

gen- und größenmäßige Anteil der Grobstoffe in der Trockensubstanz.

Nach den Prüfstandsuntersuchungen sind die in Tafel 6 zusammengestellten Grenzparameter möglich. Die technische Praxiserprobung mit einer störungsfreien Schichtzeit von 90% (bei Klarwasser 93%) rechtfertigen den Einsatz der Kreisberegnungsmaschine „Fregat“ zur Schmutzwasser-Verregnung einschließlich der Verregnung von Schweinegülle, die mecha-

nisch so aufbereitet ist, daß die empfohlenen Parameter eingehalten werden.

### Literatur

[1] Frielinghaus, M.; Müller, J.; Weißhaupt, F.: Grundlagen zur Verregnung von Schmutzwasser mit der Kreisberegnungsmaschine „Fregat“. Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin 23 (1979) H. 3, S. 173—184.

[2] Müller, J.: Ermittlung von Grenzparametern für die Verregnung von Schweinegülle mit der Kreisberegnungsmaschine „Fregat“, AdL der DDR, Dissertation A 1980.

[3] Müller, J.; Kappes, R.; Frielinghaus, M.: Ermittlung von Grenzparametern für die Verregnung von Schweinegülle mit Elementen der Kreisberegnungsmaschine „Fregat“ auf einem Prüfstand. Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin 23 (1979) H. 11, S. 695—700.

A 3173

## Hydraulische Kupplungsvorrichtung an Gülletankfahrzeugen

G. Reichel, Grünhainichen

Dr.-Ing. C. Dittmann, Technische Hochschule „Otto von Guericke“ Magdeburg, Sektion Maschinenbau

Prof. Dr. habil. W. Simon, Institut für Futterproduktion Paulinenaue der AdL der DDR

Bei der mobilen Gülleausbringung im Parallelverfahren verbindet während der Gülleübergabe eine ausgleichbare Übergabeleitung das Gülletankfahrzeug mit dem Bodenbearbeitungsgerät. Durch diese Übergabeleitung wird die Gülle unter Druck vom Gülletankfahrzeug den Bodenbearbeitungswerkzeugen des Pfluges bzw. der Scheibenege zugeführt (Bild 1) und von diesen sofort umweltfreundlich in den Boden eingearbeitet [1].

Die hydraulische Kupplungsvorrichtung am Gülletankfahrzeug ermöglicht ein schnelles An- und Abkuppeln der Übergabeleitung des Bodenbearbeitungsgeräts [2]. Zum An- und Abkuppeln wird dem Arbeitszylinder der Kupplungsvorrichtung kurzzeitig Drucköl vom Zugtraktor des Gülletankfahrzeugs zugeführt. Im gekuppelten Zustand werden die beiden Kupplungsflansche der Übergabeleitung durch direkte Druckspeicherung im Arbeitszylinder zusammengespannt. Bei dieser direkten Druckspeicherung im Arbeitszylinder entfällt ein zusätzlicher Druckspeicher, der bei den bisher bekannten Systemen der Druckspeicherung erforderlich ist. Die Anwendung der Druckspeicherung dient der Einsparung von Kraftstoff und somit von Energie.

