

Die Ausweitung der Grünfütter- und Hackfruchtrocknung und ihre energetischen Folgerungen

Die Trocknung landwirtschaftlicher Produkte, insbesondere von Grünfütter und Rüben, hat in den letzten Jahren wesentlich zugenommen. Heute sind fast alle für die Trocknung geeigneten Anlagen jährlich längere Zeit in Betrieb, und Spitzenanlagen erreichen über 3000 Betriebsstunden. In vielen Zuckerfabriken werden zwei und mehr Trommelrocknungsanlagen auch für die Grünfütterrocknung betrieben. Die trotzdem noch unzureichende Auslastung der Trocknungskapazität ist heute weniger auf den technischen Zustand der Anlagen, sondern mehr auf die zeitlich und mengenmäßig ungenügende Grüngutanlieferung durch die landwirtschaftlichen Betriebe zurückzuführen. Die Bedeutung der Trocknung für die Steigerung des Futteraufkommens und für die Industrialisierung der landwirtschaftlichen Produktion wurde insbesondere von NEHRING [1], SCHICK [9] und GEY [3] hervorgehoben. Der Staatsapparat hat der Trocknung und ihrer weiteren Ausdehnung durch die Gesetze über den Grünmehlkauf [4] und die Errichtung der Zentralen Beratungsstelle für die Trocknung landwirtschaftlicher Produkte [5] in Burgwerben, Krs. Weißenfels, der eine Ausbildungsstätte angeschlossen ist, wesentliche Hilfe gegeben. Besonders aber der für 1963 geplante Neubau von 13 Anlagen und die geplante Errichtung von insgesamt 265 Anlagen bis 1970, die auf dem VI. Parteitag der SED gefordert wurde [6], zeigen deutlich, welcher Wertschätzung sich die landwirtschaftliche Trocknung heute bei uns erfreut.

Für die Grünfütter- und Hackfruchtrocknung sind eine Vielzahl von Systemen als mechanisierte Darren, pneumatische und Trommelrockner bekannt. Hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und Betriebssicherheit hat sich der Trommelrockner als überlegen erwiesen, er ist für die bei uns gegebenen Verhältnisse als der derzeit geeignetste Trockner zu betrachten. Über den zu erwartenden Energiebedarf und die Verarbeitungsleistung eines „Mafa“-Trommelrockners mit 2,4 m Durchmesser gibt Tafel 1 näheren Aufschluß. Tafel 2 zeigt, welche Grüngutmenge für die Auslastung einer Anlage benötigt werden und welcher Trockengutanfall bei mittleren Eintrocknungsverhältnissen für die verschiedenen Fruchtarten zu erwarten ist. Trommelrockner sind sehr langlebige Anlagen, wie u. a. CRONEMEYER [7] feststellte: „Die Nutzungsdauer einer Trocknungsanlage ist bei sachgemäßer Pflege sehr groß. Unsere drei Büttner-Trockner, die vor mehreren

Jahren einen modernen Einbau erhalten haben, sind nach 35 bis 38jähriger Benutzung noch so gut erhalten, daß sie voraussichtlich noch jahrzehntelang mit gleichem Erfolg benutzt werden können.“ Die in unseren Zuckerfabriken und anderen Trocknungsbetrieben vorhandenen Trommelrockner sind in der Mehrzahl ebenfalls über zwei Jahrzehnte alt und mehr als 1/3 dieser Anlagen arbeiten bereits länger als drei Jahrzehnte, wie SCHEIDER u. a. [8] feststellten. Die heute von uns zum Neubau vorgesehenen Anlagen können demnach noch im Jahre 2000 benutzt werden. Es heißt, sie werden noch zu einer Zeit arbeiten, in der unsere abbauwürdigen Kohlevorräte bei

Tafel 1. Annähernder Bedarf einer Trommelrocknungsanlage (herkömmlicher Bauart) für Grünfütter und Hackfrüchte mit 2,4 m Trommeldurchmesser an Energie, Wasser und Ausrüstung

