

Bild 2. Belgische Grünmehlpresse LMS

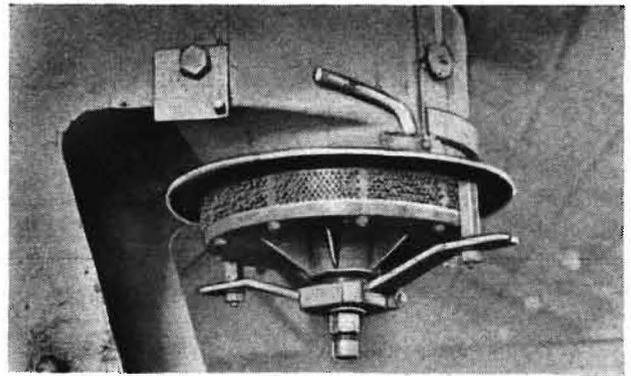


Bild 3. Matrize der Presse LMS

Tafel 2. Energetische Meßergebnisse der Trockner (nach Mittelwerten aus einigen Messungen berechnet)

Trocknersystem	Brennstoffverbrauch (Kohle)		Wärmeverbrauch für Verdampfung des Wassers [kcal/kg H ₂ O]	Elektroenergieverbrauch	
	[kg/h]	[kg/t Tr.-gut]		[kWh/h]	[kWh/t Tr.-gut]
Schnellumlauf-trockner Rema Rosin	269	369	960	112	139
Trommeltrockner Büttner	339	737	1278	25 ¹	54
van den Broek Trommeltrockner (600)	351	451	974	86	111
van den Broek Trommeltrockner (1000)	346	363	948	107	113
van den Broek Schnellumlauf-Trommeltrockner (1250)	431	766	1012	128	188

¹ ohne Hammermühlen zur Trockengutvermahlung

wurde die Anlage auf volle Leistung gebracht, sie mußte störungsfrei laufen. Tafel 1 vermittelt die Ergebnisse der verschiedenen Trocknersysteme, während aus Tafel 2 die energetischen Meßergebnisse entnommen werden können.

Technologie und Arbeitsorganisation bestimmen den Aufwand an Arbeitskräften. 5 bis 9 Ak werden insgesamt benötigt, wovon 3 bis 4 Ak allein für Grüngutabladen und Häckselbedienung erforderlich sind. In den einzelnen Objekten variiert der Akh-Aufwand zwischen 8 bis 14 Akh/t Trockengut. Auf die Qualität des Trockengutes haben außer der Technologie der Trockner Pflanzenart und Entwicklungsstand großen Einfluß. Richtige Arbeit des Trockners vorausgesetzt, sind die Nährstoffverluste während des Trocknungsvorgangs unerheblich.

Um den Transport von Grünmehl zu erleichtern und verlustfreier zu gestalten, erprobte man in den letzten Jahren eine belgische Presse (LMS) für die Herstellung von Grünmehlpreßlingen (Bild 2). In ihr wird das Grünmehl von $\approx 8,5\%$ auf etwa 20% Wassergehalt angefeuchtet und in der Preßkammer mit Läufferrollen durch Öffnungen in der Ringmatrize gepreßt (Bild 3). Dabei entstehen Preßlinge in Querschnittsgrößen von 23, 11 und 4 mm. Druck und Reibung erhöhen die Temperaturen der Preßlinge auf 80 bis 90 °C, Kühlen vor dem Absacken war erforderlich. Die Preßlinge besaßen noch 6,9 bis 7,6% Feuchte, ihre Dichte war etwa zweimal größer als die des Ausgangsmaterials. Der Karotingehalt blieb unverändert. Der Energieverbrauch ist jedoch ziemlich hoch (50 kWh/t). Weitere Untersuchungen zu dieser Technologie sowie über das Lagern von Preßlingen sind vorgesehen.

A 5645

Trocknungswerke in Abwassergebieten

1. Bedeutung der technischen Trocknung in Abwassergebieten

Die notwendige Reinigung der täglich anfallenden Abwassermengen erfordert bei der Bodenbehandlung eine Kontinuität in der Abnahme, die besonders auf Futterflächen möglich ist. Hinzu kommt noch, daß die Futterpflanzen einen hohen Wasser- und Nährstoffbedarf haben, so daß die im Abwasser enthaltenen Wachstumsfaktoren „Wasser und Nährstoffe“ sich besonders ertragssteigernd auswirken [1].