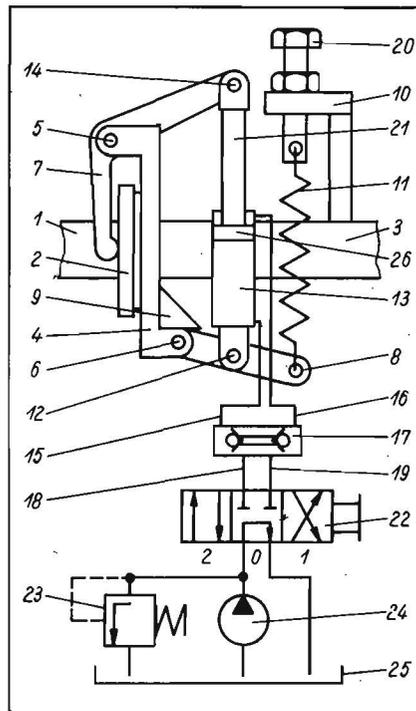


Bild 1. Schematische Darstellung der Kupplungsvorrichtung; Erläuterung im Text

Bild 2. Gülletankfahrzeuge und Bodenbearbeitungsgerät in Arbeitsstellung



### Aufbau der Kupplungsvorrichtung

Im Bild 2 ist der schematische Aufbau der Kupplungsvorrichtung mit direkter Druckspeicherung im Arbeitszylinder im gekuppelten Zustand dargestellt. Das teilweise flexible Rohr 1 der Übergabeleitung ist mit dem Kupplungsflansch 2 verbunden. Am stationären Rohr 3 des Gülletankfahrzeugs sind die Kupplungsflansch 4 mit den Lagerungen 5 und 6 für die drehbare Spannklaue 7 und den schwenkbaren Hebel 8 sowie der Anschlag 9 angebracht. Der Gegenhalter 10 für die Zugfeder 11 ist ebenfalls am Rohr 3 befestigt. Im Hebel 8 befindet sich die kolbenseitige Lagerung 12 des Arbeitszylinders 13. Kolbenstangenseitig ist der Arbeitszylinder 13 durch die Lagerung 14 mit der Spannklaue 7 verbunden. Die Leitungen 15 und 16 verbinden den Arbeitszylinder 13 mit dem Doppelrückschlagventil 17. Vom Doppelrückschlagventil 17 führen die Leitungen 18 und 19 zum Wegeventil 22 des Zugtraktors. Die Vorspannkraft der Zugfeder 11 bewirkt, daß im geöffneten Zustand der Spannklaue 7 und somit bei drucklosem Arbeitszylinder 13 der Hebel 8 gegen den Anschlag 9 gezogen wird (Bild 3). Mit Hilfe der Stellschraube 20 wird die Vorspannung der Zugfeder 11 eingestellt. Federvorspannkraft und Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 23 legen die Größe des Speichervolumens im Arbeitszylinder fest, das durch Variation dieser beiden Parameter ebenfalls variiert werden kann. Als Druckstromerzeuger wird eine Radialkolbenpumpe 24 verwendet.

### Funktion der Kupplungsvorrichtung

Zum Ankuppeln werden das Rohr 1 der Übergabeleitung an das Rohr 3 des Gülletankfahrzeugs herangeführt und der Flansch 2 auf den Flansch 4 aufgesetzt. Durch das anschließende Schalten des Wegeventils 22 im Zugtraktor in die Schaltstellung 2 erfolgt über die Leitung 18, das Doppelrückschlagventil 17 und die Leitung 15 ein Beaufschlagen des Arbeitszylinders 13 kolbenbodenseitig mit Drucköl. Dieses bewirkt ein Herausschieben der Kolbenstange 21 aus dem Arbeitszylinder 13 und über die Lagerungen 5 und 14 ein Drehen der Spannklaue 7 gegen den Kupplungsflansch 2. Der dabei auftretende Pumpendruck ist relativ gering und hängt weitgehend von der Zylindergeometrie, den Reibkräften in den Ge-

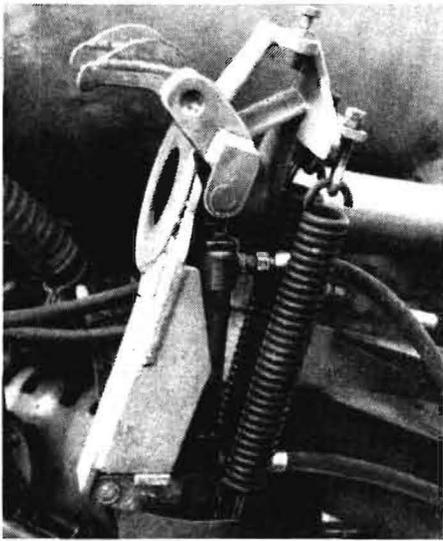


Bild 3. Kupplungsvorrichtung geöffnet; Hebel für die kolbenseitige Lagerung des Arbeitszylinders liegt am Anschlag an