	Grünfütter [t/h]	Rübenblatt [t/h]	Zucker- rüben [t/h]
Naßgutleistung	5,4	9,2	10
Eintrocknungsverhältnis	5 : 1	6 : 1	4 : 1
Wasserverdampfungsleistung	4,3	7,7	7,5
Brennstoffbedarf [100 Kcal/kg Wasser] bei Verwendung von Brikett			
(H _u 4500 kcal/kg)	0,95	1,70	1,65
Rohkohle (H _u 2250 kcal/kg)	1,9	3,4	3,3
Heizöl (H _u 10000 kcal/kg)	0,43	0,77	0,75
Städtgas (H _u 3600 kcal/N m ³)	N m ³ /h	N m ³ /h	N m ³ /h
(H _u 3600 kcal/N m ³)	1195	2140	2080
Erdgas (H _u 7500 kcal/N m ³)	570	1030	10000
Frischwasser (1 bis 1,5 m ³ /t Naßgut)	—	min. 10	min. 10
<i>Ausrüstungsanlagen Anschlußwert [kW]</i>			
Stapelvorrichtung mit mechanischer kontinuierlicher Gutabgabe für Naß- gut	15	15	15
Wäsche für Hackfrüchte und Abpreßvorrichtung	—	25	25
Zerreißer für Blatt, Schneidmaschine für Rüben und Kartoffeln	—	75	10
Trockentrommel einschl. Dosierung, Ventilator und Trockengutaustragung	70	70	70
Kühltrommel	—	10	10
Hammermühle, kompl.	40	40	40
Trockengutpresse, kompl., mit Kühleinrichtungen	50	50	50
Transporteinrichtungen	20	20	20
Fenering einschl. Bekohlung und Entaschung	20	20	20
	215	325	260
Elektroenergie kWh/Tag	3500	6500	5000

Grünfütterernte und Transport
Feldhäcksler unter 2 cm H.L. 2 Stück
Anhänger mit Aufbauten 8 Stück } (bis 10 km Anfuhrdistanz bei
Schlepper mit 40 PS 3 Stück } 3schichtigem Einsatz)

Tafel 2. Annähernder Naßgutbedarf für eine gut ausgelastete Trocknungsanlage (Trommelrockner 2,4 m Ø)

Monat	Trocknungs- tage	stunden	Futterart	Naß- gut [t]	Trocken- gut [t]
Mai	20	2 160	Grünfütter	11 700	2 350
Juni	25				
Juli	20				
August	15				
September	10				
August	5	240	Getreide	1 200	1 050
September	5				
September	10	1 680	Kartoffeln Rübenblatt Zuckerrüben	16 000	3 000
Oktober	10				
November	25				
Dezember	15				
Insgesamt	170	4 080		28 900	6 400

* Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz der D.M. (Direktor: Prof. Dr. R. SCHICK)

(Schluß von Seite 351)

Staatsgütern nun auch in LPG eingeführt. Wir organisierten deshalb dreitägige Kurse für diejenigen Fachkollegen, die den LPG bei der Inbetriebnahme helfen sollen. Im Jahre 1963 sollen bei uns etwa 800 Anlagen arbeiten.

Wir stellten außerdem Versuche an, Heu mit angewärmter Luft zu trocknen. Dazu benutzten wir ein ungarisches und ein englisches Heizaggregat. Im Ergebnis zeigte sich, daß mit angewärmter Luft kein besseres Heu gewonnen werden kann, als mit Belüftung, der Karotingehalt war allerdings ein wenig höher. Außerdem ist die Trocknung mit angewärmter Luft unter unseren Verhältnissen zu kostspielig.

Die Kosten der Belüftungstrocknung betragen bei uns in Ungarn, auf 1 dt Trockenheu berechnet 6 bis 7 Ft, also ungefähr 1,50 DM. In diesem Betrag ist auch die Abschreibung enthalten. Bei der Trocknung mit angewärmter Luft lagen allein die Energiekosten (Gasöl und elektrische Energie) — ohne Abschreibung — bei 35,20 Ft (8,15 DM).

Die Trocknung mit angewärmter Luft hat sich nur bei der Körnertrocknung als wirtschaftlich erwiesen. Unter unseren günstigen klimatischen Verhältnissen jedoch — hauptsächlich seit wir zur Getreideernte in zwei Arbeitsgängen zurückgekehrt sind — hat die Getreidetrocknung keine besondere Bedeutung. Bei uns ist die Trocknung von Futtermais ein großes Problem, das aber hier kaum interessieren dürfte und deshalb auch nicht behandelt werden soll.

