Zeitschrift: Der Traktor und die Landmaschine : schweizerische landtechnische Zeitschrift

Herausgeber: Schweizerischer Verband für Landtechnik

Band: 29 (1967)

Heft: 4

Rubrik: IMA-Mitteilungen

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: 11.08.2025

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

IMA-MITTEILUNGEN 3-4 · 67

12. Jahrgang März-April 1967

Herausgegeben vom Schweiz. Institut für Landmaschinenwesen und Landarbeitstechnik in Brugg, Aargau

Verantwortliche Redaktion: J. Hefti und W. Siegfried

Beilage zu Nr. 4/67 von «DER TRAKTOR und die Landmaschine»

Entwicklungstendenzen bei der Heubelüftung

F. Zihlmann, ing. agr.

Die Heubelüftung ist ein junges Futterkonservierungs-Verfahren. Wir stehen heute immer noch in der Phase des Ausprobierens. Denken wir nur an die verschiedenen Systeme, welche immer wieder propagiert werden, wie Horizontal- und Vertikalbelüftung, Oben- und Untenbelüftung, Entlüftung und Belüftung, Axialventilator und Radialventilator, Kalt- und Warmbelüftung, Halbheu- und Welkheubelüftung usw. Wollte man sich mit jedem System auseinandersetzen, würde man sich in der Vielzahl der technischen Probleme verlieren.

Bei unserer nachfolgenden Betrachtung stützen wir uns auf frühere Publikationen in den IMA-Mitteilungen, nämlich «Heubelüftung» Nr. 7—9 1964 und «Das Trocknen von Erntegütern» Nr. 3/4 1966. Wer sich mit der Heubelüftung näher befasst, wird unweigerlich feststellen müssen, dass heute die Hauptprobleme in der Futterproduktion im Hinblick auf die Belüftungstrocknung liegen und nicht bei der Belüftungstechnik an sich. Wenn wir nun versuchen, gewisse Entwicklungstendenzen aufzuzeigen, dürfen wir selbstverständlich an diesem Hauptproblem nicht vorbeigehen, obwohl es nicht primär das Gebiet des Maschinenfachmannes betrifft. Es geht uns dabei in keiner Weise darum, uns in den Aufgabenkreis der Futterproduktion einzumischen. Vielmehr möchten wir die verschiedenen Berührungspunkte aufzeigen, woraus sich die Notwendigkeit einer vermehrten Zusammenarbeit der verschiedenen Fachrichtungen ergibt. Auch wenn sich jemand vorwiegend mit einem Teilproblem befasst, muss er vom Problemkreis als Ganzes ausgehen. Denn es geht heute nicht mehr darum, alle verschiedenen Möglichkeiten aufzuzeigen, sondern aus der Vielzahl von Möglichkeiten die günstigste Kombination zu finden.

1. Die Heubelüftung im Dienste der Futterproduktion

Das Ziel der Futterproduktion besteht darin, aus einer beschränkten Futterfläche mit möglichst kleinem Aufwand eine grosse Menge qualitativ gutes Futter zu erzeugen, bei welchem durch die Veredlung über den Tiermagen ein möglichst grosser wirtschaftlicher Nutzen erzielt wird. Um das zu erreichen, muss der Betriebsleiter Kenntnisse aus verschiedenen Fachrichtungen zu Rate ziehen. Davon seien hier nur drei übergeordnete Fachgebiete erwähnt, nämlich der Pflanzenbau, die Erntetechnik und die Fütterungstechnik. Die Heubelüftung ist ein Bestandteil der Erntetechnik und liegt eingebettet zwischen Pflanzenbau (Futterbau) und Fütterungstechnik.

