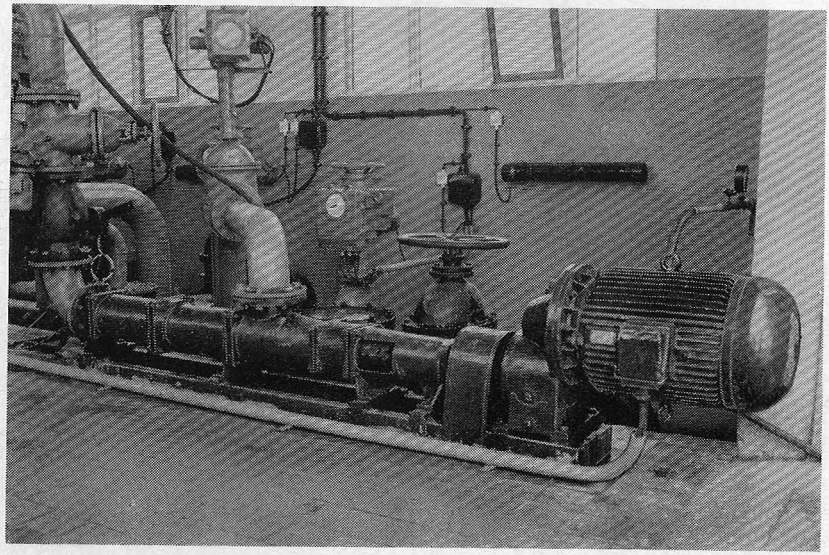
Deutsche Demokratische Republik
Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft
ZENTRALE PRÜFSTELLE FÜR LANDTECHNIK POTSDAM-BORNIM

Prüfbericht Nr. 752

Rollenschneckenpumpe CsN 600-D-ö
Fémmechanika KSZ, Budapest · VR Ungarn



Rollenschneckenpumpe CsN 600-D-ö

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Rietdorf

L.Zbl. Nr. 13820
6130 b
Gr.-Nr. 4 c

DK-Nr. 631.333.92.001.4

Potsdam-Bornim 1976

1. Beschreibung

Die Rollenschneckenpumpe CsN 600-D-ö (VR Ungarn), Betrieb Fémmechanika KSZ, Budapest, dient zum Fördern von Gülle aus Sammelbehältern über größere Rohrleitungsstrecken in Verregnungssysteme oder andere Lagerbehälter.

Die Rollenschneckenpumpe besteht aus den Hauptbaugruppen Getriebemotor und Pumpe. Beide Baugruppen sind axial nebeneinander auf einem gemeinsamen Grundrahmen angeordnet und durch eine elastische Bolzenkupplung miteinander verbunden.

Die Rollenschneckenpumpe gehört zur Gruppe der Umlaufkolbenpumpen und stellt eine einwellige Drehkolbenpumpe (Einspindelpumpe) dar, die einen pulsationsfreien Förderstrom liefert. Die Pumpe setzt sich aus den Baugruppen Stator und Rotor, Ansaug- und Druckstutzen und Stopfbuchse zusammen. Der Stator besteht aus einem zweiteiligen Statorgehäuse und aus zwei Gummistatoren. Der Rotor (Spindel) ist über eine Gelenkwelle direkt mit der Antriebswelle verbunden. Der Druckstutzen ist axial und der Ansaugstutzen ist radial angeordnet. Die Stopfbuchse mit einer Packung aus Graphitschnur dient als Wellenabdichtung und befindet sich auf der Saugseite.

Die Pumpe arbeitet nach dem Verdrängungsprinzip. Nach einmaligem Anfüllen saugt die Pumpe selbsttätig an und erreicht einen Förderdruck von ca. 10 kp/cm^2. Die Pumpe ist gegen Trockenlauf nicht abgesichert.

Die Rollenschneckenpumpe CsN 600-D-ö gehört in das Maschinensystem Güllewirtschaft. Der Pumpe vorgeordnet sind Lagerbehälter, nachgeordnet sind Rohrleitungen zu Verregnungssystemen oder zu weiteren in größerer Entfernung liegenden Lagerbehältern.

