

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 34 (1972)
Heft: 2

Artikel: Vergleichsprüfung von Vielzweckfördergebläsen. 1. Teil
Autor: Zihlmann, F. / Jakob, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1070221>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 28.03.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Vergleichsprüfung von Vielzweckfördergebläsen 1. Teil

F. Zihlmann und R. Jakob, Verfahrenssektion Innenwirtschaft

1. Einleitung

Die Leistung der Rauhfutter-Erntemaschinen ist in den letzten Jahren stark gestiegen. Dabei sind die Ablade- und Fördereinrichtungen im Leistungsvermögen im Vergleich zu den Lademaschinen zurückgeblieben. Für das Fördern von Rauhfutter werden heute verschiedene technische Lösungen angeboten wie Förderband, Greifer und Gebläse. Am anpassungsfähigsten sind die sogenannten Durchlaufgebläse, die wie folgt eingeteilt werden können:

- Häckselgebläse
- Gebläsehäcksler
- Vielzweckfördergebläse
- Getreidefördergebläse
- Heufördergebläse

Die im vergangenen Jahr durchgeführten Untersuchungen galten ausschliesslich den Vielzweckfördergebläsen, die zum Fördern von Rauhfutter verschiedener Feuchtigkeitsgrade – von Zuckerrübenblatt bis Dürrho – eingesetzt werden (Abb. 1). Mit den Vergleichsmessungen der Vielzweckfördergebläse wurde ein doppeltes Ziel angestrebt:

- objektiver Vergleich der Gebläse
- Erarbeitung allgemeiner Richtlinien für den Einsatz in der Praxis

Bei der freiwilligen Anmeldung der Gebläse für die Vergleichsprüfung waren folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- Antrieb des Gebläses durch Elektromotor
- Alle angelieferten Gebläse könnten mit Zapfwellenantrieb ausgerüstet werden.
- Anmelder bestimmt
 - Leistung des Elektromotors
 - Riemenscheibendurchmesser, d. h. Drehzahl des Laufrades
 - Marke und Typ des Zubringerbandes
 - Spezielle Ausrüstungen

Lagen keine Empfehlungen oder Betriebsanleitungen für den Einsatz des Gebläses vor, so wurde es nach eigenem Ermessen eingesetzt.

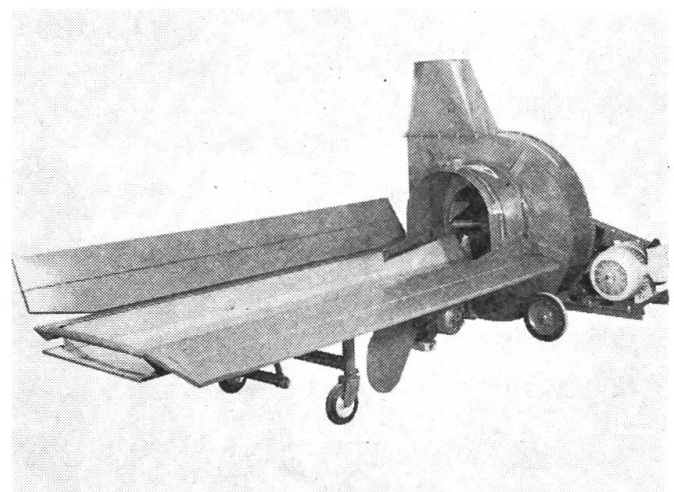


Abb. 1: Vielzweckfördergebläse mit Zubringerband.

- Infolge der vielen Fabrikate
- nur 1 Gebläsetyp pro Anmelder
- nur Typen, die nach Firmenangaben einen Durchsatz von mindestens 5 t/h bei Dürrfutter und 8 t/h bei Grünfutter erreichen.
- Gebläse mit Abgangsstutzen für 400 mm Rohrleitung-Vorversuche im Jahre 1970 haben gezeigt, dass der Durchsatz bei einem Rohrleitungsdurchmesser von 400 mm 50–100 % höher ist als bei einem Durchmesser von 310 mm (ausgen. Silomaishäcksel, s. Kap. 3.2.). Deshalb wurden 1971 sämtliche Versuche mit einem Rohrleitungsdurchmesser von 400 mm durchgeführt.

Es wurden folgende 12 Gebläse angemeldet und geprüft:

senkrechten Achse in Abhängigkeit der geförderten Luftmenge auf der waagrechten Achse aufgezeichnet. Für ein bestimmtes Gebläse mit einer bestimmten Drehzahl erhalten wir somit auf dem Diagramm drei verschiedene Kurven – Druck-Volumenkurve, Kurve der aufgenommenen Leistung, Kurve des Gesamtwirkungsgrades – die sogenannten Gebläsekennlinien.

Um die Druckvolumenkurven der 11 von der FAT geprüften Vielzweckfördergebläse miteinander vergleichen zu können, wurden sämtliche Gebläse mit Ansaughaube ohne jegliche Zusatzausrüstung gemessen. Die einzelnen Diagramme werden in Form von Testblättern im 2. Teil publiziert werden.

Der Einfluss der verschiedenen Zusatzausrüstun-

Tab. 1: Verzeichnis der geprüften Gebläse

| Anmelder | Fabrikat, Typ | Motorleistung (PS) |
|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Aebi, 3400 Burgdorf BE | Aebi, HG 3 | 20 |
| Estumag, 6210 Sursee LU | Buchmann, Piccolo 1-104 | 15 |
| Agro-Service, 4528 Zuchwil SO | Fella, FAG 4 | 25 |
| Albrecht, 8174 Stadel ZH | Himel, LBG II | 15 |
| Bucher-Guyer, 8166 Niederreningen ZH | Köla, Topex 2 | 20 |
| Lanker, 9015 St. Gallen SG | Lanker, Kombi K 400 | 20 |
| Müller, 4112 Bättwil SO | Neuero, SG 4 | 25 |
| Stabag, 9496 Balzers FL | Stabag, Taifun | 20 |
| Hiltpold, 5252 Villnachern AG | Taurus, K 4 | 15 |
| Wild, 9033 Untereggen SG | Wild, GB 6 | 15 |
| VOLG, 8401 Winterthur ZH | Wöhrle, UG 400 | 20 |
| Zumstein, 4528 Zuchwil SO | Zumstein, Prototyp 1) | 13 |

1) Das Vielzweckfördergebläse «Zumstein» wurde während der Prüfdauer so stark abgeändert, dass dieses Gebläse in den folgenden Ausführungen nicht mehr berücksichtigt wird.

