

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz

Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 77 (2015)

Heft: 6-7

Artikel: Perfektes Heu - trotz schlechtem Wetter!

Autor: Burkhalter, Ruedi

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1082815>

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: 04.02.2026

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

Perfektes Heu – trotz schlechtem Wetter!



Heutrocknungsanlagen wurden in den letzten Jahren stark weiterentwickelt. Familie Stierli aus dem aargauischen Aristau hat kürzlich eine neue Anlage in Betrieb genommen, die dank innovativer Technik und intelligenter Steuerung eine verbesserte Futterqualität mit möglichst geringem Energieverbrauch realisiert – auch dann, wenn für die Ernte nur ein kurzes Zeitfenster zur Verfügung steht.

Ruedi Burkhalter

«Es riecht wirklich gut hier drin», sagt Stefan Stierli und präsentiert ein Büschel Dürrfutter. Dieses weist eine noch auffallend grüne Farbe auf und hat einen sehr angenehm aromatischen «Kräutertee»-Geruch, obwohl das Futter bereits sehr früh im April gemäht und mit einer hohen Restfeuchte eingeführt worden ist. Auf dem Betrieb der Familie Stierli wurde im vergangenen März eine neue Heutrocknungsanlage in Betrieb genommen, die mit einigen in der Schweiz noch wenig bekannten technischen Möglichkeiten ausgerüstet ist.

Die Anlage soll insbesondere auch dank der automatischen Intervallbelüftung, bei der zwei Trocknungsboxen abwechselungsweise belüftet werden, eine effizientere Heutrocknung ermöglichen. Der Antrieb der Anlage über ein Notstromaggregat mit kombinierter Wärmenutzung ist eine weitere Besonderheit. Stierlis betreiben den Landwirtschaftsbetrieb seit rund zehn Jahren violettlos und geben das erzeugte Dürrfutter in den Handel. Umso wichtiger ist es hier, dass bei der Futter-

qualität keine Kompromisse eingegangen werden.

Geplant und installiert wurde die Heutrocknungsanlage von der Firma Griesser Kältetechnik aus Marthalen ZH. Ein Grossteil der eingebauten Technik stammt von der österreichischen HSR-Heutrocknung SR GmbH und wurde vom Firmengründer und Landwirt Josef Reindl aufgrund seiner Erfahrungen in der Praxis entwickelt.

Neue Trocknungsphilosophie aus Österreich

«Mit einer herkömmlichen in der Schweiz verbreiteten Kaltbelüftungsanlage hat diese Technik nicht mehr viel gemeinsam», betont Florian Keller, der für den Vertrieb in der Schweiz verantwortlich ist: «Der wichtigste Grundsatz unserer Philosophie besteht darin, das Heu nicht in erster Linie mit nur angewärmter, sondern mit entfeuchteter Luft zu trocknen.» Heutrocknungsanlagen mit Luftentfeuchter sind in der Schweiz noch wenig verbreitet; sie hatten früher einen nicht all-

zu guten Ruf: Sie seien teuer, störungsanfällig und würden zu viel Energie verbrauchen, hörte man etwa. Doch solche Bedenken seien heute überholt, sagt Keller und kommt somit zum zweiten Grundsatz der Philosophie: «Wir bauen die Anlage nicht aus Standard-Industriekomponenten zusammen. Vom Ventilator über den Luftentfeuchter, die Frequenzumrichter bis hin zur Steuerung werden nur Komponenten verwendet, die speziell aufeinander abgestimmt und speziell für den Einsatz in Heutrocknungsanlagen entwickelt worden sind.»

So kommen beispielsweise Wärmetauscher mit einem Lamellenabstand von 2 mm und spezieller Rohrführung zum Einsatz. Der Verdampfer des Entfeuchters wird mit einer Antihaftbeschichtung aus Teflon ausgerüstet, um einen schnelleren Abfluss des Kondenswassers zu gewährleisten. Und mit den Anlagen der neusten Generation konnte dank verbesselter Kompressortechnologie, verbessertem Wärmetauscher und der innovativen SPS-Steuerungstechnik die Leistung bzw.

die Trocknungseffizienz stark verbessert werden. Gleichzeitig lassen sich Störungen, wie das Vereisen des Luftentfeuchters, durch die automatische Überwachung aller wichtiger Parameter und den Einsatz einer CPC-Regelung vermeiden, betont Keller (zu den technischen Details später mehr). Zuerst aber wollen wir das innovative Mehrboxen-Trocknungskonzept etwas genauer anschauen.

