

# Kraftfutter aus eigenem Boden durch künstliche Grünfütteretrocknung

Von R. GOMOLL, Institut für Landmaschinenbau, Leipzig

DK 631.563.2: 631.362.7

*In verschiedenen LPG wurde in den letzten Wochen der Einbau der neuen Grünfütteretrocknungsanlagen beendet. Die Arbeitsversuche mit diesen Aggregaten sind inzwischen ebenfalls angelaufen. Es ist deshalb zu begrüßen, daß der Verfasser nachstehender Abhandlung alle Probleme der künstlichen Grünfütteretrocknung eingehend behandelt und dadurch hilft, die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten der neuen Anlagen besser zu erkennen und auszunutzen.*

*Wir werden in unseren nächsten Heften weitere Beiträge zu diesem Thema bringen und abschließend Erfahrungsberichte über die Ergebnisse der ersten Arbeitssaison veröffentlichen.*  
Die Redaktion

## 1. Warum künstliche Fütteretrocknung?

Die Futterflächen unserer LPG, VEG und Einzelbauern bilden das Fundament einer gesunden und leistungsfähigen Viehwirtschaft. Sie sind die Basis, die Versorgung der Bevölkerung mit Milch, Butter und Käse, mit Fleisch und tierischen Fetten zu erhöhen, um somit zu einem höheren Lebensstandard und zur ausreichenden und gesicherten Ernährungslage zu kommen. Die Futterernte ist also eine der wichtigsten Ernten. Hier gilt es deshalb, die bisher wenig intensiv betriebene Nutzung des Grünlands durch gute Vorbereitung, Düngung und Wasserregulierung zu verbessern und eine Steigerung der Ertragsfähigkeit zu erreichen, d. h. bei gleichbleibender Fläche höhere und bessere Ernten zu erzielen.

Ein bedeutender Teil des vom Frühjahr bis zum Herbst anfallenden Grünfutters gleich welcher Art muß, um unsere Tiere im Winter füttern zu können, konserviert werden. Bei dieser Haltbarmachung des Futters kommt es ganz besonders darauf an, die im Futter enthaltenen Nährstoffe soweit wie möglich zu erhalten. Seit langer Zeit gewinnt der Mensch einen wesentlichen Teil des Winterfutters durch eine natürliche Sonnentrocknung. Es mag daher heute überraschen, wenn auf Grund wissenschaftlicher Forschung diese seit altersher geübte Praxis nicht mehr als zufriedenstellend angesehen werden kann. Es hat sich ergeben, daß mit dem Weg der natürlichen Werbung an einem von der Natur gegebenen äußerst wichtigen Futtermittel Raubbau getrieben wird. Untersucht man den Nährwertgehalt des natürlich getrockneten Gutes und vergleicht ihn mit dem des Frischgutes, so wird man feststellen, daß die natürliche Trocknung mit einem außerordentlichen Nährstoffverlust verbunden ist, der selbst bei schönem Wetter mindestens 30% und bei schlechtem Wetter sogar über 60% betragen kann. Die Verluste beim Reutern während einer günstigen Wetterperiode liegen dagegen nur bei 14% verdaulichem Roheweiß und etwa 33% Stärkewert. Damit ist aber für die natürliche Trocknung bereits eine Grenze erreicht, die sich nicht mehr herabdrücken läßt. Obwohl die natürliche Trocknung die billigste ist und bleibt – denn hier kostet die Wärme nichts, wir nehmen sie von der Sonne bzw. aus der Luft, die das Trockengut umgibt –, so muß an Hand dieser Verlustzahlen doch gesagt werden, daß das anscheinend billigste Verfahren, die natürliche Trocknung, nicht das wirtschaftlichste ist.

Der Grund dieser Nährstoffverluste liegt vor allem darin, daß die einzelnen Bestandteile der Pflanze nach dem Schnitt weiteratmen. Diese Atmung verursacht einen erheblichen Abbau der Kohlehydrate und – unter Mitwirkung der entsprechenden Bakterien – einen erheblichen Eiweißzerfall. Hinzu kommen noch die Auswaschverluste, die insbesondere bei längerem Liegen des Grases auf dem Felde infolge ungünstiger Witterung eine große Rolle spielen, und schließlich bringt auch das ständige Wenden des zu trocknenden Grüngutes durch mechanische Beanspruchung einen nicht unerheblichen Bröckelverlust mit sich. Durch alle diese Einwirkungen entstehen dann die bereits genannten Nährstoffverluste bei der natürlichen Fütteretrocknung.

Bedeutend niedriger liegen die Nährwertverluste bei der Einsäuerung. Die Bruttoverluste konnten, gemessen an der Silageausbeute in technisch vollkommenen, massiven Behältern, in

neuerer Zeit insbesondere nach der Einführung des Kalteinsäuerungsverfahrens, ständig herabgemindert werden und betragen jetzt 10 bis 20%, in vielen Fällen auch weniger. Nicht unerwähnt bleiben darf hierbei, daß bei gut eingesäuertem Grünfutter der Vitamingehalt nicht allzusehr gemindert wird. Karotin und das besonders empfindliche Vitamin C (Ascorbinsäure) bleiben erhalten.

Seit mehreren Jahrzehnten ist man bestrebt, bei der Konservierung von grünen Pflanzen die Nährstoffverluste dadurch weitestgehend zu reduzieren und insbesondere den hohen Gehalt der jungen Pflanzen an verdaulichem Eiweiß wirtschaftlich auszunutzen, indem man zu ihrer Trocknung künstliche Wärmequellen verwendet, die das im Grüngut enthaltene Wasser verdunsten. Aus diesem Grunde wird hier von der künstlichen Trocknung gesprochen.

Die künstliche Trocknung von Futtermitteln (Konservierung), besonders von Grünfutter, weist in technischer, wirtschaftlicher und organisatorischer Beziehung sehr viele Probleme auf. Dieses Verfahren der Konservierung erfüllt allerdings dann in jeder Weise die grundsätzliche Forderung nach der Erhaltung der im frischen Futter vorhandenen Wertstoffe vorzüglich.

Durch den schnellen Wasserentzug bei der künstlichen Trocknung wird eine sofortige Unterbrechung der Atmung des zu konservierenden Gutes erreicht und damit der Abbau von Kohlehydraten verhindert. Dadurch wird den eiweißabbauenden Bakterien die notwendige Lebensgrundlage genommen und die Erhaltung des Eiweißbestandes ist gewährleistet.

