Zeitschrift: Landtechnik Schweiz Herausgeber: Landtechnik Schweiz

**Band:** 51 (1989)

**Heft:** 14

Artikel: Gülleaufbereitungssysteme

Autor: Meier, Urs / Nosal, Dusan

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-1080646

## Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

## **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

## Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 26.11.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch



## FAT-Berichte

Herausgeber: Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik (FAT) CH-8356 Tänikon TG

Tel. 052 - 47 20 25

September 1989 372

## 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 gesicherte 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.

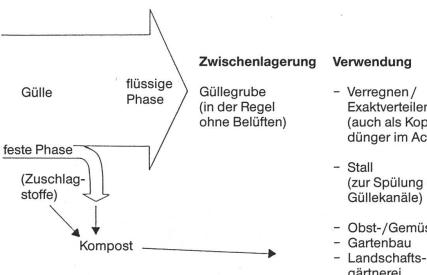


Abb. 1: Schema einer einstufigen Entwässerung.

- Verregnen / Exaktverteilen (auch als Kopfdünger im Acker)
- (zur Spülung der Güllekanäle)
- Obst-/Gemüsebau
- gärtnerei

## 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 Trokkensubstanzgehalt (TS-Gehalt) bei minimal 20%.

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

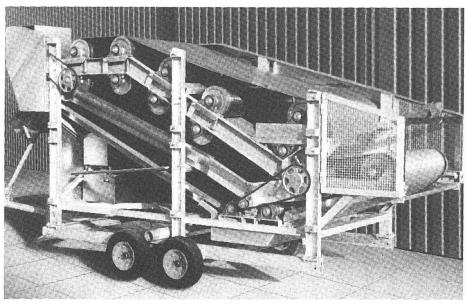


Abb. 3: Siebbandpresse (mobile Anlage).

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

Für die einstufige Entwässerung können Sedimentations-, Filtrierund Siebverfahren sowie Zentrifugen verwendet werden. Aufgrund einer von uns durchgeführten Literaturstudie erzielen Siebtrommelpressen (Abb. 2), Siebbandpressen (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 Siebbandpresse 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 gegebenfalls die, aus Gründen der Pflanzenverträglichkeit, noch immer trokkensubstanzreiche 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 Rinderund 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-

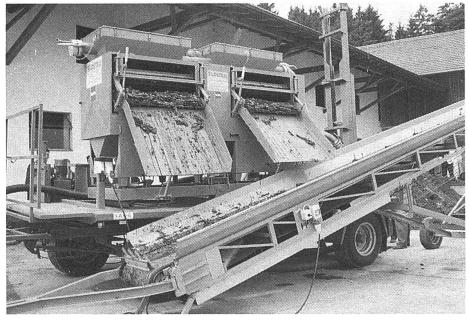


Abb. 2: Siebtrommelpresse (mobile Anlage).

| Geräte              | Nährstoff-<br>abscheidung<br>% | TS-Gehalt der<br>Feststoffe<br>% | Energie-<br>aufwand<br>kWh/m³ | Durchsatz<br>der Gülle<br>m³/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 Exaktverteilern 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 anderseits 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.

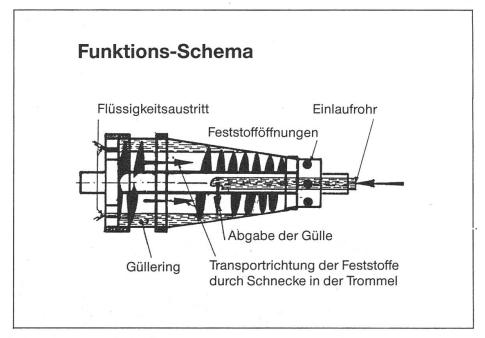


Abb. 4: Dekantierzentrifuge.

### 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.

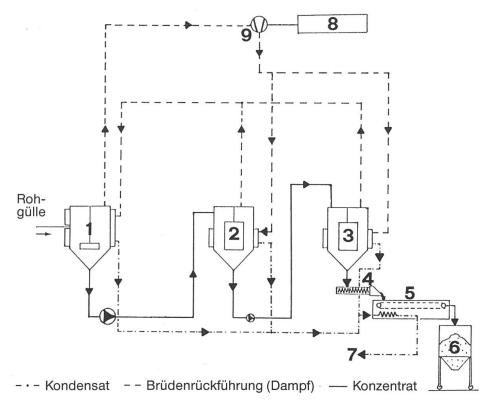
Die eingedickte Lösung, Konzentrat genannt, wird nach der Verdampfung in zwei Trocknern auf die entsprechenden TS-Gehalte getrocknet.

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.



- 1 Konzentrator
- 2 Verdampfer
- 3 Trockner
- 4 Granulierpresse5 Nachtrockner
- 6 Trockengut
- 7 zum Tank für flüssige Phase
- 8 Biogasmotor
- 9 Wärmepumpe

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 TSGehalte 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

| Prozess  | Nährstoff<br>abscheidung<br>% | TS-Gehalt der<br>Feststoffe<br>% | Energie-<br>aufwand<br>kWh/m³ | Durchsatz<br>der Gülle<br>m³/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 m³ 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 Trokkengutes 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 trockensubstanzreicher 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.

