



## Die Heubelüftung optimal bedienen

J. Baumgartner

Die Energiepreise weisen heute stark steigende Tendenzen auf. Bereits kündigten einige Elektrizitätswerke wieder Aufschläge des Stromtarifs an. Kann der Besitzer einer Heubelüftungsanlage die steigenden Kosten auffangen?

Ueber 60 Belüftungsversuche an der FAT ergaben im Durchschnitt einen Stromverbrauch von 12 kWh pro 100 kg Heu. Die Einzelwerte schwanken jedoch von 6 bis 18 kWh. Die Auswertungen der Versuche und Erhebungen an weiteren Anlagen zeigten, dass die Stromkosten von der Belüftungsanlage, von der Art der Einlagerung des Welkheus und von der Bedienung abhängen.

### Ist die Belüftungsanlage in Ordnung?

Wer sich mit dem Neu- oder Umbau einer Belüftungsanlage befasst, sollte die FAT-Blätter für Landtechnik Nr. 104 anfordern. Zudem sind noch folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Ein günstig gewählter Standort des Ventilators spart Trocknungszeit und damit auch Strom. Wird die Ansaugluft über sonnenbeschienene Flächen wie Dächer und Plätze geleitet, dann erhöht sich die Wasseraufnahmefähigkeit der Trocknungsluft. Wird die Luft über feuchte Stellen, zum Beispiel offene Gewässer, Bäume oder Miststöcke geführt, verliert sie einen Teil ihrer Trocknungswirkung. Aus dem gleichen Grund darf sich die Abluft über dem Heustock nicht mit der Zuluft zum Lüfter vermischen.
- Bei einer erdlastigen Anlage mit nicht isoliertem Betonboden ist mit einer Ab-

kühlung von 1/10 Grad pro 1 m Luftweg zu rechnen. Das ergibt bei einem 100 m<sup>2</sup> grossen Heustock 1,5 bis 2 Grad Abkühlung und ungefähr eine um 7 bis 10% höhere relative Feuchtigkeit der Trocknungsluft.

- Zu wenig Luftleistung des Ventilators verlängert die Trocknungszeit. Zu viel Luft beschleunigt den Trocknungsvorgang nicht und hat einen erhöhten Anlagedruck zur Folge. Als notwendige Luftmenge darf mit rund 1 m<sup>3</sup>/s für 10 m<sup>2</sup> Stockgrundfläche angenommen werden. Bei 4 bis 5 m hohen Stöcken soll diese Luftmenge bei einem Anlagedruck von 3 bis 4 mbar (30 bis 40 mm WS) gefördert werden. Die höhere Zahl gilt für feines oder blattreiches Heu. Eine Liste mit allen gemessenen Ventilatoren für Belüftungsanlagen ist bei der FAT erhältlich. Der Wirkungsgradvergleich im Bereich von 3 bis 4 mbar und der Stromverbrauch geben interessante Hinweise auf die zu erwartende Stromrechnung. So sind zum Beispiel bei einem Druck von 3 mbar und einer Luftmenge von 10,0 m<sup>3</sup>/s Wirkungsgrade von 36 bis 44% und Verbrauchszahlen von 6,7 bis 8,1 kW angegeben.

### Haben Fehler beim Einlagern Folgen?

Bei jeder Art von Einlagerung, sei es mit Gebläse, sei es mit Greifer oder von Hand ist auf eine lockere, gleichmässige Verteilung zu achten. Jedes Fuder Welkheu ist möglichst schichtweise auf den Stock einzubringen. Es ist falsch, unterschiedlich feuchte Fuder an einzelnen Stellen des



Abb. 1: Mit dem Greifer müssen gepresste Pakete des Ladewagens gut gelockert werden, um ein einwandfreies Belüftungsheu erzeugen zu können. Es stellt sich die Frage, ob drei bis vier Schneidmesser am Ladewagen bei der Greiferbeschickung nicht bereits eine obere Grenze darstellen.

