

## Gülleaufbereitungssysteme

Urs Meier, Dusan Nosal

Mit mechanischen Trenngeräten kann mit den Feststoffen maximal ein Drittel der Nährstoffe, mit Trocknungsverfahren mindestens zwei Drittel der Nährstoffe aus der Gülle abgetrennt werden.

Die Betriebskosten der Trocknung liegen zwischen Fr. 35.- und Fr. 40.- pro m<sup>3</sup> Gülle; die Kosten der mechanischen Trennung betragen weniger als Fr. 10.-.

Ein überbetrieblicher Einsatz sollte deshalb aus Kostengründen angestrebt werden.

Der Feststoff fällt nach einer Trocknung direkt, nach einer mechanischen Trennung nur über eine Kompostierung als handelbares Produkt an. Eine Kombination einer Trocknungsanlage mit einer Biogasanlage ist energietechnisch sinnvoll.

### 1. Einleitung und Problemstellung

Nach der zur Diskussion stehenden Revision des Gewässerschutzgesetzes muss ein Betrieb über eine so grosse eigene, gepachtete oder vertraglich gesi-

cherte Nutzfläche verfügen, dass auf eine Hektare Nutzfläche höchstens drei Düngergrossvieheinheiten (DGVE) entfallen. Mindestens die Hälfte des im Betrieb anfallenden Hofdüngers muss auf der eigenen oder gepachteten Nutzfläche verwertet werden können.

Der gesamtschweizerische Tierbesatz liegt bei ca. 1,5 DGVE/ha LN (LN = landw. Nutzfläche ohne Sömmerungsweiden; Landw. Betriebszählung 1985).

15'788 Betriebe in der Schweiz halten nach Berechnungen des schweizerischen Bauernsekretariates mehr als 3 DGVE pro Hekta-

re. 81,6% davon besitzen eine landwirtschaftliche Nutzfläche von weniger als 5 ha. Von diesen sind 44,6% Kleinbetriebe mit höchstens 50 a Kulturland und nur unwesentlichen Tierbeständen.

Von den 15'788 Betrieben werden 11'532 Betriebe (73%) im Nebenerwerb bewirtschaftet. Folglich werden durch diese Vorschriften mehrheitlich Kleinbetriebe im Nebenerwerb betroffen.

Um die Problematik dieser Betriebe mit mehr als 3 DGVE/ha lösen zu können, wird unter anderem nach technischen Lösungen gesucht.

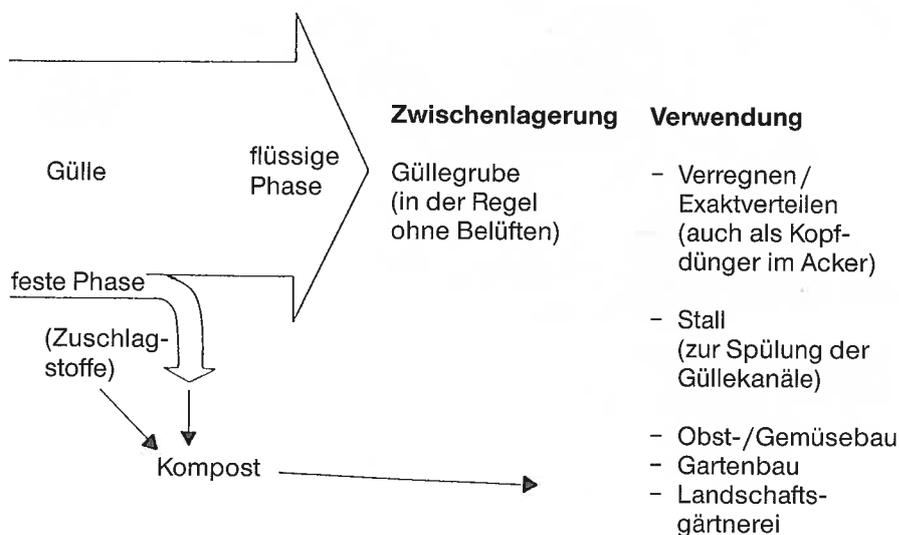


Abb. 1: Schema einer einstufigen Entwässerung.