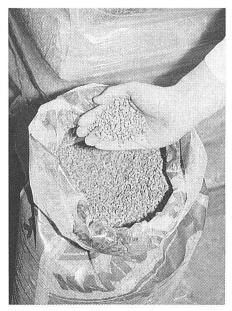


Abb. 6: Trockengut (pelletiert, ver-kaufsfertig).

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.

|                                  | Siebtrommel-<br>presse | Siebband-<br>presse | Dekantier-<br>zentrifuge | Trocknungs-<br>anlage | Trocknungs-<br>anlage mit<br>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                                |
| Energiekosten20/kWh              | 60                     | 80                  | 1.60                     | 15.00                 | _**                                 |
| Lohnkosten Fr./m <sup>3</sup>    | 45                     | 55                  | 55                       | 6.00                  | 6.00                                |
| Variable Kosten Fr./m³           | 1.25                   | 2.05                | 3.55                     | 25.85                 | 15.40                               |
| Auslastung Tage/Jahr             | 220                    | 220                 | 220                      | 330                   | 330                                 |
| Auslastung m <sup>3</sup> /Jahr  | 8800                   | 7040                | 7040                     | 3300                  | 3300                                |
| Fixe Kosten Fr./m³               | 60                     | 1.90                | 3.80                     | 13.05                 | 20.70                               |
| Betriebskosten Fr./m³            | 1.85                   | 3.95                | 7.35                     | 38.90                 | 36.10                               |

<sup>\* 24-</sup>Stundenbetrieb für Trocknungsanlagen sind am wirtschaftlichsten.

<sup>\*\*</sup> Bei einem TS-Gehalt der Gülle über 8% kann der gesamte Energiebedarf mit Biogas gedeckt werden. Die entsprechenden Angaben beziehen sich auf m³ 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.: Mestscheiding. 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. Jahresheft, 1988.

Traulsen, H.: Verfahren zur Beseitigung tierischer Exkremente. 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 landwirtschftlicher 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).

| ZH      | Schwarzer Otto, Landw. Schule Weinland, 8408 Wülflingen        | Tel. 052 - 25 31 24 |
|---------|--|---------------------|
| BE      | Brunner Samuel, Bergbauernschule 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 - 24266    |
|         | Marti Fritz, Landw. Schule Rütti, 3052 Zollikofen              | Tel. 031 - 57 31 41 |
|         | Mumenthaler Rudolf, 3752 Wimmis                                | Tel. 033 - 57 11 16 |
| LU      | 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, Bühlstrasse, 6207 Nottwil                      | Tel. 045 - 54 14 03 |
|         | Widmer Norbert, Landw. Schule Hohenrain, 6276 Hohenrain        | Tel. 041 - 88 20 22 |
| UR      | Zurfluh Hans, Hochweg, 6468 Attinghausen                       | Tel. 044 - 2 15 36  |
| SZ      | Föhn Josef, Landw. Schule Pfäffikon, 8808 Pfäffikon            | Tel. 055 - 47 33 44 |
| OW      | Müller Erwin, Landw. Schule Obwalden, 6074 Giswil              | Tel. 041 - 68 16 16 |
| NW      | Isaak Franz, Breitenhaus, 6370 Stans                           | Tel. 041 - 63 11 22 |
| ZG      | Müller Alfons, Landw. Schule Schluechthof, 6330 Cham           | Tel. 042 - 36 46 46 |
| FR      | Krebs Hans, Landw. Schule Grangeneuve, 1725 Posieux            | Tel. 037 - 82 11 61 |
| so      | Tschumi Fredi, Landw. Schule Wallierhof, 4533 Riedholz         | Tel. 065 - 22 93 42 |
| BL      | Ziörjen Fritz, Landw. Schule Ebenrain, 4450 Sissach            | Tel. 061 - 98 21 21 |
| SH      | Kant. landw. Bildungszentrum Charlottenfels, 8212 Neuhausen    | Tel. 053 - 233 21   |
| Al      | Pavlovic Vojslav, Marktgasse 10, 9050 Appenzell                | Tel. 071 - 87 13 73 |
| AR      | Berger Daniel, Werdeweg 10, 9053 Teufen                        | Tel. 071 - 33 26 33 |
| SG      | 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 |
| GR      | Stoffel Werner, Grabenstrasse 1, 7000 Chur                     | Tel. 081 - 21 33 48 |
| AG      | Müri Paul, Landw. Schule Liebegg, 5722 Gränichen               | Tel. 064 - 31 52 52 |
| TG      | Monhart Viktor, Landw. Schule Arenenberg, 8268 Mannenbach      | Tel. 072 - 64 22 44 |
| TI      | Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola, 6501 Bellinzona   | Tel. 092 - 24 35 53 |
| Landwir | tschaftliche 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.