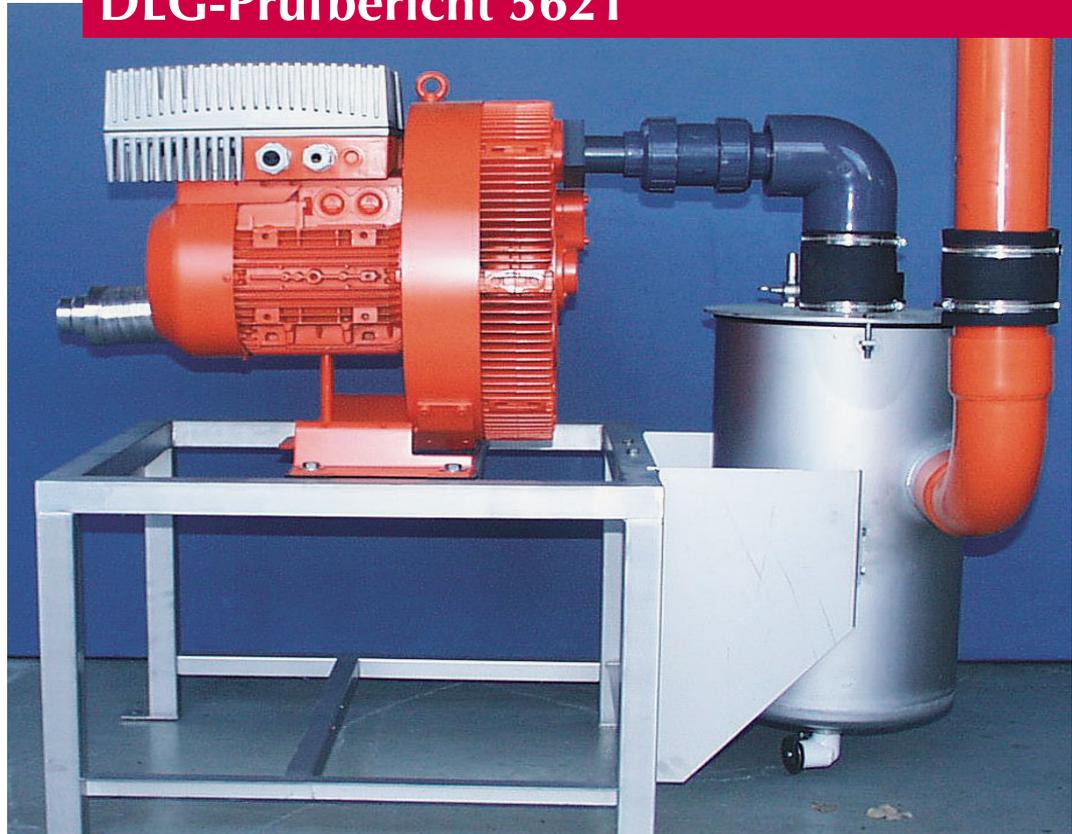


# RMS Roboter Vertriebs GmbH Frequenzgesteuerte Vakuumpumpe LactiVac 2000

## DLG-Prüfbericht 5621



### Anmelder

RMS Roboter Vertriebs GmbH  
Weiherplatz 3-5  
D-51674 Wiehl  
Telefon: 03533 5195-16  
Telefax: 03533 5195-08  
E-Mail: [info@robotmilking.de](mailto:info@robotmilking.de)  
Internet: [www.robotmilking.de](http://www.robotmilking.de)



DLG e.V.  
Testzentrum  
Technik & Betriebsmittel

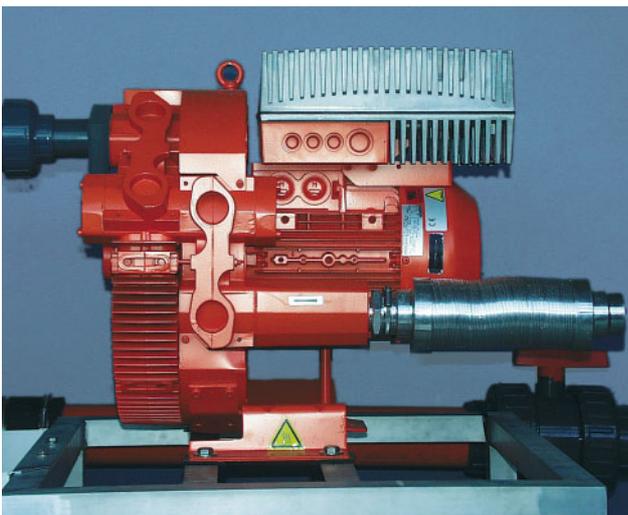
## Kurzbeschreibung

- Vakuumpumpe mit Frequenzregelung zur Vakuumerzeugung in Melkanlagen,
- ausgeführt als direktantriebener Trockenläufer nach dem Seitenkanalverdichterprinzip,
- Regelung der Drehzahl nach dem tatsächlichen Luftverbrauch,
- kompakte Einheit bestehend aus:  
Einbaupumpe mit Motor u. aufmontiertem Frequenzumrichter, sowie Sicherheitsabscheider, montiert auf einem Edelstahlgestell
- mit Vakuumdruckregler in der Vakuumleitung zur Steuerung der Melkvakuumstabilität,
- geprüfter Typ:  
2000 l/min Luftdurchfluss (Nennleistung) aus der LactiVac-Baureihe von 650 bis 2000 l/Min.