## 2. Aufbereitungsverfahren

Die in diesem Bericht behandelten Gülleaufbereitungsverfahren bezwecken eine Trennung der Gülle in eine flüssige und eine feste Phase.

Die beiden wichtigsten in Frage kommenden Verfahren sind die mechanischen Trennverfahren und die thermischen Verfahren.

### 2.1 Mechanische Trennverfahren

Man spricht von einer sogenannten einstufigen Entwässerung, wenn nur eine Trennstufe eingesetzt wird.

Abb. 1 zeigt ein allgemeines Schema einer einstufigen Entwässerung mit Weiterverwendung der beiden Phasen.

Wird die feste Phase zu Kompost weiterverarbeitet, so liegt der für eine problemlose Kompostierung ausschlaggebende Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) bei minimal 20%.

Wird die feste Phase vor einer Weiterbehandlung zwischengelagert, so sollte dies vorteilhafter-



Abb. 3: Siebandpresse (mobile Anlage).

weise unter Dach erfolgen, damit keine weitere Befeuchtung des Gutes erfolgen kann.

Für die einstufige Entwässerung können Sedimentations-, Filtrier- und Siebverfahren sowie Zentrifugen verwendet werden. Aufgrund einer von uns durchgeführten Literaturstudie erzielen Siebtrommelpressen (Abb. 2), Siebandpressen (Abb. 3) und Dekantierzentrifugen (Abb. 4) die besten Resultate bezüglich Ab-

trennleistung und TS-Gehalt der Feststoffe.

Gemäss Tab. 1 erreichen bei optimaler Arbeitsweise der Geräte die **Siebandpresse** und die **Dekantierzentrifuge** eine Nährstoffabtrennung von 30% bzw. 40%. Mit steigendem TS-Gehalt der Rohgülle nimmt die Abscheidung von Nährstoffen bei mechanischer Trennung zu. Dies bedeutet, dass ein hoher TS-Gehalt der Gülle anzustreben ist. Nach der Separierung muss gegebenenfalls die, aus Gründen der Pflanzenträgbarkeit, noch immer trockensubstanzreiche Flüssigkeit zur Kopfdüngung verdünnt werden.

Ein Feststoff-TS-Gehalt von mindestens 20% wird von der Dekantierzentrifuge in der Regel erreicht. Der Energieaufwand ist bei dieser Zentrifuge aber am höchsten. Sie eignet sich für Rinder- und Schweinegülle. Als Nachteil der Zentrifugen gilt ihre Anfälligkeit hinsichtlich Steine oder Grobbestandteile in der Gülle. Deshalb ist vor der Trennung eine Grobstoffabtrennung unumgänglich.

Die Durchsatzleistungen der Siebgeräte liegen bei Schweine-



Abb. 2: Siebtrommelpresse (mobile Anlage).

**Tabelle 1: Leistungsdaten der mechanischen Trennverfahren**

Geräte	Nährstoff- abscheidung %	TS-Gehalt der Feststoffe %	Energie- aufwand kWh/m <sup>3</sup>	Durchsatz der Gülle m <sup>3</sup> /h
Siebtrommelpresse	bis 25	15 - 35	1 - 4	3 - 40
Siebbandpresse	bis 30	20 - 35	3 - 8	4 - 10
Dekantierzentrifuge	bis 40	25 - 35	2 - 12	3 - 12

gülle etwa doppelt so hoch als bei Rindergülle.

Die **Siebtrommelpresse** eignet sich eher für Rindergülle mit mehr als 5% TS und die Siebbandpresse für Schweinegülle mit mehr als 4% TS.