Die durch das natürliche Trocknen von Grüngut an der Luft und auch bei der Bereitung von Gärfutter auftretenden Nährstoffverluste werden bei der künstlichen Trocknung um ein Wesentliches gemindert. Dieses Verfahren bedeutet bei einem Verlust von 3...5% einen außerordentlichen Fortschritt in der Futtergewinnung und Konservierung. Außerdem werden die bei der natürlichen Trocknung auftretenden Bröckelverluste durch verlustlos arbeitende Trockenanlagen moderner Ausführung gänzlich beseitigt. Die durch Verbrennung und Vergasung organischer Substanz (infolge Hängenbleibens von Teilchen im Trockner) auftretenden Bruttoverluste beschränken sich auf ein Minimum (etwa 1...2%). Außerdem ist der Vitamingehalt künstlich getrockneten Grünfutters verhältnismäßig hoch, da das Karotin bei sorgfältiger Trocknung geschont wird und gut erhalten bleibt. Künstlich getrocknetes Grünfutter ist daher stets karotinreich, während Vitamin D nur in geringem Umfang im Trockengut enthalten ist. Der Karotingehalt im künstlich getrockneten Grünfutter verringert sich bei aufgeloockter Lagerung innerhalb eines Jahres durch die Einwirkung des Luftsauerstoffes etwa um die Hälfte, während bei der natürlichen Heutrocknung der Karotingehalt schon bei der Heubereitung durch Luftsauerstoff und Sonnenstrahlen sehr stark zerstört wird und nach einem Jahr Lagerzeit nur noch einen Bruchteil der ursprünglichen Menge aufweisen kann. Durch Untersuchungen ist die Zusammensetzung und die Verdaulichkeit der einzelnen Nährstoffgruppen ermittelt worden. Zum Vergleich des Einflusses der verschiedenen Trocknungsarten sind in Tafel I die Verdaulichkeitskoeffizienten von künstlich getrockneten Futterpflanzen mit solchen aus natürlicher Trock-

Tafel 1

Vom Wiederkäuer wurden verdaut:						
	Organ. Masse	Roh-eiweiß	Rein-eiweiß	Roh-fett	Roh-faser	Stickstoff-freie Extraktstoffe
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Luzerne a <sup>1)</sup> .....	70,1	78,1	75,6	30,9	55,6	81,1
Luzerne b <sup>2)</sup> .....	58,0	73,0	68,0	11,0	46,0	62,6
Gelbe Süß-lupinen a <sup>1)</sup> ....	69,2	79,6	70,0	69,2	61,3	77,7
Gelbe Süß-lupinen b <sup>2)</sup> ....	64,8	68,3	69,6	31,5	57,0	68,2
Futterraps a <sup>1)</sup> ...	70,2	58,6	54,1	60,8	56,2	82,8

<sup>1)</sup> künstlich getrocknet    <sup>2)</sup> Reutertrocknung

nung gegenübergestellt. (Die Trocknung erfolgte für die aufgeführten Futtermittel im Rema-Rosin-Umlauf Trockner.)

Wir können daraus erkennen, daß die künstlich getrockneten Grünfüttermittel in ihrer Verdaulichkeit keine Einbuße erlitten hatten, sondern sogar besser verdaulich waren als das Gut aus natürlicher Trocknung.

Diese vorzüglichen Eigenschaften des mit warmer Luft konservierten Grüngutes und die dabei entstehenden Vorteile müssen aber durch bedeutend höhere Unkosten als bei den anderen Konservierungsarten erkauft werden. Schon allein die Anschaffungskosten einer derartigen Anlage sind nicht unerheblich, dazu kommt noch der Bedarf an Heizstoffen. Man muß bedenken, daß in der Natur schon bei ausreichend guter Witterung 2...4 Tage benötigt werden, um das Grüngut zu trocknen, während bei der künstlichen Trocknung dieser Vorgang in der kurzen Zeit von 20...60 Minuten erreicht werden kann. Bei Betrachtung dieser Argumente muß man sich vor Augen halten, daß das Ziel der künstlichen Trocknung die Gewinnung eines Trockengutes ist, das in seinem Nährwert dem Kraftfutter gleich- oder doch möglichst nahekommt. Es wird also kein Rohfutter erzeugt, sondern Kraftfutter. So gesehen, können wir durch einen verstärkten Einsatz von Grünfüttertrocnnern eine erhebliche Lücke in der Kraftfuttermittellieferung schließen, indem wir Kraftfutter aus eigenem Boden gewinnen. Hinzu kommen noch weitere besondere Vorteile: Das gewonnene Kraftfutter ist haltbar, lagerfest und nicht nachschwitzend; es besitzt ein frischgrünes Aussehen und einen würzigen Geruch, beeinflusst den Gesundheitszustand der Tiere in durchaus günstigem Sinne und enthält erheblich mehr Vitamineinheiten als natürlich getrocknetes Grünfutter.

Alle Verfahren der Konservierung von Grünfütter (Bodentrocknung, Gerüsttrocknung, Gärfütterbereitung, Heubelüftung und künstliche Trocknung mit ihren verschiedenen mehr oder weniger hohen Nährstoffverlusten) besitzen ihren besonderen Wert und ergänzen sich in einer gut geführten Wirtschaft auf das Beste. Die natürliche Trocknung und die Einsäuerung wurden hier neben dem Hauptthema der künstlichen Trocknung erörtert, um eine Gegenüberstellung zu erzielen und um dadurch zu erkennen, welche wirtschaftlichen Grenzen durch die Natur des Verfahrens gegeben sind.

Tafel 2

	Anzahl der Ernten	Gesamtertrag an Grünmasse	Natürliche Trocknung			Künstliche Trocknung				
			Trockengut	Verdauliches Eiweiß	Trockengut	Ein-trocknungs-verhältnis	Verdauliches Eiweiß	Gewinn an verdaulichem Eiweiß		
	[Jahr]	[kg/ha]	[kg]	[%]	[kg]	[kg]		[%]	[kg]	[kg]
Wiese, Mähweide mit der Blüte gemäht	2	12000	5000	3,8	190	4000	1:3	8	320	130
Rotklee, Klee gras zu Beginn der Blüte gemäht	2	24000	7000	5,5	385	6000	1:4	9,5	570	185
Luzerne zu Beginn der Blüte gemäht	3	33000	10000	8,1	810	9000	1:3,6	14	1260	450
Zuckerrübenblätter	—	20000	4000	4,2	168	3500	1:5,7	7,5	263	95
(Vergleich) Hafer	—	3000 (Körner)	—	—	—	—	—	7,2	216	—

2. Grüngut - Trockengut

Infolge der höheren Trocknungskosten gegenüber der natürlichen Trocknung ist es erforderlich, daß nur junges, eiweißreiches Futter mit geringem Rohfasergehalt künstlich getrocknet wird, dessen natürliche Trocknung an dem höheren Wassergehalt und evtl. an der Jahreszeit scheitert. Ein auf solcher Grundlage gewonnenes Trockengrün, das mit seinem hohen Mineralstoff- und A-Vitamin-Gehalt tatsächlich sowohl die Konzentrate bei der Fütterung auf Leistung voll zu ersetzen vermag, als auch der Aufzucht unmittelbar zugute kommt, lohnt erst den hohen Aufwand an Kapital und Technik, den die künstliche Trocknung erfordert.

Eine Hauptschwierigkeit, durch die künstliche Trocknung ein hochwertiges Kraftfutter zu gewinnen, liegt in der Einhaltung der richtigen Schnittzeit. Es ist bekannt, daß alle Grünfütterpflanzen, je mehr sie sich der Blüte und Reife nähern, verholzen und somit die Anteile des verdaulichen Eiweißes zu der unverdaulichen Rohfaser ungünstiger werden. Der best-

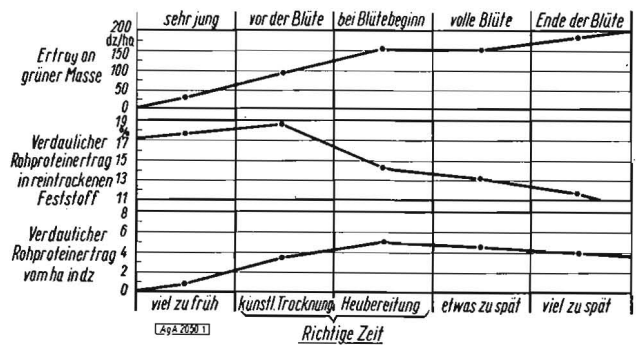


Bild 1. Einfluß der Schnittzeit auf Ertrag und Wertigkeit der Luzerne. (Nach Max Hansen, Bendeleben.)

mögliche Ertrag an Futtereisweiß von der Flächeneinheit läßt sich bei rechtzeitigem Schnitt und sofortiger Zuführung bzw. kurzem Vorwelken des Grüngutes zum Trockner erzielen. Gerade hierbei stellt sich der Vorteil der künstlichen Trocknung heraus, weil bei Ausnutzung der günstigsten Schnittzeit die anschließende Trocknung von der Witterung unabhängig ist.

