

# Ermittlung von Kennwerten bei Güllepumpen

Dr.-Ing. H. Holjewilken, KDT/Dr. agr. M. Schwabe/Dipl.-Ing. W. Krüger, KDT  
Institut für Düngungsforschung Leipzig – Potsdam der AdL der DDR, Bereich Potsdam

Innerhalb der Fördertechnik nimmt der hydromechanische Transport von Flüssigkeiten aller Art und auch von Gemischen aus Feststoffen und Flüssigkeiten einen breiten Raum ein. Um fließfähige Medien zum Strömen in Rohrleitungen zu bringen, muß ihnen eine Strömungsenergie in Form von Druck aufgeprägt werden. Das wird durch Pumpen realisiert, die es in vielfältigen Arten und Bauformen gibt. Für die Projektierung von hydromechanischen Transportsystemen muß man u. a. die erforderlichen Kennwerte der auszuwählenden Pumpen kennen. Die wichtigsten hydraulischen Kennwerte der Pumpen, die meist in einem Diagramm dargestellt werden, sind die Förderkennlinie  $H = f(\dot{V})$ , die Leistungskennlinie  $P = f(\dot{V})$  und der Wirkungsgrad  $\eta = f(\dot{V})$  jeweils für eine bestimmte, konstante Drehzahl oder Hubzahl. Gelegentlich wird auch die Förderhöhe  $H$  (oder die spezifische Förderarbeit) als Variable gewählt, d. h., die Kennlinien werden in der Form  $\dot{V} = f(H)$ ,  $P = f(H)$  und  $\eta = f(H)$  dargestellt. Diese hydraulischen Kennwerte gelten naturgemäß jeweils nur für ein bestimmtes Medium mit konstanten rheologischen Eigenschaften (Dichte, Viskosität, Fließgrenze u. a.). Hinzu kommen noch weitere interessierende Kennwerte, wie z. B. maximaler Durchgangsquerschnitt für Feststoffe, Korrosionsfestigkeit, Verschleißfestigkeit, Temperaturfestigkeit, Verstopfungsneigung, Sperrwasserverbrauch, Wartungsaufwand, maximale Saughöhe oder erforderliche Zulaufhöhe u. a., die je nach Fördermedium von unterschiedlicher Wichtigkeit sind. Im allgemeinen werden diese Kennwerte von den Pumpenherstellern ermittelt bzw. durch gezielte Konstruktionsparameter festgelegt und den Projektanten in den Prospekten oder Bedienanleitungen verbindlich bekannt gemacht. Für Pumpen zum Fördern von Wasser, leicht verschmutztem Wasser, kommunalem Abwasser, von Säuren und Laugen sowie von vielen anderen, einigermaßen homogenen fließfähigen Medien, die ein Newtonsches oder nahezu Newtonsches Fließverhalten aufweisen, kann sich daher der Projektant meist ohne große Schwierigkeiten die zur Projektierung erforderlichen Kennwerte beschaffen. Größere Schwierigkeiten bereitet es, ein hydromechanisches Transportsystem zum Fördern einer bestimmten Gülleart zu projektieren. Meist wird dann vergeblich nach Pumpenkennwerten gesucht, die für den speziellen Anwendungsfall zutreffend sind. Nach Meinung der Autoren gibt es hierfür zwei wesentliche Gründe. Der eine ist historisch bedingt, der andere liegt im Medium Gülle selbst begründet.

Die Güllewirtschaft großen Stils ist noch relativ jung. Speziell für die Gülleförderung entwickelte Pumpen werden erst nach und nach angeboten. Anfangs und auch heute noch werden zur Gülleförderung Pumpen eingesetzt, die eigentlich für die Förderung von verschmutztem Wasser oder Abwasser entwickelt wurden. Naturgemäß liefern die Hersteller dann auch nur Kennwerte für die Wasserförderung.

Die Gründe, die im Medium selbst liegen, sind aber viel problematischer. Einmal ist es für die Förderung von Wasser u. a. homogenen Flüssigkeiten nicht besonders schwierig, alle Kennwerte auf einem Prüfstand zu ermitteln. Ein solcher Prüfstand besteht aus einem hinreichend großen Reservoir für das Medium, aus dem es über Saugleitungen von der zu untersuchenden Pumpe abgesaugt und über Druckleitungen wieder eingespeist wird. In der Druckleitung befindet sich ein Drosselorgan, um verschiedene Druckstufen einstellen zu können. Weiterhin sind Meßgeräte für Über- und Unterdruck, für die Durchflußmenge, die Antriebsleistung, die Temperatur und die Dreh- und Hubzahl installiert. Damit sind die wesentlichsten hydraulischen Kennwerte in kurzer Zeit hinreichend genau und reproduzierbar zu ermitteln. Auch die Einsatzsicherheit und Lebensdauer kann auf dem gleichen Prüfstand mit Hilfe von Dauertests untersucht werden.