Die Volumenreduktion durch die Abtrennung der Feststoffe beträgt bei einem TS-Gehalt der Rohgülle von 5% für die Siebtrommelpresse und die Siebbandpresse maximal 12%, für die Dekantierzentrifuge maximal 15%. Liegt der TS-Gehalt der Rohgülle bei 8%, können mit den beiden Siebgeräten maximal 19% und mit der Zentrifuge 24% abgetrennt werden.

Ein **Vorteil** der Separierung als einstufiges Entwässerungsverfahren liegt in der Möglichkeit, die anfallende Flüssigkeit mit Exaktverteiltern und Beregnungsmaschinen gezielt auszubringen bzw. als Kopfdünger einzusetzen. Diese flüssige Phase ist nach der Trennung frei von verstopfungsgefährlichen Grobstoffen und zudem pflanzenverträglicher, weil kein Verätzen oder Verfilzen des Pflanzenbestandes erfolgt.

Die höhere Infiltrationsrate (schnelleres Eindringen der Gülle in den Boden), unter anderem wegen der geringeren Viskosität, ergibt weniger Geruchsemissionen, damit auch weniger N-Verluste und weniger Oberflächenabfluss.

Für den Betrieb eines mechanischen Trenngerätes ist kein speziell geschultes Personal notwendig. Eine gelegentliche Betriebskontrolle reicht in der Regel aus.

Ein einzelbetrieblicher Einsatz ist bei der mechanischen Trennung möglich. Für einen überbetrieblichen Einsatz kann eine mobile Anlage eingesetzt werden.

Die mechanische Trennung birgt aber auch gewisse **Nachteile** in sich. So fallen zwei verschiedene Produkte (fest/flüssig) für die weitere Behandlung, Lagerung und Ausbringung an.

Um ein handelbares Produkt zu erhalten, muss der Feststoff kompostiert werden. Eine einzelbetriebliche Kompostierung kommt aus verschiedenen Gründen kaum in Frage. Einerseits ist der Platzbedarf wegen der Schütthöhe von maximal rund 1,5 Metern gross und andererseits ist eine befestigte und überdachte Lagerstätte notwendig, um ein Wieder-

befeuchten des Rottegutes zu vermeiden.

Da mit der mechanischen Trennung rund 30% der Nährstoffe abgetrennt werden können, erscheint diese Art der Separierung nur als eine Teillösung für Betriebe, die weniger als 4 DGVE pro Hektare und Jahr haben, um auf 3 DGVE zu kommen. Diese Technik kann für rund 4300 Betriebe eine Lösung bieten. Für rund 11'500 Betriebe aber, die mehr als 4 DGVE/ha halten, reicht die mechanische Trennung infolge der zu geringen Nährstoffabscheidung nicht aus.

In diesen Betrieben kommen nur Verfahren in Frage, mit denen eine grössere Nährstoffabtrennung erzielt werden kann.

### Funktions-Schema

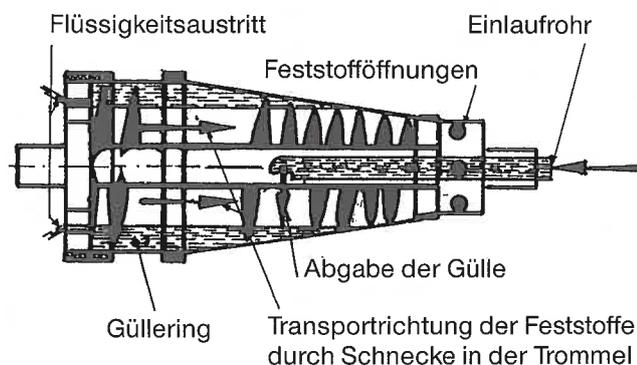


Abb. 4: Dekantierzentrifuge.

