

Künstliche Heutrocknung - wenn das Wetter nicht mitspielt

Alfred Pöllinger, HBLFA Raumber-Gumpenstein

Einleitung

Besonders im heurigen Erntejahr ist die Dürrfütterernte wieder eine Frage von Wetterglück. Die möglichen Erntegelegenheiten waren vor allem im Hinblick auf hohe Grundfutterqualitäten auf wenige Tage reduziert. Viele Betriebe setzen deshalb auf Grassilage. Diejenigen Betriebe, die sich für silofreie Milchproduktion entschieden haben, können nicht auf eine solide Heuproduktion verzichten. In Österreich sind das immerhin rund 10.000 Betriebe die mehr oder weniger auf Heu als alleiniges Grundfüttermittel angewiesen sind. Um die Milchleistung auch in diesen Herden auf ein hohes Niveau zu bringen, bzw. auf hohem Niveau zu halten braucht es mittlerweile mehr als nur eine einfache Kaltbelüftung mit Giebelrost oder Ziehschacht. Aufgrund dieser Tatsache ist die Nachfrage nach den technisch und arbeitswirtschaftlich ausgereiften und betriebswirtschaftlich machbaren Lösungen besonders groß. Die einzelnen Verfahren und Systeme werden im nachfolgenden Artikel besprochen und analysiert.

Wird der erste Schnitt um 2-3 Wochen verzögert, verliert das Grünlandfutter bis zu 1 MJ NEL / kg TM. Um das Potential an hoher Grundfutterqualität auch nutzen zu können, ist es erforderlich, die Fütterernte auch in kurzen Schönwetterperioden durchführen zu können. Nicht überall steht dafür das Silierverfahren zur Verfügung. Vor allem im Berggebiet und auf Siloverzichtsbetrieben ist die Erzeugung hoher Grundfutterqualitäten mittels Dürrfutter (Heu und Grummet) unter den herrschenden Witterungsbedingungen oftmals schwierig. Deshalb gibt es verschiedene Heutrocknungsverfahren.

Die Technik der Heutrocknung weist eine lange Tradition mit einem reichen Wissen auf. Univ. Prof. Dr. Weingartmann von der Universität für Bodenkultur ist der Meinung, dass grundsätzlich nicht sosehr ein Bedarf an technischen Neuerungen besteht, vielmehr müsste bekanntes Wissen nur konsequent genug angewendet werden.

Heu ist bei ca. 15 % Restfeuchte lagerfähig. Frisch gemähtes Futter weist einen Wassergehalt von rund 80 % auf, wird bei Taunässe gemäht, liegt dieser Wert noch höher. Dies bedeutet, dass bei einem Hektarertrag von 3000 kg Trockenmasse pro Schnitt rund 11.500 kg Wasser verdunstet werden müssen. Wenn das Futter nur mehr 50 % Restfeuchte beinhaltet, dann sind es immerhin noch an die 2.500 kg Wasser, die auf 15 % Restfeuchte des Futters verdunstet werden müssen.

Darum haben sich in der Praxis Anlagen durchgesetzt, die in der Lage sind, das Futter zwischen 30 und 40 % Restfeuchte auf rund 15 % zu reduzieren. Aus energetischer und ökonomischer Sicht ist es nicht sinnvoll, Futter mit einem TS-Gehalt von mehr als 50 % zu trocknen. Die Sonne ist nach wie vor die beste und billigste Energiequelle um Futter zu trocknen.

Trocknungssysteme

Boxentrocknung oder Rundballentrocknung?

Ziehschacht- und Giebelrostanlagen,

wie sie zwischen 1960 und 1980 noch stärker eingebaut wurden, eignen sich nur zum Nachtrocknen. Das Futter darf nicht mehr als 25% Restfeuchte beinhalten. Ist das Futter feuchter, entstehen sehr schnell Schimmelnester. Die gleichmäßige

Durchlüftung ist schwierig und macht dieses Verfahren für große Mengen uninteressant.

Boxenheutrocknung

Das effizienteste Trocknungssystem hinsichtlich der gleichmäßigen Luftführung ist die Boxentrocknung. Für den Selbstbau von Heuboxen gibt es von der FAT Tänikon gute Planungsgrundlagen. Gerade im Detail können dabei kleine Fehler mit großer Wirkung entstehen.

