

Zu einigen Fragen der künstlichen Trocknung landwirtschaftlicher Produkte

Bereits in unserem vorhergehenden Heft hatten wir anlässlich einer Fachtagung „Trocknung“ der KDT eine Aufsatzreihe zu diesem Thema veröffentlicht, die im wesentlichen aus Referaten der Tagung zusammengestellt war. Zur Abrundung der Thematik und im Hinblick auf ihre Bedeutung für die Landwirtschaft bringen wir anschließend zwei weitere Aufsätze, die ebenfalls überarbeiteten Auszügen solcher Referate entstammen.

Dr. E. PÖTKE empfiehlt eine einheitliche Technologie für die gesamten Arbeiten bei der Vorbereitung und Durchführung der künstlichen Trocknung unter Anziehung von Aufwandswerten für Trockner verschiedener Systeme. Im abschließenden Beitrag erörtert Ing. K. RAPELIUS die Anwendungsmöglichkeiten der Öl- und Gasheizung für die künstliche Grünfütter-trocknung.
Die Redaktion

Dr. E. PÖTKE, KDT*)

Beitrag zur zweckmäßigen Technologie für die Trocknung von Grünfütter, Rübenblatt und Kartoffeln

Die Mehrzahl der Anlagen für die Grünfütter-, Rübenblatt- und Kartoffeltrocknung ist mehrere Jahrzehnte alt und wurde in den Kriegs- und Nachkriegsjahren nur teilweise benutzt und ausgelastet. Die starke Steigerung der viehwirtschaftlichen Produktion zur Erfüllung der ökonomischen Hauptaufgabe und des Siebenjahrplans fordert die volle Auslastung der vorhandenen Trocknungskapazität und die Schaffung neuer Trocknungskapazität. Die Technologie der Frischgutannahme, Zwischenlagerung, Aufbereitung und Trocknungsgutabgabe in diesen Anlagen entspricht nur teilweise dem in der Landwirtschaft erreichten Entwicklungsstand, der durch die Schlepperanfuhr des Trockengutes aus den vorwiegend mit Vollerntemaschinen arbeitenden Großbetrieben gekennzeichnet ist. Die nachfolgenden Betrachtungen sollen helfen, eine einheitliche Technologie der Ernte und Anfuhr des Frischgutes zu entwickeln, um daran anschließend ebenso einheitlich die Technologie der Annahme, Zwischenlagerung und Aufbereitung fortzuführen. Die einheitliche Verbesserung der Annahme, Zwischenlagerung, Aufbereitung und Nachbereitung ist nicht nur für die Trocknungsbetriebe und die Landwirtschaft, sondern auch für die maschinenbauende Industrie von Bedeutung, weil sie eine Verminderung der Typen zur Folge hat.

Entwicklungsstand und Ausblick der Trocknung

Grünfütterernte, Transport und Aufbereitung

Die Entwicklungsstufen der Grünfütterernte, -abfuhr, -entladung und -aufbereitung sind in Bild 1 schematisch dargestellt und in Tabelle 1 durch den Arbeitszeitaufwand ergänzt.

Die Stufe 1 (Bild 1) ist heute nur noch ausnahmsweise anzutreffen, während die Stufe 3a allgemein verbreitet ist. In einigen Einzugsbereichen von Trocknungsanlagen (z. B. Zuckerfabrik Bernburg, VEG Wörbizig) wurde im vergangenen Jahr bereits mit dem Feldhäcksler (3b) gearbeitet und damit gegenüber dem Futterlader (3a) eine weitere Senkung des Arbeitszeitaufwands von etwa 14 AKh/ha bzw. 0,7 AKh/t Grüngut = etwa 38% erreicht. Mit der Vollmechanisierung, wie sie die Stufe 3c bei Einsatz eines Mähhäckslers mit 2 cm kürzester Häcksellänge darstellt, wird die Aufbereitung vom Trockner zum Feldhäcksler verlegt und die Entladung der Kippanhänger erfolgt auf ein vertieft eingebautes Stapelband. Der Arbeitszeitaufwand sinkt dabei auf 12 AKh/ha, d. h. auf ein Drittel gegenüber der Teilmechanisierung mit dem Mählader (3a).

Ein Feldhäcksler mit 2 cm kleinster Schnittlänge befindet sich z. Z. in Erprobung, er wird in absehbarer Zeit die Einführung der erläuterten zeitsparenden Technologie der Grünguternte und -aufbereitung ermöglichen. Kippanhänger, die mit Häckseltransportaufsätzen zu versehen sind, stehen zur Verfügung. Stapelbänder in der vorgeschlagenen Form sind ebenfalls schon in Betrieb (Institut Gundorf, BHG Ehrenhain). Ihr Einbauort über den Anlagen, wo sie die Funktion der Dosiervorrichtung mit ausüben, und ihre Länge entsprechen jedoch nicht dem Vorschlag (Bild 1, 3c). Der vertiefte Einbau des Stapelbandes, wie er in Bild 2 zum Schrägrost-trockner gezeigt ist, gestattet es, einen Wagenzug zu entladen, ohne die Wagen auseinander zu koppeln. Er ist gleichzeitig Zwischenlager und regelt die kontinuierliche Beschickung der Aufbereitungsanlage, in diesem Fall noch des Häckslers bzw. der Wäschchen mit nachfolgendem Schnitzler für Kartoffeln und Reißer für Rübenblatt und damit der nachstehenden Trocknungsanlage.

*) Institut für landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitsökonomie Gundorf der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. O. ROSENKRANZ).