Die Verwertung der Abwässer aus kleinen und mittleren Städten auf Futterflächen ist daher bei dem gegebenen hohen Futterbedarf auch betriebswirtschaftlich vertretbar. Anders sieht es jedoch bei höherem Abwasseranfall aus den Großstädten aus. Die Erschließung von Ackerflächen mit weniger bewässerungshedürftigen Pflanzen wird notwendig. Geringere Belastungen sind die Folge, so daß die Anlage- und Betriebskosten ansteigen und die Wirtschaftlichkeit der Anlagen zurückgeht. Dies ist nur vermeidbar, wenn auf den Großflächen unserer Landwirtschaftsbetriebe technische Trocknungswerke errichtet werden. Diese haben täglich einen

Dr. B. NEWRZELLA, Halle/S.

hohen Grüngutbedarf, der Anbau von Futterpflanzen kann daher über den eigenen Bedarf erweitert werden und damit können auch größere Abwassermengen je Flächeneinheit verabreicht werden.

2. Organisationsfragen, Ertragsleistungen, Flächen- und Materialbedarf

2.1. Organisationsfragen

Folgende Wege können bei der Errichtung von Trocknungswerken in Abwassergebieten beschritten werden:

- Gründung von Trocknungsgemeinschaften, an denen sich die interessierten Betriebe im Umkreis von 7 bis 10 km beteiligen [2];
- Gründung von selbständigen Betriebsteilen, Trocknungswerke mit zugehörigen Futterflächen.

Derartige Betriebsteile gewinnen an Bedeutung, je höher die Erträge bei gehaltreichem Erntegut ausfallen und je günstiger die Wirtschaftlichkeit ist. Dies soll nachstehend näher untersucht werden.

2.2. Ertragsleistungen, Grüngut- und Flächenbedarf des Trocknungswerkes

In Versuchen unter Praxisbedingungen wurden folgende Erträge bei nachstehender Schnittzeit auf Wechselflächen bei zweckmäßigen Abwassergaben erzielt [3]:

Ertrag:	Grünmasse = 800 dt/ha
Schnittzeiten	1. Schnitt = am 20. Mai
	2. Schnitt = am 29. Juni
	3. Schnitt = am 9. August
	4. Schnitt = am 20. September

Zwischen den einzelnen Ernten lagen die Wachstumszeiten bei etwa 40 Tagen, die Erträge bei 200 dt/ha. Für die weiteren Betrachtungen werden nur 668 dt/ha \cong 167 dt/ha je Schnitt bei einer Kampagnezeit vom 15. Mai bis 21. Okt. = 160 Tagen in Ansatz gebracht, da allgemein in der Praxis die Erträge geringer als in Versuchen ausfallen.

Die Möglichkeit, zu jeder Jahreszeit und bei jeder Witterung das üppig wachsende Grünfutter rasch und bei geringen Verlusten konservieren zu können, ist für die Verwertung der Abwassermenge ein starker Intensivierungsimpuls. Da in diesen Gebieten auch Zuckerrübenblatt, Zuckerrüben, Kartoffeln und Möhren getrocknet werden, wird der Trommelrockner, als Mehrfruchttrockner, mit seinen anteiligen Kosten in der Hauptsaison in die weiteren Untersuchungen einbezogen. Seine Leistungen beschrieben neuerdings SCHNEIDER und EHRENHARDT [4].

Der Bedarf beträgt bei einer Betriebszeit von 20 h an

a) Grüngut	= 20 h \times 5 t/h = 100 t/d ¹
b) Flächen	= $\frac{100 \text{ t/ha}}{16,7 \text{ t/ha}}$ = 6 ha/d

Die Auslastung des Werkes mit 100 t/d erfordert eine Erntefläche von etwa 6 ha, deren Ertrag von zweckmäßigen Abwassergaben abhängig ist. Die kontinuierliche Abnahme der Abwässer ist damit als gesichert anzusehen, die Auslastung des Werkes und die Nutzung der Flächen stehen in enger Verbindung.