Der Fütterungsspezialist sagt uns, welche Art und Zusammensetzung von Futter er benötigt, um eine möglichst gute Verwertung durch den Tiermagen zu erreichen. Er stellt den sogenannten Bestellschein aus. Dem Pflanzenbauer steht die Aufgabe zu, ein Futter zu produzieren, das bei der Anwendung einer bestimmten Erntetechnik den fütterungstechnischen Anforderungen möglichst weitgehend gerecht wird. Ueber allem steht der Betriebswirtschafter, der überwacht, dass der gesamte Produktions- und Verwertungsvorgang mit möglichst kleinem Aufwand erfolgt. Es dürfte klar sein, dass es für einen Praktiker kaum zumutbar sein wird, sich selbst überlassen, die günstigste Kombination zu finden. Darum ist es heute dringend notwendig, dass die Fachspezialisten zusammensitzen und für ihn den ganzen und langen Weg vorspuren. Dem Betriebsleiter bereitet allein das Anpassen des Produktionsvorganges an die besonderen Verhältnisse des Betriebes noch genügend Schwierigkeiten.

a) Das Ausgangsmaterial

Auch mit der besten Ernte- und Belüftungstechnik ist es nicht möglich, das Ausgangsmaterial zu verbessern. Was damit erreicht wird, ist lediglich eine Reduktion der Nährstoffverluste. So wie die Dinge heute liegen, bestehen grössere Fortschrittsaussichten auf der Seite der Verbesserung des Ausgangsmaterials als auf der Seite der Belüftungstechnik. Es wäre jedoch der Sache sicher nicht gedient, wenn man daraus ableiten würde, dass die Weiterentwicklung eine rein pflanzenbauliche Angelegenheit sei. Zur Lösung des Problems ist die Zusammenarbeit zwischen Pflanzenbauer und Arbeits- und Belüftungstechniker notwendig. Beim heutigen Stand der Dinge scheint es uns nützlich zu sein, klarzulegen, welche Anforderungen aus der Sicht der Ernte- und Belüftungstechnik an das Ausgangsmaterial zu stellen sind.

Ein besonderes Anliegen unserer Bauern besteht darin, bei der Dürrfutterproduktion möglichst wetterunabhängig zu werden. Das heisst mit anderen Worten: Wir sollten in der Lage sein, das Futter vormittags zu mähen und nachmittags auf die Belüftung zu bringen. Dieses Ziel ist durchaus im Bereich des Möglichen. Es geht nur darum, die zur Verfügung stehenden Techniken richtig anzuwenden.

Einmal ist ein Futterbestand heranzuziehen, der sich rasch und gleichmässig dörren lässt. Das bedingt eine ausgeglichene Futterzusammensetzung mit möglichst wenig krautigem Blattanteil. Damit beim Einsatz neuzeitlicher Heuwerbemaschinen die Bröckelverluste klein gehalten werden können, dürfen die Pflanzen nicht zu brüchig sein.

Sodann kann eine raschere Trocknung des Schnittgutes durch das sogenannte Aufbereiten mit Schlegelmäher, Press- oder Knickzetter bewirkt werden. Ein rascherer Trocknungserfolg ist dabei offensichtlich. Vielfach wird jedoch keine gleichmässige Aufbereitung erreicht. Die verletzten Pflanzen trocknen rascher als die übrigen, womit die Gefahr erhöhter Nährstoffverluste besteht.

Schliesslich gilt es, die Heubelüftung zu Nutzen zu ziehen, bei welcher je nach System eine mehr oder weniger weitgehende Vortrocknung notwendig ist. Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, dass eine Mindestvortrocknung bis auf ca. 40 % Feuchtigkeit erwünscht ist. Grundsätzlich ist es möglich, auch feuchteres Futter durch Belüften nachzutrocknen. Die Belüftungskosten steigen mit zunehmender Feuchtigkeit jedoch derart rasch an, dass es aus wirtschaftlichen Gründen nicht interessant ist, Futter mit über 40 % Feuchtigkeit auf die Belüftung zu bringen. Anzustreben ist also ein leicht dörrbares Futter, das wenn möglich ohne Aufbereitung in ca. 6 Stunden an der Sonne auf 40 % Feuchtigkeit getrocknet werden kann. Zu berücksichtigen ist noch, dass bei der Trocknung des Futters an der Sonne der Carotingehalt rasch abnimmt. Anderseits wissen wir, dass durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen bei geschnittenem Futter Vitamin D aufgebaut wird. Es wäre nun wertvoll zu wissen, was wichtiger ist, ein hoher Gehalt an Carotin oder an Vitamin D. Dieses Problem sollte abgeklärt werden, weil auf diesem Gebiete offensichtlich falsche Propaganda getrieben wird.