Zur Zeit ist es notwendig, den Feldhäcksler mit der Einstellung für langes Häcksel zu fahren, damit der Standhäcksler störungsfrei nochmals auf 2 cm häckseln kann. Als Übergangslösung bietet sich für die Grünfütterernte die Handentladung des Grüngutes aus den Häckseltransportanhängern auf das Hackfruchtverladergerät T 214 zur Beschickung der Standhäcksler an, wie sie in Bild 1, 3b und Bild 3 schematisch dargestellt ist, um den Arbeitszeit- und Kraftaufwand zu vermindern. Das Vorwelken des Grüngutes verringert einerseits die zu verdampfende Wassermenge im Trockner und auch die zu transportierende Grüngutmenge. Andererseits erhöht sie die Zahl der Arbeitsgänge und damit den Arbeitszeitaufwand

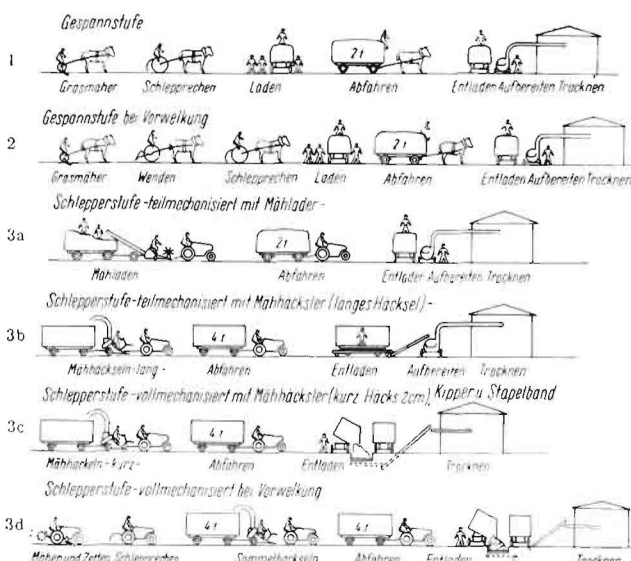


Bild 1. Schematische Darstellung der Technologie in der Grünfütterernte, des Transports, der Entladung und der Aufbereitung des Grüngutes

für die Erntebereingung. Für das zusätzliche Vorwelken in der Gespannstufe ist nur ein Arbeitsgang, das Wenden mit 1,8 h/ha = 2,8% des Arbeitszeitaufwands zusätzlich zu leisten. In der Schlepperstufe mit Futterlader- oder Feldhäckslereinsatz (Bild 1, 3a, 3c) sind dagegen zwei Arbeitsgänge bei insgesamt wesentlich verringerter Anzahl der Arbeitsgänge erforderlich. Erschwert wird das zusätzliche Vorwelken in der Schlepperstufe z. Z. durch das Fehlen eines Zettlers, der auch bei langem Grüngut und hohen Flächenerträgen störungsarm arbeitet.

Rübenblatternte, Transport und Aufbereitung

Der Arbeitszeitaufwand in der Rüben- und auch in der Rübenblatternte hat durch den Einsatz von zapfwellengetriebenen Köpfrödnern mit den nachfolgenden Ladegeräten eine beachtliche Senkung erfahren. Das Blatt wird bei diesem Ernteverfahren nicht mehr umgesetzt, so daß eine Verschmutzungsquelle ausscheidet. Die Beschädigungen des Blattes während des Köpfens, Transportierens und Abwerfens auf den gerodeten Boden und das nachfolgende Aufnehmen durch die Pick-up-Vorrichtung führen jedoch noch zu einer erheblichen Verschmutzung, und das aufwendige Waschen des

Blattes vor dem Trocknen ist nach wie vor erforderlich. Erst mit dem Einsatz von Rübenköpf- oder Vollerntemaschinen, die das Blatt schonend behandeln und unmittelbar auf angehängte oder nachfolgende Wagen abgeben, wird es möglich werden, zumindest bei trockenem Erntewetter das Blatt nur trocken durch Schüttler gereinigt zu verarbeiten und damit die Trocknung wirtschaftlicher zu gestalten.

In kleineren Trocknungsanlagen (2 t/h Naßgutverarbeitungsleistung) wird das Blatt von Hand oder auch mechanisch der Wäsche zugeleitet. Im wesentlichen werden zwei Systeme in fahrbarer Ausführung verwendet:

1. Der „Waschbär“ (Hersteller VEB Petkus/Wutha) mit einer schräg im Waschtrog liegenden konischen Schnecke, die an ihrem verjüngten oberen Ende das an den Blättern haftende Wasser teilweise abdrückt.
2. Die Balken-Rechenwäsche (Mackensen). Bei ihr wird der Waschprozeß von dem mit Rechen besetzten Balken ausgeführt, der am oberen Ende der Wäsche gleitend aufliegt und am unteren Ende in einer Kurbelwelle gelagert ist. Durch die Drehung der Kurbelwelle entsteht eine schiebend-hebende Bewegung des Balkens mit seinen

z. B. in der oberen Zone beim Schrägstroßtrockner, oftmals sehr ungünstig beeinflusst.

Kartoffelernte, Transport und Aufbereitung

Mit dem verstärkten Einsatz von Vollerntemaschinen zur Kartoffelernte hat der Anteil an Kartoffeln, die direkt vom Feld ohne Zwischenlagerung und Sortierung zur Trockenlage kommen, erheblich zugenommen. Diese Kartoffeln sind auch stärker mit Steinen, Stengeln und Wurzelteilen durchsetzt.

Ebenso wie bei der Rübenblattaufbereitung werden in kleinen Anlagen fahrbare Aufbereitungsmaschinen benutzt, die manuell bzw. mechanisch vom Lagerplatz oder direkt vom Wagen beschiekt werden. Den Wäschen in kleinen Anlagen (2 t/h) gelingt es nicht immer, vor allem die kleinen Steine restlos auszuschleiden, wodurch die Messer der Schnitzelmaschinen stark beschädigt werden. Durch den Einsatz eines Schüttlers (für die Trockenreinigung geliefert) zwischen Wäsche und Schnitzler (s. a. Bild 1 in „Verfahren und Bedeutung der Futterkartoffeltrocknung“ H. 5/1960, S. 215) lassen sich diese kleinen Steine noch aussortieren. Da außerdem ein Teil des an den Kartoffeln haftenden Wassers abgeschüttelt wird, ist der Einsatz solcher Schüttler sehr zweckmäßig. Durch die größtenteils

