

Vergleichsprüfung Hochdruck-Gülepumpen

D. Nosal

Die relativ billigen Zentrifugalpumpen eignen sich vor allem für sehr hohe Förderleistungen bei niedrigem Druck. Die Schneckenpumpen mit Anschaffungspreisen von Fr. 4100.— bis 6000.— zeichnen sich im allgemeinen durch hohe Förderleistungen in einem grossen Druckbereich aus. Die teureren Kolbenpumpen fördern nahezu im ganzen Druckbereich konstante Mengen und weisen einen relativ geringen Leistungsbedarf auf. Wie die folgende Vergleichsprüfung zeigt, bestehen von Fabrikat zu Fabrikat allerdings grosse Unterschiede.

Die topographische Lage der schweizerischen Landwirtschaftsbetriebe erlaubt es nicht jedem Bauern, die Gülle mit dem Fass auszubringen. Viele Betriebe sind gezwungen oder ziehen es vor, Leitungen über grosse Distanzen und Höhendifferenzen für die Verschlauchung zu verlegen.

Ein Vergleich verschiedener Pumpenfabrikate aufgrund von Prospektangaben ist schwierig, da die Messwerte meist unter verschiedenen Bedingungen ermittelt und angegeben werden. Dasselbe Problem stellt sich bei der Gegenüberstellung von Berichten verschiedener ausländischer Prüfanstalten. Deshalb haben wir im Sommer 1980 eine Vergleichsprüfung von Kolben-, Schnecken- und Zentrifugalpumpen durchgeführt, die in der Schweiz verkauft werden.

Diese Vergleichsprüfung soll dem Berater und Landwirt Unterlagen liefern, die einen objektiven Vergleich ermöglichen und mit-helfen, für bestimmte betriebliche Verhältnisse einen geeigneten Typ auszuwählen.

Für die Vergleichsprüfung meldeten neun Firmen insgesamt 27 Pumpen an. Die mei-

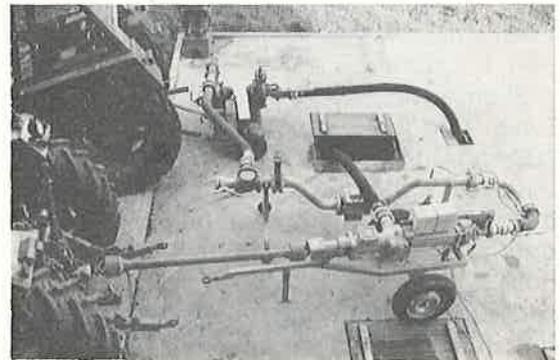


Abb. 1: Eine Schneckenpumpe auf dem Prüfstand. Die Zentrifugalpumpe im Hintergrund erzeugt den gewünschten Gegendruck.

sten Firmen bieten eine grosse Anzahl von Pumpen der gleichen Bauart an. Aus Zeitgründen mussten wir die zur Prüfung gemeldeten Pumpen auf vier pro Anmelder begrenzen. Die Zwillingenzentrifugalpumpe der Firma Schweizer wird im Sommer nachgeprüft, und die Resultate werden zu gegebener Zeit veröffentlicht.

Untersuchungsprogramm

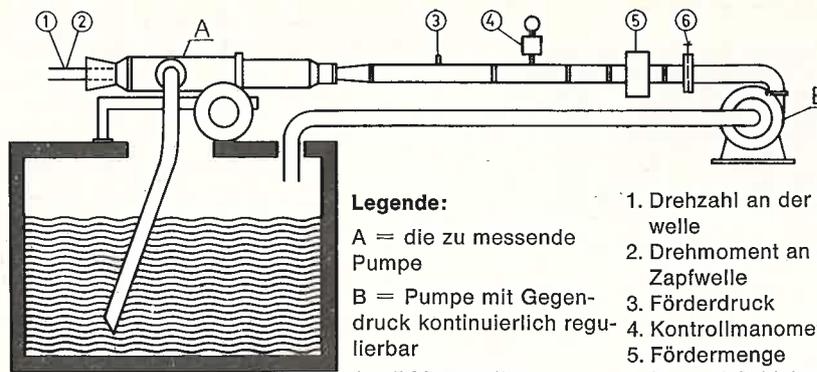
In unserer Untersuchung wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Erfassung technischer Daten (Hauptabmessungen, Anschlusswerte usw.),
- technische Messungen zur Ermittlung
 - der Fördermenge,
 - des Förderdrucks,
 - des Leistungsbedarfs,

