

Kernstück jeder Melkanlage ist der Vakuumerzeuger, dessen Funktionstüchtigkeit, lange Nutzungsdauer und richtige Dimensionierung, bezogen auf die Anlagengröße, entscheidenden Einfluß auf richtige Melkarbeit ausübt.

Der VEB Kombinat Impulsa, Betrieb 1 Elfa Elsterwerda, verfügt über langjährige Erfahrungen auf dem Gebiet der Entwicklung und Produktion von einstufigen Zellenverdichtern für den Einsatz als Vakuumerzeuger zu seinen Melkanlagen. Erwähnt werden muß dabei, daß die Entwicklung in enger Zusammenarbeit mit dem VEB ZEK Pumpen und Verdichter Leipzig erfolgte. Vor etwa 15 Jahren wurde die Entwicklung von Zellenverdichtern aufgenommen und zielstrebig fortgesetzt, so daß heute eine leistungsfähige Typenreihe vorhanden ist, die alle Bedingungen erfüllt.

Aufbau und Funktionsweise der einstufigen Zellenverdichter

In einem luftgekühlten Gehäuse ist der Rotor exzentrisch und frei drehbar angeordnet, so daß zwischen Rotor und Gehäusebohrung ein sichelförmiger freier Raum entsteht. Dieser Raum wird durch die Arbeitsschieber in Zellen unterteilt. Die Arbeitsschieber bewegen sich in den radial oder tangential eingefrästen Schlitzen des Rotors.

Bei Drehung des Rotors werden die Arbeitsschieber durch die Zentrifugalkraft an die Gehäusewand gedrückt und dichten ab; es tritt eine Verkleinerung des Zellenvolumens und somit eine Verdichtung der angesaugten Luft ein.

Diese kontinuierliche Luftförderung ergibt einen ständig gleichmäßigen Unterdruck, so daß die bei früher angewendeten Kolbenkompressoren auftretenden Stöße ausbleiben (Bild 1 und 2)

Wesentliche Bauteile der Zellenverdichter sind Gehäuse, Rotor, Arbeitsschieber, Zylinderrollenlager und Gehäusedeckel. Der einfache Aufbau gestattet eine sehr rationelle Produktion, ohne daß bei der Großserienfertigung größere Schwankungen des Volumenstroms zu verzeichnen sind.

Entscheidenden Einfluß auf den Volumenstrom haben grundsätzlich die in den Zellenverdichtern eingebauten Spiele zwischen Rotor und Gehäusedeckel (Seitenspiele) sowie zwischen Rotor und Gehäuse (Grundspiel). Sowohl in

* VEB Kombinat Impulsa, Elsterwerda

(Schluß von Seite 361)

Wasserqualität ist vor dem Melken mit einer 0,25prozentigen Trosilin-kombi-Lösung zu spülen. Ein Klarspülen muß danach unterbleiben. Für den Reinigungseffekt der Gesamtanlage ist der Wasserdruck ausschlaggebend. Der Wasserbedarf in einer Melkkarussellanlage beträgt etwa 30 m³ je Schicht (Tafel 4).

Wird der Wasserbedarf nicht gedeckt, verschmutzt die Anlage in wenigen Tagen so stark, daß die milchführenden Teile auch mit saurer Reinigungslösung nicht vollständig gereinigt werden können.

Zusammenfassung

Das Kombinat Impulsa liefert zwei Typen von Melkanlagen für größere Herden: die Impulsa-Melkanlage in Fischgrätenform M 632 für Herdengrößen bis 650 Kühe und die Impulsa-Melkkarussellanlage M 691-40 für Herdengrößen bis 2000 Kühe. Für beide Anlagensysteme müssen Tiermaterial, Personal und Arbeitsorganisation Anforderungen erfüllen, die kurz dargestellt sind. Anhand von Beispielen wird nachgewiesen, welche Auswirkungen Bedienungsfehler haben.