¹ d = Tag

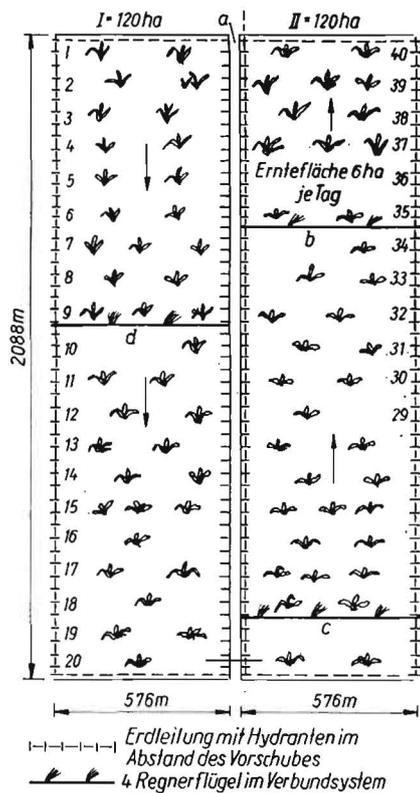


Bild 1
Organisation der Beregnung von Futterflächen im Abwassergebiet für die kontinuierliche Auslastung eines Trocknungswerkes mit einer Leistung von 5 t Grünfutter/h;
a Hauptweg mit Doppelhydranten, Breite 6 m,
b Regnerflügel —
1. Wassergabe,
c 2. Wassergabe,
d 3. Wassergabe

Der Flächenbedarf von 6 ha/d sowie die Wachstumsdauer von 40 d erfordern für die ausschließliche Versorgung des Trocknungswerkes eine Gesamtfläche von 240 ha. Das Schema mit Angabe der Flächenmaße, des Ernte- und Bewässerungsturms geht aus Bild 1 hervor.

Auf der Flächenbreite von 576 m arbeiten 4 rollende Regnerflügel von je 132 lfm, die durch Schläuche miteinander und von Hydrant zu Hydrant im Verbundsystem stehen. Der Hydrantenabstand in den Erdleitungen entspricht dem Vorschub, entlang des Hauptweges sind wegen der großen Transporte Doppelhydranten vorgesehen.

3. Bewässerung

Der Wasserbedarf der Flächen wird während der 40 Wachstumstage durch drei Abwassergaben gedeckt. Die 1. Abwassergabe wird einen Tag nach der Mahd verabreicht, die 2 weiteren nach 2×12 Tagen. Die notwendige Karenzzeit von 14 Tagen zwischen der letzten Bewässerung und der Ernte gemäß TGL 6466 wird somit eingehalten [5]. Die Flächen werden durch drei parallel verlaufende erdverlegte Druckrohrleitungen im Abstand von 576 m erschlossen. Beiderseits des Hauptweges lassen zwei langgestreckte rechteckige Flächen von je 120 ha Größe einen ungehinderten Einsatz von Erntemaschinen wie auch von rollenden Beregnungsanlagen zu.

Auf der Flächenbreite von 576 m arbeiten ab 1. April bis 11. Nov. = an 225 Tagen 3×4 Aggregate im Verbundsystem im 2-Schichtenbetrieb von 2×7 h = 14 h/d. Die Aufstellungsdauer beträgt je 4,7 h, es ergeben sich mithin 3 Vorschübe je Tag. Die Flächenleistung beträgt bei den genannten Bedingungen 18,63 ha/d, der Abwasserbedarf an 225 Tagen = 1.637.685 m³. Die Fläche von 240 ha wird mit etwa 682,3 mm belastet.

Für die Vorschub- und Umbauarbeiten der 4 Verbund-Regnerflügel werden insgesamt, nach den arbeitswirtschaftlichen Untersuchungen von HORNING [6] und nach eigenen Feststellungen im Abwassergebiet Jüterbog benötigt:

$$\begin{aligned} \text{Akh} &= 3736 \text{ h} \approx 15,6 \text{ h/ha} \\ \text{Th} &= 68 \text{ h} \approx 17 \text{ min/ha} \end{aligned}$$

Die Arbeitsproduktivität je Akh beträgt mithin:

$$\frac{6823 \text{ m}^3/\text{ha}}{15,6 \text{ h/ha}} \cong 438 \text{ m}^3/\text{h}$$

Die kontinuierliche Abnahme der Abwässer erfordert, daß auch an Sonn- und Feiertagen voll gearbeitet wird.