Stockes abzuladen. Dadurch entstehen ungleiche Anlagedrücke und Absetzungen innerhalb des Stockes. Dies führt zu einer ungleichmässigen Abtrocknung und zur sogenannten Kaminbildung. Kamine sind Stellen, an denen das Heu bereits trocken ist und die Luft ungenützt den Stock verlässt. Der Ventilator muss so lange lüften, bis die letzte feuchte Stelle trocken wird. Der erfahrene Praktiker wird bereits vor dem Endtrocknen feuchte Nester mit der Gabel verteilen. Hat ein Einlagerungsgerät versagt oder schlecht verteilt, so sollte man sich nicht scheuen, den Stock zu betreten und mit der Gabel auszuebnen. Nachträglich lassen sich verdichtete Stellen im Stock nicht beseitigen. Solche Partien sind schwer zu belüften, bilden Gärnester und verschimmeln teilweise. Die gleiche Erscheinung zeigt sich, wenn mit dem Greifer stark gepresste Futterpakete aus dem Ladewagen verteilt werden. Diese kompakten Pakete weisen innen oft verschimmelte Stellen auf, weil die Trocknungsluft sie nicht durchdringen konnte.

### Wie feucht und wieviel einlagern?

Zu feuchtes Welkheu (über 50%) soll aus wirtschaftlichen Gründen nicht auf einer Heubelüftungsanlage getrocknet werden. Die Heubelüftung ist kein Ersatz für eine

Grastrocknungsanlage. Aus den FAT-Ver-suchen geht hervor, dass ungefähr eine Futtermenge mit 50 kg zu entziehendem Wasser pro 1 m<sup>2</sup> Stockgrundfläche beim erstmaligen Einlagern verantwortlich werden kann. Dies ergibt Richtwerte nach Tab. 1 für eine Anlage mit 100 m<sup>2</sup> Grundfläche.

Je nach Lage und Grösse der Belüftungs-anlage sind entsprechende Korrekturen vorzunehmen. Wenn standortbedingt selten relative Luftfeuchtigkeiten unter 40 bis 50% erreicht werden, müssen die Richtzahlen für die Einfuhrmengen reduziert werden. Kommen Sonnendächer, technische Luftanwärmungen (zum Beispiel Warm-luftöfen) oder Luftentfeuchtungsgeräte zur Anwendung, dürfen die Richtzahlen überschritten werden. Die trockenere Luft nimmt mehr Feuchtigkeit auf.

### Wann und wie oft nachfüllen?

Ist es besser, eine eingebrachte Schicht zu Ende zu trocknen, oder alle zwei bis drei Tage wieder Welkheu auf dem Stock einzulagern?

Im Verlauf der Abtrocknung, das heisst mit fortschreitender Belüftungszeit, wird die Trocknungsluft immer weniger befeuchtet. Früher wurde bei der Kaltbelüftung mit ei-

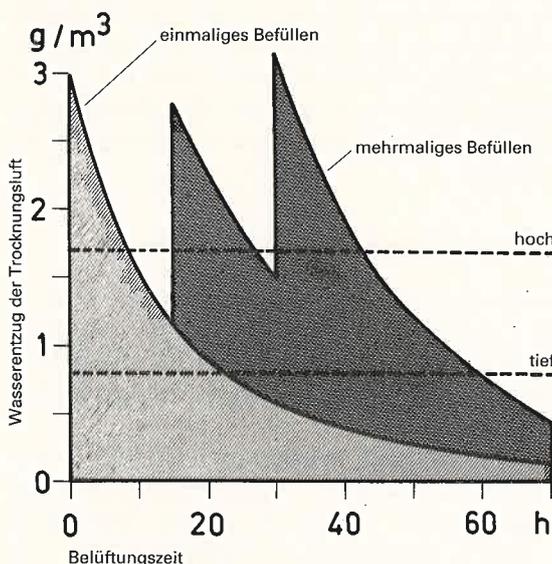


Abb. 2: Verlauf der Abtrocknung bei ein- und mehrmaligem Füllen.