Bei Gülle sind die Probleme erheblich größer. Ganz davon abgesehen, daß Gülle ein unangenehm riechendes und Verschmutzungen hervorrufendes Medium ist, fehlen für die Rheologie der Gülle noch Grundkenntnisse. Um auf einem Prüfstand reproduzierbare Ergebnisse erzielen zu können, muß das Medium hinreichend homogen und definierbar sein. Es hat sich allgemein durchgesetzt, die Gülle nach ihrer Herkunft (Schweine-, Rinder-, Hühnergülle) und nach ihrem Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) zu charakterisieren, obwohl allen Fachleuten bewußt ist, daß der TS-Gehalt nur eine sehr unzureichende Kenngröße ist. Güllen gleicher Herkunft und mit gleichem TS-Gehalt können ein sehr unterschiedliches Fließverhalten aufweisen, je nachdem, ob sich die Trockenmasse in der Gülle mehr aus mineralischen Bestandteilen großer Dichte und Körnung oder aus feinen organischen Bestandteilen geringerer Dichte zusammensetzt. Die sog. Scheinviskosität der Gülle wäre sicher eine zweckmäßigere Kenngröße, doch ist diese wesentlich umständlicher als der TS-Gehalt zu ermitteln.

Die erste Schwierigkeit liegt also in der hinreichend genauen Charakterisierung der Gülle. Wenn ein Hersteller z. B. angibt, daß seine Pumpe bei einer Schweinegülle mit einem bestimmten TS-Gehalt einen ganz bestimmten Betriebspunkt, gekennzeichnet durch Förderhöhe (spezifische Förderarbeit) und Fördervolumen, erreicht, so ist es z. B. in einem Garantiestreit nicht schwer, ihm etwas anderes zu beweisen. Die zweite Schwierigkeit bei Prüfstandversuchen mit Gülle liegt darin, über ausreichend lange Zeiträume konstante und reproduzierbare Förderbedingungen einzuhalten. Die aus dem Stall kommende Gülle enthält nicht nur Wasser, Kot und Harn, sondern vielerlei andere stückige, faserige und schleimige Bestandteile, wie Futterreste, Klauenteile, Ohrmarken, Halsbänder, Bindegarnreste, Nachgeburten, Sand, Steine, Holzstücke, Besamungspipetten, Besenstiele, Werkzeuge u. v. a., die beabsichtigt oder unbeabsichtigt in die Gülle gelangen. Daß derartige Beimen-

gungen auch das beste Drosselorgan und auch die Pumpe selbst teilweise oder ganz unkontrollierbar nach kurzer Betriebszeit verstopfen können, ist ohne weiteres einzusehen. Um überhaupt auf einem Prüfstand einigermaßen realistische reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen, kann man dort nicht mit einer Originalgülle arbeiten, sondern man muß vorher die unangenehmsten, störendsten Beimengungen entfernen. Man kann einwenden, daß dann die Ergebnisse uninteressant sind, weil die Pumpen in der Praxis mit Originalgülle arbeiten müssen. Das ist sicher richtig, und deshalb wurde, wie noch ausführlicher gezeigt wird, die Ermittlung von Kennwerten für Güllepumpen in zwei Stufen geteilt. In der ersten Stufe werden auf dem Prüfstand die wesentlichen hydraulischen Kennwerte ermittelt, und in der zweiten Stufe werden in Tierproduktionsanlagen unter realen Praxisbedingungen die übrigen Kennwerte, wie Verstopfungsneigung, Wartungsaufwand, Verschleiß usw., untersucht.

Die dritte Schwierigkeit bei der Ermittlung von Kennwerten liegt in der Auswahl der für Gülle brauchbaren Meßgeräte, mit denen besonders die Kennwerte Druck und Durchflußmenge ermittelt werden können, denn die für Wasser üblichen Manometer, Meßblenden, Schwimmermengenmesser oder Woltmannzähler sind für Gülle nicht geeignet.

## Pumpenprüfstand für Güllepumpen

Da aus den o. g. Gründen kaum Kennwerte von Güllepumpen in ausreichender Anzahl zur Verfügung stehen und nach Kenntnis der Autoren bei der Industrie oder in anderen Institutionen auch keine speziellen Prüfstände und Prüfmethode für Gülle vorhanden sind, wurde in enger Zusammenarbeit mit der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik (ZPL) Potsdam-Bornim und dem Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft (FZM) Schlieben/Bornim, Betriebsteil Potsdam-Bornim, ein derartiger Prüfstand für die gemeinsame Nutzung aufgebaut. Dieser Prüfstand soll in seiner endgültigen Ausbauform drei Aufgaben lösen:

- Werkerprobung von neu- und weiterentwickelten Güllepumpen  
Das wird bereits in enger Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Düngungsforschung Leipzig-Potsdam, dem VE Kombinat Pumpen und Verdichter Halle u. a. einschlägigen Industriebetrieben realisiert.
- landwirtschaftliche Eignungsprüfung von Güllepumpen, die aus dem In- und Ausland angeboten werden und deren Nutzung vorgesehen ist, vorrangig durch die ZPL Potsdam-Bornim
- rheologische Untersuchungen im Rahmen der Grundlagenforschung, vorrangig durch das FZM Schlieben/Bornim, Betriebsteil Potsdam-Bornim  
Dazu verfügt der Prüfstand über mehrere Behälter, Rohrleitungen verschiedener Dimensionen und über speziell eingebaute Meßstrecken.