## 2.2 Thermische Verfahren

Im Bereich der GÜlletrocknung werden entweder einstufige oder mehrstufige Anlagen eingesetzt. Eine solche mehrstufige Trocknungsanlage zeigt Abb. 5. Die GÜlle wird über zwei Verdampferstufen geführt. Die Brüden (Dämpfe) werden von Stufe zu Stufe zur weiteren Verdampfung eingesetzt und danach dem Kondensator zugeführt.

Die eingedickte Lösung, Konzentrat genannt, wird nach der Verdampfung in zwei Trocknern auf die entsprechenden TS-Gehalte getrocknet.

Für die Weiterverwendung des Brüdenkondensates bestehen verschiedene Möglichkeiten, zum Beispiel die Verdunstung und die abwassertechnische Reinigung.

Da die Verdunstung des Wassers an die Umgebungsluft mit Nährstoffverlusten in Form von schwefel- und stickstoffhaltigen Verbindungen verbunden ist und diese Stoffe nur mit teuren Sorptionseinrichtungen zurückgewonnen werden können, eignet sich diese Möglichkeit nur für Grossanlagen.

Die gesetzlichen Bestimmungen verbieten ein Einleiten von Abgängen aus der Tierhaltung in den Vorfluter, auch wenn diese die Qualitätsanforderungen erreichen. Deshalb ist eine abwassertechnische Reinigung des Kondensates nicht sinnvoll.

Bei der Weiterverwendung kann das Kondensat als Bewässerungswasser mit geringem Nährstoffgehalt oder teilweise zur Spülung der GÜllekanäle eingesetzt werden.

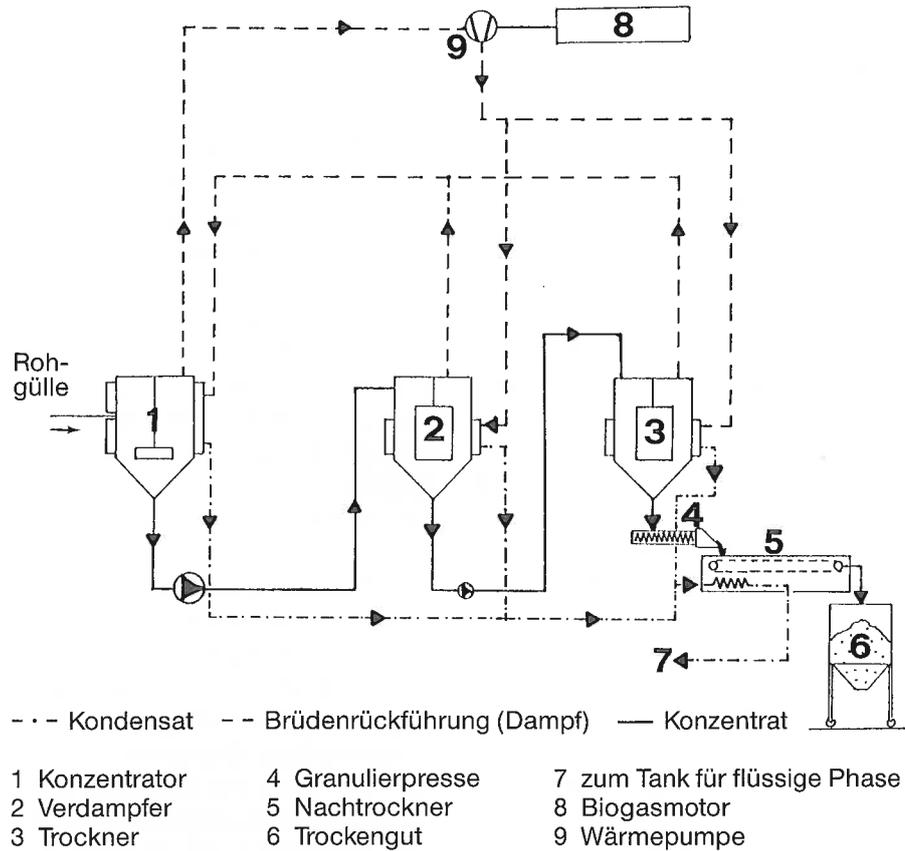


Abb. 5: Funktionsschema einer mehrstufigen GÜlletrocknungsanlage (mit Biogasproduktion).