## Beurteilung – kurzgefasst

Prüfmerkmal	Prüfergebnis	Bewertung
<b>Eignung</b>	zur Vakuumerzeugung in Melkanlagen	
<b>Kennwerte</b>		
Luftdurchfluss	2025 l/min bei 50 kPa	
Regelverhalten	normal für frequenzgeregelter Vakuumpumpen	○
Elektr. Leistungsaufnahme	variabel, entsprechend dem Luftdurchfluss	+
<b>Betriebsverhalten</b>		
Betriebssicherheit	überwiegend hoch	○
Haltbarkeit	gut, wenig Mängel und Schäden	+
Energieverbrauch	bedarfsgerecht, Einsparungen sind möglich	+
Betriebsmittelverbrauch	kein Verbrauch von Öl oder Wasser	++
<b>Handhabung</b>		
Bedienung	einfach	○
Wartung	sehr geringer Aufwand	++
Betriebsanleitung	entspricht den Anforderungen	○
<b>Umwelt</b>		
Geräuschemission	Standard, 70 bis 76 dB(A)	○
Luftreinhaltung	keine Verunreinigung	++
<b>Gewährleistung</b>		
Garantie	1 Jahr	
<b>Arbeitssicherheit</b>		
	gegen die Verwendung der Vakuumpumpe bestehen aus arbeitssicherheitstechnischer Sicht keine Bedenken	

Bewertungsbereich: ++ / + / ○ / - / -- (○ = Standard)



Pumpengehäuse,  
Motor mit Frequenzumrichter und Abgasrohr



Sicherheitsabscheider

Bild 1: Hauptbaugruppen Vakuumpumpe LactiVac 2000

## Eignung

Die frequenzgesteuerte Vakuumpumpe LactiVac 2000 eignet sich zur Vakuumerzeugung für den Melk- und Reinigungsprozess in Melkanlagen.

Durch das berührungslose Arbeitsprinzip des Verdichters wird kein Schmiermittel, wie z. B. Öl bei ölgeschmierten Pumpen, benötigt, wodurch die Abluft unbelastend für die Umwelt ist.

## Kennwerte

### Luftdurchfluss

Die Vakuumpumpe ist in einem Vakuumbereich von 35 bis 55 kPa einsetzbar (Bild 2). Bei einem Vakuum von 50 kPa beträgt der Luftdurchfluss am Einlassstutzen der Vakuumpumpe 2025 l/min.

Für kurzzeitige hohe Luftmengenanforderungen beim Reinigungsprozess besitzt die Vakuumpumpe eine ausreichende Kapazität. Es wurde ein maximaler Luftdurchfluss von 2750 l/min bei einem erreichten Vakuum von 25 kPa gemessen.

Das Betriebsvakuum wird über die Stellschraube an der Regeleinheit „Isovac 3500“ manuell eingestellt.

## Regelverhalten

Das Regelverhalten der LactiVac-Vakuumpumpe wird als normal für frequenzgeregelte Vakuumpumpen eingeschätzt.

Messungen zum Verhalten von Regelsystemen in der Praxis zeigen, dass die Vakuumstabilität entscheidend von Größe und der Zeitdauer des Luftmengen Eintritts abhängt. Unkontrollierte Luftmengen gelangen hauptsächlich beim Ansetzen der Melkzeuge oder wenn diese beim Melken abfallen in die Anlage. Gegenüber konventionellen Vakuumsystemen bei denen die Stabilität durch wechselnden Luft einlass aus der Atmosphäre gesteuert wird, versucht das Regelsystem der LactiVac-Vakuumpumpe den Luftmengen ausgleich mithilfe unterschiedlich hoher Pumpendrehzahlen herzustellen. Dazu erfolgt während der Regelphasen ständig eine Kommunikation zwischen Druck- und Frequenzregelung (Bild 3).

Unter definierten Testbedingungen (Bild 4) wurde dabei ein Über- bzw. Unterschwingen des Vakuums von 0,5 bis 0,7 kPa ermittelt. Die Zeitdauer zum Ausregeln von 4 bis 6 s wird als vergleichsweise lang eingeschätzt. Bedingt durch das Funktionsprinzip ist eine bleibende Regelabweichung von ca. 0,3 kPa unvermeidbar.

Die Vakuumverhältnisse beim Ansetzen verdeutlicht die Darstellung in Bild 5. Bereits beim Ansetzen nur eines Zitzenbechers ist ein deutliches Unterschwingen zu erkennen.

