

Separatdruck aus FAT-Mitteilungen Nr. 9/74
in der «Schweizer Landtechnik» Nr. 9/74
herausgegeben von der Eidg. Forschungsanstalt für
Betriebswirtschaft und Landtechnik CH 8355 Tänikon

Hofeigene Getreidetrocknung

F. Zihlmann, J. Baumgartner, A. Schneider

Der Uebergang vom Winterdrusch zum Mährusch bedingte eine recht grosse Umstellung in der gesamten Arbeitsorganisation. Für das während der kurzen Erntezeit anfallende Getreide musste zusätzlicher Lagerraum geschaffen oder der vorhandene Lagerraum umstrukturiert werden. Da ferner das Getreide häufig zu feucht anfällt, erwies sich eine Trocknungsmöglichkeit als notwendig.

Viele Bauern haben sich bis heute mit behelfsmässigen Lösungen zufrieden gegeben und stehen nun vor der Entscheidung, ob sie das Getreide

1. direkt an eine Sammelstelle abliefern oder
2. selbst trocknen und lagern sollen.

1. Direkte Ablieferung von feuchtem Getreide

Bei der direkten Ablieferung des Getreides ab Feld ist keine eigene Investition für Trocknung und Lagerung notwendig. Die entsprechenden Kosten werden vom Verkaufspreis abgezogen. Da die Trocknungskapazitäten der Sammelstellen beschränkt sind, kann bei schlechter Witterung zur Erntezeit die Abnahme nicht garantiert werden. Daher hat der Landwirt das Risiko zu tragen, wenn in der Sammelstelle das Getreide nicht in der nützlichen Frist getrocknet werden kann.

Um einen Massstab für die Beurteilung der Kosten für die Trocknung und Lagerung auf dem Hofe zu erhalten, soll nun untersucht werden mit welchen Preisabzügen bei der direkten Ablieferung und mit welchen Zuschlägen bei der Spätablieferung zu rechnen ist. In der Berechnung sind einige Faktoren nicht genau bestimmbar, so dass das nachfolgende Beispiel als Modellrechnung zu betrachten ist. Eine gewisse Ungenauigkeit besteht darin, dass man das Getreide meist auf rund 14,5% Feuchtigkeit trocknet, obwohl es mit 15% Feuchtigkeit ohne Feuchtigkeitsabzug abgeliefert werden kann.

1.1 Berechnung des Deckungsbeitrages für die hofeigene Trocknung und Lagerung

Ausgangsdaten:

Feuchtigkeitsentzug	4%
Anfangsfeuchtigkeit	18,5%
Endfeuchtigkeit	14,5%
Gewichtsverlust (Wasserentzug)	
pro 1 q Feuchtgut	4,68 kg
Zinsfuss (spätere Auszahlung)	6%
Schwund in 6 Monaten	1%
Spätablieferungszuschlag	5%
	Gewichtsverlust
	Preiszuschlag

Beispiel für 1 q feuchtes Getreide mit 18,5% Feuchtigkeit

Grundtaxe (Abnahme, Reinigung, Abgabe)	= Fr. 2.50
Trocknungsgebühr bei 4% Feuchtigkeitsentzug rund	= Fr. 2.50
Total Gebühren	= Fr. 5. —
Gewichtsabzug pro 1 q Feuchtgetreide = 4,68%	
Bruttoerlös pro 1 q Feuchtgetreide =	
100 - 4,68 = 95,32 kg à Fr. —.75	= Fr. 71.49
Total Gebühren	= Fr. 5. —
Nettoerlös pro 1 q Feuchtgetreide	= Fr. 66.49
Daraus ergibt sich: Nettoerlös pro 1 q trockenes Getreide = 66,49 : 0,9532	= Fr. 69.75
Abzüge je 1 q trockenes Getreide =	
Fr. 75.— - 69.75	= Fr. 5.25
Spätablieferungszuschlag 5% von Fr. 75.—	= Fr. 3.75
Preiszuschlag für Zunahme der hl.-Gewichte = 1%	= Fr. —.75
Summa	= Fr. 9.75
davon ab	
Zinsanspruch (6 Monate à 6%)	= Fr. 2.25
Schwund 1%	= Fr. —.75
Ablieferungsgebühr	= Fr. 1. — = Fr. 4. —
Netto Deckungsbeitrag für Trocknung und Lagerung je q trockenes Getreide auf dem Hof	= Fr. 5.75

Von den Sammelstellen werden unterschiedliche Gebühren für die Trocknung erhoben, so dass der Nettodeckungsbeitrag für Trocknung und Lagerung im Bereich von Fr. 5.50 bis Fr. 6.—/q bei 4% Feuch-

tigkeitsentzug liegen dürfte. Bei der hofeigenen Trocknung ist der Landwirt freier in der Arbeitsdisposition und trägt ein kleineres Risiko. Unter Berücksichtigung dieser Vorteile kann der **Brutto-Deckungsbeitrag** für die Trocknung und Lagerung auf **Fr. 7.–/q** Getreide geschätzt werden

2. Hofeigene Trocknung und Lagerung

Das Ziel dieses Beitrages besteht in einer Anleitung für die Planung einer hofeigenen Trocknungsanlage. Zu diesem Zweck werden technische und wirtschaftliche Grunddaten zusammengestellt, welche als Entscheidungshilfen sowohl für technische als auch wirtschaftliche Probleme dienen sollen.

2.1 Feuchtgetreideanfall

Der Anfall von feuchtem Getreide hängt einerseits vom örtlichen Klima und andererseits von den jährlichen Witterungsschwankungen ab. Diese beiden Faktoren ergeben einen Schwankungsbereich des erforderlichen Wasserentzuges von ungefähr 1 zu 6. Für die Planung von Trocknungsanlagen muss dieser Schwankungsbereich zum voraus auf 1 zu 2 eingeteilt werden. Als Regel gilt, dass man vom mittleren jährlichen Feuchtgetreideanfall ausgeht und den Trockner kalkulatorisch 10 Stunden pro Tag auslastet. In einem Jahr mit ungünstigen Erntebedingungen kann dann mit der Anlage maximal das Doppelte der kalkulierten Getreidemenge noch getrocknet werden.