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt ist die Wahl des Schnittpunktes im Hinblick auf den Nährstoffgehalt des Futters. Aus langjährigen Versuchen im In- und Ausland geht deutlich hervor, dass mit zunehmender Schnittzahl der Gehalt des Futters an Stärkeeinheiten und noch ausgeprägter an verdaulichem Eiweiss zunimmt. Die Anzahl der Schnitte darf jedoch nicht beliebig vermehrt werden. Ebenso wichtig, wie der Nährstoffgehalt, ist ein hoher Nährstoffertrag pro Flächeneinheit. Nach Versuchen von Dr. Geering wird ein hoher Nährstoffertrag und zudem ein guter Nährstoffgehalt im Futter bei jährlich 4—5 Schnitten im Mittelland erzielt. Die Erhöhung der Schnittzahl wirkt sich auch belüftungstechnisch günstig aus. Pro Schnitt fällt etwas weniger Futter an, so dass es in kürzerer Zeit genügend angetrocknet werden kann. Sodann erhalten wir einen ausgeglicheneren Futterstock, der eine gleichmässigere Durchströmung mit Luft zur Folge hat. Feines und blattreiches Futter liegt am Stock dichter als grobe Ware. Daher baut sich im Luftkanal ein etwas höherer Druck auf. Der Druck steigt aber nicht derart hoch an, wie von verschiedenen Seiten oft behauptet wird.

b) das Endprodukt

Wenn wir das gleiche Ausgangsmaterial nach verschiedenen Konservierungsverfahren ernten, so erhalten wir ein recht unterschiedliches Endprodukt. Unterschiede treten auf, sowohl im Nährstoffertrag als auch in der Zusammensetzung des Nährstoffgehaltes. Ein Verfahrens- und Kostenvergleich liefert erst dann vergleichbare Werte, wenn die Unterschiede in der Qualität der Endprodukte richtig erfasst werden. Den Bewertungsmassstab muss uns der Fütterungsspezialist geben können. Das Belüftungsheu ist zu beurteilen einmal im Wettbewerb mit den übrigen Konservierungsverfahren und schliesslich im Vergleich der verschiedenen Belüftungssysteme untereinander. Es sind insbesondere folgende fütterungstechnische Fragen, welche sich im Zusammenhang mit der Heubelüftung stellen: Besteht fütterungstechnisch ein Unterschied zwischen warm- und kaltbelüftetem Heu? Unter welchen Umständen ist mehr Wert auf einen hohen Carotingehalt zu legen? Welche Bedeutung kommt dem höheren Gehalt an Vitamin D beim Bodenheu zu? Wie steht es mit dem Futterverzehr in kg Trockensubstanz, wenn Belüftungsheu, Silage, Bodenheu usw. einzeln als alleiniges Grundfutter vorgelegt werden? Welches sind fütterungstechnisch die günstigsten Kombinationen des Rauhfutters, welches nach verschiedenen Konservierungsverfahren geerntet wurde?

Mit diesen Ausführungen über das Ausgangsmaterial und das Endprodukt bei der Heubelüftung dürfte klar zum Ausdruck gekommen sein, dass die Probleme der Heubelüftung nicht einseitig bei der Belüftungstechnik liegen. Es ist sogar zu erwarten, dass bei der Wahl zwischen den verschiedenen Belüftungssystemen die pflanzenbaulichen und fütterungstechnischen Gesichtspunkt sehr entscheidend sein werden.

2. Heutiger Stand der Belüftungstechnik

In der verhältnismässig kurzen Zeit, in welcher bei uns die Heubelüftung angewandt wird, erlebten wir verschiedene Propagandawellen, welche nach kurzer Zeit schon wieder verebbten. Je lauter die Propaganda war, umso rascher verstummte sie vielfach. Das ist auch leicht verständlich, denn alle müssen mit der gleichen Luft trocknen. Die Luft ist ein unfolgsames Element und geht immer den Weg des geringsten Widerstandes. Je weiter es uns gelingt, die Luft in der gewünschten Art zu lenken und zu beeinflussen, umso mehr nähern wir uns einer idealen Belüftungstechnik. Daher erscheint es uns als nützlich, die verschiedenen Systeme dahin zu untersuchen, wie das Problem der Luftführung und der Ausnützung der besonderen Eigenschaften der Luft gelöst wurde.