## Anforderungen an einen Pumpenprüfstand für Güllerpumpen

Es wurde eingangs schon festgestellt, daß die Ermittlung von Kennwerten bei Güllerpumpen in zwei Stufen abläuft, wobei die erste Stufe, die Ermittlung der hydraulischen Kennwerte, auf einem Pumpenprüfstand vorgenommen wird. An diesen sind aus der o. g. Zweckbestimmung eine Reihe von Anforderungen zu stellen.

So muß das im Prüfstand verwendete Medium aus einer Gülle bestehen, die frei von störenden Fremdstoffen ist, damit reproduzierbare Betriebszustände eingestellt werden können, und die durch Zusatz von einigermaßen homogenem Feststoff oder von Wasser schnell auf verschiedene TS-Gehalte eingestellt werden kann. Hierzu ist ein ausreichender Wasseranschluß und ein Vorrat von Güllfeststoff in der Nähe des Prüfstands erforderlich.

Die zu untersuchende Pumpe muß mit wenigen Handgriffen und möglichst geringem Kraftaufwand aus dem Behälter heraushebbar und/oder -schwenkbar sein, um mögliche Verstopfungen feststellen und ggf. beseitigen zu können. Außerdem ist es dadurch möglich, z. B. bei der Pumpenweiterentwicklung, Veränderungen und Umbauten am Pumpenkörper oder am Laufrad sowie den Austausch kompletter Baugruppen zu realisieren.

Am Prüfstand muß weiterhin ein ausreichender Energieanschluß vorhanden sein.

Zur Ermittlung der hydraulischen Kennwerte sind für Gülle geeignete Meßgeräte, besonders für die Durchflußmenge und die spezifische Förderarbeit (Förderhöhe, Druck), im Prüfstand zu installieren.

Mit einem solchen Prüfstand, bei dem eine „idealisierte“ Gülle benutzt wird, kann dann sowohl der Einfluß des TS-Gehalts als auch der Einfluß unterschiedlicher Pumpenbaugruppen auf die hydraulischen Kennwerte der Pumpe recht gut ermittelt werden.

Selbstverständlich dürfen die Prüfstandsergebnisse niemals allein zur Beurteilung der Eignung einer Pumpe für die Güllförderung herangezogen werden. Hierzu sind die Ergebnisse einer Eignungsprüfung in der Praxis unter realen Einsatzbedingungen mit unverfälschter Gülle unbedingt mit auszuwerten. Man muß sich allerdings darüber klar sein, daß in der Praxis auch bei größerem Aufwand reproduzierbare Meßergebnisse niemals erreichbar sind. Es ist deshalb auch wenig sinnvoll, zu diesem Zweck komplizierte Meßgeräte einzusetzen.

### Technischer Aufbau des Pumpenprüfstands

Die erste Ausbaustufe des beschriebenen gegenwärtig genutzten Pumpenprüfstands ist im Bild 1 zu erkennen. Die zu prüfende Pumpe b ist auf einem Gestell a montiert, das mit Hilfe einer handbetriebenen Hydraulikpumpe und eines Hydraulikzylinders auf einem Grundrahmen kippbar gelagert ist. Mit Hilfe eines weiteren Zwischenrahmens können verschiedene Pumpentypen montiert werden. An die Pumpe wird eine Leitung aus Schnellkupplungsrohren angeschlossen, in der die Meßgeräte für den Durchfluß e sowie den Druck d und ein Ventil f zur Drosselung des Förderstroms angeordnet sind. Die Leitung endet dann in dem Behälter, aus dem die Gülle entnommen wird. Zur Ermittlung des Leistungsbedarfs des Motors wird im Zuführkabel ein Gerät zur Messung der elektrischen Leistung c eingesetzt. Alle Meßgeräte

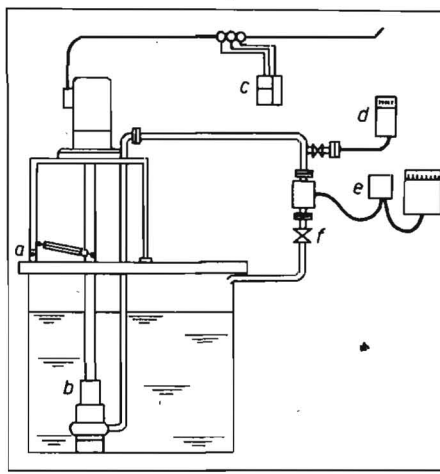


Bild 1. Prinzipskizze des Pumpenprüfstands (1. Ausbaustufe); a Gestell, b zu prüfende Pumpe, c Leistungsschreiber mit Stromwandlern, d Druckschreiber mit Röhrenfedermeßelement und Druckmittler, e induktiver Durchflußmengenmesser mit angeschlossenem Motorkompensator mit Einfachlinienbandschreiber, f Druckventil (Gummitaschenventil)

sind mit Schreibern zur Aufzeichnung der Meßwerte ausgerüstet. Als Drosselorgan (Ventil f) ist ein Gummitaschenventil gewählt worden, von dem eine geringere Verstopfungsneigung als z. B. von einem Keilovalschieber erwartet wird. Die o. g. kippbare Anordnung soll die schnelle Kontrolle bzw. Veränderung der Baugruppen der Pumpe ermöglichen, ohne daß weitere Hebezeuge erforderlich sind, um die Pumpe aus dem Fördermedium zu ziehen.