A 5241

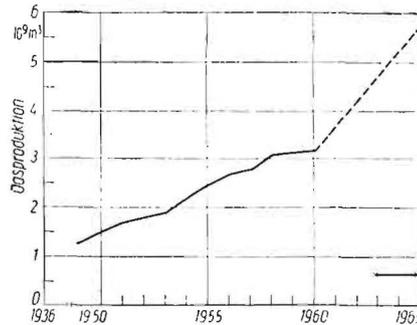
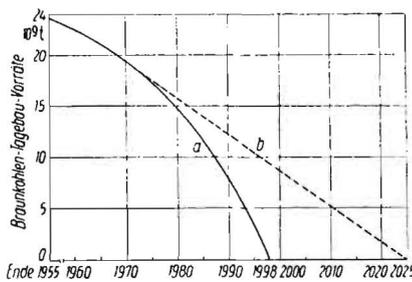


Bild 1. Braunkohlen-Tagebauvorräte (nach BILKENROTH)
a Steigerung der Kohlförderung progressiv um jährlich 4 %;
b 4%ige Steigerung bis 1969, ab 1970 gleichbleibend 350 · 10⁶ t/Jahr Kohleförderung

Bild 2. Gasproduktion in der DDR (nach SCHILLING, TISCHLER [9])
x — x Kalkulierter Gasbedarf für 100 Trocknungsanlagen (bezogen auf Tafel 1 und 2 6,5 Mill. m³ je Anlage u. Jahr)

Beibehaltung der derzeitigen jährlichen Kohleabbauwachstumsrate bereits erschöpft sind, wie es von BILKENROTH, zitiert nach SCHILLING und TISCHLER [9], errechnet und dargestellt wurde (Bild 1). Allein aus diesem Grunde erscheint es nicht vertretbar, daß neue Trocknungsanlagen für Grünfütter- und Hackfrüchte heute noch fast ausschließlich mit Rohkohle oder Brikettsfeuerung eingerichtet werden. Aber noch weitere Gründe lassen die Briketts- oder Rohkohlefeuerung für die Trocknung landwirtschaftlicher Erzeugnisse als am wenigsten geeignet erscheinen:

1. Trocknungsanlagen für die Landwirtschaft werden durch den Kohleumschlag vom Waggon auf Anhänger oder Fördermittel zur Trocknungsanlage stärker als Industrieanlagen belastet, da bei dem relativ geringen Bedarf — ein bis zwei Waggon je Tag — ein vollmechanisierter Umschlag investitionsmäßig nicht vertretbar ist und der halbmechanisierte oder nur technisierte Umschlag erheblich mehr Arbeitsstunden erfordert und Kosten verursacht (Tafel 3);
2. für die laufende Bekohlung und die Entaschung kohlebeheizter Anlagen ist je Schicht mindestens 1 AK mehr erforderlich als bei Öl- oder Gasfeuerung;
3. die Kohlebeheizung erfordert längere Anheizzeiten, ihre Anpassungsfähigkeit an die wechselnden Gutzustände (Regen, Taufeuchte u. a.) ist sehr träge, wodurch die Trocknungsgutqualität ungünstig beeinflusst wird;
4. wegen dieser Trägheit und der Ungleichheit des Brennstoffmaterials ist die Kohlefeuerung für die Automatisierung der Trocknungsanlagen wenig geeignet;
5. die Trocknungsgutqualität wird durch die kaum vermeidbare Flugascheanlagerung ungünstig beeinflusst.

Die von energiewirtschaftlicher Seite immer wieder erhobene Forderung (SCHILLING und TISCHLER [9], CALLENBERG [10]), Kohle nicht nur als Wärmeenergiequelle zu nutzen, sondern die in der Kohle enthaltenen Wertstoffe für die che-

Tafel 3. Beschaffungs-, Transport- und Zwischenlagerkosten für Brennstoffe in einigen Trocknungsbetrieben im Jahr 1960

Trocknungsbetriebe	Müggeln	Kalbe/M.	Stralsund	De-litzsch	Löbe-jün	Walsch-leben
Kohleart	Brikett		Rohbraunkohle			
Transportstrecke (Bahnkilometer)	57	182	431	15	50	122
Kosten [DM/t]						
Materialkosten	18,31	18,56	17,16	3,51	3,51	3,51
Fracht	3,95	7,50	14,45	2,02	3,69	5,46
Entladung	1,30			0,36	1,50	1,36
Zwischentransport und Lagerung		4,50	0,34	1,15		0,30
Entnahme aus Zwischenlager und Transport zur Feuerung		0,85	0,45	0,86	1,92	0,60
Brennstoffkosten insgesamt [DM/t]	23,56	31,46	32,40	7,90	10,62	11,23
Wärmepreis [Pf/1000 kcal]	0,51	0,68	0,70	0,36	0,48	0,51
Brikett 4600 kcal/kg Rohkohle 2200 kcal/kg						
Wärmepreis nur auf Frachtanteil bezogen [Pf/1000 kcal]	0,09	0,16	0,31	0,09	0,17	0,25