Belüftung oder Entlüftung: Bei der Belüftung wird die Luft von innen nach aussen gepresst. Dies hat einmal eine lockernde Wirkung. Sodann ist es möglich, an der Oberfläche zu kontrollieren, wo die Luft hinausströmt und wo nicht. Bei der Entlüftung wird die Luft mit Vakuum durch den Stock gesogen. An der Oberfläche des Heustockes ist keine

fühlbare Luftströmung festzustellen. Der Trocknungsprozess erfolgt von aussen nach innen. Es gibt keine sichere Methode zur Kontrolle, ob das Futter im Stock schon trocken ist. Die Misserfolge, welche vor bald drei Jahren mit Entlüftungsanlagen erzielt wurden, dürften noch lebhaft in Erinnerung sein. Neuerdings werden wieder Kleinentlüftungsanlagen angeboten. Es ist grundsätzlich falsch, wenn diese mit der heute üblichen Vorstellung von Heubelüftung in Zusammenhang gebracht werden. Es handelt sich dabei nicht um eine Entlüftungstrocknung, sondern vielmehr um ein Abführen der Wärme aus einem Heustock, welcher sich in Gärung befindet.

Obenbelüftung oder Untenbelüftung: Die Praxis hat gezeigt, dass die Obenbelüftung der Untenbelüftung wesentlich unterlegen ist. Sie kann nur empfohlen werden bei kleinen Heustöcken von maximal 5 auf 5 m. Sodann muss sich der Scheunenraum gut durchlüften lassen, damit nicht die gesättigte Luft mehrmals angesogen wird. Der Vorteil der Untenbelüftung mit dem Ansaugen von frischer Aussenluft ist unbestritten.

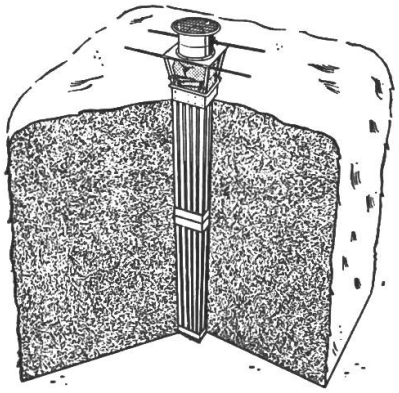


Abb. 1: Schema Obenbelüftung

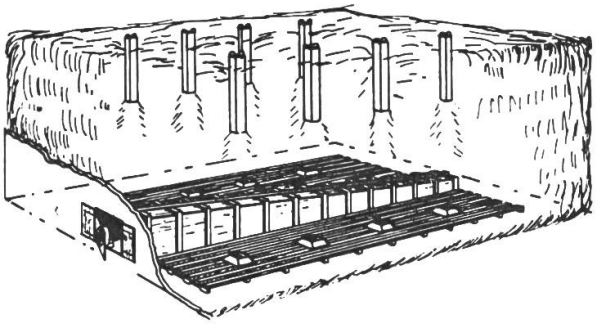


Abb. 2: Schema Untenbelüftung

Horizontalbelüftung oder Vertikalbelüftung: Eine horizontale Belüftung haben wir im Heuturm (Vertikalanlage). Aus einem Vertikalkanal wird die Luft horizontal durch das Futter gedrückt. Dabei ist die Uebertrittsfläche klein, so dass lokal grosse Windgeschwindigkeiten auftreten. Das hat zur Folge, dass ein verhältnismässig hoher Gegendruck entsteht. Die Luft strömt längs der Schichten. Es besteht die Gefahr, dass feuchte Stellen, ähnlich wie Inseln in einem Fluss, umströmt, aber nicht getrocknet werden. Ferner ist es nicht möglich, von aussen auf die Luftführung einen Einfluss auszuüben. Daher ist die Horizontalbelüftung ungünstiger als die Vertikalbelüftung, welche wir bei den Horizontalanlagen vorfinden.