Tabelle 1: Anzahl Ladewagen pro 100 m<sup>2</sup> Stockgrundfläche beim erstmaligen Befüllen

Anzahl Ladewagen	sehr feucht 50%	gut feucht 45%	feucht 40%	mittel 35%
gross (2500 kg)	4	5	7	9
mittel (1800 kg)	6	7	9	12
klein (1000 kg)	10	13	17	22

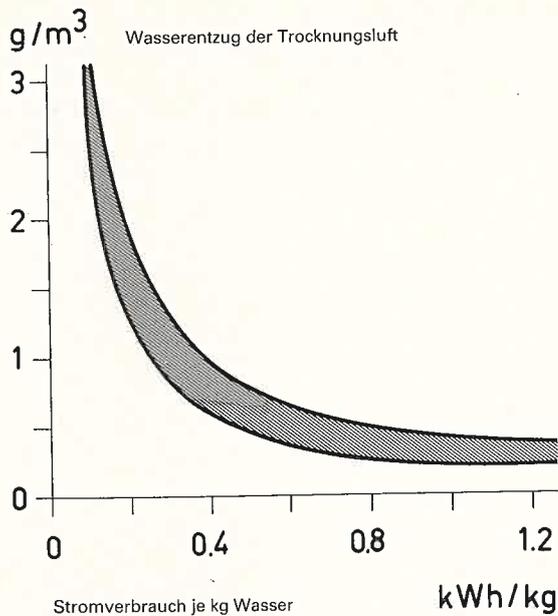


Abb. 3: Heubelüftungsversuche der FAT. Stromverbrauch pro kg Wasser in Abhängigkeit vom Wasserentzug pro m<sup>3</sup> Trocknungsluft.

nem Wasserentzug von 0,7 g pro 1 m<sup>3</sup> Luft während einer Abtrocknungsperiode gerechnet. Heute darf sicher 1 g/m<sup>3</sup> Luft angenommen werden. Der Durchschnitt aller FAT-Versuche liegt bei knapp 1,2 g/m<sup>3</sup>.

Wie Abbildung 2 zeigt, bringt das mehrmalige Füllen einen höheren durchschnittlichen Wasserentzug pro m<sup>3</sup> Trocknungsluft. Nach zwei bis drei schönen Belüftungstagen werden etwa 25 bis 45% des Wasservorrates aus dem Welkheu entzogen. Dann kann wieder ein Viertel bis knapp die Hälfte der Richtwerte nach Tabelle 1 nachgefüllt werden.

Der Energieverbrauch pro kg entzogenes Wasser hängt sehr davon ab, wieviel g Wasser ein m<sup>3</sup> Trocknungsluft aufnehmen kann. Diese Beziehung geht klar aus Abbildung 3 hervor.

Der höhere Wasserentzug pro m<sup>3</sup> Trocknungsluft hat eine schnellere Abtrocknung und zusätzlich auch einen kleineren Stromverbrauch zur Folge.

### Wie und wann belüften?

Nach dem Einfüllen des Welkheus soll grundsätzlich eine Stunde belüftet werden, unabhängig von den Wetterbedingungen. Dieser Belüftungsschuss unterbricht allfällige Gärungen und gleicht die Stocktemperaturen an Umgebungstemperaturen an. Gärungen entstehen, wenn sonnenerwärmtes Futter längere Zeit an grösseren Hau-