Tafel 4. Der unterschiedliche Wirkungsgrad beim Einsatz von Braunkohlenbriketts, Elektroenergie und Gas für Wärmezwecke (nach SCHILLING, TISCHLER [9])

	Braunkohlenbriketts	Elektroenergie (Kondensationskraftwerk)	Gas
Wirkungsgrad der Erzeugung [%]	85	24	80
Wirkungsgrad des Transports (einschl. Umformung) [%]	95	84	98
Wirkungsgrade der Wärmeverbraucher [%]			
Industrieöfen	40	40 ... 70	60 ... 75
Raumbeheizung	35	100	70
Herde und Kocher	30	20 ... 35	60
Gesamtwirkungsgrad der Nutzung der eingesetzten Kohle [%]	24 ... 32	4 ... 15 20 (Raumheizung)	47 ... 60
Primär eingesetzte Kohlenmenge (H _u = 2000 kcal/kg) [kg/10 ⁶ kcal Nutzwärme]	1500 ... 2100	2500 ... 15000	800 ... 1100
Sonstige Gesichtspunkte	Verlust der Kohlewertstoffe, Belastung des Transportwesens	Volkswirtschaftlicher Engpaß, Verlust der Kohlewertstoffe	Möglichkeit der komplexen Ausnutzung der Kohle

mische Industrie durch die Kohlevergasung zu gewinnen, verdient tatkräftige Unterstützung von Seiten der Landwirtschaft. Neben der Gewinnung der Kohlewertstoffe ist außerdem der gesamtenergetische Wirkungsgrad bei der Kohlevergasung höher als bei der direkten Kohleverbrennung, wie es Tafel 4 nach SCHILLING und TISCHLER [9] zeigt. Fern- und Stadtgas erscheint uns für die Grünfütter- und Hackfruchttrocknung besonders geeignet, da es nicht nur wenig Bedienungspersonal, sondern auch den geringsten Investitionsaufwand für die Verbrennung (z. B. für Reglerstationen, Leitungen und Kontrollanlagen) erfordert. Ein weiterer bedeutsamer Faktor ist, daß die Trocknung von Grünfütter- und Hackfrüchten in der Zeit von Anfang Mai bis Dezember erfolgt, d. h. in einem Zeitraum, der vorwiegend im Sommerverbrauchstal für Gas liegt.

Von Seiten der Energiewirtschaft wird darauf hingewiesen, daß der Gasverbrauch im Sommer wesentlich geringer als im Winter ist und zu einer ungünstigen Auslastung der Gas erzeugungsanlagen führt. Durch den Einsatz von Gas für die Grünfütter- und Hackfruchttrocknung läßt sich das Sommer-Winterverhältnis im Gasverbrauch spürbar verbessern. Über die Trocknung wird das Gas im Sommer sicher rationeller genutzt als bei einer Untergrundspeicherung, die wegen der hohen Kompressionsdrücke erhebliche Kosten verursacht und aus der nicht die insgesamt eingespeicherte Gasmenge im Winter wieder der Versorgung zugeführt werden kann, weil bestimmte Verluste unvermeidlich sind. In unserer Republik ist ein Gasnetz größeren Ausmaßes vorhanden. Bedauerlicherweise sind aber bei der Projektierung eines großen Teils der Fernleitungen die angrenzenden landwirtschaftlichen Betriebe als Bedarfsträger für Gas unberücksichtigt geblieben, so daß man nur an einem Teil der Leitungen Trocknungswerke mit ihrem relativ hohen Gasbedarf anschließen kann. An den Fernleitungen mit entsprechend großer Leistung sollten bevor-

zugt Trocknungswerke errichtet werden. Der Betrieb einer größeren Anzahl von Trocknungsanlagen mit Gasfeuerung ist im Hinblick auf die derzeitige und zukünftige Gaserzeugung nicht erfüllbar; wie Bild 2 zeigt. Der Gasverwendung steht jedoch der augenblickliche Gaspreis entgegen. In Tafel 5 ist er den anderen Wärmeenergiepreisen gegenübergestellt, wobei jedoch die erhöhten Umschlag- und Zwischenlagerkosten für Kohle und auch für Öl unberücksichtigt geblieben sind. Insgesamt entspricht jedoch der äußerst geringe Kohlepreis nicht dem volkswirtschaftlichen Wert und es ist notwendig, daß die Gas-, Öl- und Kohlepreise entsprechend ihrem volkswirtschaftlichen Wert einander angeglichen werden, sonst ist es unvermeidlich, daß die Kohle nach wie vor weiter nur als Brennstoff zur Wärmeerzeugung genutzt wird und ihre Wertstoffe als wesentliche Grundlage für unsere chemische Industrie dabei ungenutzt bleiben.