Nach Tab. 2 können mit der Trocknung im Vergleich zur mechanischen Trennung mindestens doppelt soviel Nährstoffe abgetrennt werden. Die Trocknung hat den **Vorteil**, dass das Endprodukt nicht noch weiter behandelt werden muss. Die erzielbaren TS-Gehalte des Trockengutes liegen so hoch, dass eine problemlose Lagerung möglich ist.

Eine Kombination einer Biogasanlage mit einer Trocknungsanlage erscheint sinnvoll, da bei entsprechendem TS-Gehalt der GÜlle der erforderliche Energiebedarf gedeckt werden kann.

Ein **Nachteil** der Trocknung ist der hohe Energiebedarf, um das Wasser zu verdampfen. Mobile Trocknungsanlagen kommen wegen den aufwendigen Installationen weniger in Frage. Für den Betrieb einer Trocknungsanlage ist ausgebildetes Personal nötig.

### 3. Wirtschaftlicher Vergleich der Aufbereitungsverfahren

Die Kosten der Trocknung liegen im Vergleich zur mechanischen

Tabelle 2: Leistungsdaten der Trocknung

Prozess	Nährstoffabscheidung %	TS-Gehalt der Feststoffe %	Energieaufwand kWh/m <sup>3</sup>	Durchsatz der GÜlle m <sup>3</sup> /Tag
Trocknen	über 60	über 85	über 75	10 - 150

Trennung wesentlich höher. Bei der mechanischen Trennung muss das noch feuchte Endprodukt kompostisiert werden. Dies vermindert den Kostenunterschied zwischen mechanischer Trennung und Trocknung.

Der direktkostenfreie Ertrag (DfE) für ein Mastschwein liegt bei rund Fr. 50.-. Durch die Trocknung vermindert sich dieser Betrag um rund Fr. 39.- auf Fr. 11.-. Mit diesem Betrag können aber die verbleibenden Fixkosten (u. a. Gebäude und Arbeit) nicht gedeckt werden!

Durch den Verkauf des Trockengutes kann das wirtschaftliche Ergebnis verbessert werden.

Bei einem TS-Gehalt der Gülle von 5% fallen pro m<sup>3</sup> 50 kg TS an. Mit der Trocknung können rund 99% der TS abgetrennt werden. Dies ergibt 49,5 kg abgetrennte TS. Wenn der TS-Gehalt des Trockengutes 90% beträgt, ergibt sich eine Trockengutmenge von 54,5

kg (49,5 kg TS + 4,95 kg Wasser). Damit die Betriebskosten der Trocknung gedeckt werden können, müsste, unabhängig vom effektiven Nährstoffgehalt, ein Erlös aus dem Verkauf des Trockengutes von Fr. -.70 pro kg erzielt werden (Betriebskosten geteilt durch Trockengutmenge).

Liegt der TS-Gehalt der Gülle bei 8,5%, so fallen bei gleichem TS-Gehalt des Trockengutes rund 92 kg Trockengut an. In diesem Fall können die Betriebskosten bei einem Erlös von rund Fr. -.40 pro kg Trockengut gedeckt werden.

Die Trocknung ist um so wirtschaftlicher, je trockensubstanreicher die Gülle ist.

Dies gilt insbesondere bei einer Kombination der Trocknungsanlage mit einer vorgeschalteten Biogasanlage. Bei einem TS-Gehalt der Gülle von über 8% kann der gesamte Energieaufwand für die Trocknung mit Biogas gedeckt werden.