Bild 4. Kupplungsvorrichtung mit den gekuppelten Kupplungsflanschen; Hebel für die kolbenseitige Lagerung des Arbeitszylinders vom Anschlag abgedrückt

lenken sowie vom Druckbedarf der Entsperrstelleinheit des Doppelrückschlagventils 17 ab. Der Hebel 8 liegt infolge der relativ großen Vorspannung der Zugfeder 11 noch am Anschlag 9 an. Das Anschlagen der Spannklau 7 an den Kupplungsflansch 2 bewirkt ein sprunghaftes Anwachsen des Arbeitswiderstands und somit des Pumpendrucks. Dieser steigt zunächst jedoch nur so weit an, bis die kolbenbodenseitige Druckkraft den Wert der Vorspannkraft der Zugfeder 11 erreicht. Da der Arbeitszylinder 13 infolge seiner Lagerung an dem im festen Flansch 4 drehbar gelagerten Hebel 8 noch einen Bewegungsfreiheitsgrad hat, bewegt sich der Arbeitszylinder nach unten (kinematische Umkehrung). Dadurch wird der Hebel 8 vom Anschlag 9 abgedrückt. Der Pumpendruck steigt so weit an, wie infolge der Auslenkung des Hebels 8 die Zugkraft der Feder 11 zunimmt. Die Bewegungsphase ist abgeschlossen, wenn der Pumpendruck einen Wert erreicht hat, der dem Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 23 entspricht. Wird anschließend das Wegeventil 22 in Schaltstellung 0 (Mittelstellung) gebracht, wälzt die Pumpe 24 das Drucköl annähernd drucklos um. Infolge der Sperrwirkung des Doppelrückschlagventils 17 sowie der Kraftwirkung der Feder 11 auf den Arbeitszylinder 13, der in dieser Phase als federbelasteter Speicher wirkt, bleibt jedoch der erforderliche Haltedruck im kolbenbodenseitigen Zylinderraum und somit ein fester und dauerhafter Kraftschluß zwischen den Kupplungsflanschen 2 und 4 erhalten (Bild 4). Da der innere Leckölstrom im Arbeitszylinder als vernachlässigbar klein angesehen werden kann und die Spannphase der Spannklau 7 nur relativ kurz ist, kann davon ausgegangen werden, daß der Haltedruck während der gesamten Anpreßphase annähernd konstant bleibt. Der Entspannvorgang der Kupplungsflansche 2 und 4 sowie deren anschließendes Abkuppeln werden dadurch eingeleitet, daß das Wegeventil 22 im Zugtraktor in die Schaltstellung 1 gebracht wird. Der Arbeitszylinder 13 wird dadurch über die Leitung 19, das Doppelrückschlagventil 17 sowie die Leitung 16 kolbenstangenseitig mit Drucköl beaufschlagt. Der Pumpenölstrom entspermt das Doppelrückschlagventil, so daß das im kolbenbodenseitigen Zylinderraum befindliche

Drucköl über die Leitung 15, das Doppelrückschlagventil 17, die Leitung 18 sowie das Wegeventil 22 zu dem im Zugtraktor befindlichen Ölbehälter 25 zurückfließen kann. Dabei bewegt sich zunächst der Arbeitszylinder 13 so weit nach oben, bis der Hebel 8 gegen den Anschlag 9 stößt. Danach bewegt sich der Arbeitskolben 26 (nochmalige kinematische Umkehr) nach unten, was ein Abdrehen der Spannklau 7 vom Kupplungsflansch 2 zur Folge hat. Damit ist der Kupplungsflansch 2 mit dem Rohr 1 vom Kupplungsflansch 4 mit dem Rohr 3 abgekuppelt.

#### Direkte Druckspeicherung im Arbeitszylinder

Die bekannten Systeme der hydraulischen Druckspeicherung haben einen separaten Druckspeicher [3]. Bei einer direkten Druckspeicherung mit Hilfe eines handelsüblichen Arbeitszylinders fungiert dieser sowohl als Druckölverbraucher als auch als Drucköl-speicher. Ein kleiner Teil der Hublänge des Arbeitszylinders wird für die Druckspeicherung genutzt. Wird der Arbeitszylinder der Kupplungsvorrichtung kolbenbodenseitig mit Drucköl beaufschlagt, wirkt dieser bis zum Festanschlagen der Kolbenstange zunächst als Druckölverbraucher (Hydromotor). Anschließend drückt sich infolge des Druckanstiegs der Arbeitszylinder in Richtung des federbelasteten Hebels ab und spannt die bereits vorgespannten Federn so lange, bis der Arbeitsdruck einen Wert erreicht hat, der dem Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils entspricht. In Abhängigkeit von der Vorspannkraft der Federn und vom Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils wird nach dem Abdrücken des Hebels und dem Sperren des Rückschlagventils eine bestimmte Druckölmenge direkt im Arbeitszylinder gespeichert, der in dieser Phase als federbelasteter Druckflüssigkeitsspeicher betrachtet werden kann. Die gespeicherte Druckölmenge garantiert vor allem, daß bei eventuell geringen äußeren oder inneren Leckölverlusten im Arbeitszylinder der für das Zusammenspannen der Kupplungsflansche erforderliche Öl-druck auch über einen längeren Zeitraum aufrecht erhalten wird. Infolge der in Längsrichtung des Arbeitszylinders

angeordneten Zugfedern kann die Kupplungsvorrichtung in vertretbaren Abmessungen gehalten werden.