2.2 Trocknungsleistung

Der Durchsatz einer Trocknungsanlage ist abhängig von der Getreideart, der Anfangsfeuchtigkeit und der Endfeuchtigkeit des Getreides, der Trocknungstemperatur und des Zustandes der Aussenluft. In den Prospekten finden wir die verschiedensten Leistungsangaben, welche sich nicht ohne komplizierte Umrechnungen vergleichen lassen. Daher wurde der Begriff der Normaltonnenleistung geschaffen.

1 Normaltonne (NT)

= Durchsatz von 1 t pro h bei einer Trocknung von 18 auf 14% Feuchtigkeit
 \cong dem Wasserentzug von 46,5 kg pro h

Die Leistung einer Trocknungsanlage in NT erhalten wir, indem der effektive Wasserentzug pro Stunde durch 46,5 geteilt wird. Stark feuchtes Getreide gibt das Wasser leichter ab als solches im Bereich der Lagerfeuchtigkeit von 14%, so dass die Bedingung der Trocknung von 18 auf 14% Feuchtigkeit soweit als möglich eingehalten werden muss.

Zur Ermittlung der Trocknerkapazität geht man mit Vorteil von der Annahme aus, dass 50% der gesamten Getreidemenge als Feuchtgetreide mit einer mittleren Feuchtigkeit von 18 bis 19% anfällt.

Die unter obigen Bedingungen ermittelte Richtzahl in Normaltonnen (NT) wird bei ungünstigen Klimabedingungen bis maximal 50% erhöht, oder bei günstigen Klimabedingungen um maximal 50% reduziert.

2.3 Einschränkungen von Seiten des Gutes

Bei der **Belüftungstrocknung** hängt die Trocknungsdauer von der Anfangsfeuchtigkeit ab; und zwar wird

bis 18% Feuchtigkeit mit 8 bis 10 Tagen
 22% Feuchtigkeit mit 6 Tagen Belüftungsdauer gerechnet.

Ohne Frischhaltebelüftung kann feuchtes Getreide nur 2 bis 3 Tage, je nach Anfangsfeuchtigkeit, gelagert werden. Gedroschener Mais mit 30 bis 40% Feuchtigkeit soll innerhalb von 24 h getrocknet werden.

Bei der **Warmlufttrocknung** ist die Temperatur des Getreides der beschränkende Faktor. Die Reihenfolge der Schäden mit steigender Temperatur sind: Verlust der Keimfähigkeit, Beeinträchtigung der Backfähigkeit, Verminderung der Verdaulichkeit. Feuchtes Getreide ist temperaturempfindlicher als trockenes; wie die Tab. 1 nach Sprenger zeigt.

Tab. 1: Zulässige Getreidetemperatur im Durchlaufrockner (nach Sprenger)

Feuchtigkeits- gehalt %	Weizen °C	Roggen Hafer Gerste °C	Körner- mais °C	Saatgut °C
16	55	65	75	49
18	49	59	65	43
20	43	53	58	38
22	37	47	52	34
24	35	40	44	30

Die zulässige Höchsttemperatur hängt zusätzlich von der Dauer der Wärmebehandlung ab. Bei den Satzrocknern erwärmt sich das Getreide annähernd auf die Temperatur der Trocknungsluft, und gleichzeitig ist das Getreide mehrere Stunden dieser Temperatur ausgesetzt. Die maximale Temperatur der Trocknungsluft muss daher bei Satzrocknern leicht unter den Werten der Tab. 1 für 16% Feuchtigkeit gewählt werden.

2.4 Trocknungssysteme

Die Trocknungsanlagen können unterteilt werden in:

- Belüftungstrocknung
 - Flächenbelüftung
 - Zentralrohrbelüftung
- Warmlufttrocknung
 - Satzrockner
 - Durchlaufrockner

Für die hofeigene Trocknung kommen die Belüftungstrockner und die Warmluftsatzrockner in Frage.

Bei der **Flächenbelüftung** (Abb. 1) gilt als Richtzahl ein Luftdurchsatz von 300 m³/h Luft pro m³ Getreide und bei einer Schichthöhe von 1 m. Je feuchter das Getreide ist, umso kleiner ist die Schichthöhe zu wählen. Werden nur 50 cm Getreide aufgeschichtet, bleibt die Luftgeschwindigkeit im Getreide annähernd gleich, während sich der spezifische Luftdurchsatz je m³ Getreide auf 600 m³/h erhöht. Der Widerstandsdruck des Getreides fällt zurück.

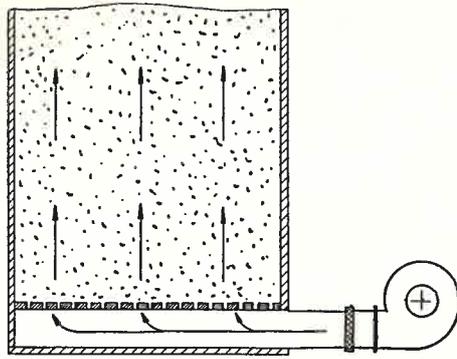


Abb. 1: Prinzipschema eines Flachsilos (Bodenbelüftung).

Bei der **Zentralrohrbelüftung** (Abb. 2) ist die Schichtdicke mit den Durchmessern des Silos und des Zentralrohres gegeben. Bei voller Füllung des Silos rechnet man mit einem spezifischen Luftdurchsatz von $400 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^3$. Auch hier kann für feuchteres Getreide der spezifische Luftdurchsatz erhöht werden, indem man beispielsweise den Silo nur zur Hälfte füllt. Der spezifische Luftdurchsatz erhöht sich damit theoretisch auf $800 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^3$. Gleichzeitig muss sich die Luftgeschwindigkeit im Getreide verdoppeln, was einen starken Druckanstieg zur Folge hat.

Die Flächenbelüftung ist vom Standpunkt der Trocknung aus gesehen günstiger als die Zentralrohrbe-

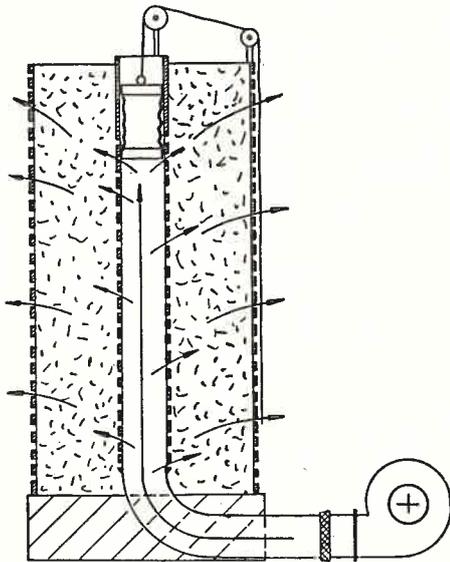


Abb. 2: Prinzipschema eines Zentralrohrsilos (Querbelüftung).

lüftung. Dafür sind aber der Raumbedarf und der Arbeitsaufwand für die Beschickung und Entnahme bei der Flächenbelüftung grösser.