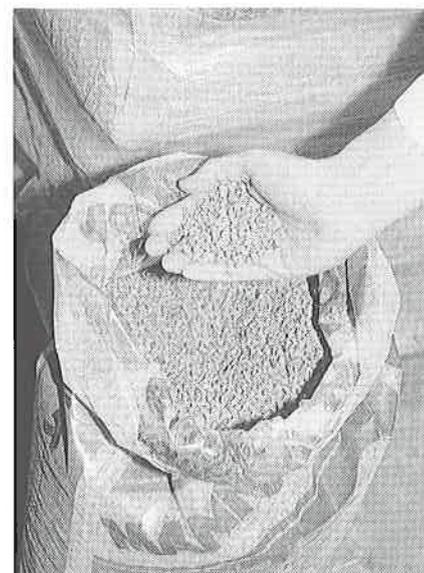


Abb. 6: Trockengut (pelletiert, verkaufsfertig).

Da der Investitionsbedarf für eine Biogasanlage beinahe gleich hoch wie für die Trocknungsanlage ist, ist trotz der entfallenden Energiekosten keine wesentliche Reduktion der Betriebskosten zu verzeichnen.

Tabelle 3: Technischer und wirtschaftlicher Vergleich

		Siebtrommel- presse	Siebband- presse	Dekantier- zentrifuge	Trocknungs- anlage	Trocknungs- anlage mit Biogas
Durchsatz	m <sup>3</sup> /Tag	40	32	32	10	10
Betriebszeit	h/Tag	4	4	4	24*	24*
Energiebedarf	kWh/m <sup>3</sup>	3	4	8	75	75
Investitionsbedarf	Fr.	40'000.-	100'000.-	200'000.-	320'000.-	620'000.-
Fixe Kosten	Fr.	5'380.-	13'450.-	26'900.-	43'040.-	68'390.-
Reparaturen	Fr./m <sup>3</sup>	-.20	-.70	1.40	4.85	9.40
Energiekosten	-.20/kWh	-.60	-.80	1.60	15.00	-.**
Lohnkosten	Fr./m <sup>3</sup>	-.45	-.55	-.55	6.00	6.00
<b>Variable Kosten</b>	<b>Fr./m<sup>3</sup></b>	<b>1.25</b>	<b>2.05</b>	<b>3.55</b>	<b>25.85</b>	<b>15.40</b>
Auslastung	Tage/Jahr	220	220	220	330	330
Auslastung	m <sup>3</sup> /Jahr	8800	7040	7040	3300	3300
<b>Fixe Kosten</b>	<b>Fr./m<sup>3</sup></b>	<b>-.60</b>	<b>1.90</b>	<b>3.80</b>	<b>13.05</b>	<b>20.70</b>
<b>Betriebskosten</b>	<b>Fr./m<sup>3</sup></b>	<b>1.85</b>	<b>3.95</b>	<b>7.35</b>	<b>38.90</b>	<b>36.10</b>

\* 24-Stundenbetrieb für Trocknungsanlagen sind am wirtschaftlichsten.

\*\* Bei einem TS-Gehalt der Gülle über 8% kann der gesamte Energiebedarf mit Biogas gedeckt werden. Die entsprechenden Angaben beziehen sich auf m<sup>3</sup> Rohgülle. Fixe Kosten beinhalten Abschreibungen, Zinsen und Versicherungen (insgesamt 13,45%). Für die Biogasanlage ist ein Investitionsbedarf von Fr. 300'000.- mit einer Abschreibungsdauer von 20 Jahren berechnet. Für die Reparaturkosten sind 5% des Investitionsbedarfes eingesetzt. Die Lohnkosten betragen bei der mechanischen Trennung Fr. 17.50/h während einer Arbeitsdauer von einer Stunde pro Tag, bei der Trocknung Fr. 30.-/h während zwei Stunden pro Tag.

## Literaturverzeichnis

AKV: Agrarkompost Verfahrens- u. Vertriebs GmbH. Firmenunterlagen, 1985.