#### Aufgabe der Druckspeicherung

Druckspeicherung zum Zweck der Energieeinsparung ist u. a. dort anwendbar und auch erforderlich, wo für die Funktion eines Hydrauliksystems über einen längeren Zeitraum ein bestimmter Druck, jedoch kein oder nur ein geringer Druckölstrom benötigt wird (z. B. Spannvorgänge). In diesem Sinn ist auch die hydraulische Druckspeicherung mit Druckspeicher für die Überlastsicherung am Pflug B 501 zu bewerten. Die Aufgabe von Kupplungs- und Spannvorrichtungen mit hydraulischer Druckspeicherung besteht vor allem in der Einsparung von Kraftstoff bzw. Energie. Bei einer Kupplungsvorrichtung ohne hydraulische Druckspeicherung müßte für das Zusammenspannen von Kupplungsflanschen (für das genannte Parallelverfahren bei der mobilen Gülleausbringung) die Hydraulikpumpe laufend gegen den Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils (Überströmventil) arbeiten, was mit einer maximalen Leistungsaufnahme der Pumpe über einen längeren Zeitraum verbunden ist. Dazu wäre in einer Stunde etwa 11 DK erforderlich. Der Berechnung liegt ein Anschluß der Kupplungsvorrichtung am Druckstromkreis der Regelhydraulik des Zugtractors ZT 300 (Nennstrom 10 dm<sup>3</sup>/min, Nenndruck 16 MPa) zugrunde. Die Kupplungsleistung der Pumpe würde in diesem Fall während der gesamten Anpreßphase der Kupplungsflansche fast vollständig in Wärmeleistung (Verlustleistung) umgewandelt, was zu einer unerwünscht hohen Erwärmung der Hydraulikflüssigkeit führt. Vorzeitiges Altern des Hydrauliköls sowie erhöhter Verschleiß besonders der Hydraulikpumpe wären die Folge. Diese Lösungsvariante ist vor allem wegen der ungünstigen Energiebilanz abzulehnen.

Bei der beschriebenen Kupplungsvorrichtung mit hydraulischer Druckspeicherung im Arbeitszylinder wird diesem nur zum Kuppeln und Entkuppeln Drucköl zugeführt. Während der Anpreßphase befindet sich das Wegeventil im Zugtraktor in Mittelstellung, und die Hydraulikpumpe fördert mit wenig Energieaufwand nahezu drucklos in den Behälter. Durch die Anwendung der hydraulischen Druckspeicherung an dieser Kupplungsvorrichtung werden gegenüber der o. g. Variante Hydraulikpumpe/Überströmventil mindestens 90 % Diesellostoff eingespart. Aus energieökonomischer Sicht arbeitet eine Hydraulikanlage dann optimal, wenn fast die gesamte Leistung, die der Pumpe zugeführt wird, in Nutzleistung umgewandelt wird. Dies ist gleichbedeutend mit einer geringen Verlustleistung und einem großen Gesamtwirkungsgrad. Die vorgeschlagene Variante der Druckspeicherung, die bisher in der Ölhydraulik relativ wenig angewendet wird, erfüllt diese Forderung sehr gut. Sie kann zur Realisierung von Spann- und Kupplungsvorgängen auch in anderen Industriezweigen sehr nutzbringend eingesetzt werden, was in jedem Fall mit erheblichen Energieeinsparungen verbunden wäre. Als Beispiel sei eine Transferstraße genannt, bei der zum Spannen der Werkstückträger ständig eine elektrische Leistung von 12 kW benötigt wird.

#### Zusammenfassung

Für die mobile Gülleausbringung im Parallelverfahren ist eine Kupplungsvorrichtung erforderlich, die während der Gülleübergabe die

Kupplungsflansche der z. T. flexiblen, lösbaren Übergabeleitung zusammenspannt.