Dem Stängel Zeit geben

Die SR-Heutrockungsanlagen werden meistens mit mehreren Trocknungsboxen ausgestattet, die alle mit nur einem Ventilator betrieben werden. Bis zu 12 Boxen werden mit einem einzigen Ventilator betrieben. Das Mehrboxenkonzepkt hat vielfältige Vorteile: Die Trocknung erfolgt in einem Intervallbetrieb. Konkret wird das Futter auf Stierlis Betrieb bei grossen Erntemengen auf zwei Boxen aufgeteilt. Durch die Umschaltung von Luftklappen werden die beiden Boxen automatisch abwechselungsweise für jeweils 60 Minuten belüftet. «Nach 60 Minuten Belüftungszeit ist die äussere Schicht der Stängel so weit abgetrocknet, dass die Effizienz der Trocknung abnimmt. Deshalb geben wir dem Futter 60 Minuten Ruhezeit, damit wieder neue Feuchtigkeit nach aussen gelangen kann», begründet Keller. Mit dieser Intervalltrocknung kann die Eigenerwärmung ohne Qualitätsverluste genutzt werden, was eine im Vergleich zur konstanten Belüftung rund 30 Prozent kürzere Trocknungszeit und somit einen tieferen Energieverbrauch ermöglicht. Da auf Stierlis Betrieb das Futter jeweils sofort nach dem Trocknen verkauft wird, wurden «nur» zwei grosse und eine kleinere Box gebaut. Auf Betrieben mit eigener Tierhaltung sind es in der Regel mehr. Auf seinem Landwirtschaftsbetrieb hat Josef Reindl sein Konzept konsequent umgesetzt: Er hat für jeden Schnitt eine

Hauptvorteile auf einen Blick

Der Nutzen einer Heutrocknungsanlage ist von vielen Faktoren abhängig und muss auf dem Betrieb individuell beurteilt werden. Er kann von Jahr zu Jahr stark variieren.

Praktiker nennen die folgenden Hauptvorteile gegenüber herkömmlicher Belüftung:

- Insbesondere bei schlechtem Wetter kann die Trocknungszeit stark reduziert werden. Bei Betrieb im Umluftverfahren wird immer die gleiche Luft durch das Futter geleitet, wodurch die Aromastoffe grösstenteils erhalten bleiben und die Schmackhaftigkeit deutlich besser ausfällt.
- Die bessere Schmackhaftigkeit des Futters führt zu einer höheren Verzehrmenge, und in Kombination mit höheren Gehalten an verträglichem Zucker und pansenstabilem Eiweiss sind höhere Milcheistungen aus dem Grundfutter zu erzielen. Als Folge können die Kraftfutterkosten deutlich reduziert werden.
- Früh geerntetes und optimal getrocknetes Dürrfutter enthält kaum Schimmelpilze, was sowohl gegenüber herkömmlich hergestelltem Dürrfutter als auch gegenüber der Silagefütterung zu einer besseren Tiergesundheit (auch Fruchtbarkeit) führt.
- Die Bearbeitung des Futters mit dem Kreiselheuer kann reduziert werden. Das spart nicht nur Arbeitszeit und Maschinenkosten ein, sondern reduziert auch die Futterverschmutzung.
- Da das Futter mit einer höheren Restfeuchte eingeführt werden kann, wird der Verlust der gehaltvollsten Pflanzenteile durch Bröckelverluste vermieden. Allein schon dadurch soll das Milcheistungspotenzial pro ha und Schnitt um 200 bis 300 kg höher ausfallen.
- Das Futter kann in der Regel an einem Tag gemäht und am nächsten eingeführt werden. Damit stehen bedeutend mehr Erntezeitfenster zur Verfügung; der Betriebsleiter ist bei ungünstiger Witterung weniger gestresst.
- Bei einem unerwarteten Schlechtwettereinbruch kann das Futter im Notfall auch mit einer Restfeuchte über 45 Prozent eingeführt und somit vor dem Verderb gerettet werden.
- Das Futter sackt in der Box weniger in sich zusammen und bleibt schön geschmeidig. So wird die Luftdurchlässigkeit des Stocks erhalten, weshalb auch später zugeführte Futterschichten noch mit hoher Effizienz getrocknet werden können.
- Bei all diesen Vorteilen ist der Energieverbrauch bei einer Restfeuchte von 30 bis 35 Prozent nicht höher als mit einer herkömmlichen Kaltbelüftung.