Bild 1 (nach Max Hansen-Bendeleben) ermittelt sehr eindeutig den Einfluß der Schnittzeit auf Ertrag und Wertigkeit der Luzerne. Wenn auch durch den späten Schnitzeitpunkt etwas mehr Masse geerntet wird, so ist der Eiweißgehalt wesentlich geringer. Aus diesem Grunde ist es unbedingt wichtig, wenn das Grüngut mit etwas weniger Masse in einem früheren Jugendstadium gemäht wird, um so von der Flächeneinheit mehr Eiweiß zu erhalten. Die Beispiele in Tafel 2 zeigen die Ausbeute für verschiedene Grünfütterarten auf einer Fläche von 1 ha mit einer Gegenüberstellung von kunstgetrocknetem Grünfütter.

3. Wirtschaftlichkeit und Einsatz einer Grünfüttertrocnnungsanlage

Wie schon anfangs erwähnt, weist die künstliche Trocknung von Grünfütter sowohl in technischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht viele Probleme auf. Gerade die Wirtschaftlichkeit einer Anlage ist nicht nur eine bloße Angelegenheit der Trocknungstechnik, sondern auch eines der großen betriebswirtschaftlichen Grünlandprobleme, mit dem sich der Betriebsleiter eines

VEG oder der Leiter einer LPG bis in alle Einzelheiten auseinanderzusetzen haben.

Es muß hierbei betont werden, daß sich die Wirtschaftlichkeit einer Trocknungsanlage bei uns in Deutschland nicht allein durch den Anfall qualitativ hochwertigen Futters erreichen läßt; dazu sind die Anbauflächen für Luzerne, Klee usw. zu gering. Wir müssen vielmehr unbedingt auf die Grünfüttermassen aus dem Zwischenfruchtanbau und ganz besonders auf die Zuckerrübenblätter und Rübenköpfe, die jeden Herbst in großen Mengen (etwa 66 Gewichtsprozente der Ernte) als Nebenprodukt des Zuckerrübenbaues anfallen, zurückgreifen, um auf eine möglichst große Betriebsstundenzahl im Jahr zu kommen (Bild 2).

Die Tafel 2 über den zeitlichen Anfall von Grünfüttermassen gibt einen Jahresüberblick auf die hauptsächlichsten Grünfütterarten, die ein qualitativ gutes Trockengut ergeben. Bei Auftreten größerer Trockenperioden ist eine zeitliche Verschiebung der angegebenen Erntezeiten möglich. Die Tafel gibt nur einen Gesamtüberblick, d. h. sie ist nicht speziell auf eine bestimmte Wirtschaftsart zugeschnitten, sondern umfaßt gleichzeitig Betriebe mit höherem Anbau von Zuckerrüben und sehr wenig Anteil an Dauergrünland, Betriebe mit vorwiegend Getreidefütteranbau und geringerem Grünlandanteil oder Betriebe mit Futteranbau-Getreidebau und hohem Grünlandanteil.

Um eine Rentabilität der Trocknungsanlage zu gewährleisten, müssen Größe, Kapazität und Konstruktion auf die gegebenen landwirtschaftlichen Verhältnisse abgestimmt sein, weil andernfalls die Gefahr besteht, daß das Grünfütter auf Kosten des Eiweißgehalts fortwächst, oder durch Lagerung im grünen Zustand an Nährstoffen einbüßt.

Die Leistung der Anlage muß so bemessen sein, daß sie auf einem Einzugsgebiet von 5 ··· 10 km (höchstens 15 km) im Umkreis bei mehrschichtigem Betrieb jährlich möglichst stark ausgenutzt wird, weil die Rentabilität einer großen Anlage verhältnismäßig schneller zu erreichen ist.

Ein Trockner arbeitet um so wirtschaftlicher, je länger die Anlage im Jahr im Betrieb ist. Dadurch entsteht gleichzeitig die technische Forderung, daß der Trockner vielseitig Verwendung finden, also ein Allestrockner oder Mehrzwecktrockner sein soll. Es muß angestrebt werden, daß die Anlage neben der Trocknung von Grünfütter auch für das Trocknen von Knollen- und Hackfrüchten, Körnerfrüchten und sonstigen landwirtschaftlichen Produkten, wie z. B. Maiskolben geeignet ist. Diese Möglichkeit sowie die Anwendung der genossenschaftlichen Ausnutzung durch Zusammenschluß mehrerer LPG oder VEG erleichtern die Ausdehnung der Einsatzstundenzahl des Trockners im Jahr.

Es muß möglich sein, die Anlage jährlich mit wenigstens 1500 Betriebsstunden auszulasten und darüber hinaus versucht werden, 2500 ··· 3000 Betriebsstunden zu erreichen. Die bisherigen Erfahrungen ergaben, daß mindestens 1500 Betriebsstunden erforderlich sind, um die Kosten der Trocknung in annehmbaren Grenzen zu halten. Die nachstehende Berechnung soll beweisen, daß eine Trocknungsanlage jährlich möglichst stark ausgenutzt werden muß. Das Verhältnis des Anschaffungspreises der Trockenanlage zur stündlichen Leistung ist dabei bedeutungsvoll. Ausgegangen wird bei der folgenden Berechnung von der Leistung in kg Naßgutdurchgang/h mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 80%. Das Eintrocknungsverhältnis beträgt dann 4,5:1, d. h. zu verdampfen sind je 100 kg Grüngut

$$V = \frac{M(W - F)}{100 - F} = \frac{100 \cdot (80 - 10)}{100 - 10} = \approx 78 \text{ kg H}_2\text{O}.$$

Bei einer Leistung des Schrägrosttrockners<sup>1)</sup> von 2000 kg Naßgut beträgt die Wasserverdampfung 20 · 78 = 1560 kg/h.

Der Gesamtwärmebedarf für 1 kg Wasserentzug liegt je nach Anfangswassergehalt des Grüngutes bei 900 ··· 1100 kcal. Gewählt wird

$$1000 \text{ kcal} / 1 \text{ kg H}_2\text{O}.$$

Der Gesamtwärmebedarf für die Nennleistung ist

$$1560 \cdot 1000 = 1560000 \text{ kcal/h}.$$

<sup>1)</sup> Siehe Abschnitt 5.

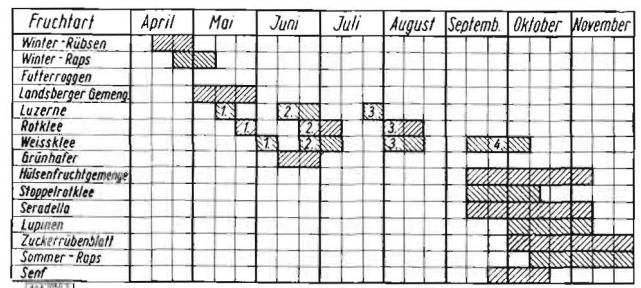


Bild 2. Zeitlicher Futteranfall für die künstliche Trocknung

Es wird Rohbraunkohle mit einem Heizwert von  $H_n = 2300 \text{ kcal/kg}$  verwendet.

$$\text{Kohleverbrauch/h} = \frac{1560000}{2300} = \approx 68 \text{ kg}.$$

Der Stromverbrauch beträgt insgesamt für Trockner, Warmluftgebläse, Fördergeräte und für die Zerkleinerung des Grüngutes etwa 43 kW.