Aus dem bisher ausgeführten geht hervor, dass das Futter belüftet werden soll, dass die Frischluft von unten her zu-

zuführen ist und dass die Luftführung vertikal durch den Heustock erfolgen soll. Alle diese Bedingungen sind bei den Horizontalanlagen (Vertikalbelüftung) erfüllt. Darum beschränken wir uns im folgenden nur mehr auf diesen Systemtyp, wovon wir hier noch einige Varianten näher betrachten wollen.

Bodenkanal oder Flachrost: Beim Bodenkanalsystem haben wir beidseitig auch Flachroste. Das wesentliche Merkmal ist, dass wir einen Hauptkanal mit Schiebern oder Klappen vorfinden. Damit ist eine gewisse Luftlenkung von unten her gegeben. Der Bodenkanal hat belüftungstechnisch gesehen ohne Zweifel Vorteile gegenüber dem Flachrost, insbesondere, wenn keine gleichmässig gevierten Grundflächen vorliegen. Beim Flachrostsystem kann die Luftführung im Heustock nur durch Umschichten des Futters auf dem Stock beeinflusst werden.

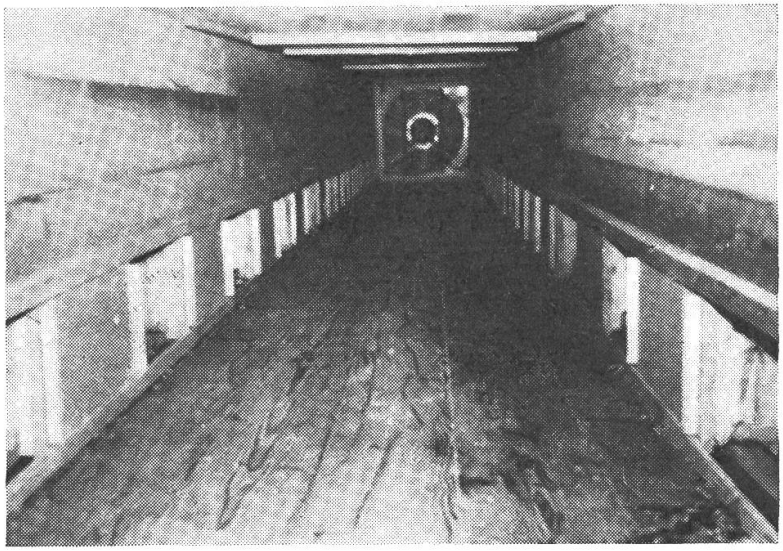
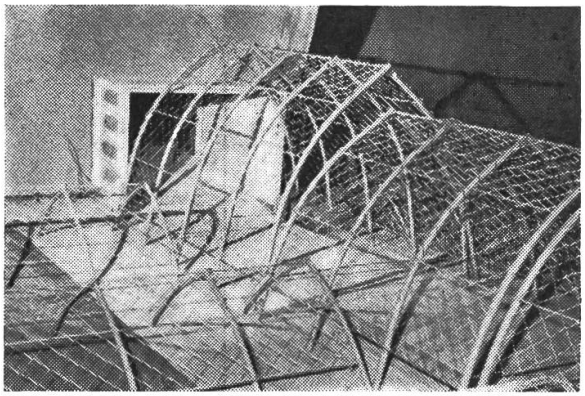


Abb. 3:
Hauptkanal mit oberen und seitlichen Schiebern zur Luftführung bei Untenbelüftung

