrauch ein. Auch beim Kohleverbrauch konnte der Einfluß subjektiver Faktoren nachgewiesen werden.

Die Kosten der Produktion von Strohpellets betragen bei Unterstellung der Bedingungen, wie sie für die landwirtschaftlichen Trocknungsanlagen erläutert wurden,

250,00 bis 300,00 M/t Pellets bei Trocknung des Stroh- bzw. 200,00 bis 250,00 M/t Pellets sofern eine Trocknung des Stroh-

nicht erforderlich ist. Die angegebenen Produktionskosten beinhalten die Kosten für Ernte und Transport von Häckselstroh, Verarbeitung der Komponenten sowie Einsatz von Aufschluß- und Zuschlagstoffen.

Die einzusetzenden Preise für Zuschlagstoffe von 40,00 bis 60,00 M/dt führen bei erhöhtem Zuschlagstoffanteil zu steigenden Kosten je Nährstoffeinheit. Zur Einschätzung des Effekts der durchgeführten Strohaufbereitung müssen deshalb die Kosten je Nährstoffeinheit im Strohanteil herangezogen werden. Als wirkungsvollste Maßnahme zur Senkung der Kosten bei der Strohpelletierung ist die Verarbeitung von Stroh mit einem TM-Gehalt von mehr als 85 Prozent zu werten, da die Kosten der Strohtrocknung in den landwirtschaftlichen Trocknungsanlagen 60,00 bis 80,00 M/t Pellets betragen. Außerdem ist ein zusätzlicher Aufwand an Brennstoff- und Elektroenergie notwendig.

Als gegenwärtiges Ziel ist die Unterbietung der Kosten je Nährstoffeinheit bei der Produktion von Heu (0,65 M/kEfr) anzusehen. Bei der Strohpelletierung ohne Trocknung des Stroh- werden unter gegenwärtigen Bedingungen bereits Kosten von 0,55 M/kEfr erreicht und unterschritten.

Die Verarbeitung von Stroh ohne vorherige Trocknung ist jedoch mit folgenden Konsequenzen verbunden:

- Bereitstellung von Strohpartien mit einem TM-Gehalt über 85 Prozent oder
- kontinuierliche Verfütterung der Pellets bei zeitlich begrenzter Zwischenlagerung

Bei der Weiterentwicklung der Mechanisierungsmittel für das Mahlen und Pressen und der Anlagentechnik sind unter Berücksichtigung eines verstärkten Einsatzes von Teilliefermitteln in der Rinderfütterung Verfahrensleistungen von 3 bis 5 t/h ( $T_1$ ) anzustreben. Bei einem Investitionsaufwand von 1,3 bis 1,5 Mill. M je Anlage dürfen bei Verarbeitung trockenen Stroh- die Verfahrenskosten für die Bearbeitung der Futterkomponenten 50,00 M/t Endprodukt nicht übersteigen. Außerdem müssen Ernte, Zwischenlagerung und Transport des Stroh- zukünftig so rationell gestaltet werden, daß die Einsatzkosten je t Stroh weniger als 60,00 bis 70,00 M bei Transportentfernungen bis zu 30 km betragen.

### 3. Feuchtaufschluß von Stroh mit Natronlauge

Bei diesem Verfahren kann der Strohaufschluß direkt am Lagerplatz des Stroh- erfolgen, da die eingesetzten Mechanisierungsmittel ein schnelles Umsetzen zu den jeweiligen Arbeitsorten ermöglichen.

Das Verfahren ist gekennzeichnet durch einen hohen Flüssigkeitseinsatz von 1000 l verdünnter Lauge je t Stroh. Damit werden in Abhängigkeit von der gewählten Konzentration 70 bis 120 kg 48prozentige Lauge für den Aufschluß von 1 t Stroh benötigt.

Der Aufschlußerfolg hängt wesentlich von der erreichten Arbeitsqualität bei der Vermischung von Stroh und verdünnter Lauge ab. Bei der Durchführung des Strohaufschlusses ist deshalb vor allem auf die Einhaltung der geforderten Qualitätsparameter zu achten. Der Trockenmassegehalt des alkalisierten Stroh- muß 45 Prozent  $\pm$  5 Prozent betragen. Das Erreichen hoher Leistungen auf Kosten der Arbeitsqualität ist abzulehnen. Der Einsatz von Häckselstroh und das Vorbereiten der Mieten für den Aufschluß muß gefordert werden.

Zum Feuchtaufschluß werden unter günstigen Einsatzbedingungen folgende Mechanisierungsmittel eingesetzt /2/: 1 Mobilkran (T 174, 172 oder T 159), 1 Dungstreuer oder Futterverteilungswagen bzw. 1 Annahmedosierer, 1 Kreiselpumpe, 1 Traktor, 2 bis 3 Anhänger mit Laugenbehältern (Bild 2).