Die Warmluft-Satztrockner werden oft in Siebböden- und Zentralrohrtrocknern unterteilt. Der spezifische Luftdurchsatz hängt von der Höhe der Lufterwärmung ab. Im übrigen gelten die gleichen Feststellungen wie bei der Gegenüberstellung der Flächen- und Zentralrohrbelüftung.

3. Angaben und Richtlinien zur Technik des Trocknens

Beim Planen einer Trocknungsanlage gehen wir so vor: Schrittweise werden die einzelnen Einflüsse auf den Trocknungsvorgang abgeklärt. Dabei behelfen wir uns mit Nomogrammen sowie mit einigen Angaben und Tabellenwerten.

3.1 Getreideanfall und Feuchtigkeit (Abb. 3, Sektor A)

Wir bestimmen die anfallende Trocknungsgutmenge und deren Feuchtigkeit. Für diese Rechnung können wir im Normalfall einen Getreideertrag von 40 q/ha (Mais 60 q/ha) annehmen.

Je nach Mährescherleistung kann mit einem bestimmten Getreideanfall für die Trocknung gerechnet werden. Die Erntefeuchtigkeiten des Getreides schwanken von $15,5$ bis 26% (Mais 30 bis 40%). Das Nomogramm bezieht sich auf eine Endfeuchtigkeit von $14,5\%$, das heisst, das Getreide werde bei $14,5\%$ Feuchtigkeit gelagert.

Beispiel: Der Mährescher stehe 5 h zur Verfügung und habe eine Leistung von 50 a/h . Der Getreideanfall wird: $5 \times 0,5 \times 40 = 100 \text{ q}$.

Die Hälfte davon sei bereits lagerfähig. Die andere Hälfte, also 50 q , müsse getrocknet werden. Das feuchte Gut falle mit durchschnittlich 19% Feuchtigkeit an.

3.2 Wasserentzug (Abb. 3, Sektor A/B)

Aus dem Nomogramm bestimmen wir den Wasserentzug aus der berechneten Gutmenge.

Beispiel: Mit 50 q trockener Gutmenge und 19% Erntefeuchtigkeit ergeben sich $2,8 \text{ q}$ zu entziehendes Wasser.

3.2.1 Wasserentzug pro m^3 Luft (Sektor B)

Wir können den Trocknertyp und die Luftanwärmung auswählen. Es ist zu berücksichtigen, dass eine allfällige Maistrocknung mit einem Belüftungstrockner ausgeschlossen ist. Die Richtzahl für den spezifischen Wasserentzug entnehmen wir der Tab. 2.

Tab. 2: Spezifischer Wasserentzug bei verschiedener Luftanwärmung unter Berücksichtigung des Klimas

Luftanwärmung °C	Belüftungstrockner		Getreide-Warmlufttrockner			Mais-Warmlufttrockner			
	5	10	15	25	20	30	40	50	60
Spezifischer Wasserentzug g/m^3	1	1,7	3,6	4,6	5,5	4,4	5,9	7,5	9,2
mittlere Tagestemperatur °C	20		20			10			
mittlere Luftfeuchtigkeit %	65		65			80			