Die weitere Komplettierung des Prüfstands ist so geplant, daß dem Behälter, in den die zu prüfende Pumpe eingehängt wird, weitere Behälter vorgeordnet sind. Diese werden zur Bevorratung mit Gülle von verschiedenen Tierarten und auch zur Bereitstellung einer größeren Güllmenge für die Pumpenerprobung genutzt. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Pumpe bei unterschiedlichen Güllearten unter gleichen äußeren Bedingungen unmittelbar nacheinander im Betriebsverhalten zu prüfen. Der Prüfstand wird weiterhin mit parallel angeordneten Rohren verschiedener Durchmesser ausgerüstet. Damit kann einerseits die Einstellung bestimmter Druckstufen für die Pumpe realisiert werden, ohne daß eine Drosselung mit Hilfe eines Ventils erfolgen muß, und andererseits wird die Gewinnung von rheologischen Kennwerten über die Pumpfähigkeit der Gülle möglich.

### Meßgeräte und Meßmethoden

Im folgenden soll nur auf diejenigen Meßgeräte näher eingegangen werden, bei denen bei Gülle Besonderheiten zu beachten sind. In der Einleitung wurde schon festgestellt, daß besonders für die Druck- und Durchflußmengenmessung bei Gülle die für Wasser üblichen Meßgeräte ungeeignet sind. Die in der Gülle enthaltenen Feststoffe verstopfen nach kurzer Zeit alle kleineren Öffnungen und bleiben an Einbauten im Meßgerät hängen oder blockieren Kammerzählwerke. Für die Druckmessung wurden Versuche mit piezoelektrischen Meßfühlern unternommen und die Meßwerte mit einem technischen Schnellschreiber nach entsprechender Ver-

stärkung aufgezeichnet. Dieses trägeheitslos arbeitende Meßverfahren ist für die Druckmessung in Gülle ohne Einschränkung geeignet, es ist nur etwas aufwendig.

Für diese Versuche, bei denen Druckschwankungen nur in niedrigen Frequenzen zu erwarten sind, würden die träger arbeitenden Röhrenfedermeßelemente vollkommen ausreichen. Deshalb wurden auch Manometer und Druckschreiber mit Röhrenfedermeßelementen eingesetzt. Um schnelle Verstärkungen zu vermeiden, wurde zunächst mit mäßigem Erfolg mit Wasservorlagen gearbeitet. Daraufhin wurden die Röhrenfedermeßelemente mit Kupferrohren und Druckmittlern mit Stahlmembran versehen, dieses geschlossene System mit Glycerin oder Bremsflüssigkeit gefüllt und kalibriert. Die Gülle kommt nun nur noch mit der Stahlmembran in Berührung. Mit diesem System wurden gute Erfolge erzielt.

Der Druckmittler ist an eine Druckmeßstelle, bestehend aus  $1\frac{1}{2}$ -Rohr, Muffenschieber und zum Druckmittler passendem Flansch, angeschlossen. Das Schreibwerk der verwendeten Druckschreiber wird entweder durch ein Uhrwerk oder durch einen Synchronmotor angetrieben. Der erreichte Pappiervorschub betrug mit dem Uhrwerk 80 mm/h und mit dem Synchronmotor 1 200 mm/h. Für die Durchflußmengenmessung sind alle Versuche mit Meßblenden, Voltmanzzählern und Schwimmermengenmessern fehlgeschlagen. Als einzige greifbare Möglichkeit blieb nur der Einsatz von induktiven Durchflußmengenmessern. Bei diesen Durchflußmengenmessern befinden sich im Meßrohr keine Einbauten. Die Elektroden, die die im strömenden Leiter (Gülle) durch ein starkes Magnetfeld induzierten schwachen Spannungen abtasten, sind isoliert in die Rohrwandung eingelassen. An das Medium wird nur die Bedingung gestellt, daß eine geringe Leitfähigkeit vorliegt, die bei Gülle immer gegeben ist. Die von den Elektroden abgetastete, der Strömungsgeschwindigkeit proportionale Spannung wird in einem Verstärker in ein Standardausgangssignal umgewandelt (als Standardausgang wurde ein eingepprägter Gleichstrom von 0 bis 5 mA entsprechend dem jeweiligen Meßbereich von 0 bis 100 % genutzt). An diesen Standardausgang wird bei der Ermittlung von Pumpenkennlinien ein Motorkompensator mit Einfachlinienbandschreiber angeschlossen und der jeweilige Durchfluß in  $m^3/h$  aufgezeichnet. Bei Dauerversuchen kann ein Integrator angeschlossen werden, der über ein Zählwerk den Durchfluß summiert und die bis zu jedem gewünschten Zeitpunkt durchgeflossene Menge digital anzeigt. Diese Durchflußmesser, benutzt wurden Typen aus der UdSSR, der BRD und der SRR, arbeiten sehr genau und zuverlässig. Sie sind aber relativ teuer und aufwendig und verlangen viel Feingefühl bei der Installation und Schaltung. Auftretende Störungen werden nie durch das Medium Gülle verursacht, sondern sind durch die komplizierte Elektronik bedingt, die oftmals den recht rauen Bedingungen mit häufigem Auf- und Abbau und langen Transportwegen nicht gewachsen ist.