Technische Daten:

Länge	l	3200 mm
Grundrahmenlänge	l_{gr}	2470 mm
Breite	b	483 mm
Höhe	h	740 mm
Masse	m	660 kg
Pumpentyp		CsN 600-D-ö
Nennförderstrom	$\dot{V}$	60 m^3/h
Nennförderhöhe	H_{man}	100 mWS
maximale Saughöhe	H_{smax}	8,15 m
empfohlene Saughöhe	H_s	2,50 m
Saugstutzen	NW	150
Druckstutzen	NW	150
Motortyp		VZP 200 L 4
Nenndrehzahl	n	1480 U/min
Motorleistung	P_{mot}	30 kW
Spannung	U	380 V
Stromstärke	I	60 A
cos φ		0,85
Getriebetyp		EH — 2
Getriebeleistung	P_{Getr}	30 kW
Eingangsdrehzahl	n	1480 U/min
Ausgangsdrehzahl	n_{max}	600 U/min
Ölmenge		3 l
Richtpreis	M	10 800,—

2. Prüfungsergebnisse

2.1. Funktionsprüfung

Die Ergebnisse der Funktionsmessungen sind in den Pumpenkennlinien, Bild 1 bis 3, und in Tafel 1 dargestellt. Die Kennlinien beziehen sich auf Rindergülle bei unterschiedlichen Laufzeiten (1, 352 und 623 h) und geben die Abhängigkeit des Förderstromes ($\dot{V}$), der Kupplungsleistung (P_K), des Gesamtwirkungsgrades ($\eta_{ges.}$) und des spezifischen Energieverbrauches (WS) von der manometrischen Förderhöhe (H_{man}) wieder.

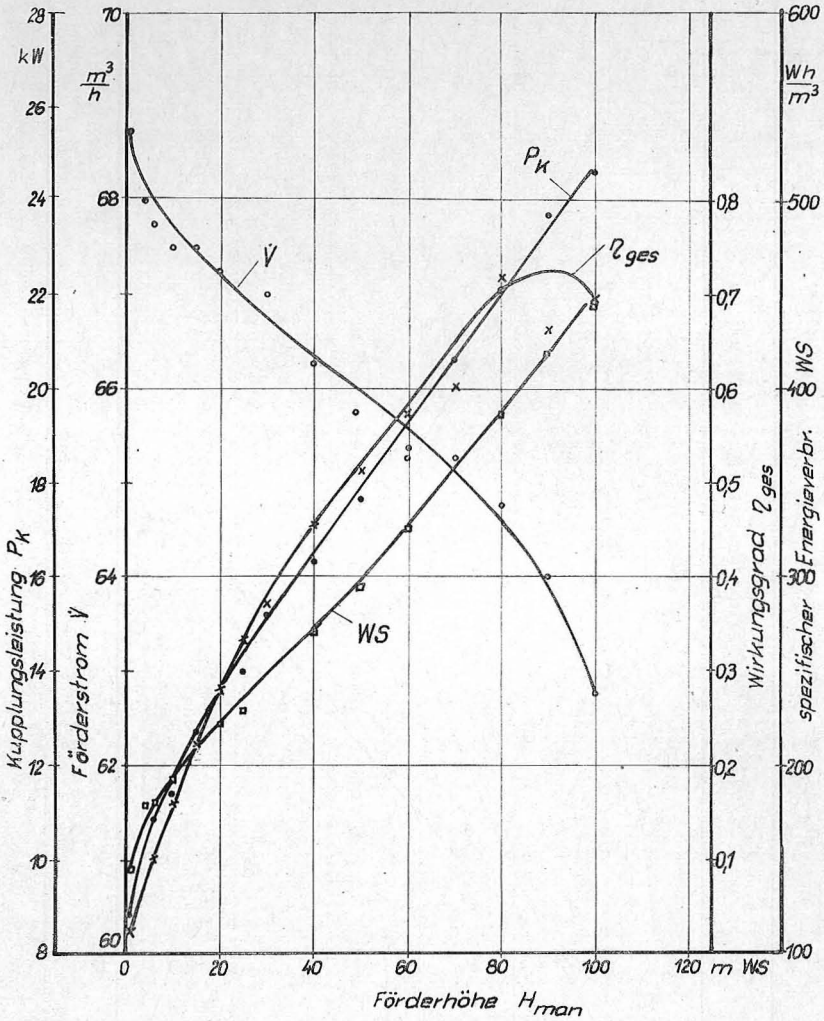


Bild 1 : Pumpenkennlinie der CSN 600-0-Ö
nach 1 Betriebsstunde
Fördermedium : Rindergülle