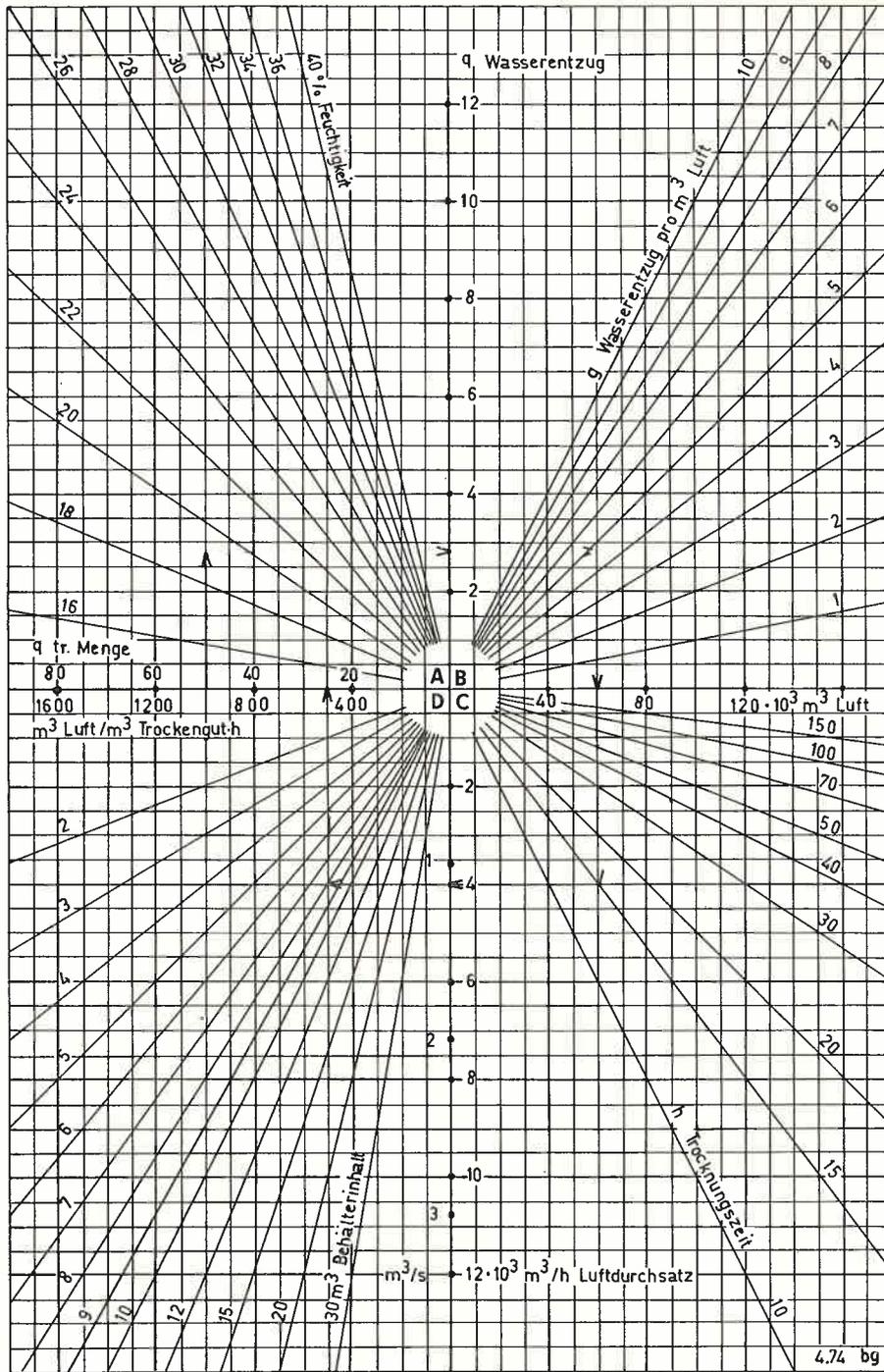


Abb. 3: Nomogramm zur Bestimmung von Getreideanfall, Feuchtigkeit, Wasserentzug, Trocknungszeit, Behälterinhalt und spezifischem Luftdurchsatz.

Tab. 3: Trocknungszeit für verschiedene Kornfeuchtigkeiten

	Belüftungstrockner	Getreide-Warmlufttrockner	Mais-Warmlufttrockner
Zeit h	150–120	15–10	20–15
Feuchtigkeit %	18–22	18–26	30–40

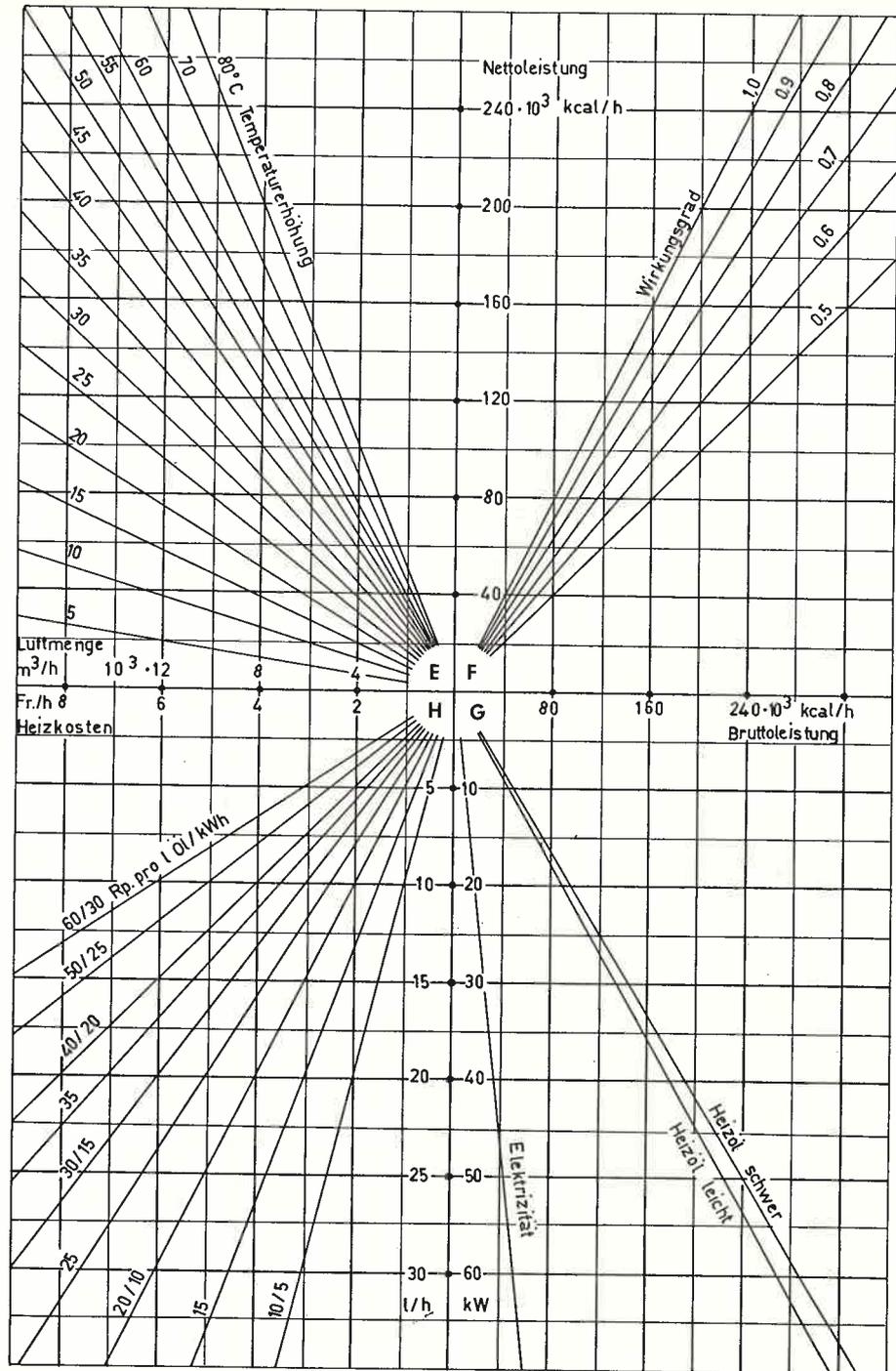


Abb. 4: Nomogramm zur Bestimmung von Luftmenge, Temperaturerhöhung, Wirkungsgrad, Heizungsart, Energiepreis und Heizkosten pro Stunde.

Tab. 4: Umrechnung von m³ in q Getreide und Mais

Behälterinhalt m ³		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	30
Getreide	q	13	19,5	26	32,5	39	45,5	52	58,5	65	78	97,5	130	195
Mais	q	17	25	34	42	50	59	67	76	84	101	126	168	252

Tab. 5: Spezifischer Luftdurchsatz bei verschiedenen Kornfeuchtigkeiten für Getreide und Mais

		Flächentrockner		Zentralrohtrockner	
		Getreide	Mais	Getreide	Mais
Spezifischer Luftdurchsatz	m ³ /h.m ³	300–800	800–1500	400–1000	1000–2000
Feuchtigkeit	%	18–26	30–40	18–26	30–40

Liegt der geplante Standort des Trockners in einer ungünstigen Klimazone mit tieferen Tagstemperaturen oder höheren Luftfeuchtigkeiten, müssen die spezifischen Wasserentzugswerte vermindert werden. Bei einem besseren Klima können die Werte des Wasserentzuges aufgerundet werden.