Die Anlage umfaßt den Trockner mit Ofen; das Gebäude zum Unterbringen des Trockners; Installation, Aufbereitungs- und Fördereinrichtungen. Als Faustregel gelte: Die gesamte Anlage mit genannten technischen Daten kann je 100 kg Naßgut/h 5500 ··· 6500 DM Anschaffungskosten erfordern.

Bei der Stundenleistung von 2000 kg Naßgutdurchgang und Beachtung der Faustregel betragen die Anschaffungskosten etwa 120000 DM.

Die Betriebskosten der Anlage betragen je Stunde:

- a) Feste Kosten:
- 1. Baukosten 75000 DM zu 2% . . . . . = 1500 DM
  - 2. Anlagekosten 45000 DM zu 5% . . . . . = 2250 DM
  - 3. Verzinsung von 120000 DM zu 5% . . . . . = 6000 DM

Diese festen Kosten betragen jährlich . . . . . 9750 DM

je Betriebsstunde	
bei 1000 Betriebsstunden	9,75 DM
„ 1500 „	6,50 DM
„ 2000 „	4,88 DM
„ 2500 „	3,90 DM
„ 3000 „	3,25 DM

- b) Bewegliche Kosten je Betriebsstunde:

- 1. Kohleverbrauch 680 kg je 1,78 DM/100 kg, einschl. Transport . . . . . 12,10 DM/h
  - 2. Stromverbrauch 43 kW 0,09 DM je kW . . . . . 3,87 DM/h
  - 3. Arbeitslöhne
    - 1 Trockenmeister . . . 2,00 DM
    - 1 Heizer . . . . . 1,30 DM
    - 2 Hilfskräfte à 1,10 . . . . . 2,20 DM . . . . . 5,50 DM/h
  - 4. Sonstige Betriebskosten  
Öle, Fette usw. . . . . —,50 DM/h
- insgesamt 21,97 DM/h

Tafel 3

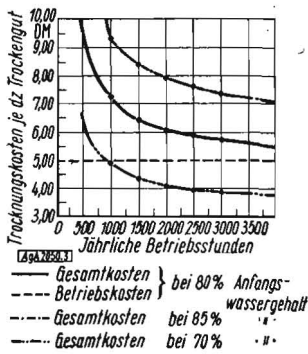
	Bei einer Stundenleistung von 2000 kg Naßgutdurchgang mit 80% Wassergehalt entstehen bei:				
	1000	1500	2000	2500	3000
	Betriebsstunden/Jahr				
	[DM]	[DM]	[DM]	[DM]	[DM]
Feste Kosten/h . . . . .	9,75	6,50	4,88	3,90	3,25
Bewegliche Kosten/h . . . . .	21,97	21,97	21,97	21,97	21,97
Insgesamt . . . . .	31,72	28,47	26,85	25,87	25,22
Bei 440 kg Trockengut/h je 100 kg . . . . .	7,25	6,47	6,06	5,88	5,73

Bild 3 vermittelt die errechneten Trocknungskosten in DM je dz in Abhängigkeit von der Zahl der jährlichen Betriebsstunden in Form einer Kurve. Die Gesamtkosten für ein Naßgut mit nur 70% Anfangswassergehalt liegen beträchtlich niedriger, weil das Eintrocknungsverhältnis von 4,5:1 auf 3,0:1 gesunken ist und dementsprechend die Leistung an Trockengut steigt (untere Kurve).

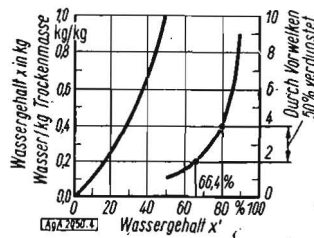
Die obere Kurve zeigt eine Erhöhung der Gesamttrocknungskosten bei einem Eintrocknungsverhältnis von 6,0:1 (85% Anfangswassergehalt).

Das Kostenbild wird in der Praxis noch günstiger aussehen, denn der Stromverbrauch ist verhältnismäßig hoch eingesetzt und liegt durchschnittlich bei normaler Arbeit bei etwa 35 kWh.

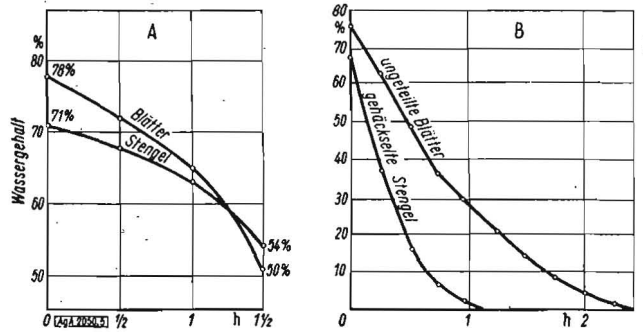




**Bild 3.** Kosten der künstlichen Grünfuttertrocknung in Abhängigkeit von der Zahl der jährlichen Betriebsstunden für den Trockner Typ 1600



**Bild 4.** Umrechnung von  $x'$  auf  $x$ . Aus der Umrechnung der Feuchtigkeit  $x'$  in % in den Wassergehalt in kg/kg verdeutlicht sich erst die große Möglichkeit der Kohleersparnis durch Vorwelken



**Bild 5.** Gehäckselte Luzernestengel trocknen schneller als die ungehäckselten Blätter. A Trocknung von Blättern und Stengeln ungehäckselter Luzerne in Luft von 100° C, B Trocknung von Blättern und feingehäckselter Stengelteile von Luzerne in Luft von 100° C

Außerdem ist es durchaus möglich, die Baukosten durch Veränderung der Aufstellungsart der Anlage, z. B. Grüngutaufbereitung im Freien bzw. durch Einbau in vorhandene Gebäude zu senken.

**Kostensenkung durch Vorwelken**

Ein weiterer wichtiger Faktor zur Stabilisierung der Wirtschaftlichkeit einer Trockenanlage ist der Anfangswassergehalt des zu trocknenden Gutes. So wie bei der Dreschmaschine die Körnerleistung abhängig ist vom Korn = Stroh-Verhältnis, so wirkt sich auch die Leistung einer Trockenanlage an Trockengut durch den Anfangswassergehalt aus. Deshalb dürfen wir uns nicht wundern, wenn bei ganz jung geschnittenem und womöglich verregnetem Gut mit einem Wassergehalt von 85 oder 89% nur ein Bruchteil an Trockengut gegenüber leicht angewelktem Grüngut in trockener Jahreszeit anfällt und die Kosten der künstlichen Trocknung dadurch verteuert werden, da bei hohem Wassergehalt des Futters mehr Wasser verdampft werden muß. Durch Vorwelken läßt sich die grüne Pflanze auf natürliche und billigste Art bis zur Hälfte ihres Anfangsgewichtes heruntertrocknen. Wenn sich das Vorwelken nicht über 24...48 Stunden ausdehnt, sollen Eiweißverluste kaum und Vitamin-A-Verluste nur in erträglichem Umfang entstehen.