Hinsichtlich des Elektroenergiebedarfs stellt die Trocknung ebenfalls erhebliche Anforderungen. Eine gut ausgelastete Anlage benötigt jährlich über 1/2 Mill. kWh. Wird eine solche Anlage von einem Betrieb mit 2000 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche ausgelastet, so erhöht sich damit der Energiebedarf dieses Betriebes gegenüber dem jetzigen Durchschnitt, der für 1960 etwa 210 kWh je ha LN betrug, auf über das Doppelte. Diese erhebliche Steigerung läßt darauf schließen, daß in jedem Falle eigene Trafoanlagen für die Trocknungsbetriebe notwendig sind und sehr oft für den Anschluß dieser Trafos eine Verstärkung des Mittelspannungsnetzes erforderlich sein wird.

Für die Einrichtung von Trafo-Stationen unmittelbar am Trockenwerk spricht weiterhin die Verminderung des Span-

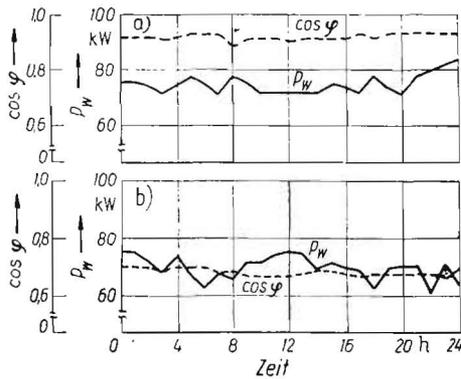


Bild 3. Tagesbelastungskurve und Leistungsfaktor der Trocknungsanlage Mägeln (nach SCHWENKER [12]); a mit Blindleistungs-Kompensation, b ohne Blindleistungs-Kompensation

Tafel 5. Wärmepreise und Heizwerte für Brennstoffe (nach RAPELIUS [13] und Kleine Enzyklopädie Technik)

Brennstoffart	Verbraucherpreis	Wärmepreis [Pf/1000 kcal]	Heizwert [kcal/kg]
Braunkohle	0,6 ... 1,0 Pf/kg	0,25 ... 0,4	2700 ... 3300
Braunkohlenbrikett	1,5 ... 1,8 Pf/kg	0,35 ... 0,50	4800 ... 5600
Heizöl	15,0 ... 18,0 Pf/kg	1,50 ... 2,00	9700 ... 10400
Ferngas	8,0 Pf/m ³	2,0 ... 2,5	3000 ... 4600
Flüssiggas	90,0 Pf/kg	8,0	22000 ... 28000
Elektroenergie	4,0 Pf/kWh	4,5	
	8,0 Pf/kWh	9,0	

Tafel 6. Einfluß der Blindstromkompensation bei einigen Trocknungsanlagen auf die erforderliche Trafoleistung (nach SCHWENKER [12])

Trocknertyp und -leistung	Erforderliche Transformatorleistung [kVA]		
	ohne Blindstromkompensation	mit Blindstromkompensation	
Schnellumlauf-trockner	35 dt/h	120	93
Trommeltrockner	50 dt/h	94	73
Schrägrost-trockner	20 dt/h	80	62
Schrägrost-trockner	10 dt/h	63	49

nungsabfalls durch kurze Niederspannungszuleitungen, wodurch sich die sonst hohen Anlaufströme der Motoren herabsetzen lassen. Um einen guten Leistungsfaktor zu erreichen, ist die Einrichtung von Blindstromkompensationsanlagen nach FRIEDRICH [11] besonders zu empfehlen und darauf zu achten, daß die E-Motoren gut ausgelastet, also nicht überdimensioniert sind.