Betriebe, die von Silagefütterung auf Dürrfutter umstellen, profitieren zusätzlich von folgenden Vorteilen:

- Dürrfutter ist leicht und trocken und verursacht deshalb weniger Maschinenkosten.
- Das Verfüttern von Dürrfutter ist bedeutend weniger anstrengend als von Silage.
- Je nach Region lässt sich für Heumilch ein höherer Milchpreis realisieren als für Silomilch.

separate Trocknungsbox mit sechs Meter Füllhöhe eingerichtet. So kann er bei der Entnahme den ganzen Winter über immer alle Schnitte in einem konstanten Verhältnis mischen und verfüttern. Zudem werde der Trocknungsprozess im frischen Futter nie durch älteres Futter behindert.

Eine kleinere Box

Im Idealfall wird eine Box jeweils mit einer kleineren Grundfläche ausgelegt.

Dies hat vor allem mit den minimalen Einfüllhöhen zu tun: «Unser System mit hohem Belüftungsdruck arbeitet nur dann einwandfrei, wenn eine minimale Füllhöhe von je nach TS-Gehalt zwei bis drei Metern erreicht wird (keine Bildung von Trockenkamin)», sagt der Lüftungstechniker Keller. Die kleinere Box wird vor allem dann benutzt, wenn nur Teilflächen oder ertragsschwache Schnitte geerntet werden. Die Faustregeln zu den Befüllungshöhen unterscheiden sich grundlegend von den bisher angewandten: Dürfen bei einer herkömmlichen Belüftung je nach TS-Gehalt maximal ein bis zwei Meter pro Mal eingefüllt werden, sind es bei einer SR-Anlage zwei bis sieben Meter. Damit reduziert sich der erforderliche Rostflächenbedarf pro Hektare Einfuhrmenge deutlich. Nun zurück zu den technischen Details der Anlage.

Druckstabilier Ventilator

Die Ventilatorkonstruktion unterscheidet sich grundlegend von derjenigen von



Manuel Stierli, Stefan Stierli und Florian Keller (v.l.n.r.) präsentieren perfektes Dürrfutter.



Zur Beurteilung der aktuellen Füllhöhe sind Trocknungsboxen mit gut sichtbaren Höhenmarkierungen versehen.

handelsüblichen Fabrikaten in der Schweiz: Es kommen ausschliesslich Ventilatoren zum Einsatz, die nur auf einer Seite Luft ansaugen. Diese haben einen kleineren Durchmesser, eine höhere Anzahl Schaufeln und können mit höherer Drehzahl betrieben werden. Solche Ventilatoren sind wesentlich druckstabilier. D.h., sie können auch bei der maximalen Füllhöhe von acht Metern und entsprechendem Druck noch eine genügende Luftmenge fördern. Dadurch kann auch noch mit gutem Wirkungsgrad getrocknet werden, wenn Futter wegen schlechter Witterung mit etwas höherem Wasseranteil eingeführt wird. Bei trockenerem Futter oder geringerer Füllhöhe wird trotzdem nicht unnötig Energie verschwendet, da die Drehzahl des Lüfters dank Frequenzumrichter automatisch soweit reduziert wird, dass die Luftgeschwindigkeit im Heustock den optimalen Bereich von 0,07 bis 0,11 m/s nicht überschreitet. Bei dieser Luftgeschwindigkeit erfolgt die Abtrocknung am schnellsten und effizientesten. Ist die Temperatur in der Dachabsaugung um 3°C höher als im Umluftbetrieb, wird auf Dachabsaugung umgeschaltet und der Luotentfeuchter zurückgeregelt oder ganz ausgeschaltet. Steigt die relative Luftfeuchtigkeit wieder über einen gewissen Wert an, wird der Luotentfeuchter zugeschaltet, so dass eine optimale Abtrocknung des Futters erfolgen kann.