Die Vorteile des Vorwelkens treten eindeutig hervor, wenn man in Zahlen das Verhältnis zwischen Trockensubstanz und Wassergehalt im Naßgut aufzeigt. Das Naßgut von 80,0% Feuchtigkeit hat auf 1 kg Trockensubstanz 4 kg Wasser. Das vorgewelkte Naßgut von 66,4% Feuchtigkeit hat auf 1 kg Trockensubstanz nur noch 2 kg Wasser (Bild 4). Aus der Umrechnung der Feuchtigkeit  $x'$  in % in den Wassergehalt in kg/kg verdeutlicht sich erst die große Möglichkeit der Kohleersparnis durch Vorwelken. Somit sind 50% des Wassergehaltes auf natürliche Weise abgegeben und bedeuten bei der Trocknung eine enorme Kohleersparnis. Aber schon ein Futter von 75% Feuchtigkeit zeigt gegenüber Grüngut mit 80% Feuchtigkeit eine Verringerung des Wassergehaltes bei 1 kg Trockensubstanz von 4,00 kg auf 3,00 kg, und bei einem mäßig angewelkten Futter mit einer Feuchtigkeit von 70% leistet eine Trockenanlage schon das Doppelte an Trockengut gegenüber einem Material mit 85% Wassergehalt.

Die erfolgreiche Arbeit einer Grünfuttertrocknungsanlage setzt eine straffe Organisation voraus, die sich ebenso auf die Arbeitskräfte und Arbeitsverteilung innerhalb der Anlage be-

zieht wie auf die außerhalb der Anlage liegenden Transportleistungen. Die Futteranlieferung muß stets gleichmäßig sein, weil dadurch die Zahl der anzustrebenden Betriebsstunden eingehalten werden und außerdem der Trockner zügig und ohne Unterbrechungen arbeiten kann. Vorteilhaft ist es, wenn die Anlage Tag und Nacht in Betrieb ist, d. h. es müßte in drei oder mindestens in zwei Schichten gearbeitet werden. Gefährlich ist dabei eine unsachgemäße Vorratsspeicherung von eiweißreicher Grünmasse (z. B. Luzerne), da gerade mit der möglichst verlustlosen Einbringung der ganze Trocknungserfolg von vornherein steht oder fällt.

Zur Leistungssteigerung, Senkung der Trocknungskosten und zur Erreichung eines gleichmäßigen Endwassergehaltes ist ein gut aufbereitetes Grüngut von ausschlaggebender Bedeutung. Je gleichmäßiger das Naßgut zerkleinert wird, um so besser, schneller und gleichmäßiger geht die Trocknung vor sich. Zum Beispiel erfolgt die Wasserentziehung bei gehäckseltem Luzernestengel schneller als bei ungehäckselten Blättern, obwohl der Querschnitt größer ist (Bild 5), weil die Wasserbewegung durch die Stengel in axialer Richtung mehrfach schneller verläuft als in radialer Richtung.

Die Aufbereitung des Grüngutes kann in verschiedener Weise erfolgen. Während für Luzerne und ähnliches Grüngut das Häckseln das geeignetste Verfahren darstellt, gilt für das Rübengut das Reiben als die bessere Aufbereitung. Wissenschaftliche Erkenntnisse führen aber auch dahin, daß nicht nur fein- oder mittelzerkleinertes Trockengut, sondern ein möglichst rauhfutterähnliches gewünscht wird. Bei dieser Forderung wird die Art der Aufbereitung verändert werden müssen, um zu erreichen, daß nur die Struktur des Grüngutes ohne Zerkleinerung verändert wird.

**4. Grünfuttertrockner**

Folgende Trocknersysteme unterscheiden sich:

- a) Darren (Flächentrockner),
- b) Trommeltrockner,
- c) pneumatische Trockner,
- d) ortsveränderliche Anlagen.

Es sollen hier nur die hauptsächlichsten Trockner beschrieben werden.

*a) Die Darre*

Die älteste und einfachste künstliche Trocknungseinrichtung war die Darre, die in ihrer Vielseitigkeit bei entsprechender Wahl der Siebböden als wirklicher „Allestrockner“ gelten darf. Man kann damit Getreide, Maiskolben, Grünfutter, Rübengut, feuchte, unaufgeschnittene Getreidegarben und auch Kartoffeln und Rübenschnitzel trocknen. Aber den niedrigen Anlagekosten und der vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten stehen eine Reihe von Nachteilen gegenüber: die Darre braucht zwei- bis dreimal soviel Kohle wie ein kontinuierlich arbeitender Trockner und viel Handarbeit zum wiederholten Wenden des Gutes, wobei eine erhebliche Menge feines Trockengut durch die Siebe fällt.

Die Vier-Felder-Darre (Tacco) besteht aus den Darrefeldern, die einzeln und auch zusammengefaßt beheizt werden können,

**Tafel 4**

Wassergehalt im Futter [%]	Eintrocknungsverhältnis	Zu verdampfendes Wasser je 100 kg Grüngut [kg]
90	9,0 : 1	89,1
85	6,0 : 1	83,5
80	4,5 : 1	78,0
75	3,6 : 1	72,5
70	3,0 : 1	67,0
60	2,3 : 1	56,0

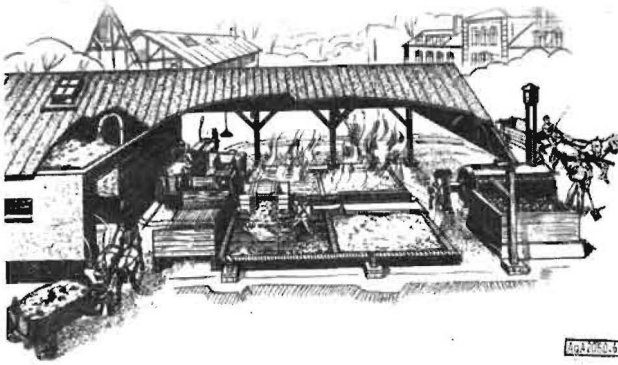


Bild 6. Vier-Felder-Darre

je nachdem, welche Beschickungsart für ein bestimmtes Gut am vorteilhaftesten ist; einer Wärmequelle für die Erzeugung der Heizgase; einem Ventilator mit Frischluftzuführung. Die Beschickung und Entleerung erfolgt von Hand. Der Transport des Trockengutes wird pneumatisch vorgenommen. Der Wärmebedarf beträgt 1300 ··· 1800 kcal/kg H<sub>2</sub>O (Bild 6).

Die Mängel der einfachen Darre vermeidet die mechanische Darre. Beim Schubwendetrockner (Bild 7), dessen Konstruktion und Arbeitsweise aus den Erfahrungen der einfachen Darre hervorging, wird der Wendevorgang mechanisch durchgeführt und automatisch gesteuert. Der Schubwender *e* besorgt den Transport des Gutes zur Trockengutschnecke. Dabei wird das Gut intensiv gemischt und gesichtet. Die Beschickung des Trockners erfolgt durch den Naßgutförderer *b* und die Dosiereinrichtung *c*. Der Siebboden *d* besteht aus geschweißten Siebrösten. Unter dem Siebboden befinden sich die Heißluftkammern *m*. Der Trockenraum *n* ist während des Betriebes zur laufenden Kontrolle und Überwachung begehbar. Die Trocknungsluft wird durch Axialgebläse den Heißluftkammern zugeführt. Zum Transport und Absacken des Trockengutes werden Elevator und Schnecken verwendet (*f* bis *i*). Der Wärmebedarf dieser Anlagen beträgt nach den neuesten Angaben vom Herstellerwerk 850 ± 10% kcal/kg H<sub>2</sub>O. Die Anlage wird für Wasserverdampfungsleistungen von 1800 kg/h und 2400 kg/h gebaut.

b) Trommeltrockner

Der Trommeltrockner (Bild 8) findet durch seine außerordentlich vielseitige Anwendungsmöglichkeit in vielen Industriezweigen Verwendung. Er vermag alle körnigen Güter ohne Schwierigkeiten zu verarbeiten. Zur Herstellung von Darmalz aus Gerste für die Bierbereitung verwendet man seit der Jahrhundertwende die Malztrommel. Dieser Trommeltrockner wurde nach dem Jahre 1918 auch für die Trocknung von rieselfähigen Futtermitteln geschaffen.