bei den Drehzahlen an der Zapfwelle von 540, 440 und 340 U/min.,

- Beurteilung der Handhabung und der Betriebssicherheit,
- Berechnung der Kennwerte.

Abb. 2:
Messeinrichtung für die
Messung von Leistungs-
bedarf, Förderdruck und
Fördermenge.



Legende:

A = die zu messende
Pumpe

B = Pumpe mit Gegen-
druck kontinuierlich regu-
lierbar

1 - 5 Messstellen

1. Drehzahl an der Zapf-
welle

2. Drehmoment an der
Zapfwelle

3. Förderdruck

4. Kontrollmanometer

5. Fördermenge

6. Drossel-Schieber

Versuchsablauf

Das Hauptgewicht im Versuchsablauf wurde darauf gelegt, dass es der Prüfstand und die Prüfmethode uns ermöglichen, alle Kolben-, Schnecken- und Zentrifugalpumpen unter gleichen, praxismgerechten Bedingungen zu prüfen. Die Anmelder hatten ihre Kolben- und Schneckenpumpen an der Saug- und Druckseite einheitlich mit einer 100-mm-Schnellkupplung ausgerüstet, damit alle Fabrikate die gleiche Ausgangslage aufwiesen. Bei den Zentrifugalpumpen wurden an der Saugseite die gelieferten Original-Saugröhren verwendet.

Als Prüfmedien haben wir Wasser und Gülle mit 4,5% Trockensubstanzgehalt (TS) verwendet. Die Prüfung mit Wasser erlaubte den Vergleich unserer Resultate mit denjenigen der Firmen und der ausländischen Institute. Die Gülle wurde zusätzlich im Hinblick auf den praktischen Einsatz der Pumpen mit berücksichtigt.

Der Anschluss der Pumpen an die Messeinrichtung geht aus Abb. 1 hervor. Schematisch ist die Prüfanlage mit den Messstellen in Abb. 2 dargestellt. Die Messung begann beim niedrigsten Förderdruck. Durch das kontinuierliche Zudrehen des Schiebers (Abb. 2, Punkt 6) oder das Regulieren der gegen den Strom arbeitenden Pumpe (Abb. 2B) wurde in der Leitung ein Gegendruck erzielt.

Interpretation der Ergebnisse

Aus den gemessenen Werten wurden der Wirkungsgrad berechnet (Fördermenge x Förderhöhe x spezifisches Gewicht: 102 x Leistungsaufnahme) und die Kennlinie (Abb. 3) ermittelt. Der Vergleich und die Beurteilung der gemessenen Resultate können anhand der Tabelle 1 oder der Testblätter erfolgen. Aus Platzgründen sind in der Tabelle 1 nur einige Werte eingetragen, die mit Gülle von 4,5% TS und bei der

Drehzahl 540 U/min gemessen wurden. Wollen wir für die Auswahl einer Pumpe die Prüfergebnisse (Tabelle 1) benutzen, so sind bei den Förderhöhen von 20, 30, 40, 80, 120 und 160 m die Fördermengen den Kolonnen 9-14, der Leistungsbedarf den Kolonnen 15-20 zu entnehmen. Vollständige Resultate mit den Kennlinien sind in den Testblättern enthalten, die für jede Pumpe einzeln angefertigt wurden.