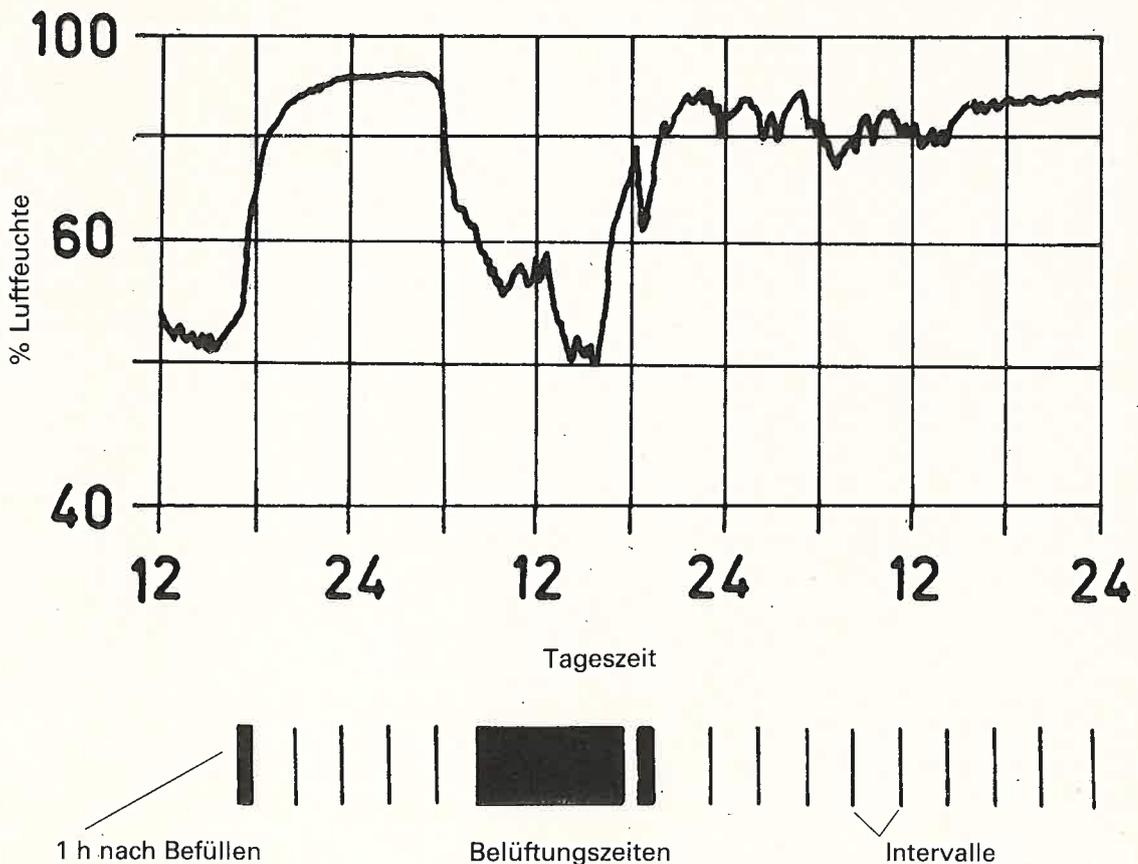


Abb. 4: Einschaltplan: Nach dem Einlagern von Welkheu grundsätzlich eine Stunde lüften! Bei Regenwetter und in der Nacht auf Intervallbetrieb übergehen.