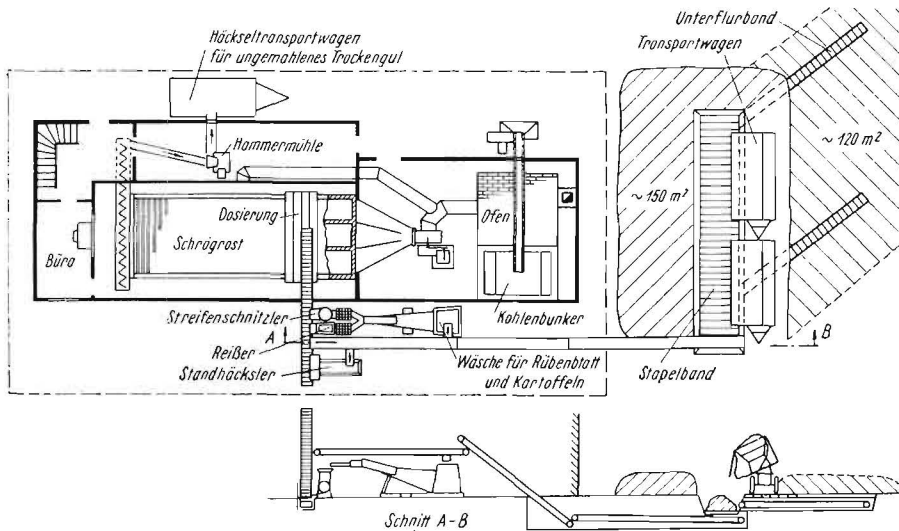


Bild 2. Vorschlag für die Gestaltung der Technologie der Entladung, Bevorratung und Aufbereitung des Naßgutes und die lose Abgabe des Trockengutes

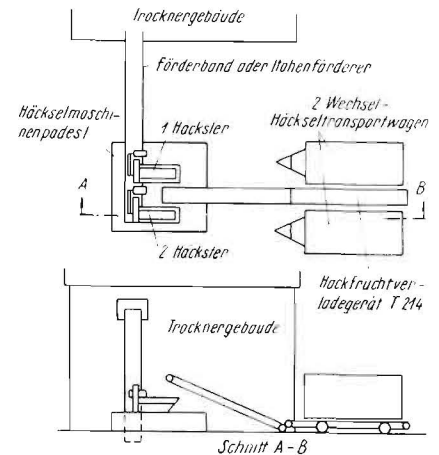


Bild 3. Übergangslösung für die Entladung und Aufbereitung von Grüngut mit dem Hackfruchtverladegerät T 214 und Häcksler

Rechen, wodurch die Blätter intensiv durch den Waschtrog bewegt werden.

Beide Wäschen sind für die Reinigung von Rübenblatt und Kartoffeln gleich gut geeignet. In größeren Trocknern (5 t/h) werden allgemein stationäre Wäschen eingesetzt, denen das Naßgut fast ausschließlich durch Schwemmrinnen zugeleitet wird. In den Schwemmrinnen erfolgt eine recht intensive Bewegung des Blattes, die eine gleichmäßige Durchfeuchtung zur Folge hat. Die anhaftenden Schmutzteile werden dadurch bereits aufgeschwemmt und gelöst.

Die eingesetzten Trogwäschen sind größtenteils entweder Ruder- bzw. Paddelwäschen oder Taumelscheibenwäschen. Bei den Ruderwäschen liegt die Tragwelle zum Halten und Bewegen der Ruder in Längsrichtung über dem Waschtrog. Durch eine begrenzte Hin- und Rückdrehung der Tragwelle erfolgt die Bewegung der Ruder im Waschtrog. Bei den Paddelwäschen erfolgt eine zusätzliche Hin- und Rückdrehung der Ruder um die eigene Achse. Die Taumelscheibenwäsche hat quer über dem Waschtrog liegende Wellen, an denen große Blechscheiben schräg befestigt sind. Durch den Antrieb der Welle in Drehrichtung zum Trogende hin werden die Scheiben in taumelnde Bewegung versetzt. Durch Rechenkettens wird das Blatt über eine schräge Ebene aus dem Waschtrog gehoben und den Aufbereitungsmaschinen zugeleitet.

Da feuchtes Blatt in den Trocknern zum Verkleben neigt, wird es bei den Großanlagen (5 t/h) durch Schneckenpressen mit Schneidmesser und Lochscheiben (Wölfen) erst abgepreßt und dann zerkleinert. Substanz- und Nährstoffverluste durch das Abpressen müssen dabei in Kauf genommen werden. Kleine Trockner arbeiten bislang mit Spezialreißern ohne Vorentwässerung. Bei frischem Blatt wird der Trockenvorgang durch das Verkleben der Roste,

verwendeten Scheibenschneidmaschinen mit fest eingebauten Messern sind für das Auswechseln beschädigter oder stumpfer Messer immer unliebsame Zeitverluste einzukalkulieren.

In großen Anlagen (5 t/h) werden stationäre Anlagen benutzt, wobei der Transport vom Zwischenlager zu den Aufbereitungsmaschinen durch die Schwemmrinne erfolgt. Die Wäschen sind mit über den Waschtrog liegenden Quirlwellen ausgestattet und nur für die Kartoffel- und Rübenwäsche geeignet. Geschnitzelt werden die Kartoffeln auf Rübenschnitzelmaschinen mit waagrecht rotierendem Läufer, in dem die herausnehmbaren Messerhalter mit Seitenschnitt oder Winkelmesser ruhen. Ein Teil der Messerhalter wird zur Kartoffeltrocknung in Zuckerfabriken mit Blindmessern versehen, um die Leistung der Schnitzelmaschinen denen der Trommeltrocknungsanlagen anzupassen.

Trockengutverarbeitung und Rückgabe

Das Trockengut (Grünfütter, Rübenblatt und Kartoffeln) wird vorwiegend unverarbeitet und gesackt nach mehr oder minder langer Zwischenlagerzeit vom Erzeuger zurückgenommen. Der Aufwand für das Absacken und Abstellen 1 dt Trockengut im Zwischenlager in unmittelbarer Nähe des Absackstutzens mit der Sackkarre beträgt etwa 0,1 AKh.