2. Messverfahren und wichtigste Ergebnisse

2.1 Strömungstechnische Messung

Bei der strömungstechnischen Prüfung wurden die geförderte Luftmenge, die Drehzahl des Laufrades, der erzeugte Druck (statischer plus dynamischer Druck), die für den Antrieb erforderliche Motorleistung und der Gesamtwirkungsgrad (von Elektromotor und Gebläse) ermittelt. In einem Koordinatensystem wurden die letzten drei Werte auf der

gen auf die Gebläsewerte – max. Luftfördermenge (Q), max. aufgenommene elektrische Leistung (N_{el}), max. Gesamtwirkungsgrad (η_g) – wurde durch ein abgekürztes Prüfverfahren bestimmt (s. Tab. 2).

Bei den Gebläsen mit exzentrischem Gehäuse (Buchmann, Himel, Köla, Wild) wird der Abstand zwischen Laufradschaufel und Gehäuse gegen den Abgangsstutzen hin grösser. Die übrigen Gebläse sind mit zentrischem Gehäuse versehen, wo der

Tab. 2: Einfluss der verschiedenen Zusatzausrüstungen auf die Kennwerte

| Zusatzausrüstung ▶ | Ansaughaube | | | Zusatzschaufeln | | | Silierblech | | | Wurfschläger | | |
|--------------------|-------------------|--------|----------------|-------------------|--------|----------------|-------------------|--------|----------------|-------------------|--------|----------------|
| Kennwerte ▶ | max Q | maxNel | max γ/g | max Q | maxNel | max γ/g | max Q | maxNel | max γ/g | max Q | maxNel | max γ/g |
| ▼ Gebläse | m ³ /s | kW | ‰ | m ³ /s | kW | ‰ | m ³ /s | kW | ‰ | m ³ /s | kW | ‰ |
| Aebi | 3,9 | 11,2 | 36 | 4,0 | 12,1 | 39 | — | — | — | — | — | — |
| Buchmann | 2,9 | 5,5 | 29 | — | — | — | 2,7 | 5,1 | 26 | — | — | — |
| Fella | 3,8 | 9,9 | 38 | 4,7 | 16,0 | 40 | — | — | — | — | — | — |
| Himel | 4,4 | 12,1 | 51 | — | — | — | 4,0 | 11,6 | 39 | — | — | — |
| Köla | 4,1 | 11,3 | 47 | nicht gemessen | | | 3,1 | 10,8 | 31 | — | — | — |
| Lanker | 4,5 | 14,6 | 40 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Neuero | 4,5 | 14,5 | 41 | — | — | — | — | — | — | 4,4 | 15,2 | 38 |
| Stabag | 4,2 | 12,2 | 36 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Taurus | 4,1 | 9,7 | 43 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Wild | 3,8 | 8,9 | 47 | — | — | — | nicht gemessen | | | — | — | — |
| Wöhrle | 4,4 | 12,5 | 40 | — | — | — | — | — | — | 4,2 | 12,8 | 37 |

Abstand zwischen Laufradschaufel und Gehäuse immer gleich bleibt. Um die Gebläse mit exzentrischem in solche mit zentrischem Gehäuse umzubauen, wird ein sogenanntes Silierblech eingesetzt. Zugleich wird dadurch der Abstand zwischen Laufradschaufel und Gehäuse kleiner. Durch den Einsatz des Silierbleches nehmen alle Gebläse-Kennwerte ab (siehe Tab. 2). Da einerseits für die Förderung von nassem Grüngut, Silomaishäcksel und Zuckerrübenblatt der Einsatz des Silierbleches notwendig ist, und andererseits die max. Luftfördermenge des Gebläses für die Förderung dieser 3 Gutarten eine bescheidene Rolle spielt, wäre die Benützung des Silierbleches eine gute Lösung. Der Ein- und Ausbau ist aber sehr zeitraubend und mühsam und stösst in der Praxis auf wenig Verständnis. Deshalb ist von dieser Lösung eher abzuraten.

Um bei Gebläsen mit zentrischem Gehäuse für die Förderung von Silomaishäcksel und Zuckerrübenblatt den Abstand zwischen Laufradschaufel und Gehäuse zu verkleinern, werden teilweise Zusatzschaufeln eingesetzt (Aebi, Fella; bei Köla zusätzlich zum Silierblech). Je nach Anzahl, Gewicht, Form und Einbauart werden durch den Einsatz von Zusatzschaufeln alle Kennwerte zum Teil sehr stark erhöht. Dies ist mit Ausnahme der elektrischen Stromaufnahme erwünscht. Auch der Ein- und Ausbau der Zusatzschaufeln ist relativ einfach.

Weil aber gerade auf vielen Landwirtschaftsbetrieben der notwendige elektrische Anschluss fehlt, ist von einer Ueberdimensionierung der Zusatzschaufeln abzuraten (siehe Tab. 2, max. Stromaufwand bei Fella).

Alle übrigen Zusatzeinrichtungen wie Wurfschläger oder Windflügel sowie auch der Einsatz des Zubringerbandes statt Ansaughaube beeinflussen die Kennwerte nur unbedeutend.

Zwischen der strömungstechnischen Messung und der technischen Leistung eines Gebläses bei der Förderung von Belüftungsheu bzw. Heu besteht eine direkte Beziehung (s. Kap. 3.5). Wieweit zwischen der strömungstechnischen Messung und der technischen Leistung bei der Silofutterförderung gewisse Parallelen gezogen werden können, kann erst nach einer weiteren detaillierten Auswertung der Versuchsergebnisse beurteilt werden.