Beispiel: Wir wählen eine Trocknungsanlage mit 20° C Anwärmung. Aus Tab. 2 ergibt sich ein spezifischer Wasserentzug von 4,6 g/m³ Luft. Aus dem Nomogramm wird nun die totale Luftmenge für die Trocknung entnommen, in diesem Beispiel 60 000 m³ Luft.

3.3 Trocknungszeit (Sektor C)

Wir wollen die Trocknung in einer bestimmten Zeit vornehmen. Die verfügbare Trocknungszeit hängt von der Anlage und der Gutfeuchtigkeit ab. Die Richtzahlen dafür sind der Tab. 3 zu entnehmen.

Je feuchter das Trocknungsgut ist, desto schneller muss es getrocknet werden.

Beispiel: Die Feuchtigkeit sei 19%, die Trocknungszeit betrage 15 h. Der notwendige Luftdurchsatz (Ventilatorleistung) wird dann aus dem Nomogramm mit 4000 m³/h herausgelesen.

3.4 Behälterinhalt (Sektor D)

Die zu trocknende Gutmenge bestimmt den Behälterinhalt gemäss Tab. 4.

Beispiel: Nach Tab. 4 erfordern 50 q Getreide zirka 8 m³ Behälterinhalt.

3.5 Spezifischer Luftdurchsatz (Sektor D)

Mit dem aus der Tab. 3 erhaltenen Behälterinhalt ist der spezifische Luftdurchsatz aus dem Nomogramm gegeben.

Beispiel: Mit 4000 m³ Luft/h und 8 m³ Behälterinhalt wird ein spezifischer Luftdurchsatz von 500 m³/h und m³ Getreide erreicht.

3.5.1 Kontrolle und Vergleich mit Richtzahlen

Für den spezifischen Luftdurchsatz gelten die Richtwerte nach Tab. 5.

Beispiel: In unserem Fall deuten die 500 m³/h - m³ auf einen Zentralrohtrockner. Würde man einen Flächentrockner mit zirka 300 m³/h.m³ wählen, wäre bei 8 m³ Behälterinhalt nur eine Ventilatorleistung von zirka 2500 m³/h erforderlich, was andererseits eine Trocknungszeit von 25 h bedingen würde. Eine andere Lösung könnte die Erhöhung der Trocknungstemperatur (sofern möglich) oder die Verkleinerung der pro Mal zu trocknenden Getreidemenge sein.

3.6 Luftmenge (Abb. 4, Sektor E), Temperaturerhöhung (E), Wirkungsgrad (F)

Aus dem Nomogramm sind die Heizkosten zu entnehmen. Mit der Luftmenge des Ventilators und der gewählten Temperaturerhöhung der Trocknungsluft ist die Nettoheizleistung gegeben. Dieser Wert wird durch den Ofenwirkungsgrad geteilt, um die Bruttoheizleistung zu erhalten. Dabei sind die Wirkungsgrade der Tab. 6 einzusetzen

Tab. 6: Ofenwirkungsgrade bei verschiedenen Ausnützungen

Elektr. Heizung	Wirkungsgrad
(direkt, sofern gesetzlich erlaubt)	1,0
Oelheizung (indirekt, schlechte Ausnützung)	0,5–0,7
Oelheizung (indirekt, mittlere Ausnützung)	0,6–0,8
Oelheizung (indirekt, gute Ausnützung)	0,7–0,9

Auch der Unterhalt und die Grösse eines Oelofens haben einen Einfluss auf dessen Wirkungsgrad. Da selten ein genau passender Ofen zur Trocknungsanlage erhältlich ist, muss die Heizung oft überdimensioniert werden, was eine schlechte Ausnützung beinhaltet.

Beispiel: Die 4000 m³ Luft/h mit der gewählten Temperaturerhöhung von 20° C ergeben gut 50 000 kcal/h Nettoleistung oder zirka 75 000 kcal/h Bruttoleistung. Mit der angenommenen mittleren Ausnützung würde dies einem Ofentyp mit rund 100 000 kcal/h entsprechen.

3.7 Heizmedium (Sektor G), Energiepreise (H), Heizkosten (H)

Mit dem gegebenen Heizmedium und dem heute stark schwankenden Oelpreis können die Heizkosten pro Stunde berechnet werden.

Beispiel: Eine Bruttoheizleistung von 75 000 kcal/h mit Heizöl leicht und einem Literpreis von Fr. –.40 ergibt Heizkosten von Fr. 3.40/h.

3.8 Weitere Berechnungen

Das Nomogramm kann beispielsweise auch zur Berechnung der maximalen Luftanwärmung bei einem vorhandenen Ofen eingesetzt werden.

3.9 Energieverbrauch pro q trockenes Gut

Für den Energieverbrauch pro q trockenes Gut mit 14,5% Lagerfeuchtigkeit dienen die Richtzahlen nach Tab. 7.

Tab. 7: Wasserentzug, Strom- und Oelverbrauch pro q trockenes Gut bei verschiedenen Erntefeuchtigkeiten

	Getreide	Mais
Erntefeuchtigkeit %	18 — 22 — 26	30 — 35 — 40
Lagerfeuchtigkeit %	14,5	14,5
Wasserentzug kg/q trockenes Gut	4,3 — 9,6 — 15,5	22,1 — 31,5 — 42,5
Belüftungstrockner		
Stromverbrauch kWh/q trockenes Gut	0,9 — 1,9 — 2,8	—
Oelverbrauch l/q trockenes Gut	0,8 — 1,8 — 2,9	—
Warmlufttrockner		
Stromverbrauch kWh/q trockenes Gut	0,3 — 0,5 — 0,8	1,3 — 1,7 — 2,1
Oelverbrauch l/q trockenes Gut	0,9 — 1,9 — 3,1	5,8 — 8,2 — 11,1

Diese Richtzahlen sind Mittelwerte aus verschiedenen Anlage- und Ofentypen. Je nach Anlageart und deren Bedienung können in der Praxis Abweichungen nach oben oder unten vorkommen, was nach Beobachtungen der SVBL bestätigt wurde.

Aus diesen Richtwerten sind auch die Energieverbrauchsdaten für die Kostenberechnungen entnommen worden.