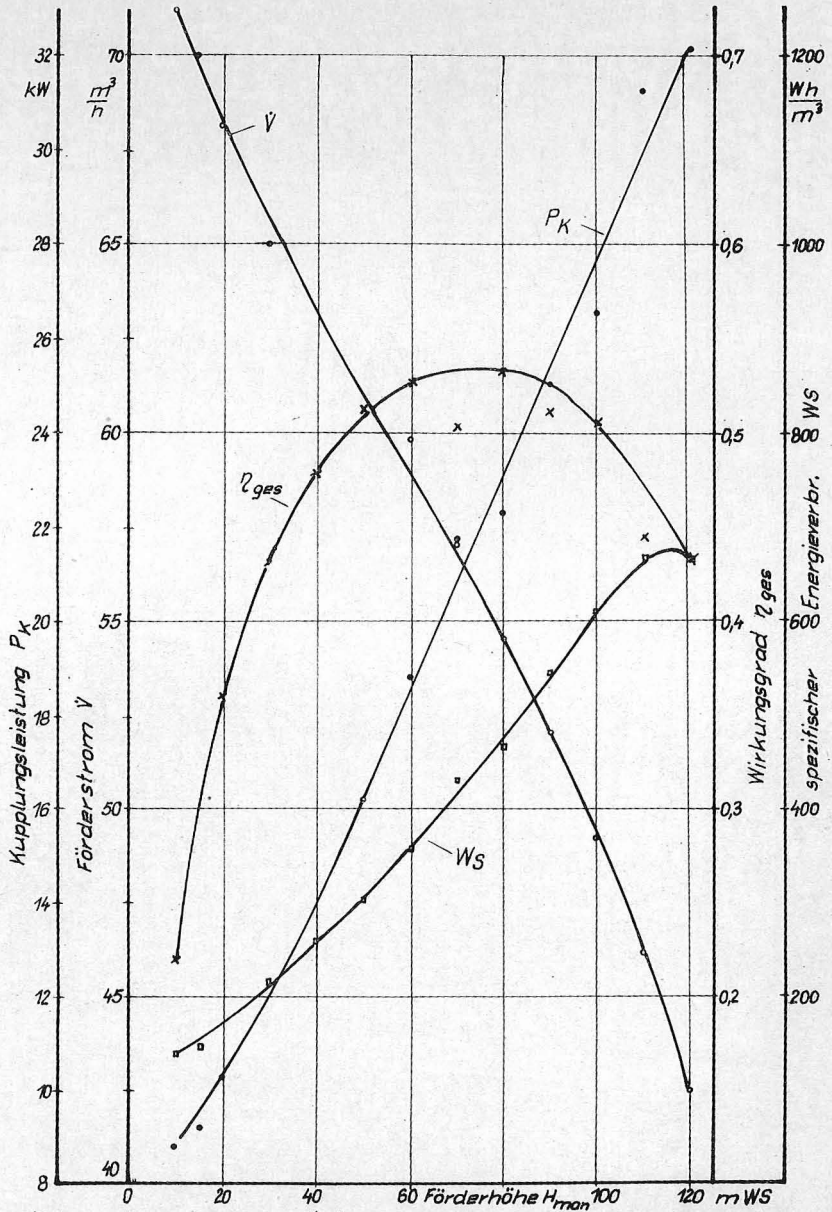


Bild 2 : Pumpenkennlinie nach 352 Bh; Förderm.: Rindergülle

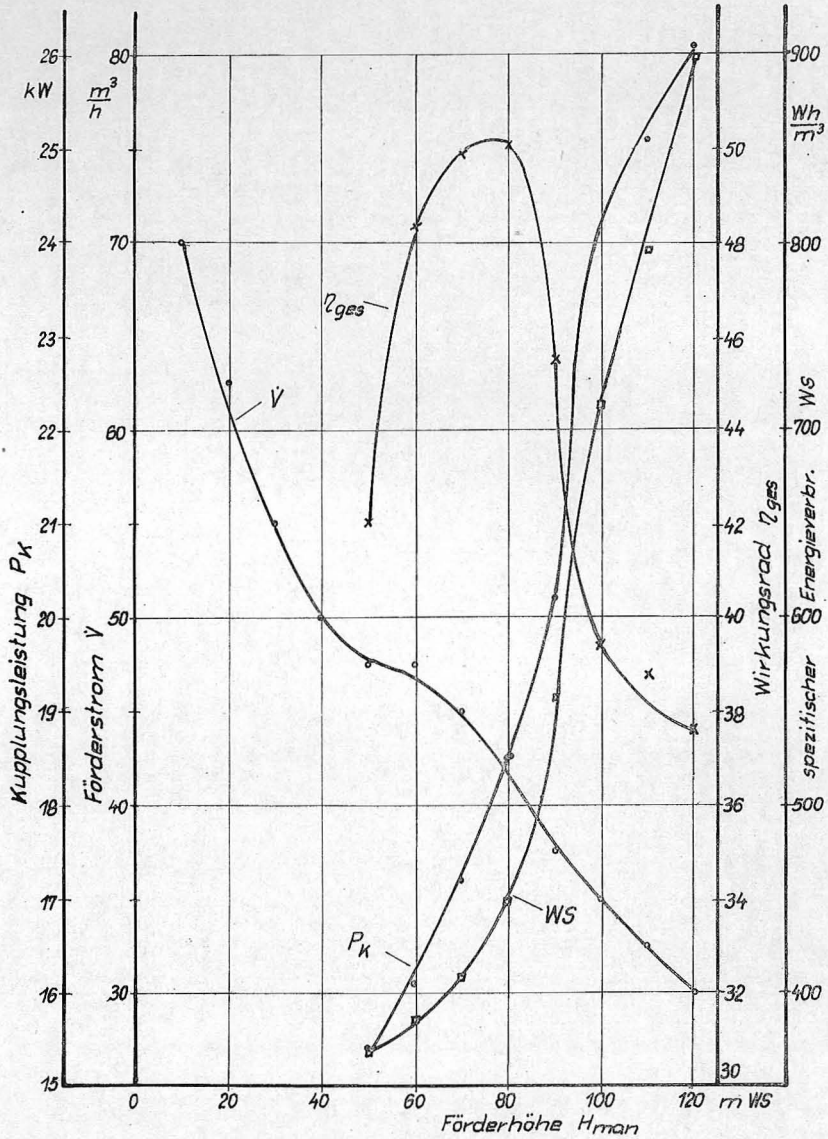


Bild 3: Pumpenkennlinie nach 623 Bh
Fördermedium: Rindergülle

Im Bild 4 ist der Förderstromverlauf in Abhängigkeit von der Laufzeit bei H_{man} von 100 mWS dargestellt.

Tafel 1: Zusammenstellung der Förderstromwerte der Rollenschneckenpumpe CsN 600-D-ö in der MVA Leezen

Datum	24. 06.	08. 07.	31. 07.	26. 08.	02. 12. 75	03. 03. 76
Betriebs-stunden (h)	1	13	73	143	352	623
Förderdruck p (kp/cm²)			Förderstrom $\dot{V}$ (m³/h)			
1,0	67,5	—	68,8	—	71,2	70,0
1,1	—	68,8	—	70,0	—	—
1,5	67,5	68,5	67,5	—	70,0	65,0
2,0	67,2	67,5	67,2	—	68,2	62,5
2,3	—	—	—	69,8	—	—
3,0	67,0	67,8	67,5	—	65,0	55,0
3,3	—	—	—	68,0	—	—
4,0	66,2	67,5	67,0	68,0	63,2	50,0
5,0	65,8	67,5	66,2	68,0	60,5	47,5
6,0	65,2	67,2	65,8	68,0	59,8	47,5
7,0	65,2	66,5	65,5	67,5	57,0	45,0
8,0	64,8	65,5	64,8	66,2	54,5	42,5
9,0	64,0	65,0	64,2	62,5	52,0	37,5
10,0	62,8	64,8	63,8	60,5	49,2	35,0
11,0	—	63,8	62,2	57,5	46,2	32,5
12,0	—	60,8	60,8	54,8	42,5	30,0

2.2. Einsatzprüfung

Die zur Einsatzprüfung in der MVA Leezen eingesetzte Rollenschneckenpumpe CsN 600-D-ö diente als Speisepumpe von Rindergülle in das Verregnungssystem. Bis zur ersten Demontage nach 623 Bh waren an der Pumpe noch keine Störungen und Ausfälle aufgetreten.

Im demontierten Zustand konnten an der Pumpe folgende Schäden festgestellt werden:

— Verschleißrillen an der Stopfbuchsenlagerstelle, die Messung der Durchmesser über die Lagerbreite ergab:

$\bar{d}$ = 69,69 mm
d_{min} = 69,30 mm
d_{max} = 70,20 mm

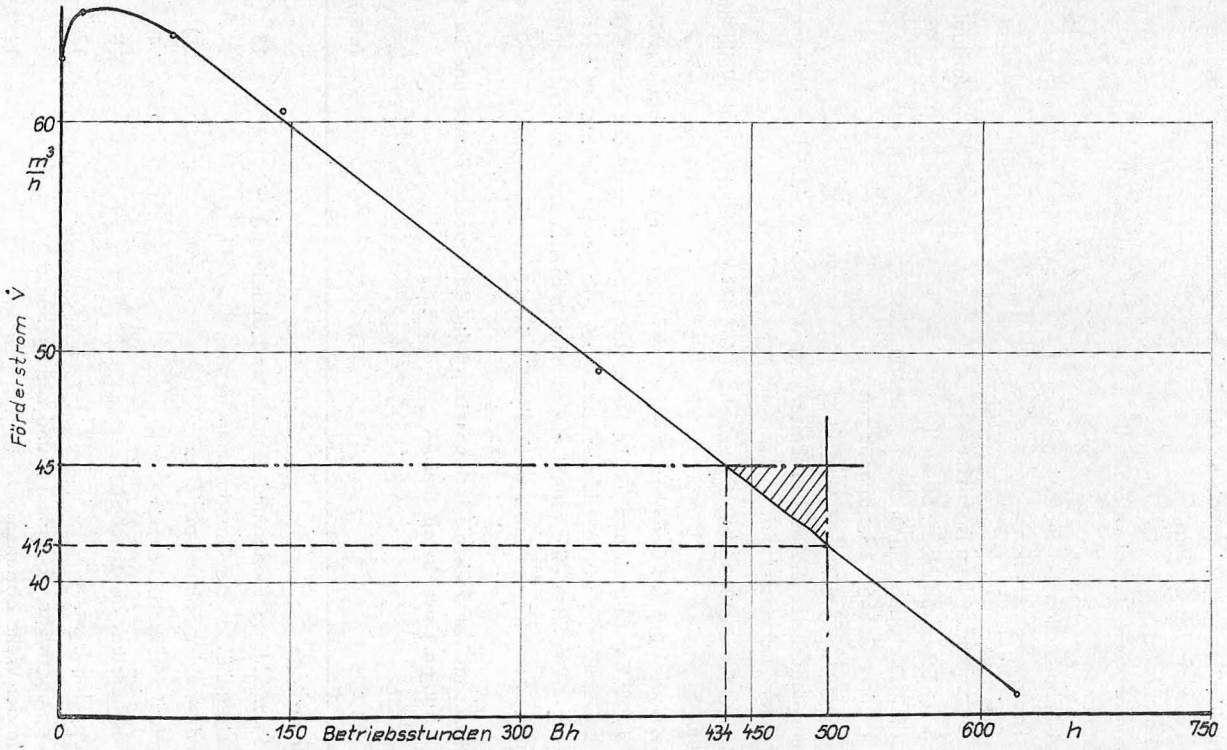


Bild 4: Förderstromwerte bei einer Förderhöhe von 100 m WS mit Rindergülle

— Verschleißmarken (Absätze) an der Spindel, deutlich sichtbare Absätze ca. 1—2 mm an den Stellen:
  Statoranfang
  Übergang von Stator I zu Stator II
  Statorende
— drei Schadstellen am Stator I
  · Kante eingeschliffen } Einlauf
  · Schleifstellen in der ersten Windung } Einlauf
  · Gummifladen herausgerissen — Auslauf
— mehrere Schadstellen am Stator II
  · drei durch den Gummistator gehende Risse
  · größere Gummistücke abgetragen
  · schwächste Gummistärke 3 mm
— Gummirollen der elastischen Bolzenkupplung weisen Abrieberscheinungen im Innendurchmesser auf.

Als Mangel ist die Spielpassung zwischen Kugellagerinnenring und Welle anzusehen.

Um die Abdeckung des Gelenkteiles hatte sich langfaseriges Gut abgelagert.

In Tafel 2 ist der Zeitaufwand für die Demontage und Montage der Pumpe aufgeführt. Die Pumpe wurde mit zwei bzw. drei AK bis zur elastischen Bolzenkupplung in ihre Einzelteile zerlegt, ausgenommen die Kreuzgelenkwelleneinheit.

Der Zeitaufwand für den Statorwechsel ist in Tafel 3 ausgewiesen.

Tafel 2: Zeitaufwand für die Instandsetzung der Baugruppen Pumpe und Lagerung mit zwei bzw.)* drei AK

Lfd. Nr.	Arbeitsgang	Zeit t (min)
	Demontage	
1	Rohranschlüsse (Saug- und Druckleitung abnehmen)	13
2	Statorgehäuse vom Grundrahmen trennen und von der Spindel abziehen	25)*
3	Einlaufgehäuse abnehmen	4
4	Zwischenstück abflanschen	8
5	Kupplung trennen	12
6	Kupplungshälfte, Lagerdeckel und Lagergehäuse von der Welle abziehen	12
	Zwischensumme Demontage	74

Lfd. Nr.	Arbeitsgang	Zeit t (min)
	Montage	
7	Lagergehäuse, Lagerdeckel und Kupplungshälfte aufziehen	19
8	Kupplung zusammenstecken	6
9	Zwischenstück anflanschen	6
10	Einlaufgehäuse aufsetzen	13
11	Statorgehäuse auf Spindel aufziehen	47)*
12	Rohranschlüsse anbringen	40
	Zwischensumme Montage	131
	Gesamtsumme:	205

Tafel 3: Zeitaufwand für den Statorwechsel mit zwei bzw.)* drei AK

Lfd. Nr.	Arbeitsgang	Zeit t (min)
1	Rohranschluß auf der Druckseite abnehmen	7
2	Statorgehäuse vom Grundrahmen und vom Einlaufgehäuse trennen und abziehen	25)*
3	Gummistator aus dem Gehäuse herausschlagen	4
4	Gummistator eindrücken	12
5	Statorgehäuse auf Spindel bringen und wieder befestigen	47*)
6	Rohranschluß anbringen	25
	Summe:	120

Die Demontage und Montage der Pumpe sind bis auf den Arbeitsgang Nr. 5 Tafel 3 gut. Alle Schraubenverbindungen sind leicht zugänglich. Bis auf den Kreuzkopfschlüssel sind keine Spezialwerkzeuge erforderlich.