2.2 Technische Messung bei Rauhfutterförderung

Mit der strömungstechnischen Messung allein kann man ein Gebläse nicht beurteilen; dazu ist es unerlässlich, Messwerte während des Förderns von Rauhfutter zu ermitteln.

2.2.1 Versuchsdurchführung

Um eine einwandfreie Vergleichsprüfung durchführen zu können, wurde ein Prüfturm konstruiert.

Damit das Gebläse für eine bestimmte Zeitdauer gleichmässig – ohne Einflüsse durch die Bedienungsperson – beschickt werden konnte, stand ein 30 m langes Förderband mit stufenloser Regulierung der Vorwärtsgeschwindigkeit (Variator) von 0,4–2,0 m/s zur Verfügung (Abb. 2).

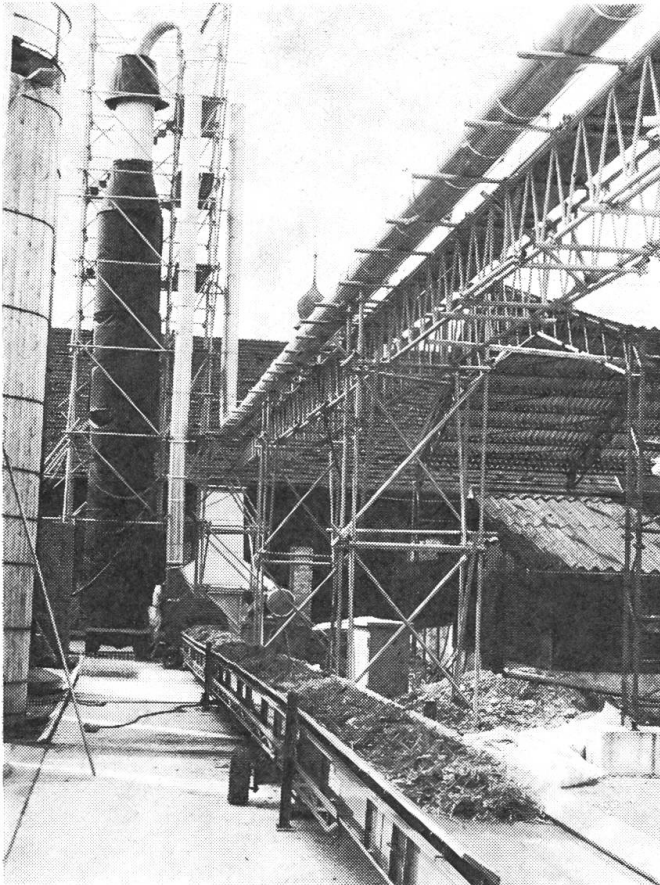


Abb. 2: Prüfturm mit 15 m Beschickungshöhe und 30 m Dosierband (mit Variator versehen).

Ausser den für die Praxis sehr wichtigen Beurteilungskriterien wie Durchsatz und Motorleistungsaufnahme wurden während der Futterförderung für die technische Auswertung der Versuchsergebnisse noch folgende Werte gemessen: Drehzahl des Laufrades, Luftfördermenge, Futtergeschwindigkeit und Druck in der Rohrleitung. Jedes der 11 zur Verfügung gestellten Vielzweckfördergebläse wurde am Prüfturm wie folgt eingesetzt:

Tab. 3: Programm für die Messungen am Prüfturm

| Futterart | TS ¹⁾ in % | Schnittlänge in cm | Förderhöhe in m |
|------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| Gras | 15 | 12 | 15 |
| angewelktes Gras | 10–20 | 12 | 15 |
| angewelktes Gras | 20–30 | 12 | 15 |
| angewelktes Gras | 30–45 | 12 | 15 |
| Belüftungsemd | 50–60 | 12 | 15+57 ²⁾ |

1) Trockensubstanzgehalt des Futters

2) Waagrechte Rohrleitung (siehe Abb. 3); vier 90°-Bogen auf gerade Rohrleitung umgerechnet.

Für die 44 Versuche (4 verschiedene Futterarten, 11 verschiedene Gebläse) mit Silogras wurde durch die Steigerung der Vorwärtsgeschwindigkeit des Förderbandes die Stopfgrenze ermittelt. Bei der Beschickung des Gebläses mit Belüftungsemd (Gebläse mit Ansaughaube, Ladewagen mit Zuteilung) wurden zwei Bedienungspersonen eingesetzt, um eine einwandfreie, regelmässige Futterzufuhr zu gewährleisten.

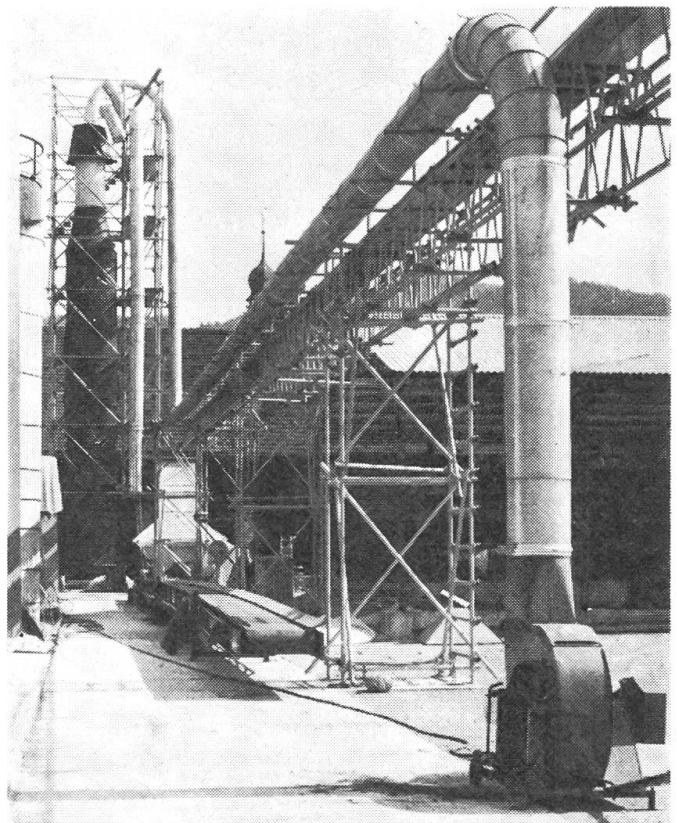


Abb. 3: Versuchsanlage zur Förderung von Belüftungsfutter.