Colin, F.: Application of electrical fields to thicken and dewater sewage sludges. New developments in processing of sludges and slurries, 1985.

Gebhard, F.: Auswirkungen einer Begrenzung des Tierbesatzes auf drei Düngergrossvieheinheiten pro Hektare Nutzfläche. Statistische Analyse aufgrund der landw. Betriebszählung 1985. Schweiz. Bauernsekretariat, Brugg, 1987.

Grassmann, P. und Widmer, F.: Einführung in die thermische Verfahrenstechnik. 2. Auflage. Walter de Gruyter Verlag, 1974.

ten Have, P.J.W.: A dutch approach to manure processing. New developments in processing of sludges and slurries, 1985.

Hemming, W.: Verfahrenstechnik. 5. Auflage. Vogel Buchverlag Würzburg, 1989.

Huijsmans, J. und Lindley, J.A.: Evaluation of a solid-liquid separator. Transactions of the ASAE, 1984.

Isensee, E., Strauch, D. und Blanken, G.: Technik und Hygiene der Flüssigmistbehandlung. KTBL-Schrift 265, 1981.

Krause, R. und Ahlers, R.: Verfahrenstechnik des Separierens von Flüssigmist. Grundl. Landtechnik Bd. 37 Nr. 3, 1987.

Krause, R. und Ahlers, R.: Stoff- und Nährstoffströme beim Trennen von Flüssigmist mit einem Siebtrommel-Separator. Grundl. Landtechnik Bd. 37, Nr. 5, 1987.

Kroodsma, W. und Poelma, H.R.: Mestscheidung. IMAG publikatie 209, 1985.

Kunz, H.-G. und Engel, U.: Güllezusatzstoffe und Gülleaufbereitung. Methoden, Mittel und Verfahren. Agar-Übersicht 1, 1989.

Loll, U.: The CHP-Filter Press - The first continuous high-pressure filter press. New developments in processing of sludges and slurries, 1985.

PBI AG: Firmenunterlagen, 1989.

Poels J., Vertraete, W., Neukermans, G. und Debruyckere, M.: Séparation du lisier: évaluation de quelques appareils de disponibilité récente. Revue de l'Agriculture Nr. 4 Vol. 32, 1979.

Poels, J., van Langenhove, H., Van der Biest, W. und Neukermans, G.: Evaluation of a rotary drum drier processing pre-dried chicken manure. Biological Wastes 19, 1987.

Popp, H.: Agrarpolitische Überlegungen betreffend Herabsetzung der Tierbestände auf 3 DGVE/ha, 1988.

Rager, K.Th.: Abwassertechnische und wasserwirtschaftliche Probleme der Massentierhaltung. KTBL-Bauschrift 11, 1971.

Schuchardt, F.: Zur Bedeutung des Luftporenvolumens für die Kompostierung organischer Schlämme. Grundl. Landtechnik Bd. 37, Nr. 3, 1987.

Sneath, R.W., Shaw, M. und Williams, A.G.: Centrifugation for separating piggery slurry. J. agric. Enging. Res. 39, 1988.

Statistische Erhebungen und Schätzungen. Schweiz. Bauernsekretariat. 65. Jahreshft, 1988.

Traulsen, H.: Verfahren zur Beseitigung tierischer Exkrememente. KTBL-Bericht über Landtechnik. Nr. 147, 1971.

Vanstaen, H., Neukermans, G., Debruyckere, M. und Verstraete, W.: Séparation des matières en suspension lors du traitement biologique du lisier de porcs. Extrait de la Revue de l'Agriculture 28e année. Nr. 3, 1975.

Wellinger, A., Edelmann, W., Favre, R., Seiler, B. und Woschitz, D.: Biogas-Handbuch. Grundlagen - Planung - Betrieb landwirtschaftlicher Anlagen. Verlag Wirz, Aarau. 1984.