Eine Veränderung der Saughöhe kann auf die gemessenen Werte einen Einfluss haben. Deshalb haben wir die Saughöhe der Anlage konstant gehalten.

Von der technischen Seite her gesehen sind die Fördermenge Q, die manometrische Förderhöhe H, die Leistungsaufnahme N und der manometrische Wirkungsgrad η mano die entscheidenden Faktoren für die Beurteilung einer Pumpe. In einem Vergleich sollen alle diese Faktoren berücksichtigt werden, und die Beurteilung nach nur einem Faktor ist möglichst zu vermeiden.

Oft werden in der Praxis die Pumpen mit Drehzahlen unter 540 U/min oder mit schwächeren Traktoren betrieben. Um auch für solche Situationen Informationen liefern zu können, haben wir die Messungen bei den drei Drehzahlen von 540, 440 und 340 U/min durchgeführt. Die Pumpe Nr. 16 (Fabrikat Bauer) wurde bei den Drehzahlen von 1000, 900, 700 und 540 U/min gemessen.

Eine Reduktion der Drehzahl hat immer eine Reduktion der Fördermenge und des Leistungsbedarfes zur Folge. Hingegen sind die Unterschiede zwischen Wasser und Gülle nicht einheitlich. Der Einfluss des Prüfmediums auf die Fördermenge, den Leistungsbedarf und den Wirkungsgrad bei den einzelnen Pumpen-Bauarten ist der Tabelle 2 zu entnehmen.

Bei der Anwendung der Prüfergebnisse für die Wahl einer Pumpe muss man auch die Rei-

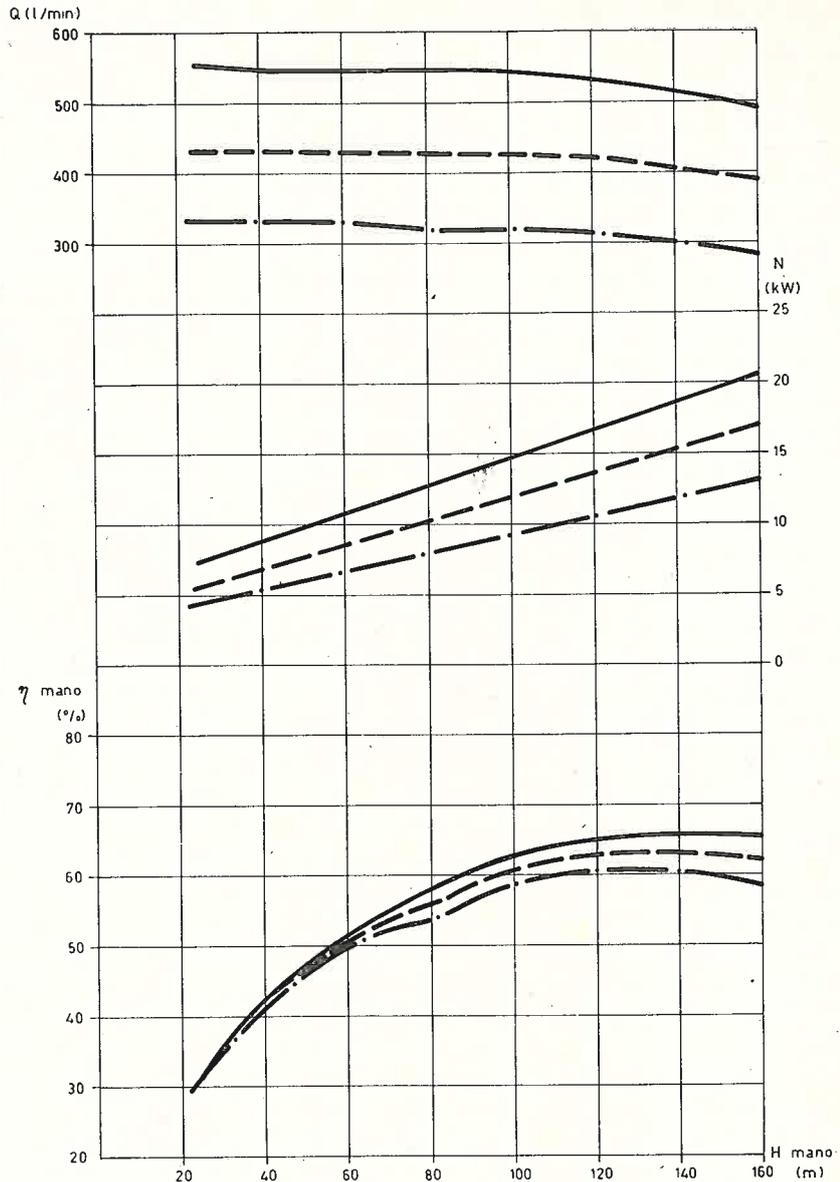
Abb. 3:
Kennlinien einer
Schneckenpumpe mit
Prüfmedium Gülle:

H_{mano} = manometrische
Förderhöhe
Q = Fördermenge
N = Leistungsaufnahme
 η_{mano} = manometrischer
Wirkungsgrad

— Bei Drehzahl von 540 U/min

- - - Bei Drehzahl von 440 U/min

- · - · - Bei Drehzahl von 340 U/min



bungsverluste der vorgesehenen Anlage berücksichtigen. Neben der Güllekonsistenz betrifft das vor allem die Fördermenge, die Höhendifferenz, den Leitungsquerschnitt und die Leitungslänge.

Beurteilung nach nichtmessbaren Kriterien

Auch wenn nur die Beurteilung nach gemessenen Resultaten als objektiv bezeichnet werden kann, sind trotzdem die nicht-

Tabelle 2: Einfluss des Prüfmediums auf die Fördermenge, den Leistungsbedarf und den Wirkungsgrad (Wasser = 100%)

Pumpen-Bauart	Fördermenge	Leistungsbedarf	Wirkungsgrad
Zentrifugal	bei Gülle bis zu 16% kleiner	bei Gülle etwas kleiner, die Pumpe Nr. 24 bis zu 33% weniger	bei Gülle kleiner oder grösser
Kolben	bei Gülle bis zu 20% kleiner	bei Gülle etwas kleiner, Pumpen Nr. 21 und Nr. 15 etwas höher	bei Gülle kleiner oder grösser
Schnecke	bei Gülle fördern einige Pumpen gleich viel, einige etwas weniger und einige bis 14% mehr	Bei Gülle kleine Unterschiede nach oben und unten	bei Gülle kleiner oder grösser

messbaren Beurteilungskriterien nicht zu unterschätzen.

Beurteilung der Betriebssicherheit

Für die Beurteilung der Betriebssicherheit der geprüften Pumpen wurde der Experte von der Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft zugezogen. Der Experte beanstandete bei den Pumpen Nr. 1 und 3 (Fabrikat Aecherli), Nr. 4 (Fabrikat Lanz) und Nr. 2 (Fabrikat Hochdorf) einen fehlenden Unfallschutz zwischen Rahmen und abgekröpfter Kurbelwelle. Weiter verlangte der Experte das Anbringen eines Zapfwellenschutzschildes bei den Pumpen Nr. 21 (Fabrikat Lanz) und Nr. 22 (Fabrikat Hochdorf). Das Schreiben des Experten an die betroffenen Firmen wurde bis zum gegebenen Zeitpunkt nicht beantwortet.

Nach der Konsultation mit dem Schweiz. Verein für Druckbehälterüberwachung und der geltenden Vorschriften sind die Saug- und Druckkessel bei den Kolbenpumpen für die vorkommenden Druckverhältnisse nicht bewilligungspflichtig.

Handhabung und Material

Ihres Gewichtes wegen beanspruchen die vier fahrbaren Kolbenpumpen viel Kraft für die Versetzung. Bei der Pumpe Nr. 4 (Fabrikat Lanz) wäre es wünschbar, anstatt der Eisenräder gummibereitete Räder anzubringen.