Trockengrünfütter und Trockenblattkonserve, die nicht unvermischt direkt zur Verfütterung (Rindvieh, Pferde) vorgesehen sind, werden gemahlen, damit das Grünmehl einwandfrei mit anderen Futtermitteln mischbar und auch für die Tiere (Geflügel, Schweine) gut aufnehmbar ist. Aus den gleichen Gründen werden als Scheiben oder Schnitzel getrocknete Kartoffeln fast ausschließlich vor dem Verfüttern gemahlen. Die Vermahlung wird von einigen Anlagen

(ohne zusätzlichen Personalaufwand im Vergleich zur gesackten Abgabe des unverarbeiteten Trockenguts) unmittelbar anschließend an den Trocknungsprozeß vorgenommen. Bei ausreichend leistungsfähigen Hammermühlen mit Großeinlauföffnungen ist eine störungsfreie Arbeit gewährleistet. Da gemahlenes Gut etwa das doppelte Raumgewicht (3- bis 400 kg/m³) wie ungemahlenes (150 bis 200 kg/m³) hat, ist das Absacken keinesfalls erschwert.

Gemahlenes Trockengut wird in Papiersäcken mit Bitumeneinlage oder auch Dunkelfoliensäcken abgesackt, transportiert und eingelagert, um Substanzverluste durch Verstauben und vor allem den Karotinabbau durch Luft und Licht zu hemmen.

Schlußfolgerungen

Die vorstehend erfolgte Betrachtung des technologischen Ablaufs der Ernte, Abfuhr und Aufbereitung von Grünfütter läßt bis zur Stufe 3b die Zwischenlagerung des Grüngutes unberücksichtigt. Für den praktischen Trocknungsbetrieb heißt das, daß die Grüngut-anfuhr sich etwa über die gleiche Zeit wie die tägliche Betriebszeit der Trocknungsanlage erstreckt. Das war auch größtenteils der Fall. Leider beträgt die tägliche Betriebszeit oftmals nur 10 bis 12 h, wodurch die Anlagen schlecht ausgelastet und lange Vor- und Nachrüstzeiten erforderlich sind. Teilweise wird einschichtig geerntet und die zweite Schicht aus Standfuhrern versorgt. Das ist aber nur bei kleinen Anlagen (bis 2 t/h) möglich und scheidet für die dritte Schicht bzw. für größere Anlagen wegen des entsprechend großen

Wagenbedarfs und der Gefahr des Grüngutverderbs aus. Das Ausbreiten des Grüngutes vermeidet zwar die Selbsterwärmung, verursacht aber einen unerträglich hohen Arbeitszeitaufwand. Für größere Anlagen, die durchgehend arbeiten, hat sich die kontinuierliche Grüngutanfuhr eingeführt und bewährt. Das Entladen des Grüngutes, verbunden mit der Beschickung der Häckselmaschine, ist bislang noch Handarbeit, die durch Entladegeräte (Hublader, Greiferkräne) nicht zu ersetzen ist, da eine gleichmäßige Grüngutzuführung zum Häcksel gewährleistet sein muß. Das soeben Gesagte gilt auch für die Zuführung von Rübenblatt und Kartoffeln zu den Aufbereitungsmaschinen, sowohl in kleineren Anlagen ohne als auch in großen Anlagen mit Schwemmrinne. Bei letzteren wird das Entladen des Blattes bzw. der Kartoffeln in das Zwischenlager größtenteils ohne manuelle Arbeit durch Abkippen oder über Krananlagen vorgenommen. Die Beschickung der Schwemmrinne und damit der Aufbereitungsmaschinen und des nachfolgenden Trockners ist aber noch überall reine Handarbeit, die beim Rübenblatt in den seltensten Fällen durch Kraneinsatz für das anstrengende Losreißen des Blattes aus dem Haufen über der Schwemmrinne erleichtert wird.

Durch den Einsatz eines vertieft eingebauten Stapelbandes, wie es Bild 2 für einen kleinen Trockner (2 t/h) zeigt, oder von zwei bzw. drei solchen Bändern in großen Trocknungsanlagen (5 t/h und mehr), die gegenüber oder parallel zueinander liegen, also das gleiche Zuführband zu den Aufbereitungsanlagen beschicken, wird die hand-

Tabelle 1. Arbeitszeitaufwand für die Grünguternte (Winterzwischenfrucht) einschließlich Erntebearbeitung und Aufbereitung, berechnet nach TWK [1]