**Allfällige Anfragen über das behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der FAT (8356 Tänikon) angefordert werden (Tel. 052 - 47 20 25).**

<b>ZH</b>	Schwarzer Otto, Landw. Schule Weinland, 8408 Wülflingen	Tel. 052 - 25 31 24
<b>BE</b>	Brunner Samuel, Bergbauerschule Hondrich, 3702 Hondrich	Tel. 033 - 54 11 67
	Hügi Kurt, Landw. Schule Seeland, 3232 Ins	Tel. 032 - 83 32 32
	Hofmann Hans Ueli, Landw. Schule Waldhof, 4900 Langenthal	Tel. 063 - 22 30 33
	Marthaler Hansueli, Landw. Schule Langnau, 3552 Bärau	Tel. 035 - 2 42 66
	Marti Fritz, Landw. Schule Rütli, 3052 Zollikofen	Tel. 031 - 57 31 41
	Mumenthaler Rudolf, 3752 Wimmis	Tel. 033 - 57 11 16
<b>LU</b>	Moser Anton, Landw. Schule Schüpfheim, 6170 Schüpfheim	Tel. 041 - 76 15 91
	Marti Pius, Landw. Schule Willisau, 6130 Willisau	Tel. 045 - 81 39 73
	Wandeler Erwin, Bühelstrasse, 6207 Nottwil	Tel. 045 - 54 14 03
	Widmer Norbert, Landw. Schule Hohenrain, 6276 Hohenrain	Tel. 041 - 88 20 22
	Zurfluh Hans, Hochweg, 6468 Attinghausen	Tel. 044 - 2 15 36
<b>UR</b>	Föhn Josef, Landw. Schule Pfäffikon, 8808 Pfäffikon	Tel. 055 - 47 33 44
<b>SZ</b>	Müller Erwin, Landw. Schule Obwalden, 6074 Giswil	Tel. 041 - 68 16 16
<b>NW</b>	Isaak Franz, Breitenhaus, 6370 Stans	Tel. 041 - 63 11 22
<b>ZG</b>	Müller Alfons, Landw. Schule Schluethof, 6330 Cham	Tel. 042 - 36 46 46
<b>FR</b>	Krebs Hans, Landw. Schule Grangeneuve, 1725 Posieux	Tel. 037 - 82 11 61
<b>SO</b>	Tschumi Fredi, Landw. Schule Wallierhof, 4533 Riedholz	Tel. 065 - 22 93 42
<b>BL</b>	Ziörjen Fritz, Landw. Schule Ebenrain, 4450 Sissach	Tel. 061 - 98 21 21
<b>SH</b>	Kant. landw. Bildungszentrum Charlottenfels, 8212 Neuhausen	Tel. 053 - 2 33 21
<b>AI</b>	Pavlovic Vojslav, Marktgasse 10, 9050 Appenzell	Tel. 071 - 87 13 73
<b>AR</b>	Berger Daniel, Werdweg 10, 9053 Teufen	Tel. 071 - 33 26 33
<b>SG</b>	Haltiner Ulrich, Landw. Schule Rheinhof, 9465 Salez	Tel. 085 - 7 58 88
	Pfister Theophil, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil	Tel. 071 - 83 51 31
	Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil, 9230 Flawil	Tel. 071 - 83 51 31
	Stoffel Werner, Grabenstrasse 1, 7000 Chur	Tel. 081 - 21 33 48
<b>GR</b>	Müri Paul, Landw. Schule Liebegg, 5722 Gränichen	Tel. 064 - 31 52 52
<b>AG</b>	Monhart Viktor, Landw. Schule Arenenberg, 8268 Mannenbach	Tel. 072 - 64 22 44
<b>TG</b>	Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola, 6501 Bellinzona	Tel. 092 - 24 35 53
<b>TI</b>		

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

FAT-Berichte erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 35.-, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8356 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520.