A 8414

der Fertigung als auch in der Instandsetzung ist also Präzisionsarbeit erforderlich, um die projektierten Leistungsparameter einzuhalten.

Gegenüber anderen Fabrikaten werden in geschmierten Zellenverdichtern seit Beginn der Entwicklung Arbeitsschieber aus Hartgewebe eingebaut, mit denen sehr gute Erfahrungen vorliegen. Vorteile sind sehr geringer Verschleiß, den Einsatzbedingungen entsprechende Temperaturbeständigkeit, Notlauf Eigenschaften sowie geringe Bearbeitungskosten für Rotorschlitze und Arbeitsschieber. Auch die unkomplizierte Injektorölung gestattet eine gleichmäßige Schmierung der Zellenverdichter bei geringem Schmiermittelverbrauch. (Bilder 3, 4 und 5).

Der Maschinensatz — bestehend aus Zellenverdichter, Kupplung mit Lüfter, E-Motor und Grundplatte sowie Kupplungsschutz — als in sich geschlossene Baueinheit erfordert gegenüber anderen Lösungen den geringsten Platzbedarf für die Montage. Dieses Grundprinzip wird bei allen Typen angewendet. Die erreichte Masse je Leistungseinheit und die geringen Baugrößen (Tafel 1) sind im wesentlichen auf die gewählten geometrischen Abmessungen und die Drehzahl zurückzuführen. Eine Optimierung in dieser Hinsicht ist zweifellos möglich, erfordert jedoch Lösung der Probleme der erhöhten Wärmeentwicklung, also der Lagerung und Lagerschmierung sowie die der Entwicklung wärmebeständigeren Schiebermaterials und würde sich schließlich in einer verkürzten Nutzungsdauer widerspiegeln. Besonders zu erwähnen ist, daß der Verdichter VZK 60/140 V so ausgelegt ist, daß er sich zum Einsatz als Druckerzeuger bis max. 2,5 kp/cm² eignet, mit einer

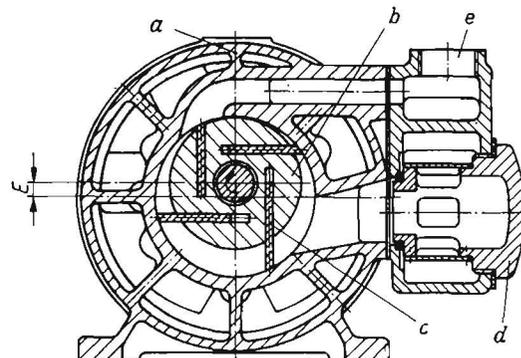
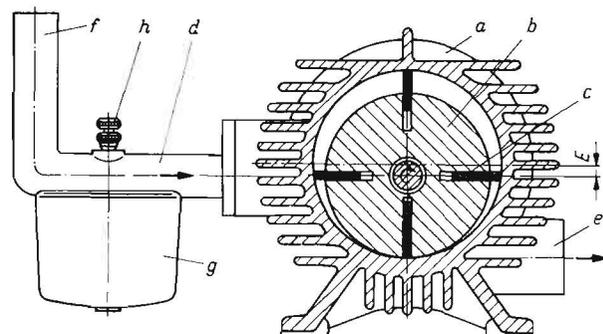


Bild 1. Schnitt durch einen Trockenlaufzellenverdichter. a Gehäuse, b Rotor (oben liegend), c Arbeitsschieber, d Ansaugfilter, e Auspuff, E Exzentrizität

Bild 2. Schnitt durch einem geschmierten einstufigen Zellenverdichter. a Gehäuse, b Rotor (unten liegend) c Arbeitsschieber, d Saugseite, e Druckseite, f Injektoröler, g Ölbehälter, h Regulierverschraub, E Exzentrizität