4. Kosten der hofeigenen Getreidetrocknung

4.1 Deckungsbeitrag

Zur Deckung der Kosten für die hofeigene Trocknung und Lagerung stehen rund Fr. 7.— je q Getreide zur Verfügung. Dieser Betrag ergibt sich aus der Gegenüberstellung von Direkt- und Spätablieferung im Abschnitt 1.1.

Die Lagerungskosten bei Spätablieferung betragen zirka Fr. 2.— je q Getreide, sofern keine neuen Gebäude erstellt werden müssen. Der Arbeitsaufwand beläuft sich bei einfacher Mechanisierung auf zirka Fr. —.50. Somit verbleiben zur Deckung der Kosten für die Trocknungsanlage Fr. 4.50. Die Energiekosten für eine Trocknung von 18 auf 14% Feuchtigkeit betragen bei einem Preis von Fr. —.30 je l Oel Fr. —.40/q Getreide. Als Deckungsbeitrag für die jährlichen Kosten der Trocknungsanlage verbleiben somit Fr. 4.10 je q getrocknetes Getreide.

4.2 Erläuterungen zu den Tab. 8 und 9

In den Tab. 8 und 9 sind die technischen Daten und die Kosten für Getreidetrockner mit verschiedener Grösse und Trocknungsleistung aufgeführt. Sämtliche Anlagen haben den gleichen Mechanisierungsgrad. Nicht berücksichtigt wurden eventuelle bauseitige Mehrinvestitionen für Fundamente, Deckenverstärkungen oder einen Getreidesumpf zum Entleeren der Wagen. Diese Aufwendungen sind nicht unbedingt notwendig. Im Bedarfsfall müssen sie aber mitberechnet werden. Tab. 8 beinhaltet die Daten der Belüftungstrocknung, Tab. 9 diejenigen

der Warmlufttrockner. Berechnet wurden verschiedene Anlagegrößen. Pro Grösse wurden die Kosten eines Zentralrohrtrockners und einer Flächentrocknungsanlage ermittelt.

Der Behälter für die Flächentrocknungsanlage ist billiger als ein Trocknungssilo. Die durch den Eigenbau erzielten Einsparungen wurden in den Tab. 8 und 9 berücksichtigt. Der Flächentrockner braucht etwas mehr Raum als ein Silo. Dadurch geht bei notwendigen Neubauten ein Teil der Einsparungen über die höhere Gebäudemiete wieder verloren.

4.3 Teilkostenrechnung

Aus den Teilkostenrechnungen (Tab. 8 und 9) gehen die jährlichen Kosten der verschiedenen Trocknungsanlagen hervor. Sie setzen sich zusammen aus Abschreibung, Zinsanspruch, Versicherung, Gebäudemiete, Wartung und Unterhalt. Die Jahreskosten betragen ohne Gebäudemiete ungefähr 1/7 der Anlagekosten eines Trockners. Die jährliche Gebäudemiete für einen neuen, einfachen Trocknungsraum belaufen sich auf Fr. 8.— je m³. Wird die Trocknungsanlage in einen bestehenden und unbenutzten Raum eingebaut, kann die Miete teilweise oder ganz vernachlässigt werden.

Teilen wir die Jahreskosten der Trocknungsanlage durch den Deckungsbeitrag von Fr. 4.10, so erhalten wir die minimal erforderliche Getreidemenge und somit die Wirtschaftlichkeitsgrenze für die hofeigene Trocknung, (siehe Tab. 10).

4.4 Erläuterungen zu den Abb. 5 und 6

In Abb. 5 sind die Kosten für Belüftungstrockner nach Tab. 8 und in Abb. 6 die Kosten nach Tab. 9 aufgezeichnet. Auf beiden Abb. sind die Jahreskosten je q getrocknetes Getreide für die einzelnen Anlagen bei verschiedener Auslastung aufgetragen. Tragen wir den Deckungsbeitrag von Fr. 4.10 in die Abb. 5 und 6 ein, so erhalten wir graphisch die Grenze für den wirtschaftlichen Einsatz einer hofeigenen Trocknungsanlage (vergleiche Abschnitt 4.3 und Tab. 10).

Tab. 8: Getreidetrockner mit 5° C Luftanwärmung

Anlage Nr.		1	2	3	4	5	6
System (Z=Zentralrohr, F=Flächentrockner)		Z	F	Z	F	Z	F
Behälterinhalt: Gewicht (t)/Raum (m³)		6/9	6/9	14/20	14/20	20/30	20/30
Ventilator Luftleistung	m³/h	3500	3500	6000	6000	11000	11000
Heizgerät Wärmeleistung	kcal/h	12000	12000	19500	19500	53000	53000
Energieart		Strom	Strom	Oel	Oel	Oel	Oel
Trocknungsleistung bei 4% Wasserentzug	t/h	0,075	0,075	0,125	0,125	0,23	0,23
Katalogpreis der Anlage	Fr.	5360.-	3700.-	8910.-	6200.-	12060.-	9700.-
Elektroinstallation (geschätzt)	Fr.	300.-	300.-	500.-	500.-	700.-	700.-
Montage 5% } Annahmen	Fr.	270.-	185.-	450.-	310.-	600.-	485.-
Diverses 3% }	Fr.	160.-	111.-	270.-	186.-	360.-	291.-
Grundpreis (gerundet)	Fr.	6100.-	4300.-	10100.-	7200.-	13720.-	11180.-
Tankanlage	Fr.	.-	.-	1200.-	1200.-	1200.-	1200.-
Vorreiniger + Körnergebläse	Fr.	2760.-	2760.-	3950.-	3950.-	6200.-	6200.-
Anlagekosten:	Fr.	8860.-	7060.-	15250.-	12350.-	21120.-	18580.-
Teilkostenrechnung							
Abschreibung 10% } 14,25%	Fr.	1263.-	1006.-	2173.-	1760.-	3010.-	2648.-
Zinsanspruch 0,6 x 6%							
Versicherung 1,5%							
Wartung und Unterhalt							
Gebäudemiete Trockner 8.- je m³	Fr.	200.-	360.-	400.-	720.-	600.-	1080.-
Gebäudemiete Oeltank 12.- je m³	Fr.	.-	.-	48.-	48.-	48.-	48.-
Jahreskosten: total	Fr.	1463.-	1366.-	2621.-	2528.-	3658.-	3776.-