Mechanisierungsstufen Arbeitsgänge	[AK]	Ertrag [t/ha]	Leistung		Zeitaufwand absolut						Zeitaufwand rel.			
			[ha/h]	[t/h]	je ha			je 10 t			[AKh]	[Sh]		
					[AKh]	[Gh]	[Sh]	[AKh]	[Gh]	[Sh]				
1 Gespannstufe Mähen Staken und Laden einschließlich Zusammen- und Nachrechen Abfahren 1,5 t je Wagen ¹⁾ Entladen Aufbereiten	1 1 1 1	20 20	0,32 0,09 0,12 0,18 0,18	6,15 1,85 2,44 3,57 3,57	3,1 43,2 8,2 5,6 5,6	3,1 21,6 16,4 — —	— — — — —	1,55 21,6 4,1 2,8 2,8	1,55 10,80 8,20 — —	— — — — —	— — — — —	— — — — —	— — — — —	
Gesamt mit zusätzlichem Vorwelken, Wenden einmal	1		0,56	11,10	65,7 1,8	41,1 1,8	— —	32,85 0,90	20,55 0,90	— —	— —	181% —	— —	
zusätzlicher Zeitaufwand					2,8	4,1	—	33,75	21,45	—	—	186% —	— —	
2 Schlepperstufe - Anbaumähbalken Mähen Staken und Laden einschließlich Zusammen- und Nachrechen Abfahren 2,5 t je Anhänger ¹⁾ Entladen Aufbereiten	1 4 1 1 1	20	0,42 0,12 0,20 0,18 0,18	8,30 2,47 4,00 3,57 3,57	2,4 32,4 5,0 5,6 5,6	— 16,2 — — —	2,4 — 5,-- — —	1,2 16,2 2,5 2,8 2,8	— 8,1 — — —	— — 2,5 — —	— — — — —	— — — — —	— — — — —	
Gesamt mit zusätzlichem Vorwelken, Wenden einmal	1		0,83	16,7	51,0 1,2	16,2 —	7,4 1,2	25,5 0,6	8,1 —	3,7 0,6	— —	141% —	— —	
zusätzlicher Zeitaufwand					52,2 2,3 %	16,2 —	8,6 16,2 %	26,1	8,1	4,3	—	144% —	— —	
3 a Schlepperstufe Mählander Mähen und Laden Abfahren 2,5 t je Anhänger ¹⁾ Entladen Aufbereiten	4 1 1 1 1	20	0,20 0,20 0,18 0,18	4,-- 4,-- 3,57 3,57	20,-- 5,-- 5,6 5,6	— — — —	5,-- 5,-- — —	10,-- 2,5 2,8 2,8	— — — —	— 2,5 — —	— — — —	— — — —	— — — —	
Gesamt mit zusätzlichem Vorwelken - Mähen mit Anbaumähbalken und Zetter Zusammenschleppen	1 1		0,38 0,59	7,7 12,--	2,6 1,7	— —	2,6 1,7	1,30 0,85	— —	1,30 0,85	— —	— —	100 100	— —
zusätzlicher Zeitaufwand					40,5 12,-- %	— —	14,3 43,-- %	20,25	—	7,15	—	112% 143%	— —	
3 b Schlepperstufe - Mähhäcksler Mähen und Laden Abfahren 4 t je Hänger ¹⁾ Entladen Aufbereiten	2 1 1 1 1	20	0,25 0,32 0,18 0,18	5,-- 5,8 3,6 3,6	8,-- 3,1 5,6 5,6	— — — —	4,-- 3,1 — —	4,-- 1,55 2,80 2,80	— — — —	2,-- 1,55 — —	— — — —	— — — —	— — — —	
Gesamt					22,3	—	7,1	11,15	—	3,55	—	62	71	
3 c Schlepper - Mähhäcksler - Kipp- anhänger Mähen und Laden Abfahren 4 t je Anhänger ¹⁾ Entladen (abkippen)	2 1 1 1	20	0,25 0,32 1,--	5,-- 5,8 20,--	8,-- 3,1 1,--	— — —	4,-- 3,1 —	4,-- 1,55 0,50	— — —	2,-- 1,55 —	— — —	— — —	— — —	
Gesamt mit zusätzlichem Vorwelken - Mähen mit Anbaumähbalken und Zetter Zusammenschleppen	1 1		0,38 0,59	7,7 12,--	2,6 1,7	— —	2,6 1,7	1,30 0,85	— —	1,30 0,85	— —	33% 41%	41% —	
zusätzlicher Zeitaufwand					16,4 35,6 %	— —	8,4 105 %	7,20	—	5,80	—	45% 84%	— —	

¹⁾ In den TWK sind eine Schlagentfernung von 2 km und eine Fahrgeschwindigkeit von 8 km/h unterstellt.

arbeitsfreie Zuführung von gehäckseltem Grünfutter, von Rübenblatt und Kartoffeln erreicht. Die Entladung des Grüngutes erfolgt ebenfalls ohne wesentlichen manuellen Aufwand durch Abkippen der zu trocknenden Güter. Das Stapelband sollte bei einer Breite von mindestens 2,50 bis maximal 3,50 m etwa 15 m lang sein, um das Abkippen eines Wagenzuges mit annähernd 11 m Länge von der Vorderwand des ersten Wagens bis zur Hinterwand des zweiten Wagens ohne Auseinanderkoppeln bei Vorhandensein eines Zwischenlagerraums von 4 m Stapelbandlänge zu gewährleisten. Dieser Raum ist als Puffer für kleine Unregelmäßigkeiten (bis etwa 1 h) in der Grüngutanlieferung notwendig, um ein Leerlaufen der Anlage bei verspäteter Anlieferung bzw. Standzeiten der Anhänger durch vorzeitige Anfuhr zu vermeiden.

Die Organisation der Grüngutanfuhr wird durch den Einsatz eines Stapelbandes also keinesfalls weniger zeitgebunden und verdient

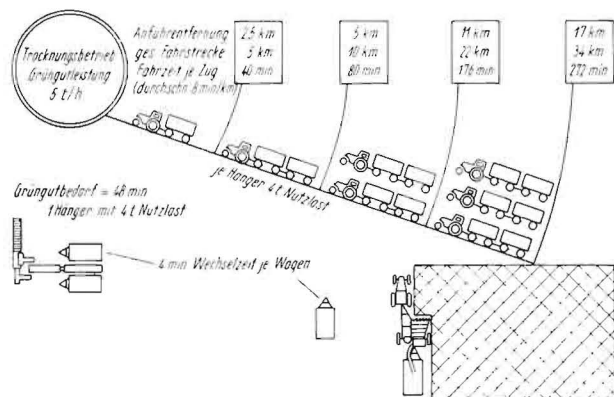


Bild 4. Naßguttransportaufwand für einen 5-t-Trockner

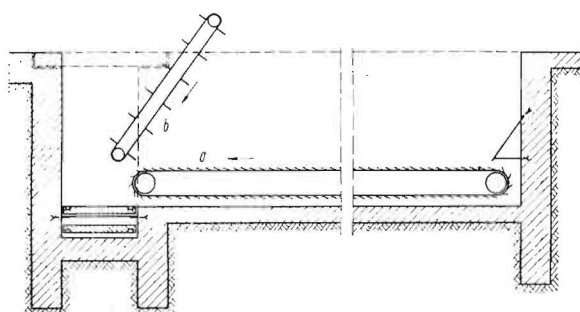


Bild 5. Schnitt durch ein Stapelband. a das Stapelband aus überlappt auf Zug- und Tragketten angeordneten Brettern, b die Abstreifvorrichtung (Dosiervorrichtung) aus Rechen, die von umlaufenden Ketten geführt werden

nach wie vor größte Beachtung. Bild 4 zeigt den Transportaufwand für die Versorgung eines 5-t-Trockners, wobei der Einsatz eines Feldhäckslers für die Ernte und der Grünguttransport auf Anhänger mit Häckseltransportaufsätzen (Bild 1, 3b) unterstellt wurde, da andernfalls nicht 4 t je Anhänger geladen werden können und der Transportaufwand sich entsprechend erhöht.