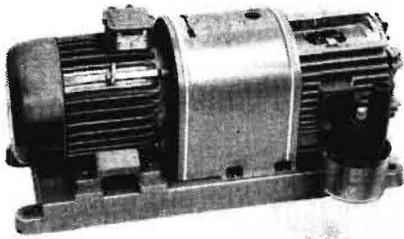


Bild 3. Maschinensatz mit einstufigem Zellenverdichter VZ 40/130V

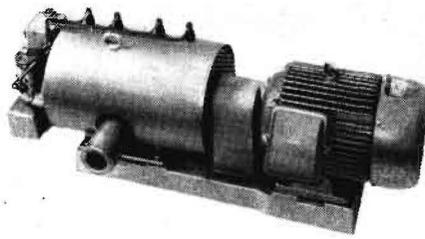


Bild 4. Maschinensatz mit einstufigem Zellenverdichter VZK 60/140V

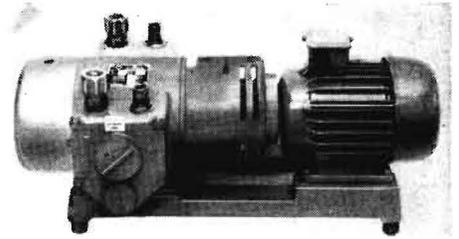


Bild 5. Druck-Vakuum-Verdichter mit einstufigem Zellenverdichter VZTD 20/93 DV (Trockenläufer)

Schmierpumpe ausgerüstet ist und z. Z. überwiegend beim Gülletankwagen sowie bei den Fäkalienfahrzeugen (W 50) angewendet wird.

An der Entwicklung eines einfacheren Schmierprinzips auf der Basis Injektor wird gearbeitet.

Notwendige Weiterentwicklung der Trockenläufer-Typen

Zur Zeit befindet sich lediglich noch der Typ VZT D (Druckvakuumverdichter) in der Serienproduktion, von den Typen VZT 40/79 und 40/92 arbeiten jedoch größere Stückzahlen in der Landwirtschaft. Grundsätzlich sei festgestellt, daß die Entwicklungsrichtung zu wartungsfreien Zellenverdichtern für die Landwirtschaft richtig ist und daß die vorliegenden Erfahrungen unbedingt genutzt werden müssen. Die staatlichen Eignungsprüfungen konnten sämtlich positiv abgeschlossen werden, überwiegend mit dem Prädikat „gut geeignet“.

Als Hauptkriterien, die zum Ausfall dieser Verdichter führen, sind zu nennen:

- Einsaugen von Flüssigkeit und Milch in den Verdichterrinnenraum
- Rückwärtslauf
- Qualität des Fettes für die maßstabisierten Zylinderrollenlager

Werden diese Ausfallursachen beseitigt, ist mit einem guten Lauf der Verdichter zu rechnen. Aus der Praxis sind Laufzeiten von 10 000 bis 20 000 h bekannt, wobei ein Wechsel der Arbeitsschieber bei etwa 5000 Betriebsstunden notwendig ist (Abrieb ≈ 1 mm/1000 Betriebsstunden). Speziell bei den Trockenläufern mit ihren Arbeitsschiebern aus Kunstkohle ist die präzise Einstellung der Spiele Grundvoraussetzung für eine gute Leistung, da der sonst abdichtende Ölfilm fehlt. Beim Betreiben der Trockenlaufzellenverdichter sind nachfolgende Punkte unbedingt zu beachten:

- Einbau eines Rückschlagventils in die Saugleitung zur Verhinderung des Rückwärtslaufes
- Anwendung des Schmierfettes OD+u₂ vom VEB Ceritol-Werk Miste für die Lager.