Die induktiven Durchflußmesser sind, wie an einem Beispiel noch gezeigt wird, bedingt auch für die Durchflußmessung an Kolbenpumpen geeignet. Für die Durchflußmessung bei Gülle wären sicher auch Meßgeräte einsetzbar, die als Meßprinzip den Doppler-

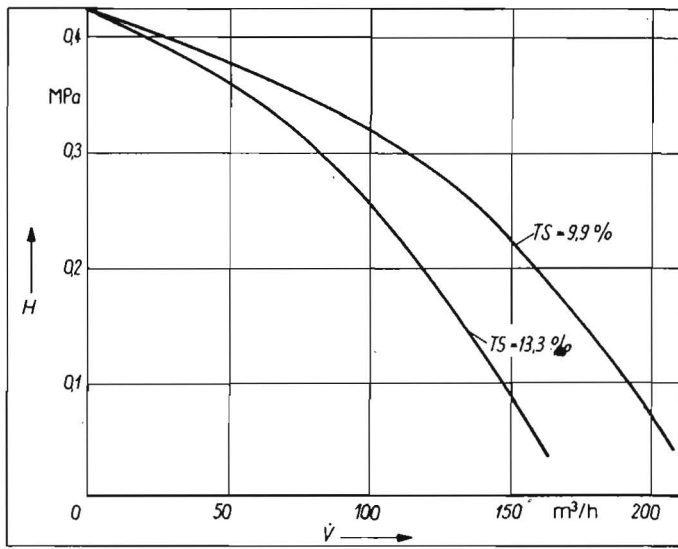


Bild 2. Einfluß des TS-Gehalts von Schweinegülle auf die Förderkennlinie einer vertikalen Güllekreislaspumpe

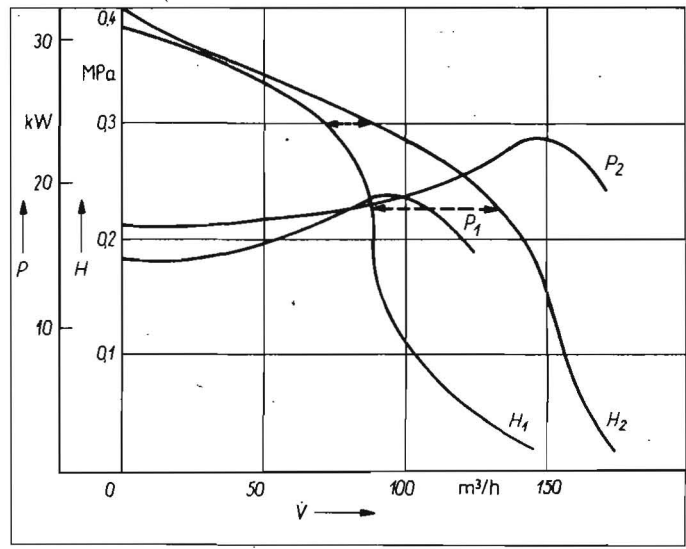


Bild 3. Einfluß einer Zusatzbaugruppe auf die Förderkennlinien und Leistungskennlinien bei hohem TS-Gehalt (Schweinegülle mit einem TS-Gehalt von 16,3 %);  
H<sub>1</sub>, P<sub>1</sub> Kennlinien ohne Zusatzbaugruppe  
H<sub>2</sub>, P<sub>2</sub> Kennlinien mit Zusatzbaugruppe

effekt bei der Durchstrahlung mit Ultraschall nutzen, denn die Gülle enthält genügend Feststoffe, an denen eine ausreichende Reflexion des Ultraschalls zu erwarten ist. Derartige Meßgeräte sind aber z. Z. in der DDR noch nicht erhältlich. Die Leistungsaufnahme des Antriebmotors der Pumpe wird mit einem Leistungsschreiber vom Typ Wattreg aus der ČSSR aufgezeichnet. Mit Hilfe des aus der Motorkennlinie bekannten Wirkungsgrades kann man auf die Kupplungsleistung der Pumpe zurückrechnen.