Der Aufbau eines Stapelbandes ist aus Bild 5 ersichtlich. Durch die Abstreiferkette wird das Naßgut so gleichmäßig vom Stapel abgenommen, daß bei den jetzigen Einbauorten der Bänder über dem Trockner auf eine weitere Feindosierung verzichtet wird. Die Mengenleistung wird durch die Höhe der gestapelten Schicht und die regelbare Vorschubgeschwindigkeit variiert. Die gleichmäßige Höhe des Stapels wird z. Z. noch durch Ausgleichen in Handarbeit geregelt. Bei dem vorgesehenen Einsatz von Stapelbändern als Zwischenlager (Bild 3) ist eine Dosiervorrichtung am Trockner in der bekannten Ausführung zum jeweiligen System ratsam. Für Rübenblatt und Kartoffeln ist eine längere Zwischenlagerung als bei Grünfutter möglich und erforderlich, um Anfuhrschwankungen, z. B. durch starke Regenfälle, die die Erntearbeit unterbrechen, zu überbrücken. Als Zwischenlagerplatz ist der in Bild 3 gestreift markierte Raum für jedes Stapelband vorzusehen. Für den Transport des Naßgutes vom Zwischenlagerplatz zum Stapelband wird der Einsatz eines Schrapfers zu empfehlen sein. Durch Unterflurbänder, die seitlich und in Verlängerung des Stapelbandes eingebaut werden, kann der Zwischenlagerplatz zusätzlich erweitert werden. Die Beschickung der Unterflurbänder wird wiederum mit dem Schrapper ratsam sein.

Der vorgeschlagene vertiefte Einbau des Stapelbandes gestattet für Entladung, Bevorratung bzw. Zwischenlagerung von Grünfutter, Rübenblatt und Kartoffeln sowie gegebenenfalls Getreide eine einheitliche Verfahrensweise und sieht die Anordnung der Aufbereitungsmaschinen auch bei den kleinen Anlagen für alle zu trocknenden Güter nach dem Zwischenlager vor, wie sie bei den großen Anlagen mit Schwemmrinnen üblich ist.

Für große Anlagen erscheint die Entwicklung einer Wäsche, die für Rübenblatt und Kartoffeln gleich gut geeignet ist (Balken-Rechenwäsche), sehr notwendig.

Das aufbereitete Gut sollte vor dem Eintritt in den Trockner und ebenso nach Verlassen des Trockners bzw. nach der Nachbearbeitung eine Durchlauf- oder Bandwaage passieren zur genauen Registrierung der Trocknerleistung bzw. des Eintrocknungsverhältnisses und des Schmutzgehaltes im Naßgut.

Alles ungemahlen zurückgegebene Trockengut sollte lose ausgeliefert werden, um den Arbeitszeitaufwand für das Absacken einzusparen. Den landwirtschaftlichen Betrieben erwächst daraus kein erhöhter Aufwand für das Einlagern, da das Trockengut sowieso lose in Haufen gelagert wird. Im allgemeinen dienen die Säcke nur zum Transport des Trockengutes vom Trocknungsbetrieb zum landwirtschaftlichen Betrieb, bei dem die Säcke direkt ins Körnergebläse entleert werden. Der Übergang zur losen Abnahme erspart die nicht unerheblichen Aufwendungen für die Anschaffung und Reparatur des Sackmaterials und seine Ausleihe. Das Trockengut wird am zweckmäßigsten auf Anhängern mit Häckseltransportaufsätzen, die dicht (Preßpappe, Blech) oder abgedichtet sind (Schattenleinen, Planen, Folie), transportiert und mit Häckselgabeln in die Gebläse entladen. Die sofortige Rücknahme des Trockengutes erspart nicht nur Arbeitszeit, sondern wird bei neu einzurichtenden Anlagen auch den Bauaufwand für das Zwischenlager völlig oder überwiegend überflüssig werden lassen. Wenn in Zukunft größere Posten gemahlene Trockengutes regelmäßig für die Mischfutterherstellung zu transportieren und zu lagern sind, wird die Zwischenlagerung des gemahlene und damit rieselfähigen Trockengutes in Bunkern und sein Transport in Behälterfahrzeugen bzw. Waggons, also wie beim Getreide, dem Sacktransport und der Sacklagerung vorzuziehen sein.

Die Beziehungen zwischen Ernte und Anfuhrtechnologie und Trocknergröße

Rübenblatt von verschiedenen Böden, Anlieferern und Sorten zeigt bei der Anlieferung im Trocknungsbetrieb nur wenig wahrnehmbare Unterschiede im Aussehen, Wassergehalt und Verschmutzungsgrad. Bei Kartoffeln ist durch die leicht durchführbare und verbreitete Probeentnahme auf Stärke- und Schmutzgehalt in den Trocknungsbetrieben die Gewähr der gerechten Trockengutrückgabe im Verhältnis zur Qualität des angelieferten Gutes vorhanden. Die mannigfaltigen Arten und Zustandsunterschiede (Schnittzeitpunkt, Wassergehalt, Nährstoffgehalt) beim Grünfutter und ihre aufwendige Feststellbarkeit sind als Gründe dafür bekannt, daß jeder Anlieferer sein Grüngut als Trockengut wieder zurückverlangt. Dieser Umstand wirkt in Abhängigkeit von der Betriebsgröße im Einzugsgebiet entscheidend auf die Größe von Grünfuttertrocknungsanlagen ein, weil ja Grünfutter während der Wachstumsperiode geschnitten wird und in der Vorsommer- und Sommerzeit mit ihren hohen Lufttemperaturen nur wenige Stunden in Haufen gelagert werden kann.