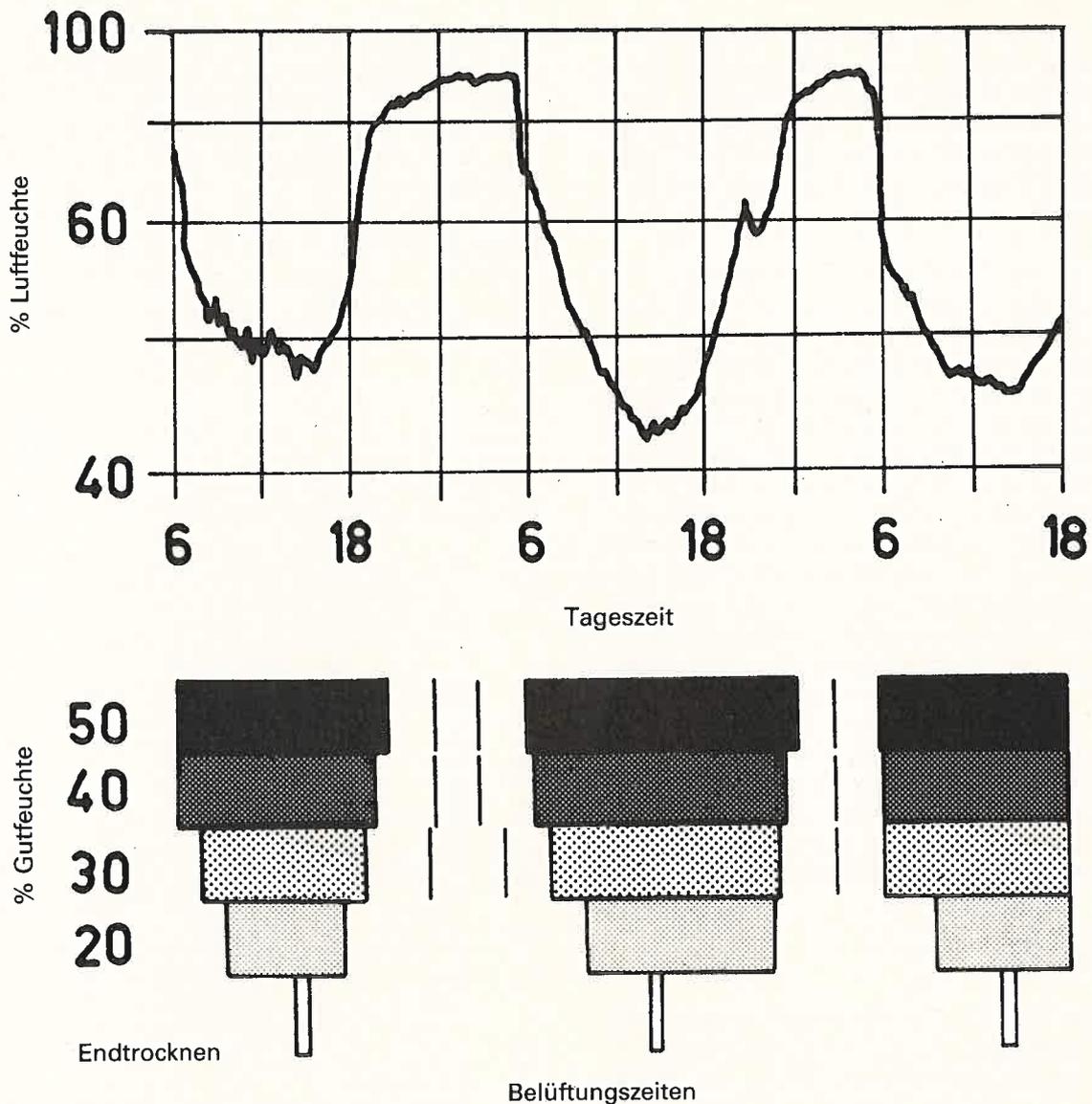


Abb. 5: Belüftungszeiten bei schöner Witterung und verschiedenen Anwelkungsgraden.

fen, auf dem Ladewagen oder unbelüftet auf dem Stock liegen bleibt. In der Nacht und während des Regenwetters hat es keinen Sinn, die Kaltbelüftung dauernd in Betrieb zu halten. Das Ausnutzen des billigen Strom-Nachttarifs hat nur in Föhnächten einen Vorteil oder beim Einsatz von technischen Mitteln wie Warmluftofen oder Entfeuchtungsgerät. Damit der Stock sich bei der Kaltbelüftung nicht zu stark erwärmt, ist jedoch in der Nacht mindestens alle 4 bis 6 Stunden ein Lüften von 20 bis 30 Minuten Dauer angezeigt. Dasselbe gilt bei Regenwetter. Dieses Intervallschalten ist nötig, bis der Stock eine Gutfeuchte von ungefähr 20 bis 25% erreicht hat. Damit die Belüftung nicht die ganze Nacht ausser Betrieb ist und sich der Stock nicht übermässig erwärmt, wird mit Vorteil eine Schaltuhr oder ein Steuergerät eingesetzt.

Bei schönem Wetter ist es keine Frage, ob bei feuchtem Stock die Belüftung eingeschaltet werden soll. Von ungefähr 8 bis 20 Uhr sind während der Heuernte in der Regel die Bedingungen gut für eine Dauerbelüftung. Im Spätsommer werden die günstigen Zeiten kürzer. Wie es sich auf dem einzelnen Hof mit den Belüftungszeiten während der Rohfuttersaison verhält, sollte jeder Eigentümer einer Anlage mit einem Luftfeuchtmesser (Hygrometer) selber bestimmen. Dieses Instrument ist auch eine wertvolle Hilfe bei zweifelhaftem Wetter. Je nach Gutfeuchte kann bei unterschiedlicher Luftfeuchte noch eine Trocknung oder im ungünstigen Fall eine Befuchtung stattfinden. Wann noch eine Trocknung zu erwarten ist, kann aus Abbildung 5 ersehen werden.

Ist jemandem die Bedienung der Heubelüftung nach Hygrometer zu kompliziert

oder zu mühsam, so kann er eine Steuerung einbauen lassen. Aber auch das beste Steuergerät entbindet nicht von der täglichen Stockkontrolle. Kann dann der Belüftungsbetrieb eingestellt werden, wenn diese Kontrolle ergibt, dass der Stock ganz trocken ist? Nein, das wäre viel zu gefährlich!