#### Ermittlung von Kennwerten bei Güllepumpen im praktischen Einsatz

Auf die Notwendigkeit der Weiterführung der Pumpenerprobung im Praxisbetrieb im Anschluß an die Erprobung auf dem Prüfstand wurde bereits verwiesen. Ziel dieser

Versuche ist nicht die Aufnahme von Pumpenkennlinien, sondern in erster Linie die Beurteilung des Betriebsverhaltens der Pumpe im Langzeitversuch. Dabei werden im praktischen Versuch durch transportable Meßgeräte die Durchflußmengen (vorwiegend mit Stoppuhr und Behälter), der Energieverbrauch und die TS-Gehalte aufgezeichnet bzw. ermittelt. Darüber hinaus werden langfristige Aufzeichnungen über Laufzeit, funktionelle und technische Störungen geführt, die statistisch verarbeitet werden. Dabei wird in enger Zusammenarbeit mit den Praxisbetrieben, in denen sich die Versuchsmuster der Pumpen zur zeitweiligen Anwendung befinden, die Auswertung des Pumpeneinsatzes vorgenommen. Aus der Analyse der gewonnenen Meßergebnisse und den Einschätzungen der zeitweiligen Betreiber der Versuchsmuster leiten sich die

Vorschläge für den künftigen Einsatz und die Einsatzgrenzen der Pumpen ab.

#### Einige Ergebnisse von Prüfstanduntersuchungen

Im folgenden soll an einigen Beispielen gezeigt werden, welche Ergebnisse mit Hilfe des beschriebenen Prüfstands erzielt werden können. Bild 2 zeigt den Einfluß des TS-Gehalts auf die Förderkennlinie einer vertikalen Güllekreislaspumpe. Die Pumpe wurde unter sonst gleichen Bedingungen eingesetzt, nur wurde bei der verwendeten „Prüfgülle“ der TS-Gehalt von 9,9 auf 13,3 % erhöht. Bei einer Förderhöhe von 0,2 MPa verringerte sich dabei die Fördermenge von 160 auf 120 m³/h. Im Bild 3 ist ein anderer Effekt erkennbar. Die Prüfstandsbedingungen wurden konstant gehalten, d. h. der TS-Gehalt der „Prüfgülle“ betrug in beiden Fällen 16,3 %. Der Index 2 an den Kennlinien deutet an, daß auf die Laufradwelle eine Zusatzbaugruppe zur besseren Förderung zähflüssiger Gülle montiert wurde. Diese Zusatzeinrichtung bringt tatsächlich bei einer Förderhöhe von 0,3 MPa eine um 25 % und bei 0,23 MPa sogar eine um 50 % größere Fördermenge. Dieser Effekt muß, wie die Leistungskennlinien P<sub>1</sub> und P<sub>2</sub> zeigen, natürlich mit einem höheren absoluten Energieaufwand erkauft werden. Der relative Energieaufwand (kWh/m³/h) ist aber geringer.

Die Bilder 4 und 5 zeigen Meßschriebe der Durchflußmengenmesser, die man beim Einsatz einer Doppelschöpfkolbenpumpe mit einer relativ großen Hubzahl bzw. einer hydrostatisch angetriebenen Doppelkolbenpumpe mit relativ geringer Hubzahl erhält. Diese Bilder sollen dokumentieren, daß die verwendeten induktiven Durchflußmengenmesser durchaus geeignet sind, auch bei Kolbenpumpen brauchbare Ergebnisse zu liefern.

Der von den drei genannten Institutionen gemeinsam betriebene Pumpenprüfstand für Güllepumpen wird dazu beitragen, zusammen mit der Pumpenindustrie immer bessere Güllepumpen zu entwickeln, der Praxis brauchbare Kennwerte über angebotene Güllepumpen zu liefern und die Arbeit der

Bild 4. Durchflußmengenschrieb, aufgenommen mit induktivem Durchflußmengenmesser bei einer Doppelschöpfkolbenpumpe mit einer Hubzahl von 44 min<sup>-1</sup>

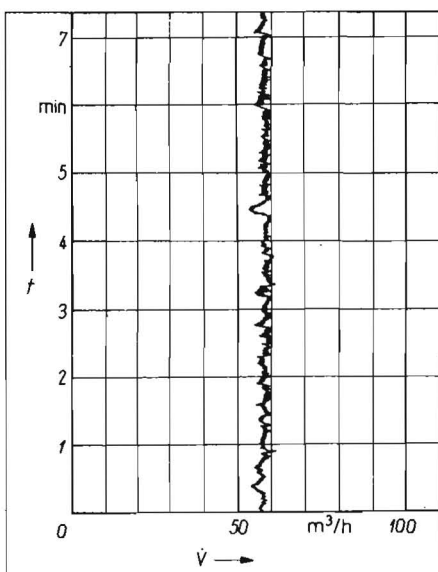
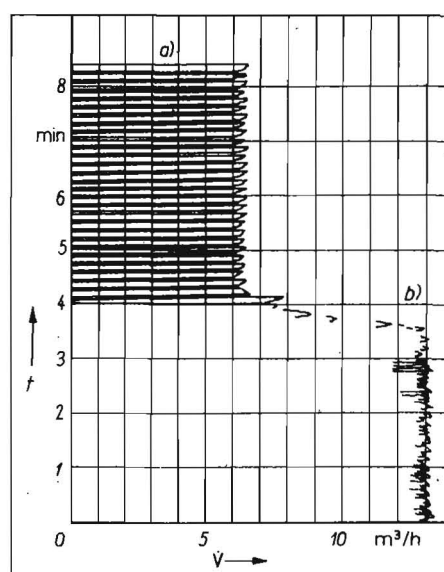