Die Arbeitszeit- und Transportkapazität klein- und mittelbäuerlicher Betriebe ist für eine kontinuierliche Grünguternte und Anfuhr (Bild 1) nicht ausreichend. Sie können also nur nacheinander mähen, laden und abfahren und bringen daher täglich im Durchschnitt kaum 2 t Grüngut zur Anlage, wie es von WACKER und von der MOSEL für das Jahr 1956 in einem großen Gebiet festgestellt wurde [2]. Da der Trocknungsbetrieb die angelieferten Grüngutmengen getrennt aufbereiten und zwischenlagern muß und ebenso das Trockengut auseinanderzuhalten hat, kann die Zahl der täglich verarbeiteten Grüngutportionen nicht beliebig hoch sein.

Da sich in der Vergangenheit nicht alle landwirtschaftlichen Betriebe in der Umgebung eines Trocknungsbetriebes der Trocknung bedient haben, war der Trocknergröße durch die mit der Vergrößerung des Einzugsgebietes stark ansteigende Transportentfernung eine weitere Grenze gesetzt. In bäuerlichen Gebieten lag sie bei etwa 2 t Grüngutverarbeitungsleistung je h. Größere Anlagen, wie z. B. in den klassischen Rübenbaugebieten der DDR haben im wesentlichen nur Rübenblatt verarbeitet, das ähnlich wie Kartoffeln durch seine Struktur und die kühle Witterung z. Z. der Ernte über mehrere Tage in über 1 m hohem Stapel gelagert werden kann.

Nachdem sich die Betriebsgröße bei uns stetig in Richtung auf den sozialistischen landwirtschaftlichen Großbetrieb verlagert, können

2 t/h Grüngut Verarbeitungsleistung nicht mehr als anstrebare Leistung angesehen werden. Die Größe des Einzugsgebietes und damit die Transportkosten setzen der Größe der Trocknungsanlage heute nicht mehr soenge Grenzen wie vordem, weil Trockengrünfütter zur Marktware geworden ist und der Anbau von Grünfütter für die Trocknung über den Eigenbedarf hinaus oder in auf Trockengrünfüttererzeugung spezialisierten Betrieben bzw. Betriebsteilen, z. B. die Auslastung eines 10-t-Trockners auf 5000 ha bei Grüngutanbau auf 20% der LN oder auf 2000 ha bei Grünfütteranbau auf 50% der LN für die Trocknung bei mittlerer Anfuhrntfernung von nur 2,8 bzw. 1,8 km gestattet, wenn nur 50% der Gesamtfläche landwirtschaftliche Nutzfläche sind [3].

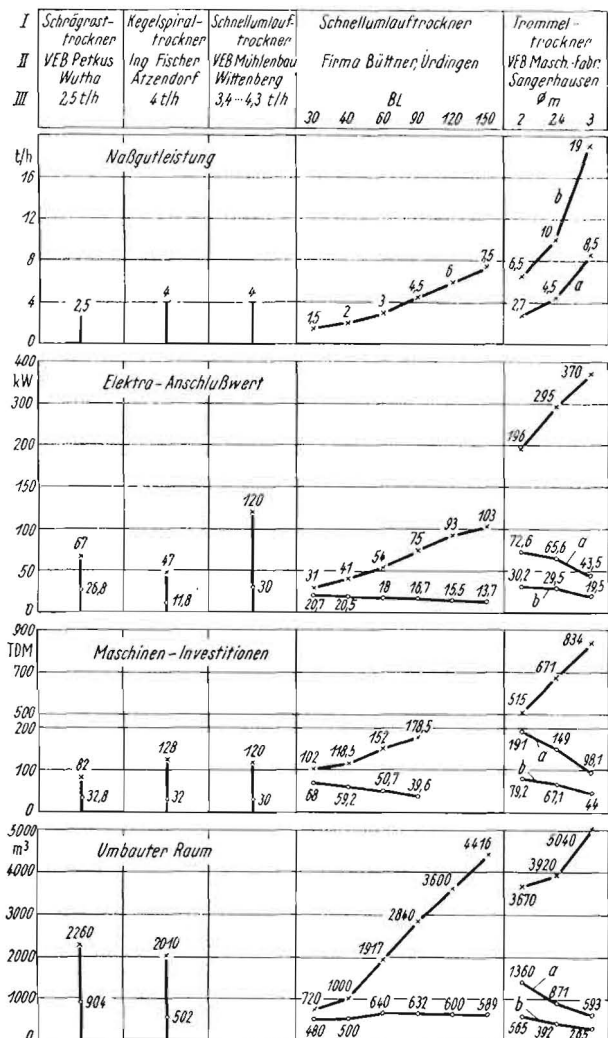


Bild 6. Vergleich einiger Leistungs- und Bedarfsdaten verschiedener Trocknungsgrößen. I Trocknersysteme, II Hersteller, III Trocknertypen; a Grünfütter, b Rübenblatt; x = Leistung insgesamt, o = relative Leistung je t/h

Mit steigender Trocknergröße sinken je t Naßgut Verarbeitungsleistung der elektrische Anschlußwert, die Investitionskosten für Maschinen (Trockner einschließlich Aufbereitungsmaschinen für Grünfütter und Rübenblatt) und der Gebäudebedarf, wie aus Bild 6 ersichtlich ist. Bei anderen Kostengruppen, z. B. Aufschließung des Standortes, Verwaltung, Gebäude- und Maschinenunterhaltung, kann eine ähnliche Verringerung mit steigender Trocknergröße unterstellt werden.

Die in Bild 6 genannten Werte wurden aus Angebotsunterlagen bzw. Prospekten der genannten Firmen zusammengestellt. Schnellumlauf-trockner der Firma Büttner und Trommel-trockner des VEB Maschinenfabrik Sangerhausen sind im praktischen Betrieb erprobt. Die zuvor in Bild 6 angeführten Trockner befinden sich im Bau und wurden nur vergleichsweise mit angeführt. Ein Vergleich der Trocknersysteme untereinander ist außerdem erschwert, weil sich die Maschineninvestitionskosten der Firma Büttner auf DM der Bank Deutscher Länder und die der anderen Trockner auf DM der Deutschen Notenbank beziehen.