## Elektrische Leistungsaufnahme

Die elektrische Leistungsaufnahme ändert sich in Abhängigkeit vom erforderlichen Luftdurchsatz. Dieser hängt wiederum stark von den örtlichen Einsatzverhältnissen (z. B. Anzahl zu versorgender Melkplätze, Höhe des eingestellten Betriebsvakuums und vom Vakuumleitungssystem) ab.

Von der Vakuumpumpe wird aufgrund der frequenzgesteuerten Drehzahlregelung nur die momentan tatsächlich benötigte Luftmenge gefördert. Das wird von der Vakuumpumpe durch ein entsprechendes regelungstechnisches Einstellen der Pumpendrehzahl erreicht. Mit steigender Pumpendrehzahl steigt die in Anspruch genommene elektrische Leistung.

Im Bild 6 sind diese Zusammenhänge beispielhaft dargestellt. Je nach Vakuumhöhe beträgt die elektrische Leistungsaufnahme bei dieser Anlagenkonfiguration nur ca. 1/3 bis 2/3 gegenüber einer unregulierten Vakuumpumpe. Allerdings war die eingesetzte Pumpengröße der unregulierten Vakuumpumpe für diese Anlagenkonfiguration überdimensioniert.

## Betriebsverhalten

### Betriebssicherheit

Die Betriebssicherheit ist hoch.

Während der Prüfung wurden keine Funktionsstörungen festgestellt.

Allgemein ist darauf zu achten, dass der Aufstellungsraum gut durchlüftet, frei von Sonneneinstrahlung, frostfrei und staubarm ist.

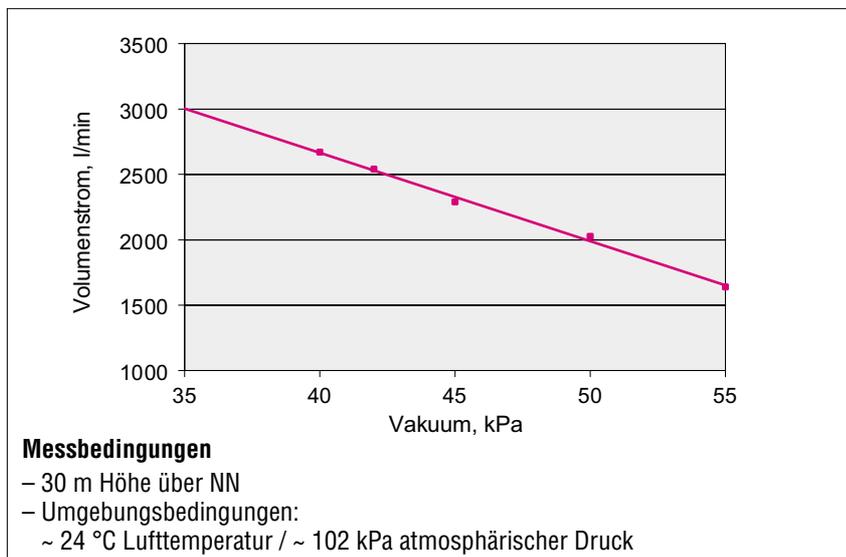


Bild 2: Kapazität der Vakuumpumpe



Bild 3: Einbaubedingungen der Druckregelung, mit den Komponenten:

- Regeleinheit „Isovac 3500“ (1)
- Messröhrchen (2)
- Druckausgleichssensor (3)
- Vakuumsaugleitung (4) der Melkanlage

#### Erläuterungen zur Funktionsweise der Druckregelung

Von den zwei Druckmessstellen im Messröhrchen wird der Druck an die Messkammern des Druckausgleichssensors weitergeleitet und hier in ein elektrisches Signal gewandelt. Dieses Signal entspricht der Druckdifferenz und dient als Referenzsignal für die Drehzahlregelung des Frequenzreglers.

Folgende zwei Zustände führen zu einem Regelvorgang:

- a) **Vakuum steigt** gegenüber dem eingestellten Wert des Betriebsvakuums an: Atmosphärische Luft wird in passender Menge über die Regeleinheit „Isovac 3500“ zugeführt und die Pumpendrehzahl entsprechend reduziert.
- b) **Vakuum fällt** gegenüber dem eingestellten Wert des Betriebsvakuums ab: Die Pumpendrehzahl wird entsprechend erhöht.

#### Haltbarkeit

Die Vakuumpumpe zeigte während der Prüfung eine gute Haltbarkeit.

#### Energieverbrauch

Der Energieverbrauch ist gering.

Durch die frequenzgeregelte Arbeitsweise wird die Drehzahl der Vakuumpumpe dem unterschiedlich hohen Luftbedarf ständig angepasst und dadurch ein energiesparender Betrieb erreicht. Zumal dieser üblicherweise beim Melken geringer und beim Reinigen deutlich höher ist.