Das hydraulische Zusammenspannen dieser Kupplungsflansche erfolgt durch direkte Druckspeicherung im Arbeitszylinder der Kupplungsvorrichtung. Dadurch entfällt ein zusätzlicher Druckspeicher, was das wichtigste Merkmal dieser Kupplungsvorrichtung ist. Das einstellbare Volumen des gespeicherten Drucköls ermöglicht die weitgehende Aufrechterhaltung des für den Spannvorgang erforderlichen Öldrucks unter der Annahme, daß kleine Leckölröme auftreten. Bei den meisten hydraulischen Kupplungs- und Spannvorrichtungen

werden deren Arbeitszylinder zum Spannen fortwährend mit dem maximalen Pumpendruck beaufschlagt, wobei der gesamte Pumpenförderstrom über ein als Überströmventil arbeitendes Druckbegrenzungsventil zum Ölbehälter zurückfließt. Die gesamte Pumpenleistung wird dabei in Verlustleistung (Wärme) umgewandelt. Bei der beschriebenen hydraulischen Kupplungsvorrichtung mit Druckspeicherung im Arbeitszylinder wird nur zum Kuppeln und Entkuppeln ein Druckflüssigkeitsstrom benötigt. Die Anwendung dieses Prinzips, das einen großen Gesamtwirkungsgrad hat, gewährleistet gegenüber den meisten

der bisher angewendeten Lösungsvarianten eine Energieeinsparung von mindestens 90 %.

#### Literatur

- [1] Simon, W.; Lindner, H.: Umweltfreundliche Gülleverwertung durch direktes Einarbeiten im Parallelverfahren. Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin 23 (1979) H. 1, S. 49—56.
- [2] Reichel, G.; Simon, W.: Automatische Fang- und Kupplungsvorrichtung für flexible Rohrleitungen. agrartechnik 29 (1979) H. 1, S. 32—34.
- [3] Findeisen, F.; Findeisen, D.: Ölhdraulik in Theorie und Anwendung. Zürich: Schweizer Verlagshaus AG 1968. A 3208

## Zu einigen technologisch-ökonomischen Fragen bei der Schaffung von Güllelagerkapazität als Feldspeicher

Dozent Dr. sc. agr. P. Wissing, Martin-Luther-Universität Halle—Wittenberg, Sektion Pflanzenproduktion

### 1. Einleitung

In den sozialistischen Landwirtschaftsbetrieben, Kreisen und Bezirken der DDR werden auf der Grundlage der vom Minister für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft bestätigten Konzeption[1] die Vorbereitungen für die Erweiterung des Güllelagerraumes getroffen. Dabei stehen jene Tierproduktionsanlagen und Verwertungsgebiete im Vordergrund, die bei normativgerechtem Gülleanfall nur über eine geringe Lagerkapazität verfügen und/oder bei denen durch hohe Anforderungen des Umweltschutzes, der Hygiene, der Wasserwirtschaft oder ähnlicher Faktoren eine unverzügliche Erweiterung der Lagerkapazität notwendig wird.

Ziel dieser Maßnahme ist die bessere Nutzung der in der Gülle enthaltenen Nährstoffe und organischen Substanz sowie die Ausschaltung von Gülleschadwirkungen. Sie dient damit konsequent der Erfüllung der für die 80er Jahre gestellten Aufgabe, den erforderlichen Leistungsanstieg bei gleichbleibendem bzw. nur geringfügig wachsendem Volumen an Energieträgern, Rohstoffen und Materialien zu sichern[2]. Wenn es in der DDR gelingt, den

überwiegenden Anteil des Gülleaufkommens ackerbaulich effektiv, also termin- und qualitätsgerecht einzusetzen, dann sind Substitutionen an Mineralnährstoffen in Höhe von 70 Mill. bis 80 Mill. M möglich. Die Pflanzenproduktionsbetriebe mit Gülleeinsatz können bei verbesserter Gülleverwertung den Mineraldüngereinsatz absolut senken. Effektivitätssteigerungen in der Pflanzen- und Tierproduktion werden dadurch möglich.