Bei den Zentrifugalpumpen, die nicht selbstansaugend sind (Pumpen Nr. 19, 20, 21, 22, 23, 24), ist es sehr wichtig, dass die Oberfläche der Einfüllöffnung und des Dekkels sehr gut verarbeitet (Abb. 4) und die Abdichtung fest im Schlitz verlegt ist, damit sie nicht herausgedrückt werden kann (Abb. 5). Schon ein ganz kleiner Lufteinlass lässt die Fördermenge auf Null absinken. Andererseits führt eine schlechte Abdichtung dazu, dass die Dichtung schon bei einem Druck von 3 bar herausgedrückt wird. Bei allen Zentrifugalpumpen wäre es wünschenswert, die Stellung auszuzeichnen, in welcher das Saugrohr offen und in welcher es geschlossen ist. Die Schneckenpumpen sind leicht zu versetzen und weisen gute Möglichkeiten der Befestigung und der Stabilität während der Arbeitsstellung auf. Die Pumpen mit Hartgummi-Bereifung zeigen weniger Vibrationen, und es besteht damit weniger die Gefahr, dass sich die Schnellkupplung löst. Die erste Messung der Pumpe Nr. 9 (Fabrikat CMO) musste unterbrochen werden, weil die Stopfbüchsen undicht waren und somit Luft in das Messsystem eindringen konnte. Nach der Aus-

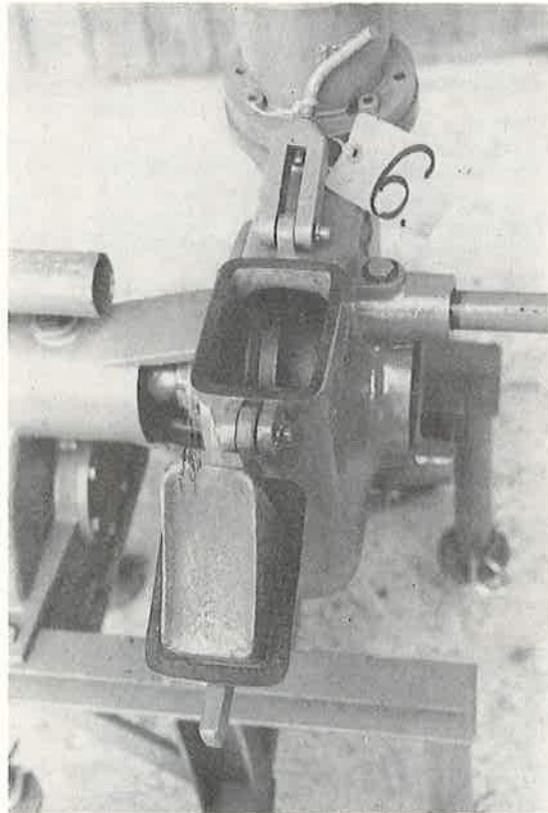


Abb. 4: Das Einsaugen oder das Ausdrücken der Dichtung wird durch gutes Verlegen und Ankleben verhindert.

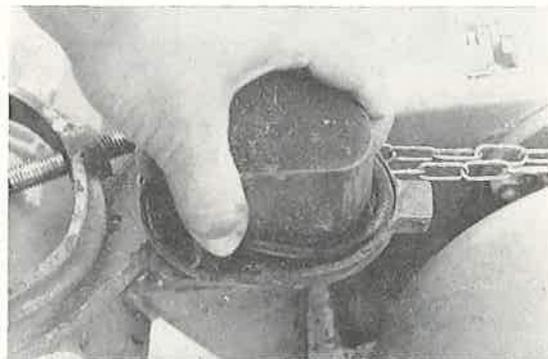


Abb. 5: Eine schlechte Anbringung der Dichtung führt zu Lufteinlass oder zum Ausdrücken der Dichtung.

wechslung der Stopfbüchsen konnte die Messung wiederholt und abgeschlossen werden.