Über einen mehrwöchigen Einsatz wurden unter praktischen Einsatzverhältnissen in zwei Ställen Kennwerte zum Energieverbrauch (für Melken und Reinigen der Melkanlage) ermittelt (Tabelle 1). Dabei wurde ein spezifischer Energiever-

brauch von ~ 0,3 kWh je Kuh und Tag bzw. von 1,1 bis 1,4 kWh je 100 l ermolkenen Milch ermittelt. Der Energieverbrauch beim Einsatz der drehzahlgeregelten Vakuumpumpe LactiVac ist bedarfsgerecht und energieoptimiert. Die gemessenen Energieeinsparungen von 30 bis über 40 % nach dem Pumpenwechsel sind deshalb so erheblich, weil die unregulierten Vakuumpumpen (s. Fall b) überdimensioniert und der Einfluss des Verschleißzustandes nicht erfassbar waren. Unter der Annahme eines bedarfsangepassten Ersatzes einer neuen unregulierten Vakuumpumpe (s. Fall c.) muss deshalb von einer deutlich geringeren Energieeinsparung ausgegangen werden, so dass unter Umständen nicht eine so deutliche Einsparung erzielt wird. Energieeinsparungen gegenüber unregulierten Vakuumpumpen sind

nur zu erwarten, wenn die Melkzeit ein Vielfaches der Zeit für den Reinigungsvorgang beträgt.

#### Betriebsmittelverbrauch

Für den Betrieb der Vakuumpumpe werden keine Betriebsmittel benötigt.

Als Trockenläufer, der nach dem Seitenkanalverdichterprinzip arbeitet, ist der Einsatz von Betriebsmitteln, wie z. B. Öl bei ölgeschmierten Vakuumpumpen oder von Wasser zur Kühlung bei Wasserringpumpen, bauartbedingt für die Vakuumpumpe LactiVac, nicht erforderlich.

## Handhabung

#### Bedienung

Die Bedienung der Vakuumpumpe ist einfach. Das Ein- und Ausschalten erfolgt direkt über einen Schalter oder bei Einbindung in der Melkanlage über den Reinigungsautomaten.

Von Nachteil ist, dass von der Vakuumpumpe selbst überhaupt keine Informationen, z. B. über Vakuumhöhe oder Warn-/Servicehinweise (z. B. über Betriebsstundenzähler), bereitgestellt werden. Allerdings ist dieser Zustand gegenwärtig der Normalfall.

#### Wartung

Der Wartungsaufwand ist sehr gering. Wartungsarbeiten im eigentlichen Sinne fallen erst nach 3 bzw. 6 Jahren (Lagerwechsel, Reinigung) als Serviceleistung an.

Vom Betreiber ist das Aggregat lediglich sauber zu halten, um Ausfällen durch mangelnde Kühlung des Aggregates vorzubeugen.

#### Betriebsanleitung

Die Betriebsanleitung ist ausführlich, verständlich und umfangreich ausgeführt. Nicht zufrieden stellend ist die Qualität der bildlichen Darstellungen zur Maschinenbeschreibung.

Eine Liste mit Hinweisen zur Behebung von Störungen ist vorhanden.