Tafel 1. Leistungskennziffern einstufiger Zellenverdichter

Bau-reihe	Bau-größe	Ausaug-volumenstrom V_S $\pm 10\%$ ¹ m ³ /h	End-volumenstrom V_D $\pm 10\%$ ¹ m ³ /h	Druck im Saugstutzen P_S kp/cm ²	Druck im Druckstutzen P_D kp/cm ²	Drehzahl n min ⁻¹	Nennleistung des Antriebsmotors kW	Masse kg
VZ	20/85 ²	23	10	0,45	1,0	1430	1,1	15
VZ	40/130 ²	67	30	0,45	1,0	1430	3,0	48
VZK	60/140V ²	190	90	0,45	1,0	1440	5,5	87
VZT	20/79 ²	10	4,5	0,45	1,0	1430	0,6	8
VZT	40/49	23	10	0,45	1,0	1430	1,1	27
VZT	40/92	78	35	0,45	1,0	1430	3,0	43
VZTD	20/93DV ²	31	27	0,5	1,5	1415	2,2	42

¹ positive Abweichung von Ansaug- bzw. Endvolumenstrom über 10 % sind zulässig

² Diese Typen befinden sich z. Z. in der Serienproduktion

Zu bemerken ist, daß vom VEB Kombinat IMPULSA die Weiterentwicklung fortgeführt wird, wobei z. B. die Qualität der Kunstkohle und die Verbesserung der Lagerung noch zu klären sind. Die konstruktive Gestaltung der Trockenläufer wird z. Z. noch im wesentlichen durch die Eigenschaften der Kunstkohle bestimmt, z. B. durch ihre Abriebfestigkeit und damit max. zulässige Umfangsgeschwindigkeit (≈ 9 m/s), Fettbeständigkeit, Elastizität usw.

Die Vorteile der wartungsfreien Zellenverdichter sind klar erkennbar, den robusten Bedingungen der Landwirtschaft muß natürlich entsprochen werden.

Der Einsatz der Trockenläufer-Druckvakuumverdichter erfolgt bei Melkanlagen ausschließlich in Verbindung mit dem Physiomatik-Melksystem zur Erzeugung des für das Druckluftanrücken notwendigen Überdrucks.

In anderen Industriezweigen, z. B. polygraphische und Verpackungsmaschinenindustrie, werden diese Trockenläufer zur Erzeugung von Saug- und Blasluft eingesetzt, sie haben den großen Vorteil, völlig ölfreie Luft zu liefern.

Wie bereits erwähnt, findet der geschmierte Zellenverdichter VZK 60/140 hauptsächlich Anwendung für Gülle- und Fäkalienfahrzeuge, an einen Einsatz bei Melkanlagen ist zu einem späteren Zeitpunkt gedacht.

Vorwiegend angewendeter Zellenverdichter ist der Typ VZ 40/130, auch bekannt unter der Bezeichnung RK 63. Er wird in Großserie gefertigt, hat sich in der Landwirtschaft gut bewährt und ist auch bei größeren Anlagen — in entsprechender Anzahl — einsetzbar. Die serienmäßige Instandsetzung wird in Spezialbetrieben des SKL vorgenommen, so daß kaum Schwierigkeiten auftreten. Auch in Verbindung mit dem Dieselmotor 1 KVD 8 wird dieser Zellenverdichter im Maschinenwagen Gigant W zur Erzeugung des Vakuums für das Weidemelken eingesetzt. Vom VEB Kombinat Impulsa wird aufgrund der gesammelten Erfahrungen besonderer Wert der ordnungsgemäßen Wartung und Pflege beigemessen, wobei bei der Montage selbst Grundbedingungen eingehalten werden müssen, wie z. B. gut belüftete Maschinenräume, ordnungsgemäße Verlegung der Saug- und Auspuffleitung, Verwendung der vorgeschriebenen Ölsorten, Verhinderung des Einsaugens von Milch-, Wasser- sowie Reinigungs- und Desinfektionslösung usw. Die Einsatzgrenzen ergeben sich aus den projektierten Leistungen, d. h. aus der Art und Größe der Stall- oder Melkstandanlage und der installierten Anzahl von Melkmaschinen.