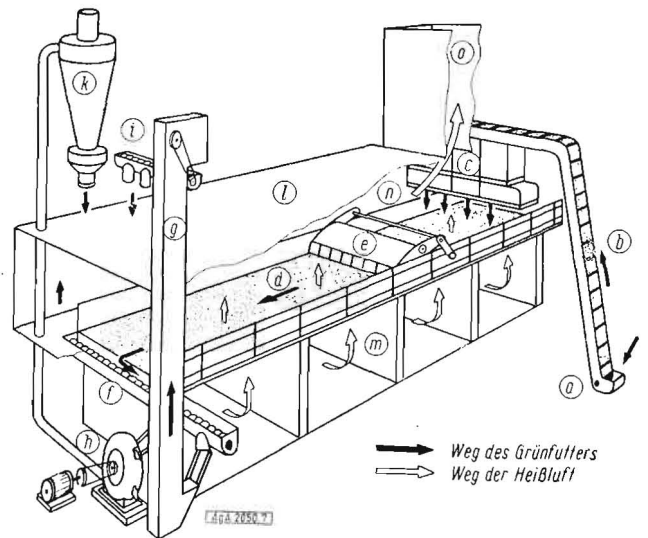


Bild 7. Der Schubwendetrockner. *a* Naßgutaufgabe, *b* Naßgutförderer, *c* Dosiereinrichtung, *d* Siebboden, *e* Schubwender, *f* Trockengutschnecke, *g* Trockengutelevator, *h* Absackschnecke, *i* Mühle, *k* Zyklon mit Absackung, *l* Lagerraum, *m* Heißluftkammern, *n* Trockenraum, *o* Dunstschlot

Trommeltrockner werden im Bereich der Landwirtschaft hauptsächlich in den Zuckerfabriken zur Erzeugung von Trockenschnitzeln angewendet. Es sind Allestrockner, in denen Grünfütter, Rübenschnitzel und auch Körnerfrüchte getrocknet werden können. Die Problematik liegt aber in der Aufbereitung des Trockengutes.

c) Pneumatische Trockner

Der Flugtrockner (System Rema-Rosin) arbeitet z. T. vollpneumatisch oder kombiniert mit einem Trommeltrockner (Bild 9). Die Konstruktion der Anlage besteht aus je einem steigenden und fallenden Rohrsystem, in denen die Heizgase gleichzeitig das Trockengut fördern. Der Trockner arbeitet im Gleichstromprinzip und eignet sich ganz besonders für nasses Gut, zumal dieses ohne Schädigung bei sehr hohen Temperaturen von etwa 800° C getrocknet werden kann, weil es in wenigen Sekunden den Trockner durchfliegt, wobei das Gut der unteren Kühlgrenze entsprechend nur etwa 65 ··· 70° C aufnehmen kann, so daß trotz der hohen Temperatur eine Beeinträchtigung der Verdaulichkeit vermieden wird und Eiweißverluste nicht zu befürchten sind. Zum Verdampfen von 1 kg H<sub>2</sub>O werden etwa 970 ··· 1100 kcal benötigt.

d) Ortsveränderliche Trocknungsanlagen

sind in Deutschland kaum vertreten, in England und den USA sind sie neben den zahlreichen stationären Anlagen im Einsatz.

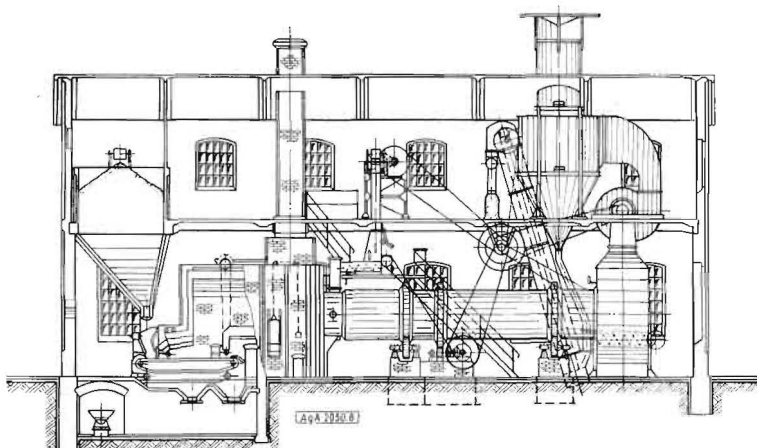


Bild 8. Trommeltrockner

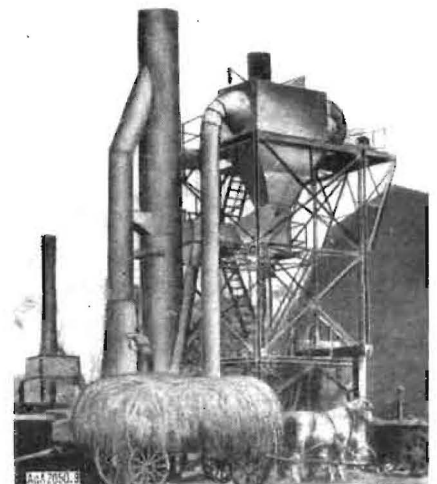


Bild 9. Pneumatische Trockner

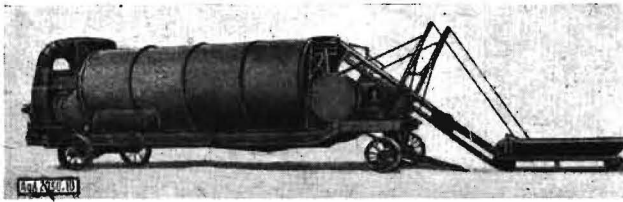


Bild 10. Ortsveränderliche Trocknungsanlage

Die Leistungen der fahrbaren Anlagen (Bild 10) liegen sehr niedrig und betragen im Durchschnitt 100 ... 300 kg Grün- gut/h; dagegen gibt es in Holland Trocknungsanlagen größerer Leistungen auf Schiffen, die in den Poldern den Grünfütter- ertrag der großen Luzerneflächen zu Trockengut verarbeiten.

## 5. Der Schrägrostgrünfütterttrockner

### a) Aufbau der Anlage

In diesem Jahr wird erstmalig der Schrägrostgrünfütter- trockner an mehreren Aufstellungsorten als Neuproduktion der volkseigenen Landmaschinenindustrie zum Einsatz kommen.