Durchgehend betriebene Trocknungsanlagen weisen eine ausgeglichene Tagesbelastungskurve aus, wie es Bild 3 zeigt. Der Leistungsbedarf bei der Trocknung der einzelnen Gutsarten (Grünfutter, Futtermittel, Rübenblatt, Kartoffeln, Rüben) wird aber durch die speziellen Maschinen für die Auf- und Nachbereitung dieser Güter und durch die unterschiedliche Belastung des Trockners selbst verschieden hoch sein. SCHWENKER [12] hält den Einsatz von Kondensatorbatterien mit Handregelung für ausreichend. Diese Anlagen sind beachtlich billiger als automatisch geregelte Blindstromkompensationsanlagen. Durch die Blindstromkompensation in den Trocknungsbetrieben wird nach der Untersuchung von SCHWENKER [12] eine wesentliche Verminderung der erforderlichen Transformatorleistung (Tafel 6) ermöglicht.

Zusammenfassung

Abschließend kann festgestellt werden, daß die landwirtschaftliche Trocknung erhebliche Anforderungen an die Wärmeenergieversorgung stellt. Als Brennstoff ist z. Z. die Kohle fast ausschließlich vertreten, sie ist aber aus energetischer und landwirtschaftlicher Sicht ungeeignet. Im Bereich der Ferngasnetze wird der Einsatz von Gas als Wärmeenergiequelle gefordert und in all den anderen Anlagen dürfte Öl ein wesentlich besser geeigneter Brennstoff sein als die Kohle. Im Verbrauch von Elektroenergie und ebenso beim Verbrauch von Gas wirkt sich die Trocknung günstig aus, da die Betriebszeit Mai bis Dezember außerhalb der eigentlichen Verbrauchsspitzen für diese Energiearten liegt. Die Umstellung der Wärmeenergiebereitstellung von Kohle auf Öl und Gas wird in der landwirtschaftlichen Trocknung beachtliche Einsparung an Arbeitskräften ermöglichen, sie erfordert jedoch die Regulierung der Wärmeenergiepreise.

Literatur

- [1] NEHRING, K.: Die Konservierung der Futtermittel, ein Problem der Industrialisierung der Landwirtschaft. Zeitschrift für Agrarökonomie (1961) H. 4
- [2] SCHICK, R.: Über den Weg unserer Landwirtschaft zum Kommunismus. Deutsche Agrartechnik (1962) H. 3, S. 106 bis 109
- [3] GËY, H.: Die Wärmelufttrocknung — ein Trocknungsverfahren zur Gewinnung einer hochwertigen Futtermittelkonserve aus wirtschaftseigenen Futtermitteln — und ihr Einfluß auf die Organisation der landwirtschaftlichen Betriebe. Dissertation, Karl-Marx-Universität Leipzig 1961
- [4] —: Anordnung über den Aufkauf von Grünmehl v. 13. Febr. 1960. Gesetzblatt Teil I Nr. 15 — Ausgabebetag 8. März 1960
- [5] —: Anordnung über die Zentrale Beratungsstelle für die Trocknung landwirtschaftlicher Erzeugnisse vom 21. April 1961. Gesetzblatt Teil III, vom 5. Juni 1961
- [6] ULBRICHT, W.: Das Programm des Sozialismus und geschichtliche Aufgabe der SED. Referat auf dem VI. Parteitag der SED, ND vom 16. Jan. 1963, S. 7
- [7] CRONEMEYER: 40 Jahre künstliche Grünfuttermittel. RKTJ, Beuth-Vertrieb, GmbH, Berlin 1940, H. 86, S. 213
- [8] SCHNEIDER, G., NIERICH, H., BAUNACK, H.: Die landwirtschaftliche Trocknungskampagne 1952 in Zuckerfabriken und sonstigen Trocknern. Deutsche Agrartechnik (1963) H. 5, S. 205 bis 208
- [9] SCHILLING, G., TISCHER, G.: Energetik. VEB Verlag Technik Berlin 1960
- [10] CALLENBERG, W.: Rationelle Energiewirtschaft im Betrieb. Verlag Tribüne Berlin 1958
- [11] FRIEDRICH, H.-H. u. a.: Elektroenergie in landwirtschaftlichen Betrieben. VEB Verlag Technik Berlin 1959
- [12] SCHWENKER, G.: Die Auswirkungen des Einsatzes von Trocknungsanlagen für landw. Produkte auf die Energiewirtschaft. Mitt. des Inst. f. Energetik H. 38/1961
- [13] RAPELIUS, K.: Anwendungsmöglichkeiten der Öl- und Gasheizung für die Grünfuttermittel-trocknung. Deutsche Agrartechnik (1960) H. 6, S. 270 bis 272
- [14] —: Statistisches Jahrbuch der DDR (1960/61). VEB Deutscher Zentralverlag Berlin 1961 A 5317