Dabei sollte immer der Grundsatz befolgt werden, daß zum ordnungsgemäßen Betreiben der Melkanlage eine entsprechende Vakuumreserve (bis 100 Prozent) vorgesehen werden muß. Dadurch bedingt, werden bei großen Rohrmelkanlagen und Melkstandanlagen bis 6 Stück VZ 40/130 eingesetzt, ohne daß dadurch Nachteile aus der Anzahl entstehen. Im Gegenteil, auch bei Ausfall von 1 oder 2 Zellenverdichtern ist ein Melken immer noch gewährleistet.

Durch die reichen Erfahrungen bei der Entwicklung und Produktion von einstufigen Zellenverdichtern im VEB Kombinat IMPULSA ist ein guter internationaler Stand erreicht worden.

(Schluß auf Seite 364)

Aus einer umfangreichen Untersuchung zur Fließkanalentmischung wurde bereits über die Fließeigenschaften von Rindergülle und über Meßergebnisse zum Güllestand in Fließkanälen von Milchviehanbindeställen berichtet [1/ 2/]. Der vorliegende Beitrag soll nun abschließend auf die Fließvorgänge im Kanal eingehen.

Über die Fließvorgänge im Kanal wurden vielerorts Vermutungen angestellt. Sie reichen von der Annahme einer Bewegung der Gülle auf der Kanalsole (die Sole wurde sogar mit Glas belegt!) über die hauptsächlichliche Bewegung der mittleren Zone (vgl. Begriff „Treibentmischung“) bis zum Abfluß in der oberen Schicht des Güllestapels. Experimentelle Ergebnisse sind jedoch dazu noch nicht bekannt geworden. Da aber sowohl für die Erklärung der Funktionsweise der Kanäle als auch für ihre betriebs sichere Ausführung eine Kenntnis des Fließvorgangs nötig ist, wurden entsprechende Untersuchungen durchgeführt.

1. Theoretische Betrachtungen zur Fließkanalentmischung

Zunächst erscheint es zweckmäßig, einige theoretische Betrachtungen voranzustellen.

Ein Fließkanal hat zwei Funktionen. In ihm werden sowohl Kot und Harn aller Tiere, die am Kanal stehen, gesammelt als auch die Gülle abgeleitet. Daraus ergeben sich zwei Besonderheiten:

- Das Güllevolumen, das in einer Zeiteinheit durch den Kanalquerschnitt strömt, wächst in der Hauptfließrichtung an. Während bei der am Kanalbeginn stehenden Kuh (erster Kuhplatz) nur das Güllevolumen abfließt, das von der Kuh selbst angefallen ist, muß bei der am Kanalende stehenden Kuh (letzter Kuhplatz) die gesamte in der Reihe angefallene Gülle vorbeifließen.
- Die Höhe des Güllespiegels sinkt in der Hauptfließrichtung ab. Während am ersten Kuhplatz der Güllestand am höchsten ist, wird am letzten Kuhplatz der niedrigste Stand in der Reihe erreicht. Dem Anwachsen des Güllestroms in der Hauptfließrichtung, der sich aus der ersten Besonderheit des Fließkanals ergibt, steht somit ein Abfall des Güllespiegels gegenüber. Dieser Abfall des Güllespiegels wird u. a. auch von der mit zunehmendem Volumenstrom steigenden Fließfähigkeit der Gülle verursacht [1/]. Ein in Hauptfließrichtung wachsender Güllestrom strömt deshalb durch einen sich in gleicher Richtung verkleinernden Querschnitt des Güllestapels.

Die Besonderheiten im Fließkanal wurden zunächst mathematisch formuliert. Es sollen jedoch an dieser Stelle nur zwei Ausdrücke genannt werden, die für die Auswertung der Experimente von Bedeutung waren. Das sind die Ausdrücke für die Fließgeschwindigkeit v im Kanal an einem

bestimmten, vom Kanalbeginn an gezählten Standplatz x , also v_x , und die Zeit t , die die Gülle (besser ein Gülleteilchen) benötigt, um im Kanal eine Strecke s zurückzulegen, also t_s .