Tab. 4: Durchsatz (technische Leistung) und Stromaufnahme beim Fördern von Silogras und Belüftungsemd am Prüfturm

| Gebläse ▼ Futterart ▶ | | Silogras | | | Belüftungsemd | | |
|-----------------------|---------------------|------------------------|--|--|------------------------|--|--|
| Fabrikat | Motorleistung PS | Futterdurchsatz t/h | mittl. Stromaufnahme bei Futterförderung kW | mittl. Stromaufnahme pro t Futterdurchsatz kW | Futterdurchsatz t/h | mittl. Stromaufnahme bei Futterförderung kW | mittl. Stromaufnahme pro t Futterdurchsatz kW |
| Aebi | 20 | 13,9 | 15,5 | 1,1 | 6,5 | 9,1 | 1,4 |
| Buchmann | 15 | 4,2 | 7,0 | 1,7 | 1,9 | 5,0 | 2,6 |
| Fella | 25 | 11,1 | 17,8 | 1,6 | 4,2 | 9,8 | 2,3 |
| Himmel | 15 | 9,5 | 14,0 | 1,5 | 6,3 | 10,3 | 1,6 |
| Köla | 20 | 11,1 | 15,7 | 1,4 | 6,5 | 11,2 | 1,7 |
| Lanker | 20 | 16,2 | 18,6 | 1,1 | 6,4 | 14,1 | 2,2 |
| Neuero | 25 | 13,3 | 18,5 | 1,4 | 6,8 | 14,2 | 2,1 |
| Stabag | 20 | 10,1 | 14,9 | 1,5 | 7,3 | 12,2 | 1,7 |
| Taurus | 15 | 9,6 | 11,8 | 1,2 | 5,2 | 9,4 | 1,8 |
| Wild | 15 | 5,9 | 9,9 | 1,7 | 5,0 | 8,2 | 1,6 |
| Wöhrle | 20 | 11,0 | 15,4 | 1,4 | 7,9 | 12,8 | 1,6 |

Der Durchsatz und die Stromaufnahme der einzelnen Gebläse werden in Kap. 2.4. beurteilt.

Tab. 5: Durchsatz und Stromaufnahme im praktischen Einsatz

| Futterart ▶ | Silogras | | Silomais | |
|-------------|---|----------------------------|--|----------------------------|
| Gebläse | Trockensubstanzgehalt: 30–45% Futter geschnitten ¹⁾ | | Trockensubstanzgehalt: 25–28% Theor. Häcksellänge: 5 mm | |
| | Futterdurchsatz ²⁾ t/h | mittl. Stromaufnahme kW | Futterdurchsatz ³⁾ t/h | mittl. Stromaufnahme kW |
| Aebi | 8,3 | 13,9 | 33,4 ⁴⁾ | 18,5 |
| Buchmann | 3,9 ⁵⁾ | 6,6 | 15,0 ⁵⁾ | 9,0 |
| Fella | 4,9 | 17,2 | 18,7 | 23,5 |
| Himmel | 7,7 | 12,5 | 12,4 ⁵⁾ | 16,5 |
| Köla | 4,1 ⁵⁾ | 13,6 | 14,6 ⁵⁾ | 19,9 |
| Lanker | 7,5 | 16,2 | 14,8 | 19,3 |
| Neuero | 7,0 | 15,3 | 17,4 | 23,5 |
| Stabag | 6,2 ⁵⁾ | 13,6 | 23,7 ⁵⁾ | 15,3 |
| Taurus | 5,8 | 10,8 | 10,7 ⁵⁾ | 14,3 |
| Wild | 4,6 ⁵⁾ | 9,2 | 13,7 ⁵⁾ | 13,0 |
| Wöhrle | 7,0 | 13,8 | 21,4 ⁵⁾ | 17,9 |

¹⁾ Erster Ladewagen theor. Schnittlänge 12 cm

Zweiter Ladewagen theor. Schnittlänge 36 cm

²⁾ Inkl. Störungen am Gebläse, jedoch ohne evtl. Störungen am Zubringerband

³⁾ Ohne Störungen am Gebläse und Zubringerband

⁴⁾ Drehzahl des Laufrades reduziert von 1020 auf 750 U/min.

⁵⁾ Bei diesen Gebläsen trat jeweils während der Versuche mindestens eine Verstopfung auf.

2.2.2 Versuchsergebnisse

In Tab. 4 werden Durchsatz am Prüfturm (technische Leistung) und mittlere Stromaufnahme jedes einzelnen Gebläses dargestellt. Da mit allen 11 Gebläsen 4 Versuche mit Silogras unter gleichen Bedingungen gemacht wurden, sind in der Spalte «Silogras» die Durchschnittswerte eingetragen (15 bis 45 % TS). Mit Belüftungsemd wurde lediglich je 1 Versuch durchgeführt.

2.3. Praktischer Einsatz bei Rauhfutterförderung

Um eventuelle Zusammenhänge zwischen technischem Einsatz am Prüfturm und praktischem Einsatz der Gebläse festzustellen, wurden alle 11 Gebläse für die Förderung von Silogras und Silomaishäcksel auf dem Versuchsbetrieb der FAT eingesetzt. Die Förderhöhe betrug bei beiden Futterarten 8 m bei einem Silodurchmesser von 6,4 m. Mit jedem Gebläse und dem dazugehörigen Zubringerband wurden jeweils 2 Wagen mit je ca. 1,8 t des betreffenden Förderguts abgeladen. Bei den Angaben in Tabelle 5 handelt es sich um Durchschnittswerte. Es wurden Durchsatz und mittlere Stromaufnahme (inkl. Stromspitzen) gemessen.