Die Vario-Komfortsteuerung steuert bedarfsgerecht die Luftmenge für die jeweilige Heubox. Sobald die auf dem Dach angesaugte Luft nicht mehr genügend aufgewärmt wird, betätigt ein Elektrozylinder automatisch die Umluklappe und stellt so auf einen geschlossenen Betrieb um. Die Regelung von Luftzufuhr, Ventilator und Entfeuchterleistung erfolgt immer in Abhängigkeit von der im Futter enthaltenen Restfeuchtigkeit. So wird gegen Ende des Trocknungsprozesses nur noch wenig Strom benötigt. Dies im Gegensatz zu manuell bedienten Trocknungsanlagen ohne Frequenzumrichter, die immer mit der vollen Leistung betrie-



Extrem feuchtes Futter wird zur Gewährleistung einer lockeren Einfüllung durch ein Dosiergerät aufgelockert.

ben werden. Der Landwirt kann dem Trocknungscomputer vorgängig eingeben, wie viel Futter eingeführt werden soll und welchen Restfeuchtegehalt das Futter aufweist. Dann rechnet die Anlage automatisch aus, welche Füllhöhe und Trocknungszeit zu erwarten sind. So kann bereits vor dem Mähen entschieden werden, wie viele ha zur Trocknung eingefahren werden, damit die Trocknungszeit noch im grünen Bereich liegt. Den Rest erledigt die Anlage nach dem Einfüllen automatisch, sodass möglichst wenig Energie verbraucht wird und der Betriebsleiter einen geringen Zeitaufwand hat.

Komplexer Prozess vollständig automatisiert

Ermöglicht wird ein optimales Trocknen durch eine vollständige Automatisierung des Trocknungsprozesses mit einer SPS-Vario-Komfortsteuerung. Diese ermittelt mithilfe von Sensoren laufend alle bedeutenden Parameter wie Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit außerhalb vom Gebäude, in der Ansaugluft und der aus dem Heustock austretenden Luft sowie den Staudruck des Ventilators und die Geschwindigkeit, mit der die Luft in den Heustock strömt. Auch die Strömungsgeschwindigkeit in den Wärmetauscher wird laufend überwacht und in einem Bereich von 2,5 bis 4 m/s gehalten, sodass die Luft genügend Zeit hat, um die Feuchtigkeit abzugeben, sodass beispielsweise ein Vereisen des Kondensators nicht mehr möglich ist. Diese Art der Steuerung spart nicht nur möglichst

viel Energie ein, sondern reduziert auch die Arbeitsbelastung des Betriebsleiters.

Trocken nach zwei bis vier Tagen

«Die Zeit zwischen dem Mähen bis zum Erreichen eines TS-Gehalts von 88 Prozent muss möglichst kurz sein», sagt Florian Keller. Spätestens zwei bis vier Tage nach dem Mähen müsse das Futter im ganzen Stock einen TS-Gehalt von 88 bis 90 Prozent erreicht haben, um eine optimale Futterqualität zu erzielen. Natürlich ist dabei eine moderne Technik noch keine Garantie für Futter von hoher Qualität. Auch die Handhabung des Futt



Der speziell druckstabile Ventilator benötigt eine elektrische Leistung von maximal 22 kW.

ters bis zum Einführen ist entscheidend. Der Einführzeitpunkt muss gezielt so gewählt werden, dass dem Futter zwar schon möglichst viel Wasser durch die Besonnung entzogen worden ist, jedoch beim Schwaden und Einführen keine nennenswerten Bröckelverluste passieren. Als ideal gelten 30 bis 35 Prozent Restfeuchte, wobei bis 45 Prozent kein Problem darstellen. In der Praxis lässt sich auch Futter mit 50 Prozent und mehr Restfeuchte noch trocknen. Allerdings ist zu beachten, dass der Energiebedarf exponentiell zunimmt: Bei 30 % Restfeuchte müssen etwa 250 l, bei 40 % 480 l, bei 50 % 800 l und bei 60 % gar 1250 l Wasser pro t0 Trockenmasse entfernt werden. Weiter zu beachten ist, dass bei einer Trocknungszeit über 120 Stunden die Futterqualität leiden kann.