Je nach Durchsatzvermögen der eingesetzten Dosierer und Laugenförderpumpen wurden in der Praxis Leistungen von 1,5 bis 4 t/h ( $T_1$ ) erreicht. Die Möglichkeit der vollen Ausschöpfung der optimalen Leistung der Mechanisierungsmittel muß von der erreichbaren Arbeitsqualität abhängig gemacht werden. Eine Erhöhung der Leistung über 4 bis 5 t/h ist im Hinblick auf die erzielbare Verteilgenauigkeit der Lauge nicht anstrebenswert.

Eine kostengünstige Produktion bei Einhaltung der geforderten Qualitätsparameter ist nur zu realisieren, wenn der Aufschluß von Stroh in großen Partien von spezialisierten Kollektiven in Dienstleistung für die sozialistischen Landwirtschaftsbetriebe bzw. für deren kooperative Einrichtungen durchgeführt wird. Das bedeutet, daß ausgewählte ACZ die Aufgabe übernehmen und die entsprechenden materiell-technischen Voraussetzungen schaffen müssen.

So sind außer den bereitzustellenden mobilen Mechanisierungsmitteln für den Aufschluß auch Umschlagplätze für Natronlauge zu errichten, für deren effektive Nutzung der Aufschluß von 3000 bis 5000 t Stroh je Jahr zu fordern ist.

Die Verfahrenskosten für den Aufschluß betragen in Abhängigkeit von der erreichten Leistung und der eingesetzten Laugenmenge 45,00 bis 70,00 M/t Rohstroh.

Wird ein Festfahren des mit Lauge behandelten Stroh- und ein Mischen mit Silagen vor der Fütterung vorgesehen, entstehen zusätzliche Kosten von 20,00 bis 30,00 M/t. Die Gesamtkosten je t Rohstroh betragen bei den unterstellten Bedingungen 100,00 bis 130,00 M. Damit liegen die Nährstoffkosten im Aufschlußstroh unter den Bedingungen einer begrenzten Zwischenlagerung und eines kontinuierlichen Einsatzes in der Fütterung im Bereich von billigen Silagen (z. B. Maissilage) bzw. Frischfutter.

Bild 2. Zum Strohaufschluß mit Natronlauge eingesetzte Mechanisierungsmittel



An folgenden Problemen wird forschungsmäßig weiter gearbeitet:

- Klärung der Bedingungen für die Langzeitlagerung des alkalisierten Strohs
- die Lösung des effektiven Umschlags sowie die sichere Handhabung der Natronlauge.

#### 4. Zusammenfassung

Die Anwendung von Strohaufschlußverfahren trägt wesentlich zur Stabilisierung der Futterproduktion und zur Senkung der Hauptfutterfläche je RGV bei.

Die wichtigsten angewendeten Strohaufschlußverfahren werden in einem Systematisierungsschema dargestellt.

Für die Verfahren „Zusatz von NPN-Verbindungen bei der Pelletierung von Stroh“ und „Feuchtaufschluß von Stroh mit Natronlauge“ werden Ergebnisse technologischer und ökonomischer Untersuchungen mitgeteilt.

#### Literatur

- 1/ Bergner, H. u. a.: Ammonisierte Strohpellets nach einem neuen Aufschlußverfahren. Tierzucht 26 (1972) H. 8, S. 291–293
- 2/ Piatkowski, H. u. a.: Ergebnisse zum neuen Feuchtaufschlußverfahren von Getreidestroh mit Natronlauge. Tierzucht 26 (1972), H. 8, S. 287–291 A 9204

Kand. d. techn. Wissenschaften W. Schewzow  
Ing. F. Kriwizkoja

## Die BMSR-Ausrüstung der Trocknungsanlage USS-1<sup>1</sup>

Die Veröffentlichung dieser Übersetzung hat zum Ziel, Interessenten mit Darstellungen von elektrischen Steuerungen bzw. Regelungen in der Sowjetunion vertraut zu machen, da im Rahmen der sozialistischen Integration in zunehmendem Maß sowjetische Maschinen und Anlagen in der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft der DDR eingesetzt werden.

### Charakteristik der Trocknungsanlage USS-1

Seit dem Jahre 1970 stellen die Betriebe der Vereinigung „Sojuschlopomasch“ den Universal-Schichttrockner USS-1 her. Der Trockner ist konzipiert für die Trocknung von Baumwolle. Es ist jedoch auch möglich, in der Anlage Gras, Getreide, Reis, Maiskolben und Erbsen zu trocknen.

Aus dem im Bild 1 dargestellten Schema ist der Aufbau der Anlage ersichtlich. Die vom Lufterhitzer TG 800 *a* erzeugte Heißluft wird über den Luftkanal *b* 2 Trockenkammern *c* zugeführt. Der Lufterhitzer benötigt als Brennstoff Traktoren-Kerosin oder Dieselkraftstoff und ist vollständig automatisiert. Nach Verlassen der Trockenkammern wird das Trockengut über einen Abnahmeförderer *d* und einen Höhenförderer *e* weitergeleitet.