Der Schrägrosttrockner ist ein Flächentrockner, der ebenfalls aus den vorher beschriebenen Erkenntnissen und aus den gesammelten Erfahrungen mit der Darre hervorgegangen ist (Bild 11 und 12). Die gesamte Anlage setzt sich zusammen aus der Feuerungsanlage *a* mit Beschickungseinrichtung für Kohle *b*; einem Satz Ventilatoren *c*; dem Schrägrost *d* mit Wendewalzen *e*; dem Aufbereitungsraum für Grüngut mit Förderein- richtung für aufbereitetes Gut; dem Aufgaberaum mit Dosier- vorrichtung *f* für Naßgut zum gleichmäßigen Beschicken des Trockners und einer pneumatischen Fördereinrichtung *g* für Trockengut mit Absackvorrichtung und sacklosen Betrieb. Zur Aufnahme der gesamten Anlage ist ein Gebäude mit einer Grundfläche von etwa 20×20 m (Bild 13) bei Einbeziehung der Aufbereitung des Naßgutes in den Gebäudekomplex bzw. 9×12 m ohne Aufbereitungsraum für Grüngut (Bild 13, schraffierter Teil des Gebäudeplanes) erforderlich. Es ist also durchaus möglich und auch anzustreben, die Anlage in vorhandene, bisher leerstehende und nicht ausgenutzte Gebäude (Senkung der Baukosten) unterzubringen.

Bei einem rationellen Entwurf des Trocknergebäudes kann bei Verwendung eines Steilförderers für Grüngut und auch überdachter Aufbereitung die Abmessung des Gebäudes auf 12×21 m gesenkt werden (Bild 14).

Die allgemeine bauliche Planung und die Grundstücksauf- teilung sowie die Ausstattung des Gebäudes können bei der Errichtung einer Trocknungsanlage nicht sorgfältig genug durch- dacht werden. Durch unüberlegte Planung ist schon manche Anlage zur Unwirtschaftlichkeit verurteilt worden. Es muß dabei bedacht werden, daß über 50% der Gesamtanlagekosten für das Gebäude in Rechnung gesetzt werden müssen. Damit stellt das Gebäude ein sehr hohes Wertobjekt dar, das auch aus diesem Grunde eine genauso sorgfältige Prüfung des Plans verlangt wie z. B. der Typenstall für 90 oder 60 Rinder. Die

gute architektonische Wirkung der Gesamtanlage ist dabei ebenso wichtig wie ihre Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit (Bild 15). Außerdem sind neben den baulichen Problemen auch befestigte Zufahrtsstraßen für Kohlen- und Grünguttransporte zu planen. Als Idealfall ist es vielleicht bei einigen Anlagen möglich, durch direkten Gleisanschluß oder Heranführung von Nebengleisen den Kohlentransport zu erleichtern und zu ver- billigen. Für eine ausreichende Wasserversorgung zur Knollen- frucht- und Rübenblattwäsche muß ebenfalls gesorgt werden sowie für Schaffung von Klärgruben oder Klärteichen für die Abwässer der Waschanlage. Vielfach wird es auch möglich sein, den Schrägrostgrünfütterttrockner in vorhandenen Gebäuden unterzubringen. Durch diese Maßnahme können Baumaterial und Baukosten gespart werden.

### b) Die Arbeitsweise des Schrägrosttrockners (Bild 16)

Die Braunkohle wird durch ein Förderband vom Kohlenlager in den Einschüttbehälter der Feuerungsanlage transportiert. Die Feuerungsanlage besteht aus einem Treppenrost, der Brenn- kammer und einer Mischkammer. Der Treppenrost gewährleistet einen verhältnismäßig selbständigen und gleichmäßigen Ab- brand des Brennstoffes. Dadurch können gegenüber einer Gleich- haltung der Trocknungsgase nach Temperatur und Menge ein gleichbleibendes Aufnahmevermögen für den Wasserdampf und gleichbleibende Bedingungen für die Wärmeübertragung von den Gasen an das Gut erreicht werden. In der Mischkammer der Feuerungsanlage werden die Rauchgase mit Raumluft gemischt, um die Temperatur auf etwa 200° C zu senken. Die Ventilatoren saugen von der Mischkammer das Heizgasluft- gemisch an und drücken es in die Trocknerkanäle. Infolge Unterteilung der Rostfläche in drei Wärmestufen ist es auch möglich, durch Verstellung von Ringschiebern an den Ventilatorstutzen die Temperatur dem Zustand des Trockengutes anzupassen. Im Normalfall wird die Temperatur am oberen Gebläse 150° C, am mittleren Gebläse 130° C und am unteren Gebläse 110° C betragen. Die Trockengase mit der höchsten Temperatur treffen immer auf das nasse Gut, das infolge seiner Verdunstungskälte nur dem Zustand der Heißluft entsprechende Kühlgrenzen- temperaturen annehmen kann, so daß die Temperatur des Trockengutes in allen Zonen etwa 60 ... 70° C beträgt. Im allgemeinen darf die Temperatur des Trockengutes 80° C nicht überschreiten, da bei höheren Temperaturen das Eiweiß koagu- liert und damit an Nährwert verliert. Die mit Wasserdampf gesättigte Luft entweicht nach oben durch den Dunstabzug, während die weniger gesättigte Luft der zweiten und dritten Temperaturstufe durch eine schwenkbare Kulissee von der ersten Temperaturstufe abgeteilt in die Mischkammer des Ofens zurück- gesaugt und aufgewärmt wird. Durch das Umluftverfahren wird Energie zurückgewonnen, eine hohe Sättigung und damit eine gute Wirtschaftlichkeit erreicht.

Das vom Feld kommende Grüngut oder sonstiges Naßgut kann sofort in die Zerkleinerung (Alleshäcksler, Futterreißer) oder bei übermäßigem Anfall zwischengelagert werden. An- schließend erfolgt die Förderung zur Aufgabevorrichtung mit

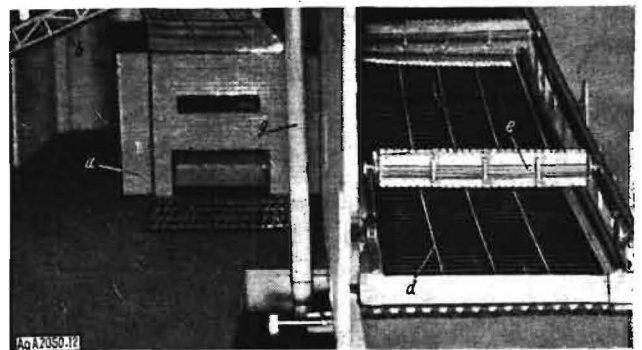
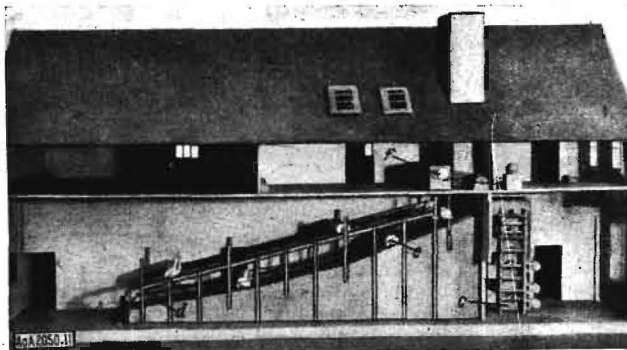


Bild 11 und 12. Schrägrostgrünfütterttrocknung

*a* Feuerungsanlage, *b* Beschickungseinrichtung für Kohle, *c* Ventilatoren, *d* Schrägrost, *e* Wendewalzen, *f* Dosiervorrichtung, *g* pneumatische Fördereinrichtung



Dosiereinrichtung, die eine beliebige einstellbare Menge Naßgut dem Trockner kontinuierlich und automatisch zuzüßt.