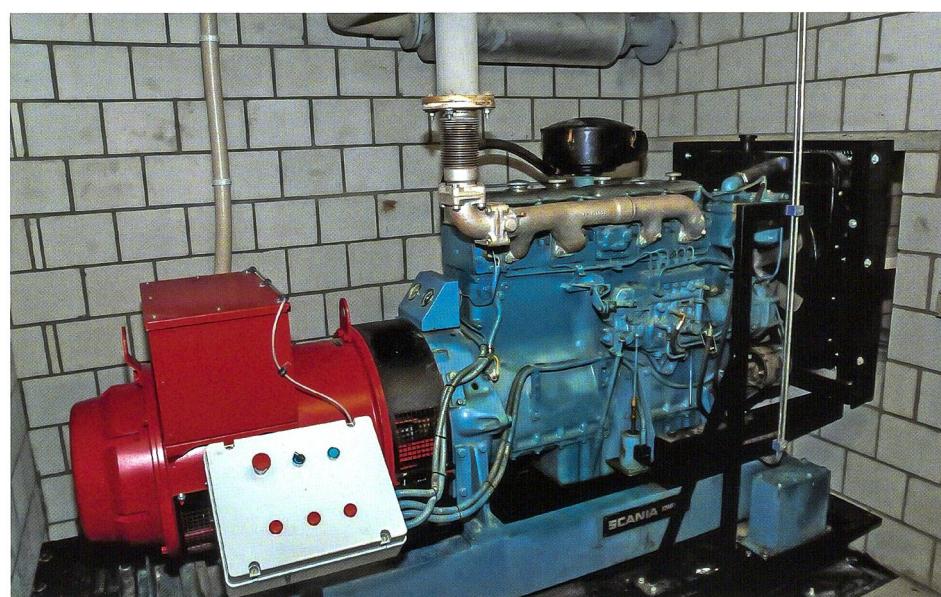
Von grosser Bedeutung ist auch das Bearbeiten, Einführen und Einlagern. Beim Kreiseln und Schwaden soll das Futter immer möglichst homogen und locker abgelegt werden. «Wir achten darauf, dass das Futter im Ladewagen nicht zu fest gepresst wird. Dabei ist es von zentraler Bedeutung, dass nur mit wenigen (max. 7 – 9) sehr gut geschärften Messern gearbeitet wird. Nur so kann ich gewährleisten, dass das Futter locker und regelmässig ohne Paketbildung auf den Heustock gelangt», sagt Stefan Stierli. Für den Fall, dass Futter mit sehr hoher Restfeuchte eingeführt werden muss, haben Stierlis zusätzlich eine Dosieranlage zur Verfügung. In diesem Fall wird das Futter vor dem Einlagern mit dem Greiferkran noch einmal aufgelockert. Auch sei es wichtig, den Trocknungsprozess bereits während des Einführens zu starten, so dass die untersten Futterschichten weniger in sich zusammensacken.