Verstopfungen traten während der Einsatzzeit an der Pumpe nicht auf.

Eine umfassende Einschätzung des Aufwandes und der Möglichkeiten zur Pflege und Wartung ist nicht möglich, da die notwendigen Angaben seitens des Herstellers zur Prüfung nicht vorlagen.

An der Pumpe sind folgende Schmierstellen vorhanden:

1 Getriebemotor
1 Stopfbuchse und Gleitlager
2 wartungsarme Lager
1 wartungsarme Gelenkwellenverbindung.

Nach TGL 20 987/02 sind maximal 10 Schmierstellen zulässig, die Forderung über die Anzahl der Schmierstellen wird damit eingehalten.

Eine ausreichende Schmierfreiheit ist gegeben.

Während des Prüfzeitraumes mußte die Stopfbuchse 4mal nachgezogen werden. Der Zeitaufwand für den Arbeitsgang „Stopfbuchse abschmieren und nachziehen" beträgt 4 AKmin.

Durch die ebene Anordnung der Pumpe sind alle Instandhaltungsmaßnahmen in stark gebeugter bis kniender Körperhaltung durchzuführen.

Der Korrosionsschutz an der Rollenschneckenpumpe setzt sich aus einer mehrschichtigen Farbgebung zusammen. Die ermittelten Korrosionsschutzkennwerte sind aus Tafel 4 zu entnehmen.

Tafel 4: Korrosionsschutzkennwerte

Lfd. Nr.	Bezeichnung der Probestelle	Anstrichdicke[1]) (mm)	Gitterschnittkennwerte[2])	Durchrostungsgrad[3])
1	Untergestell (Rahmenkonstruktion)	0,13	3···4	$A_0 \cdots A_1$
2	Pumpengehäuse	0,15	3···4	$A_0 \cdots A_1$
3	Getriebegehäuse	0,15	3	A_0

[1]) Nach Werkstandard des Herstellers in Verbindung mit der DAMW-VW 1095 Ausg. 9.72, Mittelwert aus mindestens 15 Meßergebnissen

[2]) Nach TGL 14 302/05, Mittelwert aus mindestens 3 Meßergebnissen

[3]) Nach TGL 18 785

Nach etwa 250 Tagen waren am Prüfobjekt Korrosionserscheinungen von unterschiedlicher Intensität zu erkennen. Diese Korrosionserscheinungen wurden durch die teilweise ungenügende Untergrundbehandlung und die Farbgebung begünstigt.

Der geforderte Gitterschnittkennwert „2" wurde nicht erreicht. Die Farbgebung besitzt keine ausreichende Elastizität, sie ist zu spröde und platzt leicht ab.

Die Schallpegelmessung (Tafel 5) nach TGL 10 687/01 und TGL 10 688/01 an der Pumpe wurde im Güllepumpenhaus bei geschlossenen Toren durchgeführt. Die Frequenzanalyse der Schallpegelmessung von den Meßpunkten Lfd. Nr. 2 und 3 und die zulässige Grenzkurve N 85 sind im Bild 5 dargestellt.