Bei der mathematischen Formulierung wird unterstellt, daß eine einheitliche Fließgeschwindigkeit über den ganzen Kanalquerschnitt vorliegt.

Für die Aufstellung der Formel bedeuten:

b	Breite des Güllekanals	in m
H	Güllehöhe am Kanalende	in m
n	Anzahl der Kühe auf der Standreihe	
V_{ges}	gesamtes täglich anfallendes Güllevolumen in einem Kanal	in m ³
V_x	Güllevolumen, das täglich am Standplatz x vorbeifließt	in m ³

Außerdem tritt in der Formel $h'(x)$ auf. $h'(x)$ ist der erste Differentialquotient des durch eine Regressionsgleichung gefundenen mathematischen Ausdrucks für den Verlauf des Güllespiegels $h(x)$. Der erste Differentialquotient gibt bekanntlich den Anstieg der Tangente in dem betrachteten Punkt wieder.

Es sind dann

$$v_x = \frac{V_x}{b [H + (n - x) \cdot |h'(x)|]} \quad (1)$$

und für einen Abschnitt s der Kanallänge

$$t_s = \frac{n \cdot b}{V_{ges}} \int_{x_1}^{x_2} \frac{H + (n - x) \cdot |h'(x)|}{s} ds \quad (2a)$$

bzw. für die Kanallänge vom ersten Standplatz an

$$t_s = \frac{n \cdot b}{V_{ges}} \int_0^x \frac{H + (n - x) |h'(x)|}{x} dx \quad (2b)$$

Bild 1 veranschaulicht, welche Werte die Fließgeschwindigkeit v_x in einem 64 m langen Kanal erreicht. Es wurde, wie in der mathematischen Formulierung, eine einheitliche Fließgeschwindigkeit über den ganzen Kanalquerschnitt unterstellt. Die 4 Kurven stellen die Werte der Fließgeschwindigkeit

$$v = f(x)$$

bei verschiedenen, linear abfallenden Neigungen des Güllespiegels (1 bis 2,5 Prozent) dar.

Für die Lösung der Gleichung (2) ist die Berechnung des Integrals nötig. Sie kann umgangen werden, wenn das Integral mit dem Planimeter in einer Darstellung, auf der $1/v$ über x aufgetragen ist, ermittelt wird.

2. Methode

Die Bewegungsuntersuchung der Gülle wurde mit radioaktiv markierten Teilchen durchgeführt. Der Fließvorgang im Güllestapel wurde dadurch nicht gestört. Als markierte Teilchen dienten Papierstreifen (80 × 20 mm), die mit der Lösung der verwendeten radioaktiven Salze (Ba/La — 140 und J — 131) getränkt, getrocknet und mit Zaponlack überzogen waren. Die Ortung der Strahlungsquellen erfolgte mit

* Aus der Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin der Karl-Marx-Universität Leipzig, Fachbereich Technologie (Leiter: Prof. Dr. habil. E. THUM)

† Die Durchführung der Untersuchungen wurde von Dr. BEER und Dr. HELBIG, Abteilung Isotopenanwendung des Instituts für Mechanisierung der Landwirtschaft Potsdam-Bornim, unterstützt

(Schluß von Seite 363)

Die Einsatzergebnisse zeigen, daß die geschmierten Zellenverdichter z. Z. noch beim Einsatz mit Melkanlagen zu bevorzugen sind, jedoch die Weiterentwicklung von wartungsfreien Zellenverdichtern grundsätzlich fortzuführen ist, um den Wartungsaufwand zu senken.

Literatur

- TGL 8611 Bl. 1
 Melkanlage — Baugruppe einstufige Zellenverdichter Luftgekühlt
 Bedienungsanweisung für Zellenverdichter (Werksdokumentation)
 Montageanleitung für Zellenverdichter (Werksdokumentation)

A 8413