Kosten individuell beurteilen

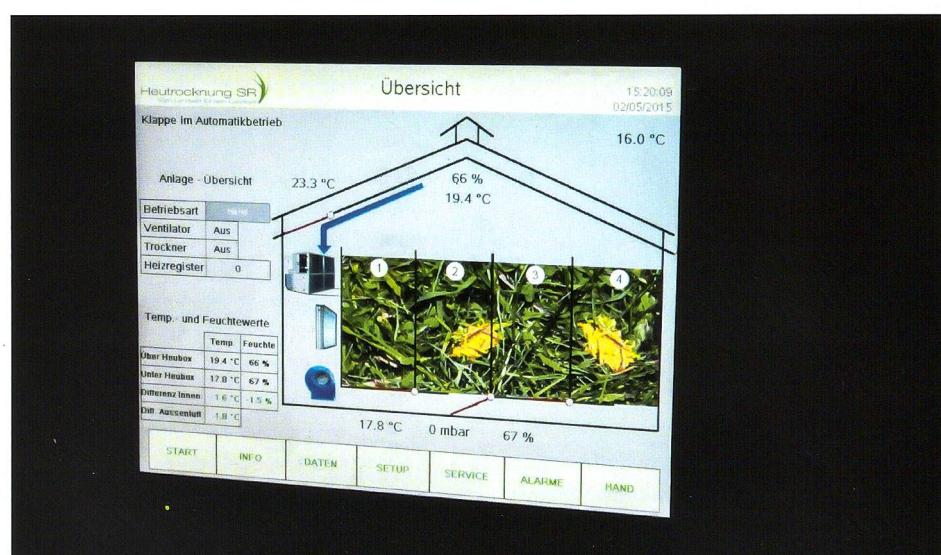
Doch lohnt sich die Installation einer neuen Heutrocknungsanlage wirklich? Diese Frage muss jeder Betriebsleiter für seine Bedingungen selber beantworten. Je nach Grösse und Komplexität betragen die Investitionskosten für die Technik einer solchen Anlage zwischen 50 000 und 200 000 Franken. Bei der Planung muss als Erstes beurteilt werden, welche Einfuhrmenge pro Tag möglich sein soll. Stierlis Anlage kann an einem Tag 5 bis 10 ha Futter aufnehmen. Bei der Planung müssen die Möglichkeiten des elektrischen Anschlusses mit einbezogen werden. Die Anlage mit einem Entfeuchter vom Typ SR 70 auf dem Betrieb Stierli be-



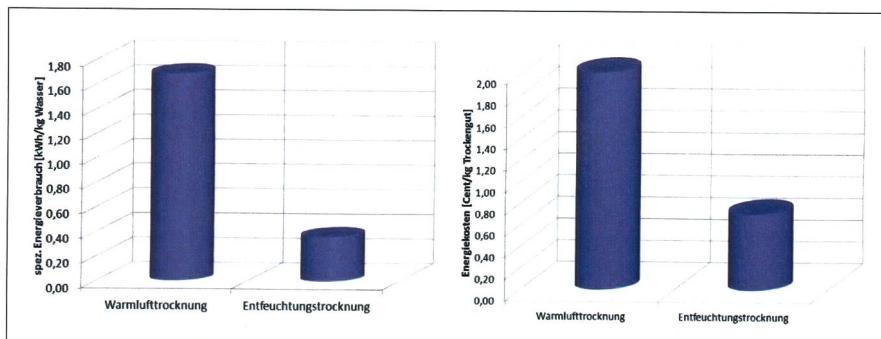
Der Luftentfeuchter verfügt über eine beachtliche Anströmfläche.



Das Notstromaggregat mit genügender elektrischer Leistung konnte kostengünstig über's Internet erworben werden.



Der Steuerungscomputer ist mit einem übersichtlichen Touchscreen ausgestattet. Auch für die Trocknung von Rundballen sind die SR-Trocknungsanlagen gut geeignet.



Muss das Heu bei schlechtem Wetter und hoher Luftfeuchtigkeit fertig getrocknet werden, bieten sich die Erwärmung der Ansaugluft (z. B. Schnitzelheizung) oder die Entfeuchtertrocknung an. Die Grafik zeigt am Beispiel der Getreidetrocknung, dass der spezifische Energieverbrauch pro kg Wasser mit der Entfeuchtertrocknung massiv geringer ist als bei der Warmlufttrocknung. Die Energiekosten können je nach Energieträger und Region stark abweichen.

nötigt einen mit mindestens 50 A abgesicherten Anschluss. Es ist jedoch zu bedenken, dass während des Trocknungs vorgangs in der Regel noch weitere Geräte wie Melkmaschine oder Boiler Strom beziehen. Die knappe Anschlussleistung war nur einer der Gründe, warum sich Stierlis für den Einbau eines Occasions-Notstromaggregats anstelle des ursprünglich geplanten Anschlusses der Schnitzelheizung entschieden haben. Die Anlage wird von einem Aggregat mit 200 kVA Generatorleistung angetrieben, die allerdings mit einer Drehzahl von rund 1400 U/min nicht voll ausgelastet wird. Das Aggregat läuft also mit bestmöglichem Wirkungsgrad. «So können wir auch die Abwärme des Dieselmotors sinnvoll zur Trocknung nutzen, erhalten eine hohe Betriebssicherheit und können überproportional steigende Stromkosten durch Spitzenverrechnung vermeiden», gibt Florian Keller zu bedenken. «Bei der Trocknung des ersten Schnitts Anfang



Beim Einführen des Futters muss auf eine lockere Beladung Wert gelegt werden. Ein grossvolumiger Ladewagen und eine regelmässige Schwadarbeit erleichtern das Einlagern.