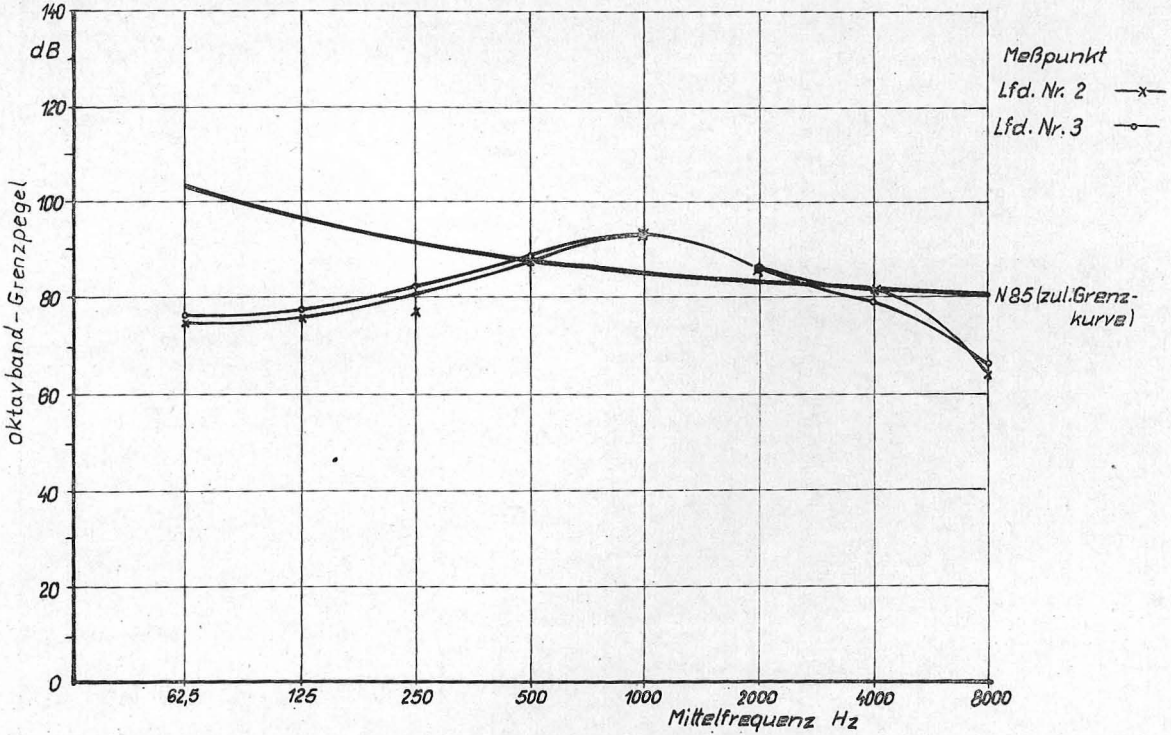


Bild 5 : Lärmbewertung der Rollschneckenpumpe CSN 600-0-Ö
in der MVA Leezen (Frequenzanalyse)

Tafel 5: Schallpegelmessungen

Lfd. Nr.	Meßort Entfernung zur Pumpe [m]	Meßbedingungen p [kp/cm²]	n [U/min]	Meßwert Leq dB (Al)
1		Ruhepegel		$\leq$ 55
2	1	9	1480	94
3	2,5	9	1480	95
4	ca. 4	9	1480	94
5	1	3	1488	96

Für die Berechnung der Verfahrenskosten einer Pumpe CsN 600-D-ö wurden folgende Voraussetzungen zugrunde gelegt:

- Einsatz in einer 2000 MVA mit einem jährlichen Gülleanfall von 60 000 m³
- durchschnittliche Förderleistung von 60 m³/h bei einer Förderhöhe von 80 mWS
- 380···460 Wh/m³ bei H_{man} = 80 mWS
- NND 6 Jahre
- Statorwechsel alle 500 h
- Spindelwechsel alle 2000 h

Aus den genannten Voraussetzungen ergibt sich eine jährliche Einsatzzeit der Pumpe von 1000 h und aus dieser Zeit 2 Instandhaltungen pro Jahr.

Tafel 6: Verfahrenskosten

Kostenart	M/a	M/h	M/m³
Abschreibung	1728,—	1,73	0,029
Instandhaltungskosten			
0,5 Spindel	1500,25	4,89	0,082
4,0 Statoren	3336,56		
12,5 AKh á 4,50 M	56,25		
Elektroenergie	3780,—	3,78	0,063
Summe			0,174

Eine gedruckte Bedienanweisung, eine Ersatzteilliste und ein Schutzgütegutachten liegen vor.

3. Auswertung

Die Rollenschneckenpumpe CsN 600-D-ö ist zum Fördern von dickflüssigen, leicht gasenden und leicht abrasiven Medien, wie Gülle, einsetzbar.

Die Pumpe erreicht bei der Förderung von Gülle im Bereich des optimalen Betriebspunktes einen durchschnittlichen Förderstrom von 59,7 m^3/h mit einem durchschnittlichen Gesamtwirkungsgrad von 0,56. Die optimale manometrische Förderhöhe beträgt 70···80 mWS.

Die Forderung, daß 75 % der Nennförderleistung (60 m^3/h) bei einer Nennförderhöhe (100 mWS) nach 500 Stunden noch erreicht werden, wurde von der Pumpe nicht erfüllt (siehe Bild 4).

Die Hauptursache für den starken Leistungsabfall ist in der schlechten Vorbehandlung der Gülle zu sehen, da der vorgeschaltete Grobstoffzerkleinerer GZ II während der Prüfung häufig ausfiel. Durch die in der Gülle enthaltenen zum Teil unzerkleinerten Fremdkörper nimmt der Verschleiß stark zu.

Bei der Gülleverregnung darf die Korngröße der Fremdkörper in der Gülle 15 mm nicht überschreiten.

Die Verschleißcharakteristik an den Statoren zeigt eindeutig, daß ein zu hoher Bestandteil von unzerkleinerten Fremdkörpern in der Gülle enthalten war. Auf Grund der Druckerhöhung von Saug- zur Druckseite und des Ansatzpunktes Stator I/Stator II liegt der größte Verschleiß im Bereich des Stators II.