Die Rollstränge sind mit Flach- und Mittelstrahlregnern ausgerüstet, so daß bei unterschiedlichem Betriebsdruck die auf feuchtende wie auch die Vorratsbewässerung erfolgen kann. In den Betriebskosten wird nur der Einsatz von Mittelstrahlregnern mit 12 mm ϕ , einem Wasserverbrauch von 10,83 m³/h und einer Regendichte von 8,3 mm bei 4 at Betriebsdruck erfaßt.

4. Ökonomische Betrachtungen

Die Gegebenheiten sehen im einzelnen wie folgt aus:

4.1. Erträge in GE/ha und Einnahmen in DM/ha

Der Stärkewertertrag von 51,7 dt/ha Futterfläche entspricht einer Getreideernte von 74 dt/ha. Die Einnahmen betragen entsprechend der Preisverordnung [8] bei Ansatz eines Mittelwertes von 35 DM/dt:

$$110,22 \text{ dt/ha} \times 35 \text{ DM/dt} = 3857,70 \text{ DM/ha.} \quad [\text{GE/ha}] \quad [\text{DM/ha}]$$

4.1.1. Bruttoertrag in GE/ha u. -einnahmen in DM/ha — bei Bewässerung —	74	3857,70
4.1.2. Bruttoertrag in GE/ha u. -einnahmen in DM/ha — ohne Bewässerung —	30	1200,—
4.1.3. Mehrertrag in GE/ha u. -einnahmen in DM/ha — bei Bewässerung	44	2657,70
4.1.4. Höhere Werbungskosten in DM/ha Bewirtschaftungskosten der Bewässerungsflächen einschl. d. Kosten für		

die Ernte- und Transportbrigade, abzüglich der Kosten bei normaler ackerbaulicher Nutzung ohne Bewässerung

129,50

4.1.5. Netto-Einnahmen in DM/ha
- Mehreinnahmen abzüglich der
Werbungskosten

2528,20

4.2. Anlage- und Betriebskosten für Bewässerung und
Trocknungswerk [7]

sind in Tafel 1 bis 3 festgehalten.

4.3. Wirtschaftlichkeitsberechnung

4.3.1. Volkswirtschaftlicher Nutzeffekt

Bei der Berechnung des volkswirtschaftlichen Nutzeffekts werden die gesamten Anlage- und Betriebskosten des Trocknungswerkes, des Fuhrparks, der Bewässerungsanlagen und die Bewirtschaftungskosten der Futterflächen zu den Ertragsleistungen ins Verhältnis gesetzt und sehen wie folgt aus:

$$\frac{[2528,20 - (1198,2 + 232,3)] \times 100}{8936,2} \cong 12,3\%$$

Der Gesamtaufwand zu den Ertragsleistungen ins Verhältnis gesetzt, ergibt einen volkswirtschaftlichen Nutzeffekt von etwa 12,3%.