Bild 5. Durchflußmengenschrieb, aufgenommen mit induktivem Durchflußmengenmesser bei einer hydrostatisch angetriebenen Doppelkolbenpumpe;  
a) mit einer Hubzahl von 6,69 min<sup>-1</sup>  
b) mit einer Hubzahl von 12,6 min<sup>-1</sup>



Fortsetzung auf Seite 493

# Abtrennung von Grobstoffen aus Schweinegülle

Dr.-Ing. W. Reimann, KDT/Ing. B. Hanzsch, Institut für Düngungsforschung Leipzig – Potsdam der AdL der DDR, Bereich Potsdam  
Ing. K.-H. Joch, KDT, VEB Rationalisierungsmittelbau der Pflanzenproduktion Sangerhausen

## Probleme der Grobstoffabtrennung

In Anlagen der Schweineaufzucht und -mast gelangen z. T. durch Unachtsamkeit und Leichtfertigkeit Grobstoffe in die Gülle, die bei der Förderung, Homogenisierung und weiteren mechanischen Aufbereitung zu Havarien an Pumpen und Aggregaten führen. Deshalb wird zur Gewährleistung einer funktions-sicheren und störungsfreien Arbeit der Maschinen und Aggregate in Schweinegülle-aufbereitungsanlagen eine wirkungsvolle, wartungsarme Grobstoffabtrenneinrichtung mit nur geringem Energieaufwand benötigt.

Grobstoffe sind in der Gülle enthaltene grobe Beimengungen unterschiedlichen Materials, wie z. B. Futterreste, Plaste, Holz, Metallteile, Steine, Beton u. a., die bei der Güllaufbereitung und -ausbringung funktionelle Störungen verursachen, wenn sie die in Abhängigkeit von den jeweils eingesetzten Aggregaten zulässige Teilchengröße überschreiten.

Bisher gab es keine hinreichend funktionssichere Grobstoffabtrennanlage für die Schweinegülleaufbereitung. Auch die eingesetzten Aggregate zur Zerkleinerung dieser Grobstoffe erfüllen nicht die gestellten Anforderungen. Sie sind sehr energieaufwendig und erfordern einen hohen Wartungs- und Reinigungsaufwand, da sie durch Grobstoffe aus Plastwerkstoffen, Stein und Metall funktionsuntüchtig bzw. sogar zerstört werden.

In der Literatur [1, 2, 3] werden Aggregate zur Grobstoffabtrennung angeführt, die sich überwiegend auf Anlagen der kommunalen Abwasserbehandlung beziehen. Eine direkte Übertragbarkeit dieser Aggregate auf den Einsatz zur Abtrennung von Grobstoffen aus Schweinegülle ist nicht möglich, da sich die Medien „kommunales Abwasser“ und „Schweinegülle“ in ihrer physikalischen Beschaffenheit wesentlich voneinander unterscheiden.

Der Einsatz der bisher für die Fest-Flüssig-Trennung von Gülle verwendeten mechanischen Trennaggregate Dekanter und Schneckenpresse setzt die Abtrennung von Grobstoffen mit Kantenlängen von mehr als 15 mm bzw. 12 mm voraus, um Havarien an den Maschinen zu vermeiden. Grobstoffe

dieser Größenordnung können beispielsweise nicht mit den in der Abwasserbehandlung verwendeten Aggregaten ausreichend abgeschieden werden, weil diese ebenfalls nicht die Bedingungen erfüllen, die durch den Einsatz mechanischer Trennaggregate an die Qualität und Quantität der abzutrennenden Grobstoffe gestellt werden.

So können beispielsweise mit verschiedenen Rechenbauformen [4], wie Greiferrechen, Bogenrechen, Radialrechen oder Gabelrechen, nur Abstände zwischen den Rechenstäben von minimal 20 mm realisiert werden, da bei geringerem Stababstand die Stabilität der Greifer und die Einhaltung konstanter Stababstände nicht mehr gewährleistet sind. Die diskontinuierlich betriebenen Schlitzkesel und Siebkörbe weisen in der Bedienung und Wartung erhebliche arbeitshygienische Mängel auf. Aufgrund des zeitweilig bis auf etwa 60 kg/m<sup>3</sup> ansteigenden Feststoffgehalts der Gülle erfolgt eine rasche Verstopfung der Schlitz- bzw. Maschen. Bei den ebenfalls diskontinuierlich betriebenen und aus Baumwollgewebe mit etwa 4-cm<sup>2</sup>-Maschen bestehenden Netzcontainern, die die Form eines Schlauches haben, ist eine sichere Abtrennung von Stoffen mit Kantenlängen von etwa 12 mm nicht gewährleistet, da sich die Maschen verziehen und bis zu etwa 40 mm in einer Richtung ausdehnen können. Der für die kommunale Abwasserbehandlung neu entwickelte Schneckenrechen sowie der sog. „Schlammwolf“ sind, bezogen auf die Stababstände der Rechenstäbe bzw. auf die Lochdurchmesser, für die Abtrennung von Stoffen mit den Kantenlängen von etwa 12 mm einsetzbar, jedoch besteht infolge des hohen Anteils faseriger Bestandteile in der Schweinegülle die Gefahr der Verstopfung und ungenügenden Reinigung der Schlitz- und Löcher durch die rotierenden Schnecken.