Tab. 9: Getreidetrockner mit 20° C Luftanwärmung

Anlage Nr.		7	8	9	10
System (Z=Zentralrohr, F=Flächentrockner)		Z	F	Z	F
Behälterinhalt Gewicht (t)/Raum (m³)	t/m³	14/20	14/20	20/30	20/30
Ventilator Luftleistung	m³/h	6000	6000	11000	11000
Heizgerät Wärmeleistung	kcal/h	53000	53000	80000	80000
Energieart		Oel	Oel	Oel	Oel
Trocknungsleistung bei 4% Wasserentzug	t/h	0,6	0,6	1,1	1,1
Katalogpreis der Anlage	Fr.	10500.-	7800.-	14000.-	11500.-
Elektroinstallation (geschätzt)	Fr.	500.-	500.-	700.-	700.-
Montage 5% } Annahmen	Fr.	530.-	390.-	700.-	575.-
Diverses 3% }	Fr.	320.-	230.-	420.-	345.-
Grundpreis (gerundet)	Fr.	11850.-	8920.-	15820.-	13120.-
Tankanlage	Fr.	1200.-	1200.-	2000.-	2000.-
Vorreiniger und Körnergebläse	Fr.	3950.-	3950.-	6200.-	6200.-
Anlagekosten	Fr.	17000.-	14070.-	24020.-	21320.-
Teilkostenrechnung					
Abschreibung 10% } 14,25%	Fr.	2423.-	2005.-	3423.-	3038.-
Zinsanspruch 0,6 x 6%					
Versicherung 15%					
Wartung und Unterhalt					
Gebäudemiete Trockner 8.- je m³	Fr.	400.-	720.-	600.-	1080.-
Gebäudemiete Oeltank 12.- je m³	Fr.	48.-	48.-	72.-	72.-
Jahreskosten total:	Fr.	2871.-	2773.-	4095.-	4190.-

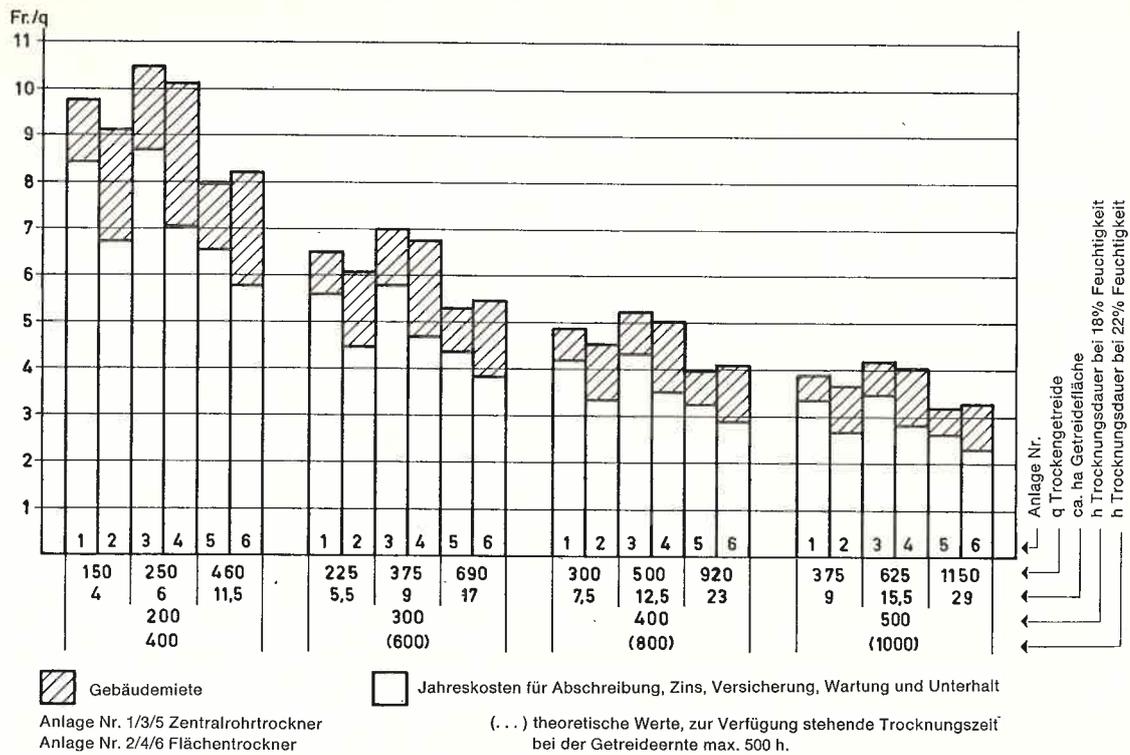


Abb. 5: Jahreskosten für Belüftungstrockner je q Getreide
Luftanwärmung 5° C Trocknung auf 14% Feuchtigkeit

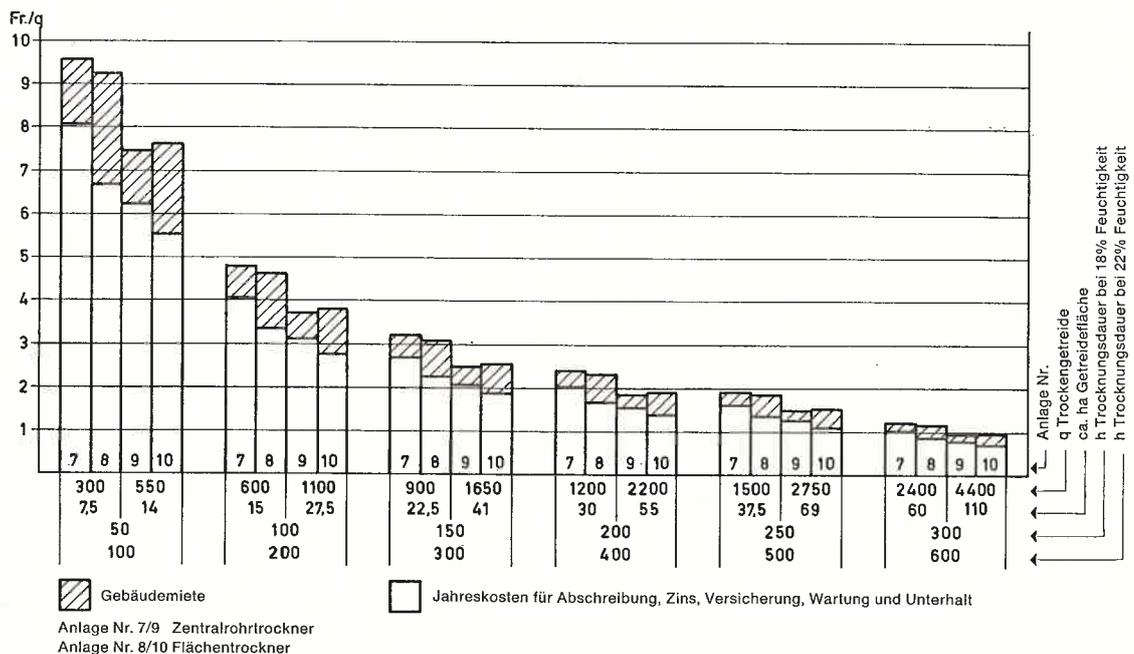


Abb. 6: Jahreskosten für Warmlufttrockner je q Getreide
Luftanwärmung 20° C Trocknung auf 14% Feuchtigkeit