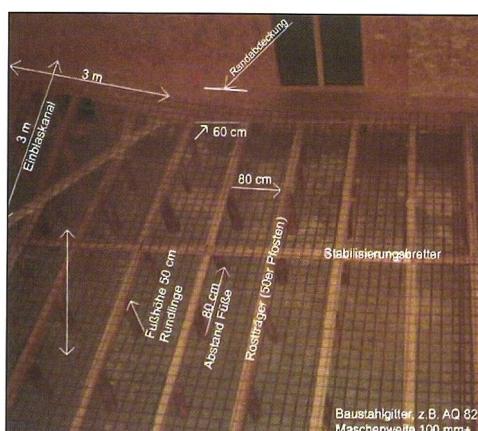
April hatten wir bei einer Aussentemperatur von 11 °C im Innern der Anlage 37 °C», berichtet Stefan Stierli. Da sei es von zentraler Bedeutung, dass die Trocknungsanlage gegen aussen möglichst luftdicht abgeschlossen und isoliert sein sollte, um das Ansaugen von feuchter Luft und die Wärmeabstrahlung zu verhindern. «Bei feuchtem Heu sind auch Temperaturen über 40 °C kein Problem, gegen Ende des Trocknungsprozesses hingegen sollten 35 bis 39 °C nicht mehr überschritten werden, da sonst die Proteine im Futter beschädigt werden können», gibt Florian Keller zu bedenken. Die Wirtschaftlichkeit einer SR-Heutrocknungsanlage kann gegebenenfalls verbessert werden, indem weitere Trocknungsboxen für andere Güter wie Hackschnitzel, Scheitholz, Kräuter oder Mist angeschlossen werden. Auch ist es prob

lemlos möglich, eine Rundballentrocknungsanlage ins System zu integrieren.

Planung durch den Profi

Nun noch einige Tipps zur Planung einer Anlage, die in jedem Fall durch eine Profi erfolgen sollte, anhand eines Beispiels mit 20 ha Einführleistung:

In einem ersten Schritt wird die erforderliche Boxengröße ermittelt: Der erste Schnitt (normalerweise etwa 40 bis 50 % der Jahresmenge) von 20 ha ergibt bei einem Platzbedarf von 40 m³/ha ein Gesamtvolumen von 800 m³. Bei 6 m Füllhöhe ergibt dies eine rechnerische



Anstelle der früher verbreiteten Holzroste kommen heute meist Armierungsnetze mit 100 mm Maschenweite zum Einsatz. Diese haben strömungstechnisch wesentlich günstigere Eigenschaften.

Fläche von 133,3 m² Boxengröße. Wichtig: Der erste Schnitt soll Platz haben und auf einmal getrocknet werden können. Als nächster Schritt wird die Ventilatorgröße ermittelt: $133,3 \text{ m}^2 \times 0,07 \text{ m/sec} \times 3600 \text{ sec}$ bei Füllhöhe 6 errechnet sich für den Ventilator ein Luftdurchsatz von 33 599 m³ pro Stunde. Auch sollte der beste zu erreichende Wirkungsgrad eines Ventilators 80 Prozent betragen.

Anschliessend ermittelt man die Luftentfeuchteranströmfläche: Das Luftvolumen von 33 599 m³ : 3600 sec : 2,5 bis 4 m pro sec optimaler kältetechnischer Luftgeschwindigkeit ergibt 3,11 m² Anströmfläche der Luftentfeuchtung. Weiter von Bedeutung ist der Ansaugquerschnitt der Luftzuführung über die Dachabsaugung und des Innenluftkreislaufes: Dieser darf die Anströmfläche des Luftentfeuchters nicht unterschreiten. ■