Von den bisherigen Kennwerten zur Bestimmung der Trocknergröße, der täglichen Anfuhrleistung der Betriebe - Partigröße - und der

Anfuhrntfernung gestattet der erstere durch die Erweiterung des Betriebes sowie durch die Bildung von Grünfüttererntebrigaden eine wesentliche Vergrößerung der Trocknungsanlagen. Der zweite gibt ebenfalls Veranlassung, bei der zu erwartenden Erhöhung der Grüngutproduktion für die Trocknung im bisherigen Einzugsbereich die Anlagengröße für neue Anlagen höher zu wählen. Da moderne Trocknungsanlagen mit mechanisierten bzw. automatisierten Feuerungsanlagen für Kohle (einschließlich Beschickung und Entschung) Öl und Gas bei Verwirklichung der vorgeschlagenen Technologie für die Naßgutzwischenlagerung, Aufbereitung und Nachbearbeitung des Trockengutes sowie der Ausgabe von Grünmehl Zwei- bis Ein-Mann-Betriebe werden, sind für die Ernte und Anfuhr des Grüngutes auch in der ersten Entfernungzone bis 5 km mehr Arbeitskräfte als für die Trocknung erforderlich. Um diese Kräfte einschließlich Maschinenpark für die Ernte und den Transport richtig auszulasten, erscheint es erforderlich, die Verfahrungsleistung dieser Arbeitskette, also des Feldhäckslers, als untere Grenze der Trocknergröße für zukünftig zu errichtende Trocknungsanlagen zu berücksichtigen. In der Tabelle 2 sind für den Feldhäckslter bei der Winterzwischenfruchternte 5 t/h als Verfahrensleistung angegeben, die auch bei den übrigen Grünfütterarbeiten, soweit sie für die Trocknung in Frage kommen, etwa gleich hoch liegen. Diese Leistung mag gering erscheinen im Vergleich zu den Angaben der Feldhäckslterhersteller, die bei Arbeitsbreiten zwischen 1,27 und 1,50 m und Häcksellängen von 2 bis etwa 12 cm zwischen 10 und 15 t/h Durchgangsleistung und darüber liegen. Da die Durchgangsleistung keinerlei Nebenzeiten (Rüstzeiten, Wagenwechsel, Störungen, persönliche Bedürfnisse und Ruhezeiten des Personals) berücksichtigt, ist sie für die Beurteilung der Leistung von Maschinen und Arbeitskettens nicht geeignet.

Die Störanfälligkeit des Feldhäckslers unter normalen Verhältnissen ist in der Verfahrensleistung von 5 t/h bereits einbezogen. Die geforderte durchgehende Ernte und Anfuhr läßt nachts bzw. in den frühen Morgenstunden eine erhöhte Störanfälligkeit durch schlechte Arbeitsbedingungen (Scheinwerferlicht, Taufeuchte) erwarten. Durch Verringerung der Nebenzeiten bei mehrschichtigem Einsatz und Verbesserung der Leistungen des eingearbeiteten und auf Feldhäckslterernte spezialisierten Personals ist jedoch ein ausreichender Ausgleich zu erwarten.

Für Betriebe bzw. Betriebsteile, die sich auf die Grünfütter-trocknung spezialisieren, wird zu erwägen sein, inwieweit zwei bzw. drei Anlagen zu je 5 t oder eine 10- und eine 5-t-Anlage an einem Standort durch die weitere Senkung der Investitionskosten und des Personalbedarfs sowie der vereinfachten Anfuhrorganisation und der Ausgleichsmöglichkeit bei Störungen mehr ins Gewicht fallen als die erhöhten Transportkosten.

Die bisherige Trocknergröße von 2 t/h (Schrägrast-trockner) wird für bestimmte Gebiete, z. B. in den Mittelgebirgen, wo der Feldhäckslereinsatz nur mit verringerten Leistungen (Kleinflächen, Hanglagen) möglich ist, weiterhin erforderlich sein, weil sich in diesen Gebieten für 5-t-Trockner zu große Anfuhrntfernungen ergeben.

Zusammenfassung

Die technologische Entwicklung der Ernte, Abfuhr, Entladung, Zwischenlagerung und Aufbereitung sowie der Nachbearbeitung und Ausgabe des Trockengutes wurden unter besonderer Beachtung des Grünfütters beschrieben und eine einheitliche Technologie unter Anwendung des Feldhäckslers, von Kippanhängern mit Häckseltransportaufsätzen und des Stapelbandes mit nachfolgender Aufbereitung empfohlen. Die Benutzung von vertieft eingebauten Stapelbändern als Zwischenlager für Grünfütter, Rübenblatt und Kartoffel ermöglicht die kontinuierliche und regelbare Beschickung der Aufbereitungsmaschinen und des Trockners ohne ständigen manuellen Arbeitsaufwand. Die ungesackte Ausgabe des Trockengutes, lang wie auch gemahlen, wird - weil personalsparend - vorgeschlagen. Ausgehend von dem Wechsel in der Betriebsgrößenstruktur und in der Anfuhrorganisation wird die Trocknergröße mit 2 t/h Naßgutleistung als im allgemeinen zu gering abgelehnt unter Anziehung von Aufwandswerten für Trockner verschiedener Systeme, die mit steigender Trocknergröße eine Minderung des Aufwands je t/h Naßgutleistung zeigen; schließlich wird, von der Verfahrensleistung des Feldhäckslers mit 5 t/h ausgehend, die Mindestgröße von 5 t/h vorgeschlagen und begründet.

Literatur

- [1] FISCHER-GURIG, A. / FINZEL, R.: Kennzahlen für die Arbeitsplanung in der Landwirtschaft. Abschlußbericht zum Forsch.-Auftrag 170101h-9-12/8 aus der Forschungsstelle für Landarbeit Gundorf der DAL zu Berlin.
- [2] WACKER / v. d. MOSEL: Die künstliche Grünfütter-trocknung. DLG Verlags-GmbH, Frankfurt/Main, 1957.
- [3] PÖTKE, E.: Probleme der künstlichen Grünfütter-trocknung. Deutsche Agrartechnik (1959) H. 5, S. 205.