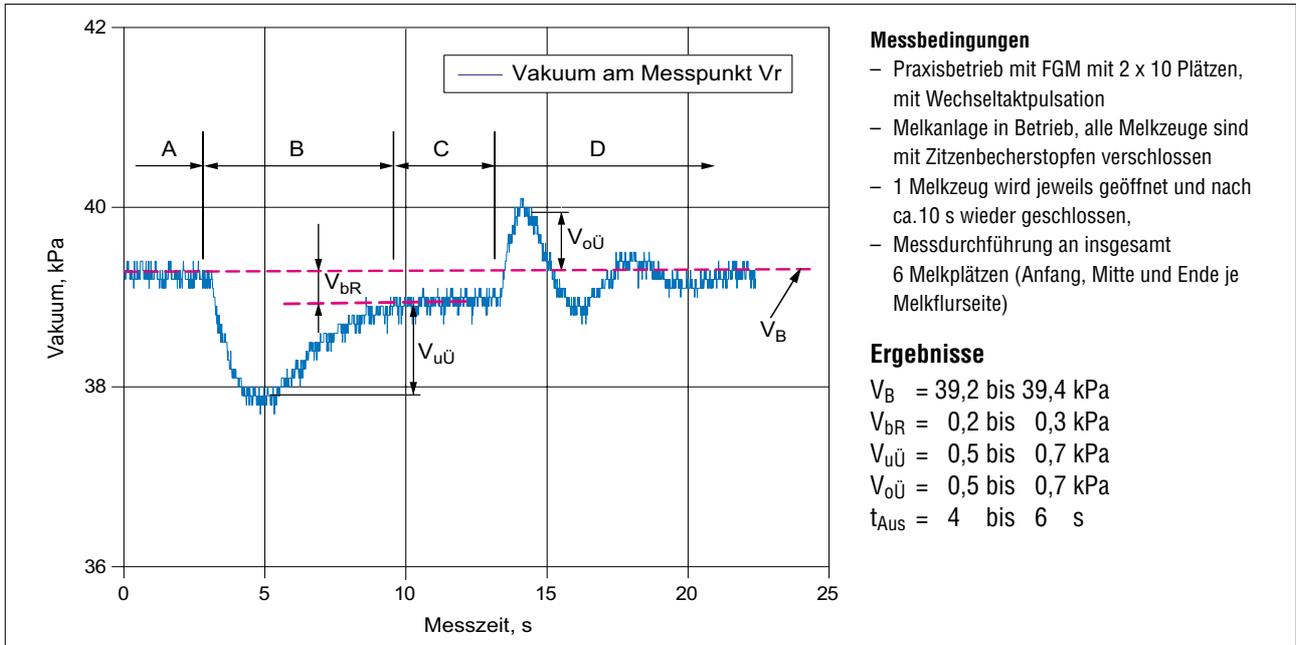


Bild 4: Regelverhalten bei definiertem Lufteinbruch Simulation eines Melkzeugabfalls beim Melken

**Erläuterung zu den Bezeichnungen im Bild 4:**

**Zeitphase** (Beschreibung des Zustandes bzw. der Aktion):

**A** = Betriebsvakuum liegt an, alle Melkzeuge sind geschlossen, Pulsatoren arbeiten

**B** = Phase B beginnt mit dem Öffnen des Melkzeuges (definierter Lufteinbruch) und endet nach dem Erreichen eines stabil ausgeregelten Zustandes.

**C** = erreichter Endzustand von Phase B dauert weiter an. Zeitdauer hängt davon ab, wie lange das Melkzeug geöffnet bleibt.

**D** = Lufteinbruch wird mit Schließen des geöffneten Melkzeuges beendet; Betriebsvakuum wird wieder erreicht.

$t_{Aus}$  = Zeitdauer für das Ausregeln der Störung, entspricht der Zeitphase B [s]

**Vakuum [kPa]**

$V_B$  = Betriebsvakuum = Mittelwert in A

$V_{bR}$  = bleibende Regeldifferenz = (Mittelwert in A) – (Mittelwert in C)

$V_{uÜ}$  = Überschwingweite nach unten = (Mittelwert in C) – (Minimum in B)

$V_{oÜ}$  = Überschwingweite nach oben = (Maximum in D) – (Mittelwert in A)

**Bewertungsmaßstab**

Kriterium	--	-	o	+	++
Regelzeit, $t_{Aus}$ , [s]	> 7	< 7	< 5	< 3	< 1
Überschwingweite [kPa]	> ± 2	< ± 1,5	< ± 1	< ± 0,5	< ± 0,25