Schluss

Die Kolben-, Schnecken- und Zentrifugalpumpen finden ihre Verwendung in Milchvieh-, Rindermast-, Schweinemast-, Gemüse- und Ackerbaubetrieben zum Ausbringen von Wasser, Klärschlamm und Gülle. Neben dem Einsatz für Beregnungs- und Verschlauchungsanlagen werden die Zentrifugal- und Schneckenpumpen auch auf

Pumpfässern mit Weitwurfdüsen aufgebaut. Bei der Wahl einer Pumpe sind ausser der Fördermenge, dem Förderdruck, der Leistungsaufnahme, dem Wirkungsgrad, der Handhabung, der Betriebssicherheit, dem Preis usw. noch betriebsspezifische Faktoren zu berücksichtigen. Ob die Pumpe fahrbar oder stationär sein und mit Elektromotoren oder Traktor angetrieben werden soll, muss jeder Käufer selbst entscheiden. Vor allem ist auf die Antriebsart zu achten, da die technischen Leistungen der Pumpe nur dann erreicht werden können, wenn der notwendige Anschlusswert für den Elektromotor oder die Leistung des Traktors ausreichen.

Technische Einzelheiten sind in den für jede Pumpe angefertigten Testblättern enthalten. Interessenten können die einzelnen Testblätter bei der FAT, 8355 Tänikon, beziehen.

Allfällige Anfragen über das oben behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind nicht an die FAT bzw. deren Mitarbeiter, sondern an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten.

ZH	Schwarzer Otto, 052 - 25 31 21, 8408 Wülflingen
BE	Mumenthaler Rudolf, 033 - 57 11 16, 3752 Wimmis
	Marti Fritz, 031 - 57 31 41, 3052 Zollikofen
	Herrenschwand Willy, 032 - 83 32 32, 3232 Ins
	Marthaler Hansueli, 035 - 2 42 66, 3552 Bärau
	Hofmann Hans Ueli, landw. Schule Waldhof,
	063 - 22 30 33, 4900 Langenthal
LU	Rüttimann Xaver, 045 - 81 18 33, 6130 Willisau
	Widmer Rorbert, 041 - 88 20 22, 6276 Hohenrain
UR	Zurfluh Hans, 044 - 2 15 36, 6468 Attinghausen
SZ	Fuchs Albin, 055 - 48 33 45, 8808 Pfäffikon
OW	Müller Erwin, 041 - 68 16 16, 6074 Giswil
NW	Muri Josef, 041 - 83 11 22, 6370 Stans
ZG	Müller Alfons, landw. Schule Schluechthof,
	042 - 36 46 46, 6330 Cham
FR	Krebs Hans, 037 - 82 11 61, 1725 Grangeneuve
BL	Langel Fritz, Feldhof, 061 - 83 28 88, 4302 Augst
	Speiser Rudolf, Aeschbrunnhof, 061 - 99 05 10,
	4461 Anwil
SH	Hauser Peter, Kant. landw. Schule
	Charlottenfels, 053 - 2 33 21, 8212 Neuhausen a.Rhf.
AR	Ernst Alfred, 071 - 33 26 33, 9053 Teufen
SG	Haltiner Ulrich, 085 - 7 58 88, 9465 Salez
	Pfister Th., 071 - 83 16 70, 9230 Flawil
	Steiner Gallus, 071 - 83 16 70, 9230 Flawil
GR	Stoffel Werner, 081 - 81 17 39, 7430 Thusis
AG	Müri Paul, landw. Schule Liebegg, 064 - 31 52 52
	5722 Gränichen
TG	Monhart Viktor, 072 - 64 22 44, 8268 Arenenberg
TI	Müller A., 092 - 24 35 53, 6501 Bellinzona

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

Nachdruck der ungekürzten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

Die «Blätter für Landtechnik» erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 27.—, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520. In beschränkter Anzahl können ferner Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.