Beim Vergleich der Tab. 4 und 5 stellen wir fest, dass der Durchsatz von Silogras bei der praktischen Prüfung viel geringer ist. Die Gründe dieser Feststellung werden in Kap. 3 genauer beschrieben.

2.4. Beurteilung von Durchsatz und Stromaufnahme

Der erreichte Durchsatz und die gemessene mittlere Stromaufnahme gehen aus den Tab. 4 und 5 hervor.

2.4.1 Absicherung

Tab. 6 gibt eine Uebersicht über den der Motorleistung zugeordneten Nennstrom der Sicherung in Ampère (A) und den erforderlichen Leiterquerschnitt in mm².

Bei einem geringen Leiterquerschnitt kann vielfach durch Einsatz von trägen Sicherungen ein Motor der nächst höheren Leistungsklasse angeschlossen werden. Ist aber der Motor im Verhältnis zum Leistungsbedarf des Gebläses schwach ausgelegt, so

Tab. 6: Absicherung und Leiterquerschnitt für Drehstrommotoren

| Nennleistung PS | Schmelzeinsätze | Sicherung A | Leiterquerschnitt mm ² |
|-----------------|-----------------|-------------|-----------------------------------|
| 15 | normal | 40 | 10 |
| | träge | 25 | 6 |
| 20 | normal | 40 | 10 |
| | träge | 40 | 10 |
| 25 | normal | 60 | 16 |
| | träge | 40 | 10 |

ist es möglich, dass auch eine träge Sicherung nicht mehr ausreicht.

2.4.2 Motorleistung und Leistungsbedarf der Gebläse

Die Kraftwerke sind daran interessiert, dass nicht zu grosse Motoren an die Gebläse angebaut werden. Wenn ein Motor bei Teillast arbeitet, verschlechtert sich der $\cos\varphi$. Je niedriger jedoch der $\cos\varphi$ ist, umso höher ist der Blindstrom. Einerseits muss die Zuleitung nach dem maximalen Leistungsbezug (Wirkleistung plus Blindleistung) ausgelegt werden, andererseits wird vom Zähler nur der Wirkstrom erfasst. Die Blindleistung muss bereitgehalten werden, ohne dass das Kraftwerk dafür eine Entschädigung erhält. Wenn Motoren mit Unterbrüchen – welche beim Einsatz von Fördergebläsen die Regel sind – eingesetzt werden, sind folgende Ueberlastungen zulässig:

10% Ueberlastung bei einer Betriebsdauer v. 60 Min.
20% Ueberlastung bei einer Betriebsdauer v. 30 Min.
40% Ueberlastung bei einer Betriebsdauer v. 15 Min.

Der Leistungsbedarf eines Gebläses wurde aufgrund der aufgenommenen Leistung des Motors berechnet, wobei ein Wirkungsgrad von 87 % angenommen wurde (s. Tab. 7, Kolonne 3). Der auf diese Weise berechnete Leistungsbedarf des Gebläses diente zur Beurteilung der Nennleistung der Motoren verschiedener Gebläse. Nach unserer Auffassung hatten die Anmelder für die Vergleichsprüfung eher zu starke Motoren aufgebaut, wenn man bedenkt, dass diese auch zu einem gewissen Prozentsatz ueberlastet werden können. Im Gegen-

satz dazu steht die Praxis, wo infolge der begrenzten Anschlusswerte eher zu schwache Motoren installiert werden.

Tab. 7: Nennleistung der Motoren und Leistungsbedarf der Gebläse

| Gebläse | Nennleistung des Motors PS | Leistungsbedarf des Gebläses (beim Fördern von Silogras am Prüfturm) | |
|----------|----------------------------|--|-----------------------|
| | | in PS | in % der Nennleistung |
| Aebi | 20 | 18 | 90 |
| Buchmann | 15 | 8,5 | 57 |
| Fella | 25 | 22 | 88 |
| Himmel | 15 | 18 | 120 |
| Köla | 20 | 21 | 105 |
| Lanker | 20 | 22 | 110 |
| Neuero | 25 | 22 | 88 |
| Stabag | 20 | 18 | 90 |
| Taurus | 15 | 14 | 93 |
| Wild | 15 | 12 | 80 |
| Wöhrle | 20 | 18 | 90 |

2.4.3 Stromspitzen und Verrechnung der elektrischen Energie

Vor allem bei unregelmässiger Beschickung der Gebläse treten momentane Stromspitzen auf. Diese sind für die umliegenden Strombezüger unangenehm, da sie beispielsweise ein Flackern der Glühbirnen bewirken. Die Höhe dieser momentanen Stromspitzen hat keinen Einfluss auf die Stromrechnung; auch dann nicht, wenn sich diese aus einem Betrag für die beanspruchte Leistung und einem solchen für die bezogene Energie zusammensetzt. Für die Verrechnung der beanspruchten Leistung wird von vielen Kraftwerken bei grösseren Bezügen mit einem Leistungszähler die höchste im Monat während 15 Minuten – diese Basiszeit wird von den Kraftwerken festgelegt – aufgetretene mittlere Leistung in Kilowatt gemessen. Beim Einsatz von Vielzweckfördergebläsen ist diese höchste mittlere Leistung – sofern nicht parallel noch andere Motoren eingeschaltet sind – etwa gleich hoch wie die in den Versuchen gemessenen mittleren Stromaufnahmen.

3. Weitere Ergebnisse bei der Rauhfutterförderung

Die folgenden Ausführungen zeigen, wie wichtig die äusseren Einflüsse – z. B. Art der Beschickung (Bedienungsperson), Futterart – für die Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Vielzweckfördergebläses sind.

3.1 Silogras

Die Förderung von angewelktem Gras stellt an ein Vielzweckfördergebläse die höchsten Ansprüche. Bei dieser Futterart hat die optimale Beschickung einen sehr grossen Einfluss auf den praktischen Durchsatz.

3.1.1 Beschickungsart und Bedienungsperson

Folgende Ergebnisse zeigen eindeutig, dass bei Silogras für die Beschickung eines Gebläses mit Zubringerband 1 Arbeitskraft (AK) genügt.