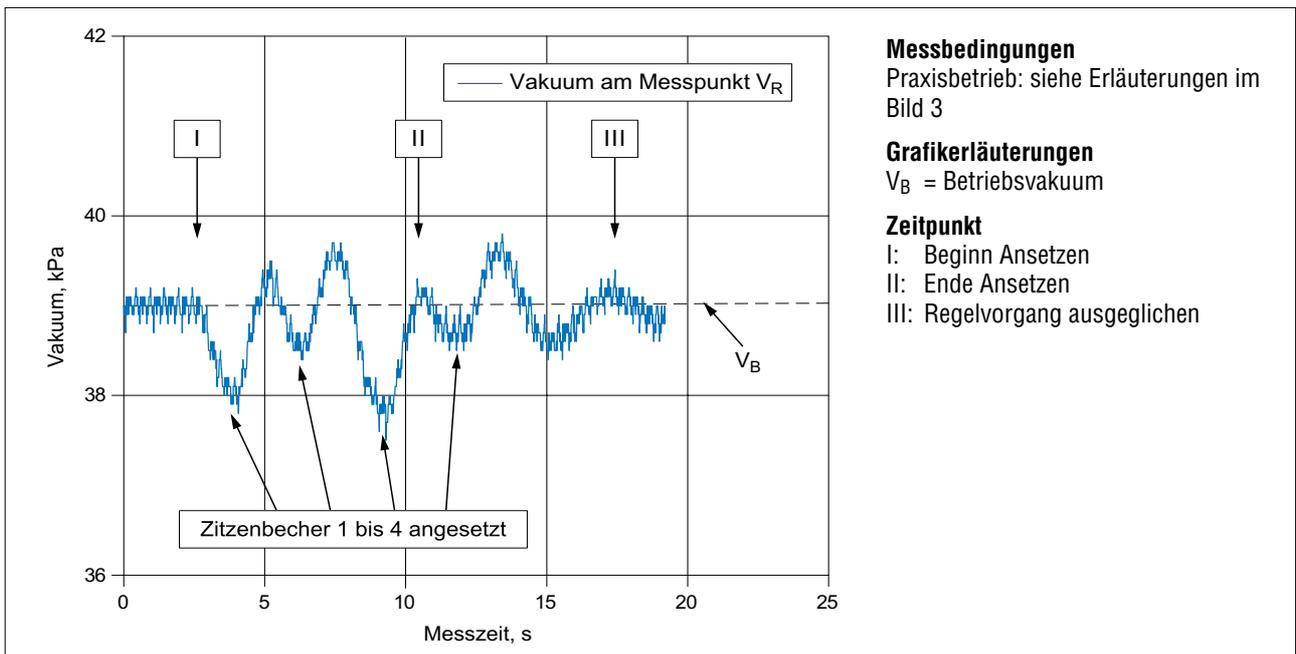
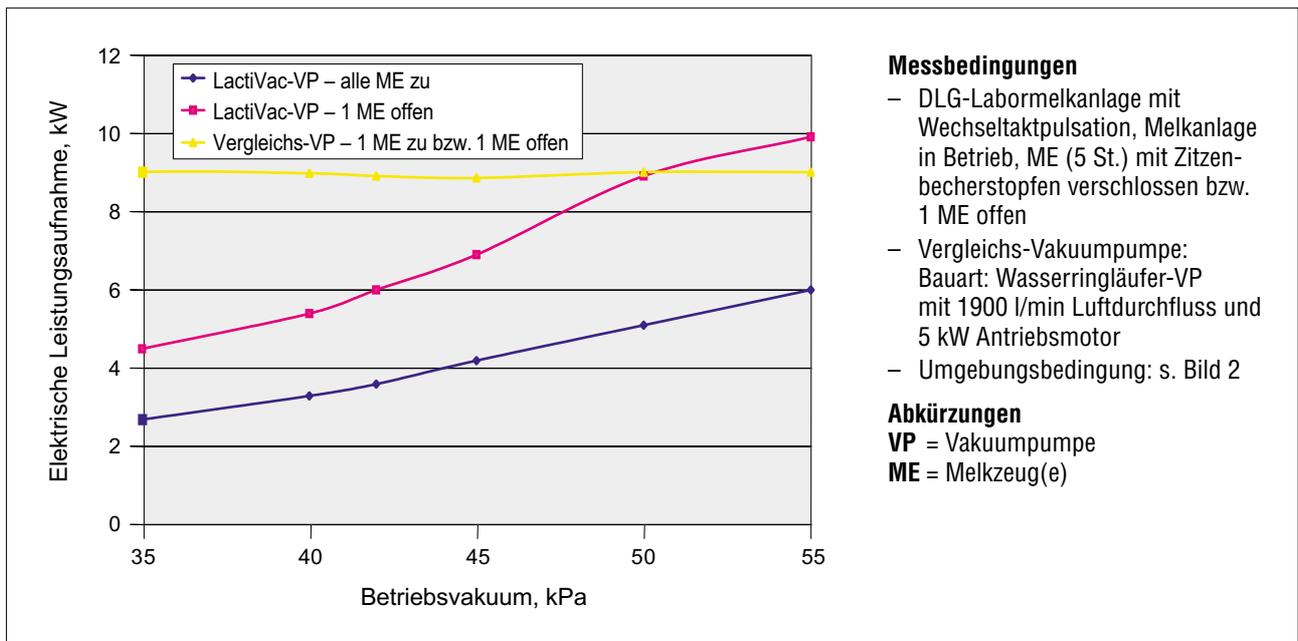


Bild 5: Regelverhalten beim Ansetzvorgang



#### Messbedingungen

- DLG-Labormelkanlage mit Wechseltakt pulsation, Melkanlage in Betrieb, ME (5 St.) mit Zitzenbecherstopfen verschlossen bzw. 1 ME offen
- Vergleichs-Vakuumpumpe: Bauart: Wasserringläufer-VP mit 1900 l/min Luftdurchfluss und 5 kW Antriebsmotor
- Umgebungsbedingung: s. Bild 2

#### Abkürzungen

- VP** = Vakuumpumpe  
**ME** = Melzeug(e)

Bild 6:  
Elektrische Leistungsaufnahme

Tabelle 1:  
Energieverbrauch durch die Vakuumpumpe LactiVac im praktischen Einsatz

Kriterium	Stall I		Stall II	
<b>Betriebsbedingungen</b>				
Melkstandsgröße	FGM 2 x 10		FGM 2 x 8	
durchschnittl. Anzahl melkender Kühe	150		120	
mittleres Tagesgemelk je Kuh, l			25	
<b>Energieverbrauch*)</b>				
absolut je Tag, kWh	43		41	
spezifisch, kWh/Kuh x Tag	0,28		0,34	
spezifisch, kWh/100 l ermolkene Milch	1,1		1,4	
<b>Energieeinsparung, Neuzustand (a.) im Vergleich zu</b>				
je Tag, kWh	<b>b.</b>	<b>c.</b>	<b>b.</b>	<b>c.</b>
relativ, %	30	12	18	0
	42	22	30	0

#### Einsatzbedingungen

##### Allgemein

Milchviehanlage mit zwei getrennt bewirtschafteten Ställen (umgebauter L 203-Typ), täglich zweimaliges Melken

##### a. Neuzustand

- Vakuumversorgung durch je 1 Stück Vakuumpumpe LactiVac mit 5 kW Nennleistung
- Datenerfassung über 2 Monate (Okt. und Nov. 2004)