5. Schluss

Im Vergleich zur Direktablieferung kann bei der hofeigenen Trocknung und Lagerung mit einem Kostendeckungsbeitrag von Fr. 7.— pro q Getreide mit 18 bis 19% Feuchtigkeit gerechnet werden. Im Mittel der Jahre fällt je nach örtlichen und klimatischen Bedingungen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ des Gesamtertrages mit durchschnittlich 18 bis 19% Feuchtigkeit an. Bevor

mit den Kalkulationen über Trocknerleistung oder Kosten begonnen wird, muss der Anteil des Feuchtgetreideanfalles bestimmt werden. Alle Angaben beziehen sich auf die zu trocknenden Getreidemengen und nicht auf die angebaute Getreidemenge.

Aus den Nomogrammen (Abb. 3 und 4) können technische Zusammenhänge bei der hofeigenen Trocknung von Getreide und Mais entnommen werden. Dies erlaubt, Grösse und Typ einer zu erstellen

Tab. 10: Erforderliche Mengen getrocknetes Getreide für den kostendeckenden Einsatz einer hoferigenen Getreidetrocknungsanlage bei einem Deckungsbeitrag von Fr. 4.10 je q Getreide (Werte sind gerundet)

Anlage		Belüftungstrockner					Warmlufttrockner				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Trockengetreidemengen (ohne Gebäudemiete)	in q:	310	245	530	430	735	645	590	490	835	740
	in ha:	8	6	13	11	18	16	15	12	21	18
Trockengetreidemengen (mit Gebäudemiete)	in q:	355	335	640	615	890	920	700	675	1000	1020
	in ha:	9	8	16	15	22	23	18	17	25	26

lenden Anlage abzuschätzen und die Einflüsse des Betriebes, des Anlagentyps, von eventuell bereits vorhandenen Anlagenteilen, wie z. B. Heizöfen, des örtlichen Klimas usw. zu berücksichtigen. Ferner können Energieverbrauchsdaten für die Kostenberechnung angegeben werden.

Die Flächentrockner sind etwas billiger in der Erstellung als Zentralrohr Trockner, hingegen benötigt die Handhabung mehr Arbeit.

Der kleinste und billigste Trockner (Anlage Nr. 2) benötigt ohne Gebäude 245 q oder 6 ha und mit

Gebäude 330 q oder 8 ha zu trocknendes Getreide. Für diese Trocknungsleistung ist eine Belüftungsdauer von rund 400 h erforderlich. Die Trocknung einer Füllung (rund 1,5 ha) dauert rund 80 h. Daher muss die Ernte auf vier Schnitte mit einem Mindestabstand von je vier Tagen verteilt werden.

Beim Warmlufttrockner ist der Durchsatz grösser. Die Wirtschaftlichkeitsgrenze liegt jedoch für die billigste Anlage bei 590 q oder 15 ha zu trocknende Getreidemenge, was in der Praxis einer Getreidefläche von zirka 30 ha entspricht.

Allfällige Anfragen über das behandelte Thema sowie über andere landtechnische Probleme sind nicht an die FAT bzw. deren Mitarbeiter, sondern an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten.

- ZH** Schwarzer Otto, 052 / 25 31 21, 8408 Wülflingen
 - ZH** Schmid Viktor, 01 / 77 02 48, 8620 Wetzikon
 - BE** Mumenthaler Rudolf, 033 / 57 11 16, 3752 Wimmis
 - BE** Schenker Walter, 031 / 57 31 41, 3052 Zollikofen
 - BE** Herrenschwand Willy, 032 / 83 12 35, 3232 Ins
 - LU** Rüttimann Xaver, 045 / 6 18 33, 6130 Willisau
 - LU** Widmer Norbert, 041 / 88 20 22, 6276 Hohenrain
 - UR** Zurfluh Hans, 044 / 2 15 36, 6468 Attinghausen
 - SZ** Fuchs Albin, 055 / 48 33 45, 8808 Pfäffikon
 - OW** Gander Gottlieb, 041 / 96 14 40, 6055 Alpnach
 - NW** Lussi Josef, 041 / 61 14 26, 6370 Oberdorf
 - GL** Jenny Jost, 058 / 61 13 59, 8750 Glarus
 - ZG** Müller Alfons, landw. Schule Schluechthof, 042 / 36 46 46, 6330 Cham
 - FR** Lippuner André, 037 - 9 14 68, 7125 Grangeneuve
 - BL** Wüthrich Samuel, 061 / 96 15 29, 4418 Reigoldswil
 - SH** Seiler Bernhard, 053 / 2 33 21, 8212 Neuhausen
 - AR** Ernst Alfred, 071 / 33 34 90, 9053 Teufen
 - SG** Eggenberger Johannes, 071 / 44 29 38, 9425 Thal
 - SG** Haltiner Ulrich, 071 / 44 17 81, 9424 Rheineck
 - SG** Pfister Th., 071 / 83 16 70, 9230 Flawil
 - GR** Stoffel Werner, 081 / 81 17 39, 7430 Thusis
 - AG** Müri Paul, landw. Schule Liebegg, 064 / 31 15 53, 5722 Gränichen
 - TG** Monhart Viktor, 072 / 6 22 35, 8268 Arenenberg.
- Schweiz. Zentralstelle SVBL Küssnacht, Maschinenberatung,
Telefon 01 - 90 56 81, 8703 Erlenbach.

Nachdruck der ungekürzten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

Die «Blätter für Landtechnik» erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 24.-, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520. In beschränkter Anzahl können ferner Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.