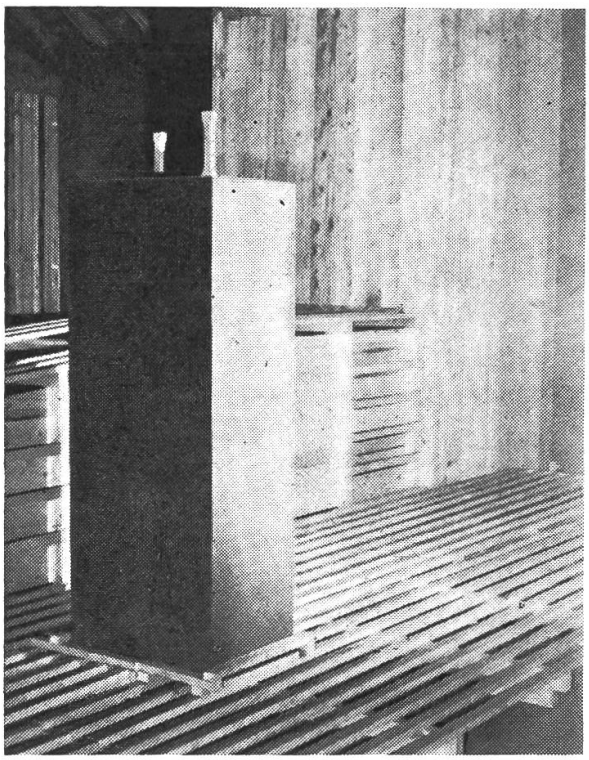
Einwanden, oder nicht einwanden: Auch wenn es grundsätzlich möglich ist, einen Heustock ohne einzuwanden zu belüften, so werden die Kosten für das Einwanden besonders bei Stöcken über 3 bis 4 m schon in wenigen Jahren durch die Stromeinsparungen gedeckt. Das Einwanden ist ein zusätzliches Mittel, um die Luft im gewünschten Sinne zu lenken.

Stöpsel, ja oder nein: Der Zweck der Stöpsel liegt darin, die Luft mit möglichst wenig Druckverlusten möglichst nahe an das zu belüftende Futter zu führen. Die Erfahrungen im vergangenen Sommer haben gezeigt, dass uns die Luft ab einer bestimmten Stockhöhe oft seitlich ausbricht, wenn wir auf die Stöpsel verzichten. Das seitliche Ausbrechen der Luft ist auch möglich, wenn der Stock ringsum eingewandet ist. Folglich sind bei Stapelhöhen über 3 m Stöpsel oder ein Ziehkanal unbedingt vorteilhaft.

Halbheu- oder Welkheubelüftung: Als Halbheu bezeichnen wir Futter mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 35 bis 40 %, während Welkheu



▲ Abb. 5:
Hauptkanal und Nebenkanäle aus Drahtgeflecht



◀ Abb. 4:
Hauptkanal, Rost und Stöpsel in Holzkonstruktion

einen solchen von 50 % und mehr aufweist. Im vergangenen Sommer haben verschiedene Landwirte versucht, Welkheu zu belüften. Uns ist aber keiner bekannt, der damit gute Erfahrungen gemacht hat. Die ersten Schwierigkeiten traten schon beim Abladen auf, weil sich Welkfutter mit einem Gebläse nur schwer horizontal fördern lässt. Zudem sind die bestehenden Anlagen auf die Halbheubelüftung ausgerichtet und für die Welkheubelüftung zu wenig leistungsfähig. Bis heute sind die belüftungstechnischen Probleme der Welkheubelüftung noch nicht gelöst. Ob überhaupt jemals wirtschaftlich tragbare Lösungen gefunden werden, sei noch dahingestellt.

Radial- oder Axialventilatoren: Beobachtungen in der Praxis haben gezeigt, dass der Druck im Hauptkanal nicht vom Ventilatortyp abhängig ist, sondern in erster Linie von der Luftmenge je m² Belüftungsfläche. Ohne Zweifel besteht noch eine gewisse Tendenz, dass bei feinerem Futter die Luft einen etwas grösseren Widerstand zu überwinden hat. Die Unterschiede sind gering, so dass exakte Versuche angelegt werden müssten, um sie bestimmen zu können. Es ist also nicht so, dass der Luftwiderstand des Futters wesentlich ansteigt, wenn wir das Ausgangsmaterial verbessern. In der Praxis beobachten wir eher ein Sinken des Betriebsdruckes. Das ist darauf zurückzuführen, dass die Bauern die Technik der Belüftung immer besser beherrschen und verstehen, die Druckverluste herabzusetzen. Daraus kann geschlossen werden, dass heute kein Bedürfnis nach Ventilatoren mit höherem Druck als 50 bis 60 mm WS Gesamtdruck besteht. Belüftungstechnisch ist es gleichgültig, ob ein Radial- oder ein Axialventilator verwendet wird. Wesentlich ist, dass der Ventilator im Bereich des häufigsten Betriebspunktes einen hohen Wirkungsgrad aufweist.

(Fortsetzung folgt)