##### b. Altzustand

- Einsatz von je 2 Stück ölgeschmierten Vakuumpumpen je Stall,
- ca. 13 Jahre alt, überdimensioniert, unbekannter Verschleißzustand, je Pumpe 4 kW Nennanschlussleistung

##### c. Vergleichszustand

(angenommene Daten für vergleichbaren Einsatz einer passenden unregulierten Vakuumpumpe, 100%ige elektr. Leistungsaufnahme angesetzt)

##### – Stall I

erforderliche Förderleistung für 20 Melkeinheiten ca. 2.000 l/min bei 50 kPa, gewählte Nennanschlussleistung 2 Stück x 3 kW, ergibt bei 9,1 h Einsatzzeit/d ~ 55 kWh/d

##### – Stall II

erforderliche Förderleistung für 16 Melkeinheiten ca. 1.600 l/min bei 50 kPa, gewählte Nennanschl.-leistung 1 Stück x 5,5 kW, ergibt bei 7,4 h Einsatzzeit/d ~ 41 kWh/d

\*) Energieverbrauch der nur durch den Einsatz der Vakuumpumpe zur Deckung des Vakuumbedarfes beim Melken und Reinigen der Anlage entstanden ist.

## Umwelt

### Geräuschemission

Das Geräusch beim Betrieb der LactiVac-Vakuumpumpe ist unterschiedlich hoch und stark betriebspunktabhängig. Zwischen 30 und 50 kPa Vakuum wurde ein Emissionsschalldruckpegel von 70 bis 76 dB(A) gemessen. Das entspricht überwiegend der Bewertung Standard.

Die Messung erfolgte im Freifeld auf betonierter Oberfläche mit einer Mikrofonanordnung (6 Stück) auf der Halbkugelmessfläche von 4,0 m Radius (Bewertungsmaßstab: < 55 = + +; < 65 = +; < 75 = ○; < 85 = -; > 85 = - -; Zahlenwert in dB(A)).

### Luftreinhaltung

Der Betrieb der Vakuumpumpe setzt keine bekannten luftschädigenden Emissionen frei.

## Umfrageergebnis

Eine Umfrage bei Besitzern wurde durchgeführt.

Eine schriftliche und telefonische Umfrage in 17 landwirtschaftlichen Betrieben, die die Vakuumpumpe bis zu vier Jahren im Einsatz haben, bestätigte die Prüfergebnisse.

Der Einbau erfolgte in allen Betrieben durch die Lieferfirma bzw. einen Fachbetrieb. In den Betrieben wurden im Durchschnitt 140 Kühe (50 bis maximal 380) gemolken.

In 3 Betrieben gab es Störungen bzw. Schäden (Ausfall elektronischer Bauteile). In allen Betrieben liefen die Vakuumpumpen nach der Reparatur ohne Probleme.

Bei keinem der Betriebe konnte eine Veränderung des Tierverhaltens oder Veränderungen an den Zitzen festgestellt werden.

In allen Betrieben werden die Euter gut ausgemolken und die Eutergesundheit bleibt erhalten.

Alle Betriebe bestätigen der Vakuumpumpe eine hohe Vakuumstabilität und Betriebssicherheit. 94 % der Betriebe schätzen den Energieverbrauch geringer als zuvor mit der ungeregelten Vakuumpumpe ein. Wartungskosten werden als gering eingeschätzt. Überwiegend sind die Befragten der Meinung, dass die Vakuumpumpe geräuscharm läuft.

Alle Befragten würden die Vakuumpumpe im Bedarfsfall wieder anschaffen.

## Arbeitssicherheit

Die Vakuumpumpe LactiVac 2000 wurde durch die Deutsche Prüfstelle für Land- und Forsttechnik (DPLF) begutachtet.

Gegen die Verwendung der Vakuumpumpe bestehen aus arbeitssicherheitstechnischer Sicht keine Bedenken.

## Beschreibung und Technische Daten (gemessene Daten)

### Hauptdaten LactiVac 2000

Länge	660 mm
Breite	620 mm
Höhe	475 mm
Höhe einschließlich Anschlussverschraubung	530 mm
Masse	130 kg

### Bauart

- Vakuumpumpe mit Frequenzregelung zur Vakuumzeugung in Melkanlagen, ein Steueralgorithmus regelt anhand des aktuellen Luftbedarfs die Drehzahl der Pumpe;
- als kompakte Einheit, auf einem Edelstahlgestell montiert, bestehend aus:
  - Einbaupumpe mit angeflanschem Motor u. aufmontiertem Frequenzumrichter sowie
  - Sicherheitsabscheider;
- mit Vakuumregler und -sensor in der Vakuumleitung zur Melkvakuumstabilität.