Der Abrieb an den Gummirollen ist für eine Laufzeit von 623 Bh als normal anzusehen.

Durch die Spielpassung der Lager auf der Welle ist es möglich, daß sich die gesamte Welle in axialer Richtung verschieben läßt. Die auftretenden axialen Kräfte werden entsprechend Zeichnung über die Welle, das erste Wälzlager, die Distanzhülse und das zweite Wälzlager auf den Lagerdeckel übertragen. Die Lagerung ist konstruktiv hinsichtlich einer eindeutigen Kräfteableitung zu überarbeiten.

Das Aufziehen des neuen Stators mit Gehäuse auf die Spindel ist mit einem großen Kraftaufwand verbunden. Die weiteren Instandsetzungsarbeiten sind dagegen leicht zu bewältigen. Eine instandsetzungsgerechte Konstruktion ist gegeben.

Die Hinweise zur Pflege und Wartung sind entsprechend TGL 25 728 in die Bedienanweisung einzuarbeiten.

Die Anzahl der wartungsarmen Schmierstellen ist gering. Die Wartung der Stopfbuchse liegt im zulässigen Zeitaufwand für konstruktiv vorgesehene Pflege und Wartung (TGL 20 987/02).

Um eine Senkung des Wartungsaufwandes an der Stopfbuchse zu erreichen, ist zu überprüfen, ob eine andere Abdichtung möglich ist.

Bei der Projektierung von Pumpenhäusern, in denen die Rollschneckenpumpe CsN 600-D-ö eingesetzt wird, ist von der ebenen Aufstellung der Pumpe abzusehen.

Die geforderten Gesamtschichtdicken der Farbgebung von 0,06 mm (2-schichtiger Anstrichaufbau) bei mechanischer Beanspruchung und 0,12 mm (3-schichtiger Anstrichaufbau) bei lufttrocknenden Systemen wurde eingehalten. Es muß aber eingeschätzt werden, daß der zur Zeit vorhandene Korrosionsschutz bezüglich seiner Haftfestigkeit nicht den Anforderungen gerecht wird. Der Korrosionsschutz muß für die genannten Schwachstellen verbessert werden.

Die Schallpegelmessung ergab, daß der Grenzwert zur Vermeidung lärmbedingter Innenohrschwerhörigkeit (BK Nr. 33) von 90 dB (AI) weit überschritten wird. Bei längerer Tätigkeit an diesem Arbeitsplatz ist mit einem Gesundheitsschaden (Lärmschwerhörigkeit) zu rechnen. Die Werktätigen müssen bei Betreiben der Pumpe individuellen Gehörschutz (Gehörschutzkappen) tragen. Möglichkeiten für eine Lärmminderung sind durch Kapselung mit schallisolierendem Material des Getriebes möglich.

Unter den genannten Voraussetzungen bei der Berechnung der Verfahrenskosten betragen die Instandsetzungskosten pro Jahr etwa 45 % vom Anschaffungspreis.

Die Kosten pro m^3 Gülle von 0,17 M sind im technologischen Verfahren der Gülleverregnung ökonomisch vertretbar, da durch diese Variante spezielle Gülleverregnungsstationen ersetzt werden.

Die Pumpe ist durch einen Druckwächter gegen Überdruck abzusichern.
Ein Trockenlaufen der Pumpe ist zu vermeiden.

4. Beurteilung

Die Rollenschneckenpumpe CsN 600-D-ö (VR Ungarn), Betrieb Femmechanika KSZ, Budapest, ist zum Fördern von Gülle aus Lagerbehältern in Rohrleitungen zu Verregnungssystemen (oder zu weiteren in größerer Entfernung liegende Lagerbehältern) einsetzbar.

Die Pumpe erreicht eine durchschnittliche Förderleistung von 59,7 m^3/h bei einer optimalen Förderhöhe von 70 · · · 80 mWS. Der Wirkungsgrad von 0,56 im optimalen Betriebspunkt ist gegenüber anderen Pumpen gut.

Die Pumpe ist instandsetzungsgerecht konstruiert.

Die Instandsetzungskosten sind im Vergleich zu anderen Güllepumpen hoch.

Die Rollenschneckenpumpe CsN 600-D-ö ist für den Einsatz in der Landwirtschaft der DDR „geeignet".

Potsdam-Bornim, den 20. April 1976

Zentrale Prüfstelle für Landtechnik

gez. Kuschel gez. Rietdorf

Dieser Bericht wird bestätigt

Berlin, den 12. August 1976

gez.: i. A. J. Kremp
Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft

I/16/06 A 1092/8 FG 039/70/76