Gebläsebeschickung durch 1 AK:

Durchsatz 6,4 t/h Silogras

Gebläsebeschickung durch 2 AK:

Durchsatz 7,6 t/h Silogras (3,8 t/h pro AK)

Ein Vergleich zwischen technischem Einsatz der Gebläse am Prüfturm und praktischem Einsatz bei der Silobeschickung ergab unter den erwähnten Bedingungen die Resultate in Tabelle 8.

Die Zusammenstellung zeigt, dass durch eine dosierte, gleichmässige und von der Bedienungsperson unabhängige Beschickung der Durchsatz um rund 60 % gesteigert werden kann.

Bei Gebläsen mit hohen Förderleistungen ist das Verhältnis vom Durchsatz am Prüfturm zum Durchsatz bei praktischer Silobeschickung rund 2 : 1. Bei Gebläsen mit kleinen Förderleistungen sinkt das Verhältnis gegen 1 : 1 (siehe Tab. 4 und 5). Deshalb schneiden die leistungsschwachen Gebläse bei praktischen Versuchen, verglichen mit den technischen Prüfungen, relativ gut ab.

3.1.2 Schnittlänge des Futters (ab Ladewagen)

Neun Versuche bei der praktischen Silobeschickung (Gebläse mit Zubringerband, Ladewagen mit Zuteilentleerung) haben gezeigt, dass die Abladeleistung durch den Einsatz eines Ladewagens mit gutem

Tab. 8: Durchsatz in Abhängigkeit der Beschickungsart

| Versuchsbedingungen | am Prüfturm | bei der Silobeschickung |
|--|---------------------------------------|---------------------------|
| Anzahl Gebläse Beschickung | 11 30 m Förderband gleichmässig | 11 Zubringerband, 1 AK |
| TS Futter Ladewagen, theor. Schnittlänge | 30–45 % 12 cm | 30–45 % 12 cm |
| Resultate | am Prüfturm | bei der Silobeschickung |
| Durchsatz (Ø aller 11 Gebläse) | 11,6 t/h (5,0–17,6) | 6,5 t/h (4,4–11,0) |
| Mittl. Stromaufnahme (Ø aller 11 Gebläse) | 15,2 kW (6,6–25) | 13,0 kW (6,1–16,7) |
| Index Durchsatz | 100 | 56 |
| Index Stromaufnahme | 100 | 86 |

Schneidwerk (exakter kurzer Schnitt, in unseren Versuchen 12 cm theoretische Schnittlänge) um 25 % höher liegt als bei einem Ladewagen mit schlechtem Schneidwerk (unregelmässiger langer Schnitt, in unseren Versuchen 36 cm theoretische Schnittlänge). Zudem ist das Abladen von kurzem und einwandfrei geschnittenem Fördergut bedeutend weniger anstrengend für die Bedienungsperson.

(Rückstau des Futters vor dem Schneidwerk). Der Durchsatz lag bei Gebläsen mit Schneidwerk je nach Typ um 0–40% tiefer. Deshalb sollte man vermehrt darauf achten, dass der Ladewagen mit einem guten Schneidwerk ausgerüstet ist und das Futter bereits beim Laden geschnitten wird. Ein Schneidwerk am Gebläse kann dann als überflüssig betrachtet werden. Deshalb verzichten wir auf eine Beurteilung der verschiedenen Schneidwerke.



Abb. 4: Handliches und leichtes Abladewerkzeug sowie kurz geschnittenes Futter erleichtern das Abladen und erhöhen die Leistung.

3.1.3 Schneidwerk am Gebläse

Bei den meisten Gebläsen wurde durch den Einsatz des Schneidwerkes mit nur einem Messer die Durchsatzgrenze vor der Stopfgrenze erreicht

3.1.4 Trockensubstanzgehalt (TS) des Futters

Schon die Vorversuche zeigten, dass die Förderung von angewelktem Gras mit einem TS-Gehalt von 20–30 % die höchsten Ansprüche an ein Gebläse stellt. Da in der Praxis aber gerade die Förderung dieser Futterart am meisten verbreitet ist, wurden am Prüfturm Versuche mit Futter verschiedener Anwelkgrade bzw. TS-Gehalte durchgeführt. In Tab. 9 sind die Mittelwerte der Durchschnittsleistungen aller 11 Gebläse aufgeführt. Bei einem TS-Gehalt des Futters von 20–30 % kann je nach Gebläsetyp der Durchsatz bis 40 % kleiner sein als bei einem TS-Gehalt von 10–20 % bzw. 30–45 %.

Tab. 9: Durchsatz in Abhängigkeit des TS-Gehaltes des Futters

| TS-Gehalt | 10–20 % | 20–30 % | 30–45 % |
|-----------------|---------|---------|---------|
| Index Durchsatz | 100 | 85 | 99 |

3.1.5 Drehzahl des Laufrades

Die Bestimmung der günstigsten Drehzahl des Laufrades aller 11 Gebläse für die Förderung von geschnittenem, angewelktem Gras hätte den Rahmen dieser Arbeit gesprengt. Wir beschränkten uns in unseren Untersuchungen auf ein Gebläse, das mit einer Stufenscheibe versehen war.

Tab. 10 gibt Aufschluss über die durchgeführten Versuche.

Tab. 10: Durchsatz und mittlere Stromaufnahme in Abhängigkeit der Laufraddrehzahl

| Versuchsbedingungen | | | Resultate | |
|---------------------------------------|----------------|----------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Theor. Schnittlänge des Futters cm | TS Futter % | Drehzahl des Laufrades U/Min. | Futterdurchsatz t/h | mittl. Stromaufnahme kW |
| 12 | 24 | 1020 | 12,0 | 14,9 |
| 12 | 24 | 830 | 7,5 | 10 |

Bei der Förderung von angewelktem Gras sinken mit abnehmender Drehzahl der Durchsatz und die mittlere Stromaufnahme. Eine Reduktion der Drehzahl lässt sich also nur wegen eines ungenügenden elektrischen Anschlusses rechtfertigen.