### Vakuumpumpe

- ausgeführt als Trockenläufer nach dem Seitenkanalverdichtungsprinzip mit offener Verbindung zwischen Ansaug- und Druckseite,
- Pumpengehäuse bestehend aus Aluminium mit Farboberflächenschutz
- 3 ~ Motor mit Frequenzumrichter: Typ 2FC 4552-1NE00
- Anschlüsse:
  - Einlass Ø 90 mm,
  - Auslass 1" BSP
- elektrischer Anschluss:
  - 7,2 kW, 400 V AC,
  - I<sub>max</sub> = 25 A, 50 Hz,
  - Schutzklasse: IP 55

### Sicherheitsabscheider

- ausgeführt als Zyklon mit Automatikstopp und Selbstdrainage, bestehend aus Edelstahl;
- Wasser- und Staubteilchen werden nach unten in den Feuchtigkeitsabscheider gewirbelt, mit integriertem Schwimmersystem zur Verhinderung von Flüssigkeitseintritt in die Pumpe;
- Kapazität: 35 l Luftvolumen, bis zu 15 l Flüssigkeit;

### Anforderungen Umgebungsbedingungen

- Aufstellung: ebenerdig, sauberer, trockener und belüfteter Raum mit Betonfußboden, in Nähe des Melkstandes oder Tankraumes gelegen, nicht in Nähe anderer wärmeerzeugender Geräte
- maximale Umgebungstemperatur an der Eintrittsöffnung: 40 °C
- zulässige Umgebungstemperaturen: 0 bis 40 °C

## Zubehör (nicht geprüft)

- Vakuumsystem bestehend aus: Vakuumdruckregler mit den Komponenten Regeleinheit, Messröhrchen und Druckausgleichssensor sowie Luftleitung und Absperrventil
- Vakuumdruckregler: Typ Isovac 3500, servogesteuertes Regelventil
- Montage auf Hauptvakuumleitung (> 500 mm gerades Rohrstück) mit 1" BSP T-Stück,
- Vakuumhöhe wird über Stell-schraube eingestellt,
- max. Luftdurchsatz 3500 l/min, Einlass/Auslass Ø 90 mm
- Nenndurchmesser Leitung: Ø 90 mm
- Absperrventil für Messzwecke: PVC Kugelventil

## Prüfung

### Prüfung

Die Prüfung der Vakuumpumpe LactiVac 2000 umfasste Labor- und Einsatzuntersuchungen.

Erkenntnisse zur Betriebssicherheit, zum Regelungsverhalten und zum Energieverbrauch wurden in der Praxis ermittelt.

Eine Umfrage wurde durchgeführt.

Die Prüfung erfolgte auf Basis des DLG-Prüfrahmens „Vakuumpumpen“ und nach den DIN ISO Normen 6690, 5707 und 3918. Bei fehlenden Normvorgaben, z. B. Messungen bei definiertem Lufteinbruch, wurde nach eigener Methodik getestet.

Die Lärmmessung erfolgte auf Grundlage der „Richtlinie 2000/14EG“. Die Messung erfolgte im Freifeld auf betonierter Oberfläche mit einer Mikrofonanordnung auf einer Halbkugelmessfläche von 4 m Radius und 6 Mikrofonen („Geräuschemissionsgrundnorm EN ISO 3744“ im Freifeld).

Für die Laborprüfung wurde 1 Muster (Baujahr 2004, Serien-Nr. E001311, Artikel-Nr. GM 120047) genutzt.

### Prüfungsdurchführung

DLG-Testzentrum  
Technik und Betriebsmittel  
Max-Eyth-Weg 1  
D-64823 Groß-Umstadt

### Praktischer Einsatz

Erzeugergemeinschaft  
Wallstawe GbR, Wallstawe

### Berichterstatter

Dipl.-Ing. W. Huschke,  
Groß-Umstadt

### DLG-Prüfungskommission

Dr. agr. S. Pache, Köllitsch  
Dipl.-Ing. A. Pelzer, Bad Sassendorf  
Landwirt R. Schmidt, Ronneburg  
Dipl.-Ing. agr. K.-W. Wolf, Höchst  
Dr. med. vet./Dipl.-Ing. agr.  
W. Wolter, Giessen



**ENTAM** – European Network for Testing of Agricultural Machines, ist der Zusammenschluss der europäischen Prüfstellen. Ziel von ENTAM ist die europaweite Verbreitung von Prüfergebnissen für Landwirte, Landtechnikhändler und Hersteller.

Mehr Informationen zum Netzwerk erhalten Sie unter [www.entam.com](http://www.entam.com) oder unter der E-Mail-Adresse: [info@entam.com](mailto:info@entam.com)

10/2006  
© DLG



DLG e.V. – Testzentrum Technik & Betriebsmittel

Max-Eyth-Weg 1, D-64823 Groß-Umstadt, Telefon: 069 247 88-600, Fax: 069 247 88-690  
E-Mail: [Tech@DLG.org](mailto:Tech@DLG.org), Internet: [www.dlg-test.de](http://www.dlg-test.de)

Download aller DLG-Prüfberichte unter: [www.dlg-test.de](http://www.dlg-test.de)!