Eine wichtige Bedingung für das Gleichmaß der Trocknung ist nicht nur die Bildung einer gleichmäßigen Grüngutmatratze,

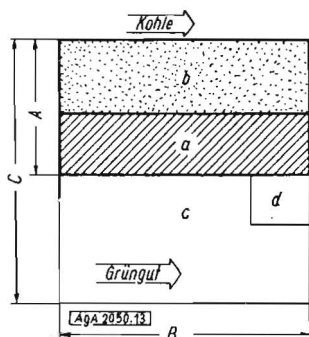


Bild 13. Gebäudeplan zur Schrägrost-Grünfütter-Trocknungsanlage  
a Trockner, b Ofen, c Naßgutaufbereitung, d Aufenthaltsraum.  
A 9...10 m, B 18...20 m, C 18...20 m

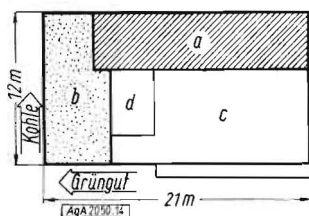


Bild 14. Gebäudeplan bei Verwendung eines Steilförderers  
a Trockner, b Ofen, c Naßgutaufbereitung, d Aufenthaltsraum

sondern auch ein gleicher Lockerungsgrad. Hierfür sorgen mehrere an einer endlosen Kette sitzende Wendewalzen, die dem Trockengutstrom entgegenlaufen und durch Ablaufen auf kleinen Laufrollen eine größere Umfangsgeschwindigkeit gegenüber der Umlaufgeschwindigkeit erreichen. Dadurch wird es möglich, das Grüngut in kürzeren Zeitabständen über die ganze Länge des Rostes zur Trockengutschnecke zu transportieren und gleichzeitig zu mischen.

Die Trockenfläche ist als Schrägrost ausgebildet und besitzt gegenüber dem planliegenden Flächentrockner den Vorteil, daß keine Siebe oder perforierte Bleche, die der Körnung des Trockengutes angepaßt werden mußten, Verwendung finden. Außerdem ist ein Durchfallen von zerkleinertem Trockengut oder Abrieb so gut wie ausgeschlossen, während dieser Nachteil beim Schubwendetrockner oder bei der Schaufeldarre nicht zu vermeiden ist.

Durch die stufenförmige Ausbildung des Trockenrostes ist es möglich, alle Grünfütterarten, Knollen- und Hackfrüchte, Körnerfrüchte und sonstige landwirtschaftliche Produkte, wie Maiskolben, Sonnenblumenrosen usw., zu trocknen, ohne daß Durchfallverluste eintreten.

Die Abstufung der Temperatur nach dem Zustand des Trockengutes sowie die gleichstromartige, durch die Rostform hervorgerufene Querbeblausung der Grüngutmatratze in Verbindung mit der wiederholten intensiven Lockerung erklärt die hohe spezifische Verdunstung von über 50 kg H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup> Rostfläche je Stunde. Somit ist die Leistung einer gewöhnlichen Darre etwa verdreifacht bis verfünffacht.

Die Regelung der Wendewalzen, Dosiereinrichtung und der Trockengutschnecke erfolgt über ein stufenlos regulierbares

Tafel 5

Anfangswassergehalt %	Trocknungsverhältnis	Trockengrünfütter kg/h
85	6,0 : 1	340
80	4,5 : 1	440
75	3,6 : 1	550
Kohleverbrauch .....		650...700 kg
Stromverbrauch:		
Trockner .....		28 kWh
Aufbereitung, Förderung .....		15 kWh

Getriebe, je nach Art und Beschaffenheit des Grüngutes. Von der Trockengutschnecke wird das Trockengut in den Einschüttbehälter eines Gebläses gefördert und durch dieses auf den



Bild 15. Gebäude der Trocknungsanlage

Boden in einen Sortierer geblasen, der das gewonnene Trockengut in drei verschiedene Feinheitsgrade trennt. Der Staub wird gesondert abgeschieden.

c) Technische Daten (keine Meßwerte)

- (Siehe auch Rentabilitätsberechnung, Abschnitt 3)
- Maximale Wasserverdampfung .....
- Naßgutleistung bei Grünfütter Anfangswassergehalt 80% .....
- Endwassergehalt 10% .....

Die stündliche Leistung an Trockengrünfütter hängt ab vom Wassergehalt des Naßgutes, d. h. von der Vorabwelkung auf dem Felde (Tafel 5).

6. Zusammenfassung

Diese Ausführungen sollen dem Landwirt einen allgemeinen Überblick darüber geben, welche Maschinen und Anlagen bisher entwickelt worden sind und sich im Einsatz befunden haben bzw. noch in leider sehr kleiner Anzahl im Einsatz sind.

Ferner soll nachgewiesen werden, was uns die Gewinnung von Trockenfütter aus Luzerne u. a. Grünfütter, aber auch aus

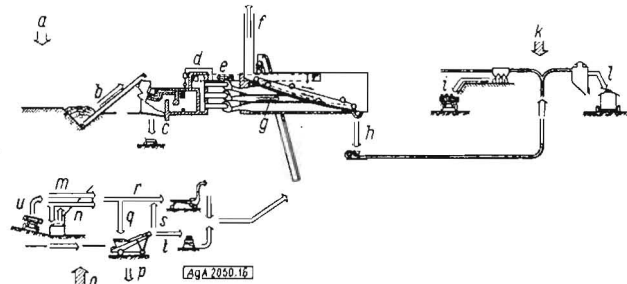


Bild 16. Arbeitsweise des Schrägrosttrockners  
a Kohle, b Beschiebungskohle, c Asche, d Temperaturregler, e Wärmetunnel, f Brüdenabzug, g Warmluft, h Trockengut, i Trockengut - abgesackt, k Trockengut - sacklos, m Druckförderung, n Zwischenreinigung, o Grüngut, p Schlamm, q Zerkleinerung, s Rübenblatt, t Knollenfrüchte, u Grüngut

Rübenblatt (Troblako) an volkswirtschaftlichem Nutzen bringt (verlustlose Konservierung, Schließung der Kraftfütterlücke und Schaffung einer gleichmäßigen Futtermittellieferung).

Es bedarf heute keines Beweises mehr, daß durch die künstliche Trocknung des Grünfütters diese Forderungen in hohem Maße erfüllbar sind.

Die Einführung des Schrägrostgrünfüttertrockners in der Landwirtschaft wird uns wesentlich helfen, das Problem der Kraftfütterversorgung durch Kraftfüttergewinnung aus eigenem Boden zu lösen.

Literatur

von Sybel, H.: Der gegenwärtige Entwicklungsstand der Verfahrenstechnik der Trocknung des Grünfütters. Die Technik in der Landwirtschaft (1938) Nr. 9.  
Richter u. Becker: Handbuch der Landwirtschaft, 3. Band. „Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere“ (Die künstliche Trocknung).  
von Sybel, H.: Problematik um die Vollmechanisierung der landwirtschaftlichen Darre durch den Schubwendetrockner.  
von Sybel u. Poggensee: Grünfüttertrockner im Auslande. Die Technik in der Landwirtschaft.  
Schneider, E.: Die künstliche Trocknung von Grünfütterpflanzen im Büttner-Schnellumluftrockner, System Rema-Rosin.  
Seidel, W.: Die Grünfüttertrocknung. Deutsche Landwirtschaftl. Presse (1938) Nr. 32.  
Richter, K.: Futterwert und Einsatz künstlich getrockneten Grünfütters. Mitteilungen für die Landwirtschaft (1938) Nr. 44. A 2050