3.2 Silomaishäcksel

Auf vielen Landwirtschaftsbetrieben wird das Gebläse heute auch für das Fördern von Silomaishäcksel eingesetzt. Im Gegensatz zu angewelktem Gras stellt dieses Fördergut ganz andere Anforderungen an das Gebläse.

Um beim Silomaishäcksel mit einem 20 PS-Motor einen Durchsatz von über 25 t/h zu erreichen, muss

die Drehzahl – die hohe Drehzahl ist erforderlich für die Silograsförderung – gesenkt werden. Zudem muss für einen möglichst störungsfreien Arbeitsablauf das Gehäuse zentrisch und der Abstand zwischen Laufradschaufel und Gehäuse möglichst klein sein, da sich sonst vor allem Maishäcksel unter 30 % TS im Gehäuse abgelagert.

Tab. 11 zeigt das Verhalten von Durchsatz und Stromaufnahme bei einer Reduktion der Drehzahl (Versuche mit einem Gebläse).

Durch die Reduktion der Drehzahl um 100 U/Min steigt der Durchsatz um rund 50 %, die mittlere Stromaufnahme nimmt leicht ab. Ob die Drehzahl mit Erfolg noch mehr reduziert werden könnte, wäre Gegenstand einer weiteren Untersuchung.

Versuche mit einem von 400 mm auf 310 mm reduzierten Rohrleitungsdurchmesser haben gezeigt, dass bei 10 m Förderhöhe der Durchsatz je nach Gebläsetyp um 10–30 % sinkt.

3.3 Zuckerrübenblatt

Das Fördern von Zuckerrübenblatt stellt grundsätzlich die gleichen Anforderungen an das Gebläse wie das Fördern von Silomaishäcksel. Durchsatzsteigerungen hängen beim Fördern von Zuckerrübenblatt weitgehend von der Leistungsfähigkeit der Bedienungsperson ab. Auch kann man die Drehzahl des Schaufelrades nicht beliebig herabsetzen, um den Durchsatz zu erhöhen, weil sonst die Rübenköpfe zu wenig zerschlagen werden.

Wie sich Durchsatz und Stromaufnahme durch Reduktion der Drehzahl verhalten, zeigt Tab. 12 (Versuche mit einem Gebläse).

Eine Reduktion der Drehzahl von 1020 U/Min auf 840 U/Min ergab in unseren Versuchen nebst einer

Tab. 11: Durchsatz und mittlere Stromaufnahme in Abhängigkeit der Laufraddrehzahl

| Versuchsbedingungen | | Resultate | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--|-----------------------------|--|
| TS Mais- häcksel % | Drehzahl des Laufrades U/Min. | mittl. Stromauf- nahme bei Luftförderung kW | Futter- durchsatz t/h | mittl. Stromauf- nahme bei Futterförderung kW |
| 26 | 980 | 13,2 | 14,8 | 19,3 |
| 26 | 885 | 10,0 | 21,3 | 18,6 |

Tab. 12: Durchsatz und mittlere Stromaufnahme in Abhängigkeit der Laufraddrehzahl

| Versuchsbedingungen | | Ergebnisse | | |
|--------------------------|----------------------------------|--|------------------------|--|
| TS Zuckerrübenblatt % | Drehzahl des Laufrades U/Min. | mittl. Stromaufnahme bei Luftförderung kW | Futterdurchsatz t/h | mittl. Stromaufnahme bei Futterförderung kW |
| 17 | 1020 | 11,0 | 19,8 | 22,6 |
| 18 | 840 | 6,4 | 24,3 | 14,2 |

Erhöhung des Durchsatzes von ca. 20 % eine Reduktion der mittleren Stromaufnahme von rund 40%. Auch bei der reduzierten Drehzahl (840 U/Min) wurden die Rübenköpfe noch genügend zerschlagen. – Ein weiterer Vorteil der Drehzahlreduktion war, dass durch die niedrigere Umfangsgeschwindigkeit des Laufrades allenfalls mitgeführte Steine das Gebläse und die Rohrleitung weniger beschädigten.

3.4 Maiskolbenschrot

Da es sich hier um die Förderung einer neuen Futterart handelt, hat kein Vielzweckfördergebläse in seiner ursprünglichen Ausführung beim Abladen befriedigt. Um eine zu starke Entmischung des Kolbenschrotes im Silo zu verhindern, muss die Luftfördermenge des Gebläses stark reduziert werden. Da die Drehzahlreduktion des Laufrades allein nicht genügt, muss die Eintrittsöffnung am Gebläse verkleinert werden (siehe Abb. 5). Bei Maiskolbenschrot mit 60 % Trockensubstanz wurde ein Durchsatz von 15 t/h erreicht, bei einer mittleren Stromaufnahme von 7,5 kW (Versuche mit zwei Gebläsen). Da die Leistung eines Maiskolben-Pflückschroters ca. 6 t/h beträgt, dürfte diese Abladeleistung in den meisten Fällen genügen.

3.5 Belüftungsheu

Die Förderung von Belüftungsheu stellt relativ geringe Anforderungen an ein Vielzweckfördergebläse. Unter äusserst schwierigen Versuchsbedingungen (Belüftungsemd mit 60 % TS, 15 m Senkrecht- plus 57 m Waagrechtförderung) wurde offenkundig, dass diejenigen 10 der 11 geprüften Gebläse den Anforderungen gewachsen waren, welche über 3,5 m³/s

Luft fördern (siehe Tab. 2) und einen max. Gesamtdruck von über 150 mm Wassersäule (WS) erzeugen.

Trägt man in einem Koordinationssystem den Durchsatz auf der waagrechten Achse in Abhängigkeit der geförderten Luftmenge auf der senkrechten Achse auf, so sehen wir, dass der Durchsatz mit steigender Luftmenge zunimmt (Abb. 6). Ein ähnliches Bild erhalten wir, wenn auf der senkrechten Koordinate anstelle der geförderten Luftmenge der max. Gesamtdruck aufgetragen wird.