Die elektrische Ausrüstung der Trocknungsanlage ist zum großen Teil in einem Schaltschrank untergebracht.

### BMSR-Ausrüstung der Anlage

Aus Bild 2 sind Aufbau und Wirkungsweise der BMSR-Anlage ersichtlich. Zur Stromversorgung der Anlage ist ein Drehstrom-Vierleitersystem erforderlich mit 380 V Spannung. Nach Schließen der Hebelhalter R und RB sowie der automatischen Schalter A', 1 A bis 4 A, die dem Kurzschlußschutz dienen, ist die Anlage betriebsbereit. Durch Betätigen des Schalters WK kann man überprüfen, ob Spannung vorhanden ist.

Die starkstromtechnische Ausrüstung der Trocknungsanlage USS-1 umfaßt 4 Drehstrom-Kurzschlußläufer, die direkt eingeschaltet werden. Aus der Erläuterung zum Bild 2 ist ersichtlich, was die Motoren antreiben. Die Motoren werden über Taster und Schütze gesteuert. Sie sind durch die Schalter 1 A bis 3 A und durch die thermischen Überstromauslöser 1 RT bis 4 RT gegen Kurzschluß und thermische Überlastung sowie in Verbindung mit den Schützen 1 K bis 4 K gegen Unterspannung geschützt. Eine Kontrolle der Spannung ist über das Voltmeter möglich, ebenso eine Kontrolle der Stromaufnahme des Motors 1 M über das Ampere-meter, das über Stromwandler angeschlossen ist.

(Gegenüber Darstellungen in Schaltplänen in unserer Republik fällt auf, daß die Spule von Schützen im Starkstromteil nicht mit gezeichnet wird und auch die Überstromauslöser anders aussehen. In Tafel 1 sind einige wichtige Schaltzeichen und Bezeichnungen in Schaltplänen aus der UdSSR zusammengestellt, die dem Leser die Orientierung in dem Schaltplan erleichtern sollen.)

Zum Start der Trocknungsanlage sind außer den bisher genannten Schaltern auch noch die Kippschalter 1 W und 2 W zu schließen. Dabei brennen die Kontrollampen 1 L (weiße Kappe), die das Vorhandensein der Steuerspannung von 220 V ~ für die Anlage signalisiert, und 2 L (grüne Kappe), die das Fehlen der Flamme des Brenners anzeigt. Außerdem wird über den geschlossenen Öffner des Thermostats TR 200 das Relais 3 RP betätigt. Nun kann über den Taster 1 P am Lufterhitzer das Schütz 1 K zugeschaltet werden, das sich über den parallel zum Ein-Taster 1 P liegenden Schließer selbst hält. Allerdings muß vor dem Zuschalten des Schützes 1 K bzw. des Motors 1 M im Luftkanal der Anlage eine Jalousie geschlossen werden, damit der Motor gegen die geschlossene Jalousie anläuft und keinen zu hohen Anlaufstrom aufnimmt. Die Schütze für die Zuschaltung der anderen Antriebsmotoren können entweder

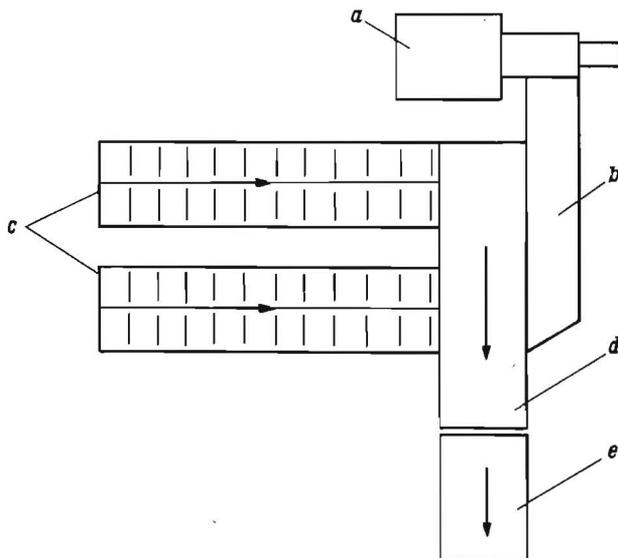


Bild 1. Schema der Trocknungsanlage USS-1 aus der UdSSR: *a* Lufterhitzer TG 800, *b* Luftkanal, *c* Trockenkammern, *d* Abnahmeförderer, *e* Höhenförderer

<sup>1</sup> Gekürzte und bearbeitete Übersetzung aus „Technik in der Landwirtschaft“ (1972) H. 7, S. 71 bis 76 (Übersetzer und Bearbeiter: Dipl.-Ing. D. Link)