Nur mit der Schaffung zusätzlicher Lagerkapazität ist die Lösung des Gülleproblems jedoch nicht möglich. Die exakt bemessene Lagerkapazität ist zwar mit entscheidend für die Gülleverwertung, wird aber nur im Zusammenhang mit den pflanzenbaulichen Verwertungsmöglichkeiten und einer entsprechend abgestimmten Ausbringe- und Lagerkapazität voll wirksam. Der Ermittlung der erforderlichen Lagerkapazität und der Investitionsvorbereitung sind deshalb grundsätzlich Untersuchungen über die betriebswirtschaftlich effektivste Gülleeinordnung in das gesamte Verwertungsgebiet voranzustellen. Sie ermöglichen die Festlegung komplexer acker- und pflanzenbaulicher, technologischer sowie betriebswirtschaftlicher Maßnahmen und die Auswahl der

für die spezifischen Verwertungsbedingungen effektivsten Variante.

### 2. Einschätzung der verfügbaren Lager- und Ausbringe- und Lagerkapazität

Die Einschätzung der Lager- und Ausbringe- und Lagerkapazität erfordert eine komplexe Analyse besonders folgender Einflußfaktoren:

- tägliches Gülleaufkommen
- territoriale Verteilung der Tierproduktionsanlagen
- Transportentfernungen und Wegeverhältnisse
- acker- und pflanzenbauliche Verwertungsmöglichkeiten (zeitliche Verteilung und Umfang des Gülleeinsatzes)
- technologisch und organisatorisch bedingte Güllemenge, die je Zeitspanne ausgebracht werden kann.

Hierbei erweist es sich als zweckmäßig, zunächst das Gülleaufkommen den acker- und pflanzenbaulichen Verwertungsmöglichkeiten gegenüberzustellen. Dieses Vorgehen schließt Maßnahmen der besseren Fruchtfolgegestaltung, vor allem zur Erweiterung der Gülleverwertung in den kritischen Zeitspannen, ein und zeigt sehr deutlich bestehende Diskrepanzen zur vorhandenen Lagerkapazität. Tafel 1 widerspiegelt ein solches Modell. Infolge der auf 19 000 m<sup>3</sup> begrenzten Lagerkapazität müssen rd. 25 000 m<sup>3</sup> Gülle in den Monaten Dezember bis April acker- und pflanzenbaulich ineffektiv eingesetzt werden. Die ökonomischen Auswirkungen sind erheblich. Bei einem durchschnittlichen N-P-K-Gehalt der Gülle von 0,26, 0,06 bzw. 0,28 % bleiben 65 000 kg Brutto-N sowie 2 500 kg P und 12 000 kg K ungenutzt. Unter Berücksichtigung der Wirksamkeit der Gullenährstoffe (Mineraldüngeräquivalent MDÄ = 0,4, 1,0 bzw. 0,8) sind die Verluste von 40 100 M.

Das tägliche Gülleaufkommen beträgt im ausgewählten Beispiel 570 m<sup>3</sup>. Demzufolge reicht die vorhandene Lagerkapazität für 33 Tage. Tatsächlich sind jedoch unter den spezifischen Verwertungsbedingungen des Modells Lagerbehälter für 44 000 m<sup>3</sup> (77 Tage) erforderlich (vgl. dazu auch Standard TGL 24198/01). Hinzu kommt, daß die z. Z. verfügbare Transport-

|   | Zeitraum      |        |        |        |                |               |         | Summe |
|---|---------------|--------|--------|--------|----------------|---------------|---------|-------|
|   | Dez.—<br>März | April  | Mai    | Juni   | Juli—<br>Sept. | Okt.—<br>Nov. |         |       |
| Gülleaufkommen ackerbaulich mögliche Verwertung | 72 130        | 17 880 | 16 320 | 15 780 | 48 420         | 36 360        | 206 890 |       |
| Anforderungen an die Lagerkapazität             | 33 250        | 12 750 | 21 250 | 14 000 | 61 200         | 80 700        | 223 150 |       |
| Güllebe-seitigung <sup>1)</sup>                 | 38 880        | 44 010 | 39 080 | 40 860 | 28 080         | —             | 44 010  |       |
|   | 19 880        | 5 130  | —      | —      | —              | —             | 25 010  |       |

Tafel 1  
Acker- und pflanzenbauliche sowie technologische Verwertungsmöglichkeiten von Gülle in ausgewählten Landwirtschaftsbetrieben eines Territoriums (Angaben in m<sup>3</sup>)

1) bei z. Z. 19 000 m<sup>3</sup> Lagerkapazität