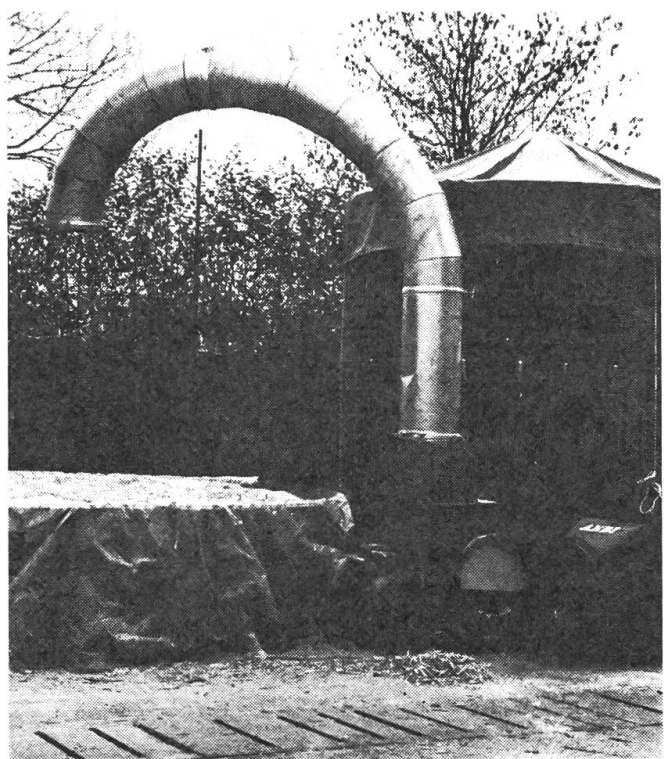


Abb. 5: Gebläse mit teilweise abgedeckter Eintrittsöffnung für die Förderung von Maiskolbenschrot.

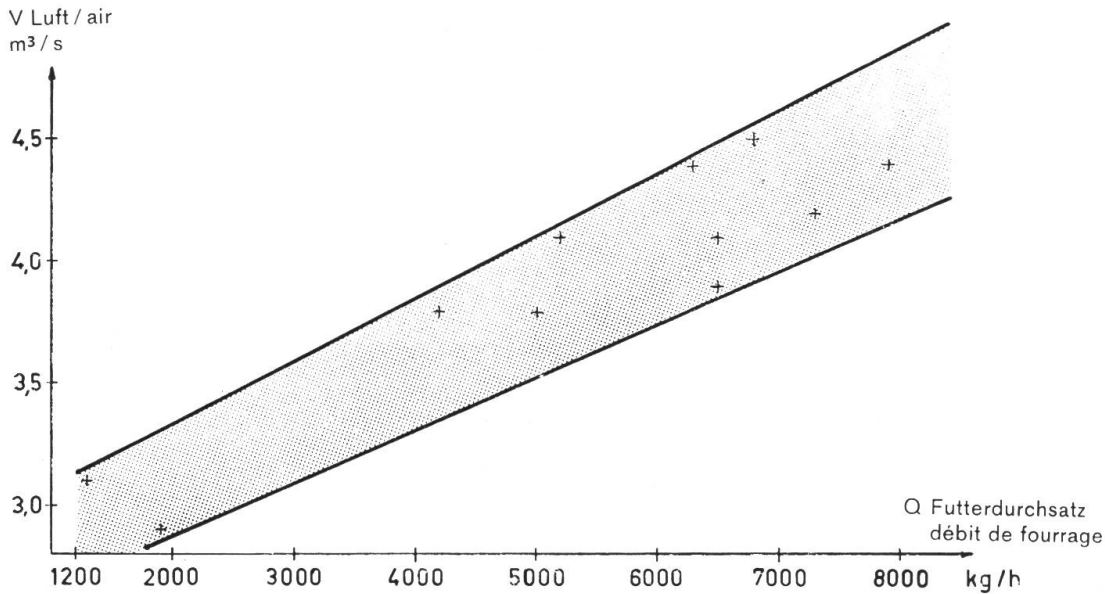


Abb. 6:
Durchsatz von
Belüftungs-
futter in Ab-
hängigkeit der
max. geförder-
ten Luftmenge.

4. Schlussbemerkungen

Die Vergleichsprüfung von 12 Vielweckfördergebläsen ergab einen Einblick in das heutige Angebot. Aus zeitlichen und technischen Gründen war es nicht möglich, alle Fabrikate zu erfassen.

Bisher galt das Abladen und Einladen als Engpass bei der Rohfütterernte. Wenn aber das Fördergut beispielsweise durch den Ladewagen schon kurz geschnitten wird, ist die Gebläseleistung nicht mehr der begrenzende Faktor beim Abladen. Ein Vergleich des Durchsatzes am Prüfturm (regelmässige Beschickung) mit demjenigen bei den praktischen Versuchen zeigt zudem, dass noch eine gewisse Steigerung der Leistung durch eine gleichmässiger Beschickung des Gebläses erzielt werden kann.

Vielfach wird bei den Vielweckfördergebläsen die hohe Antriebsleistung beanstandet. Wie aus den Messungen hervorgeht, kann schon mit einer Antriebsleistung von 15 PS ein recht beachtlicher Durchsatz erzielt werden. Die Frage des Durchsatzes und der Antriebsleistung wäre noch weiter zu untersuchen. Versuche zeigten, dass mit der Aenderung der Drehzahl noch verschiedene Verbesserungen möglich wären.

Im Rahmen der Vergleichsprüfung war es nicht möglich, näher auf die Frage der Konstruktion des Schaufelrades, die Phase des Futterabwurfes, die Gehäuseform usw. einzutreten. Für die Praxis sind auch diese mehr konstruktiven Merkmale nicht von direktem Interesse.

Nachdruck der ungekürzten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

FAT-Mitteilungen können als Separatdrucke in deutscher Sprache unter dem Titel «Blätter für Landtechnik» und in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 20.—, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheck 30 - 520. In beschränkter Anzahl können auch Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.