Tafel 1. Kostenkalkulation für Trommeltrockner und Fuhrpark

Bezeichnung	Kosten
1. Investkosten	
1.1. Technische Ausrüstung einschl. Montage	1 173,1 TDM
1.2. Fuhrpark	131,0 TDM
1.3. Bauanteil	899,3 TDM
1.4. Investitionen insgesamt	2 203,4 TDM
1.5. Anteil für Hauptsaison	1 163,4 TDM
1.6. Anteil für Hauptsaison	4 847,50 DM/ha
1.7. Anteil für Hauptsaison	44,00 DM/dt
2. Betriebskosten	
2.1. Abschreibung	51 233,00 DM
2.1.1. Abschreibung	213,50 DM/ha
2.1.2. Abschreibung	1,84 DM/dt
2.2. Variable Kosten	
2.2.1. Lohnkosten	76 308,00 DM
2.2.2. Elektroenergie 180 kW × 3200 h × 0,08 DM/kWh	46 080,00 DM
2.2.3. Brennstoffe 3200 h × 1 l/h × 35 DM/t	112 000,00 DM
2.2.4. Treibstoff für Ernte und Transportbrigade 3200 h × 20 DM/h	64 000,00 DM
2.2.5. Reparaturkosten	33 314,70 DM
2.2.6. Büro- und Schreibmaterial, Reisekosten usw.	6 000,00 DM
2.2.7. Variable Kosten insgesamt	337 703,00 DM
2.2.8. Variable Kosten insgesamt	1 407,10 DM/ha
2.2.9. Variable Kosten insgesamt	12,80 DM/dt
2.3. Betriebskosten insgesamt	388 936,00 DM
2.3.1. Betriebskosten insgesamt	1 620,60 DM/ha
2.3.2. Betriebskosten insgesamt	14,70 DM/dt

Tafel 2. Kostenkalkulation für die Bewässerungsanlagen

Bezeichnung	Kosten
1. Anlagekosten - Wasserwirtschaft	
1.1. Pumpwerk mit Ausrüstung	55,0 TDM
1.2. Speicherbecken	60,0 TDM
1.3. Erdverlegtes Druckrohrnetz	640,9 TDM
1.4. Insgesamt	755,9 TDM
1.5. Insgesamt	3 149,6 DM/ha
2. Anlagekosten - Landwirtschaft	
2.1. Regnerflügel mit Zubehör	129,4 TDM
2.2.1. Ansaat, Düngung und Bearbeitung	96,0 TDM
2.3. Insgesamt	225,4 TDM
2.4. Insgesamt	939,1 DM/ha
3. Anlagekosten - insgesamt	
3.1. Anlagekosten - insgesamt	981,3 TDM
3.2. Anlagekosten - insgesamt	4 088,7 DM/ha
3.2. Anlagekosten - insgesamt	37,1 DM/dt
4. Betriebskosten - Wasserwirtschaft	
4.1. Abschreibungen insgesamt	15 958,0 DM
4.2. Variable Kosten insgesamt	39 784,5 DM
4.3. Betriebskosten (W) insgesamt	55 742,5 DM
4.4. Betriebskosten (W) insgesamt	232,3 DM/ha
4.5. Betriebskosten (W) insgesamt	2,1 DM/dt
4.6. Betriebskosten (W) insgesamt	3,4 Pf/m ³
5. Betriebskosten - Landwirtschaft	
5.1. Abschreibungen insgesamt	26 382,0 DM
5.2. Variable Kosten	11 345,7 DM
5.3. Betriebskosten (L) insgesamt	37 727,7 DM
5.4. Betriebskosten (L) insgesamt	157,2 DM/ha
5.5. Betriebskosten (L) insgesamt	1,4 DM/dt
5.6. Betriebskosten (L) insgesamt	2,2 Pf/m ³
6. Betriebskosten insgesamt	
6.1. Betriebskosten insgesamt	93 470,2 DM
6.2. Betriebskosten insgesamt	389,5 DM/ha
6.3. Betriebskosten insgesamt	3,5 DM/dt
6.3. Betriebskosten insgesamt	5,6 Pf/m ³

Tafel 3. Gesamtübersicht über die Anlage- und Betriebskosten des Trocknungswerkes und der Bewässerungsanlagen

	In- vestitionen [TDM]	Betriebskosten		[TDM] Sa.
		Festk.	Variable K.	
1. Trocknungswerk mit Fuhrpark				
1.1. Kosten	1163,4	51,2	337,7	388,9
1.1.1. Kosten in DM/ha	4847,5	213,5	1407,1	1620,6
1.1.2. Kosten in DM/dt	44,0	1,9	12,8	14,7
2. Bewässerungsanlagen				
2.1. Kosten Wasserw.	755,9	16,0	39,8	55,8
2.2. Kosten Landw.	225,4	26,4	11,3	37,7
2.3. insgesamt 2.1. + 2.2.	981,3	42,3	51,1	93,5
2.3.1. in DM/ha	4088,7	176,4	213,0	389,4
2.3.2. in DM/dt	37,1	1,6	1,9	3,5
2.3.3. in Pf/m ³	-	2,6	3,1	5,7
3. Trocknungswerk und Bewässerungsanlagen				
3.1. Kosten insgesamt	2144,7	93,5	388,8	482,4
3.1.1. Kosten in DM/ha	8936,2	389,6	1620,0	2010,0
3.1.2. Kosten in DM/dt	81,9	3,5	14,7	18,3