Unter der Stockoberfläche können noch einzelne feuchte Stellen verborgen sein. Wenn diese nicht täglich eine Stunde belüftet werden, sind Stockerwärmungen zu erwarten, die bis zur Selbstentzündung des Heus führen. Auf der anderen Seite ist es unwirtschaftlich, bei schönem Wetter dauernd «auf Vorrat» zu belüften. Dies bringt nur unnötige Kosten und eine fütterungstechnisch unerwünschte Untertrocknung des Heus. Die Trocknung unter etwa 14% Restfeuchte kann auch mit Steuergeräten nicht verhindert werden. Deshalb soll in der Regel die Endtrocknung mit Handbedienung vorgenommen werden. Erst nach zirka drei bis vier Wochen nach dem letzten Einführen kann die tägliche Stockkontrolle vermindert und auf längere Intervalle ausgedehnt werden. Ergibt dann diese Kontrolle warme, feuchte Abluft auf dem Stock, muss nochmals belüftet werden.

### Schluss

Jede unnütze Betriebsstunde einer Belüftungsanlage mit 100 m<sup>2</sup> Stockgrundfläche vergeudet elektrischen Strom im Betrag von Fr.—.70 bis Fr.1.20, je nach einem Kilowattpreis von Fr.—.12 bis Fr.—.20. Pro Nacht summiert sich dieser Betrag auf Fr. 7.— bis Fr.12.—. Auch mit einem günstigen Nachttarif wird das Hauptziel, das heisst die Trocknung des Welkheus nicht erreicht. Eine wirtschaftliche Trocknung beginnt jedoch bereits bei der Planung der Belüftungsanlage. Fehler beim Einlagern zeigen Folgen für das Heu und die Wirtschaftlichkeit. Jede Anlage hat je nach Stockgrund-

fläche eine bestimmte Trocknungskapazität, die nur selten ungestraft überschritten werden kann. Eine Anwärmung oder Entfeuchtung der Trocknungsluft erhöht die Kapazität, aber auch die Investitions- und Betriebskosten. Bei der Bedienung der Anlage helfen Schaltuhren oder Steuergeräte Betriebsstunden einzusparen. Auch hier sind die Mehrkosten gegen die Stromersparnis abzuwägen.

---

**Allfällige Anfragen über das oben behandelte Thema, sowie auch 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  
Schmid Viktor, 01 - 77 02 48, 8620 Wetzikon
- BE** Mumenthaler Rudolf, 033 - 57 11 16, 3752 Wimmis  
Marti Fritz, 031 - 57 31 41, 3052 Zollikofen  
Herrenschwand Willy, 032 - 83 32 32, 3232 Ins  
Hofmann Hans Ueli, landw. Schule Waldhof,  
063 - 22 30 33, 4900 Langenthal
- LU** Marthaler Hansueli, 035 - 2 42 66, 3552 Bärau  
Rüttimann Xaver, 045 - 81 18 33, 6130 Willisau  
Widmer Rorbert, 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** Müller Erwin, 041 - 68 16 16, 6074 Giswil
- NW** Muri Josef, 041 - 63 11 22, 6370 Stans
- ZG** Müller Alfons, landw. Schule Schluechthof,  
042 - 36 46 46, 6330 Cham
- FR** Krebs Hans, 037 - 82 11 61, 1725 Grangeneuve
- BL** Langel Fritz, Feldhof, 061 - 83 28 88, 4302 Augst  
Speiser Rudolf, Aeschbrunnhof, 061 - 99 05 10,  
4461 Anwil
- SH** Hauser Peter, Kant. landw. Schule  
Charlottenfels, 053 - 2 33 21, 8212 Neuhausen a.Rhf.
- AR** Ernst Alfred, 071 - 33 26 33, 9053 Teufen
- SG** Haltiner Ulrich, 085 - 7 58 88, 9465 Salez  
Pfister Th., 071 - 83 16 70, 9230 Flawil
- GR** Steiner Gallus, 071 - 83 16 70, 9230 Flawil
- AG** Stoffel Werner, 081 - 81 17 39, 7430 Thusis  
Müri Paul, landw. Schule Liebegg, 064 - 31 15 53,  
5722 Gränichen
- TG** Monhart Viktor, 072 - 64 22 44, 8268 Arenenberg
- TI** Müller A., 092 - 24 35 53, 6501 Bellinzona

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Maschinenberatung,  
Telefon 052 - 33 19 21, 8307 Lindau.

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. 27.—, 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.

---