Die Untersuchungen zur Anwendung verschiedener Rechen- und Siebbauformen haben zu folgenden Erkenntnissen geführt:

– Die in der Schweinegülle enthaltenen langfaserigen Bestandteile führen in erheblichem Maß zu Verstopfungen der eingesetzten Aggregate. Diese Verstopfungen lassen sich nur mit Hilfe mechani-

scher Reinigungsvorrichtungen beseitigen.

– Siebe sind für eine Grobstoffabtrennung aus Schweinegülle ohne den Einsatz wirksamer Elemente zur kontinuierlichen Siebreinigung ungeeignet. Bei der Verwendung von Rechen dürfen keine Querstäbe im Güllestrom vorhanden sein.

## Grobrechen GR 7.12-20

Ausgehend von den o. g. Bedingungen ist ein Aggregat zur Grobstoffabtrennung aus Schweinegülle entwickelt worden, das vom VEB Rationalisierungsmittelbau der Pflanzenproduktion Sangerhausen produziert wird [5]. Mit dem Grobrechen GR 7.12-20 (Bilder 1 und 2) sollen folgende Parameter erreicht werden:

– Abtrennung von Grobstoffen mit einer Kantenlänge von etwa 12 mm aus Gülle von Anlagen der Schweinefütterung und -mast mit einem maximalen Feststoffgehalt von 60 kg/m<sup>3</sup>  
– Durchsatz der Schweinegülle bis zu 100 m<sup>3</sup>/h.

### Technische Daten

Der Grobrechen GR 7.12-20 hat folgende technische Daten:

Nennmotorleistung	P	= 0,25 kW
Drehzahl	n	= 31,5 min <sup>-1</sup>
Spannung	U	= 380/660 V
Gesamtmasse	m	= 340 kg
Stoffeinlauf	NW	= 140 mm
Stoffauslauf	NW	= 250 mm
Durchsatz	$\dot{V}$	= 100 m <sup>3</sup> /h
max. Trockensubstanzgehalt	TS	= 60 kg/m <sup>3</sup> .

### Wirkprinzip

Die Gülle gelangt über den Einlauftrichter auf den Spaltenboden. Im Einlauftrichter verteilt sich der Güllestrom über die gesamte Trichterbreite. Somit wird die vorhandene Fläche des Spaltenbodens gut ausgenutzt. Die Gülle fließt durch den Spaltenboden. Hierbei bleiben auf dem Spaltenboden solche Teile liegen, bei denen die Kantenlängen 12 mm überschreiten.

Die gereinigte Gülle fließt über die Öffnung im Boden ab. Die Grobstoffe, die auf dem Spaltenboden liegen bleiben, werden vom Rechen erfaßt, zum vorderen Spaltenbodenrand transportiert und dort ausgeworfen. Der Rechen kämmt ständig durch den Spaltenboden. Das Umlaufkontrollgerät an der Rechenwelle überwacht die Funktion des Rechens. Beim Stillstand des Rechens gibt das Umlaufkontrollgerät Kontakt, mit dem Signaleinrichtungen oder Schalter gesteuert werden können.

### Ergebnisse

Untersuchungen haben ergeben, daß bis zu 97 % der in der Gülle enthaltenen Grobstoffe abgetrennt werden. Der Abscheidegrad verringert sich, wenn überwiegend längliche Teile, die nur in einer Ausdehnung eine Kantenlänge von 12 mm aufweisen, wie z. B. eine 12 mm dicke Schraube, in der Gülle enthalten sind. Der erreichbare Abscheidegrad

Fortsetzung von Seite 492

Projektanten durch Bereitstellung vielfältiger Kennwerte zu erleichtern.

## Zusammenfassung

Ausgehend von der Problematik der Ermittlung von Kennwerten speziell für Güllerpumpen wird der Aufbau eines Pumpenprüfstands für die Ermittlung der hydraulischen Kennwerte von Güllerpumpen beschrieben. Der Prüfstand ist sowohl zur Neu- und Weiterentwicklung von Güllerpumpen zusammen-

mit der Pumpenindustrie, zur landwirtschaftlichen Eignungsprüfung durch die Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim als auch zur Ermittlung der Kennwerte von Güllerpumpen für die Projektierung einsetzbar. Es wird darauf verwiesen, daß die Prüfstandversuche unabdingbar durch Versuche in der Praxis ergänzt werden müssen. Einer Betrachtung von für Gülle geeigneten Meßgeräten folgen einige Beispiele mit Ergebnissen, die bei der Untersuchung von Kreis- und Kolbenpumpen bei der Güllförderung erzielt wurden.

A 3979