4.3.2. Nutzeffekt der Landwirtschaft

Hierbei wird unterstellt, daß der Investitionsträger „Wasserwirtschaft“ die nachgewiesenen Anlage- und Betriebskosten für die wasserwirtschaftlichen Hauptanlagen auch bei Errichtung einer künstlich-biologischen Reinigungsanlage aufbringen müßte, so daß diese Aufwendungen nicht ins Verhältnis zu den Ertragsleistungen gesetzt werden. Das Ergebnis sieht wie folgt aus:

$$\frac{(2528,20 - 1198,2) \times 100}{4847,5 + 939,1} \cong 23,0$$

Der Nutzeffekt für den Investitionsträger „Landwirtschaft“ beträgt etwa 23,0%.

Der errechnete Nutzeffekt ist bei hohen Investitionen in beiden Fällen als günstig zu beurteilen und zeigt die Bedeutung derartiger Anlagen eindeutig an. In diesem Zusammenhang muß noch darauf hingewiesen werden, daß bei der Bodenbehandlung der Abwässer Einleitungen in die Gewässer unterbunden werden, so daß der Nutzeffekt an sich noch höher zu veranschlagen ist.

5. Zusammenfassung

Es werden Trocknungswerke mit zugehörigen Futterflächen als selbstständige Betriebsteile in Abwassergebieten bei höherem Abwasseranfall beschrieben. Derartige Spezialisierungen sind durchaus gerechtfertigt, da durch die Wachstumsfaktoren „Wasser und Nährstoffe“ bei zweckmäßiger Abwasseranwendung hohe und gehaltreiche Futtererträge erzielt werden.

An Hand eines entwickelten Schemas wird die Nutzung der Flächen und die Bewässerung mit rollenden Regnerflügeln im Verbundsystem dargestellt. Die Anlage- und Betriebskosten werden im einzelnen nachgewiesen.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen fallen günstig aus und zeigen die Bedeutung derartiger Verwertungsanlagen vor den Toren unserer Großstädte an.

Literatur

- [1] v. BOGUSLAWSKI, E., und NEWRZELLA, B.: Ökologische Untersuchungen zur Abwasserverwertung auf Grünland. (1. Bericht) Landwirtschaftliche Jahrbücher 1939, S. 623 bis 651
- [2] SCHNEIDER, B., und NIERIG, H.: Mit Trockengrünfütter höhere Leistungen und gesünderes Vieh. Markkleeberger Schriftenreihe - Mechanisierung und Bauwesen, Heft 5
- [3] NEWRZELLA, B.: Futtererträge in Abwassergebieten. Deutscher Bauernverlag 1953
- [4] SCHNEIDER, B., und EHRENHARDT, M.: Gegenüberstellung des Investitionsaufwandes, der Leistungen und der Kosten je Kapazitätseinheit des Trommeltrockners und des Schnellumlufttrockners. Deutsche Agrartechnik (1964), H. 1, S. 40 bis 42
- [5] TGL 6466. Bewässerung von Land- und forstwirtschaftlichen Nutzfleichen. Verwendung von Abwasserrückständen
- [6] HORNING, M.: Die Entwicklung neuer Beregnungstechniken und deren arbeitswirtschaftliche Analyse. Mitteilungen aus dem Leichtweiß-Institut der TH Braunschweig, Heft 1957/1
- [7] SCHMIDT, F.: Das Projekt „Grünfütter und Hackfrucht-Trocknungsanlage“ für die Landwirtschaft der DDR. Deutsche Agrartechnik (1963), H. 5, S. 200 bis 205
- [8] Anordnung über den Verkauf von Grünmehl vom 13. Februar 1960

A 5674