Die Heuboxen können zwischen drei und fünf (sechs) Meter hoch sein und eine Grundfläche bis zu 150 (200) m² aufweisen. Stöcke über 150 m² Grundfläche sollten unterteilt werden. Zur Berechnung der Grundfläche ist von einem Bedarf von 7-8 m²/GVE bei alleiniger Heufütterung auszugehen. Eine andere Berechnungsgrundlage ist die auf einmal zu erntende Futtermenge. Pro Hektar sind rund 20 m² Stockgrundfläche notwendig, die auf einmal auf die Belüftung mit rund 2,0 m Schütthöhe bei 30 bis 35% Restfeuchte gefahren werden können. Ist das Futter feuchter, muss die Schütthöhe reduziert werden (1,5 m bei 50% Restfeuchte). Ein Meter sollte wegen der gleichmäßigen Luftverteilung jedoch mindestens aufgeschüttet werden.

Wichtige Funktionsmaße:

Rosthöhe:

30 cm – Grundfläche: < 50 m²

35 cm – Grundfläche: 50 – 100 m²

40 cm – Grundfläche: > 100 m²

Der Abstand von der Einwandung bis zum Rost ist von der Stockgrundfläche abhängig und soll einen unkontrollierten Luftaustritt entlang der Einwandung – Weg des geringsten Widerstandes – verhindern. Dieser reicht von 30 cm bei kleinen Anlagen (30 m²) und geht bis 70 cm bei großen Anlagen (150 m²).

Die Luftgeschwindigkeit sollte 4 m/sec nicht überschreiten, darüber sind die Strömungsverluste zu hoch. 90° Umlenkungen sollten durch 2x45° Abschrägungen entschärft werden.

Der Ventilator muss wenigstens 0,11 m³ Luft/sec und m² Grundfläche liefern, das sind umgerechnet auf eine Stunde rund 400 m³ Luft/h.m²GF. Bei einer 100 m² großen Heubox sind das mindestens 40.000 m³/h. Diese Luftmenge ist allerdings auch bei Druckverlust erforderlich. Nachdem die Heustöcke bis zu 5 (6) m hoch sein können ergibt sich ein entsprechender Druckverlust. Pro Meter Stapelhöhe ist mit rd. 1,6 mbar Druckverlust zu rechnen. Bei schwerem Futter (z.B. Klee gras) erhöht sich dieser Wert auf 2,4 mbar. Für die Summenbildung wird allerdings nur die halbe Stockhöhe berücksichtigt, weil ja nie der ganze Stock gleichzeitig belüftet wird (z.B. 6 m Stapelhöhe: 3 m x 1,6 mbar = 4,8). Für vorgeschaltete Widerstände, z.B. eine Dachabsaugung sind 1,2 oder für eine Wärmepumpe 1,5 mbar Druckverlust zu berücksichtigen und 2 mbar sollten als Druckreserve berechnet werden. Das heißt ein Lüfter für eine Anlage mit 100 m² Grundfläche und einem vorgeschalteten Kollektor muss bei einem Druckverlust von 8 mbar noch 40.000 m³ Luft/h liefern. Dazu gibt es Prüflinien von offiziellen Instituten (BLT Wieselburg, Universität für Bodenkultur in Wien oder der FAT Tänikon, Schweiz).

Generell kann davon ausgegangen werden, dass Lüfter mit 10 bis 15 kW für 100 m² Grundfläche reichen, bei 150 m² und darüber sollten es 15 bis 20 kW sein.

Rundballentrocknung

Rundballentrocknungsanlagen sind mit dem Großballenhof in den letzten zehn Jahren verstärkt am Markt aufgetaucht. In vielen Fällen gelingt es nicht, das Heu in einem lagerfähigen Zustand zu pressen. Liegt der Restfeuchtegehalt über 16 bis 18%, ist besonders bei Rundballen mit Futterverlusten durch Nacherwärmung und Schimmelbildung zu rechnen. Darin besteht auch die Hauptanwendung der Rundballentrocknung – Futter mit einem Restfeuchtegehalt von rd. 25% auf Lagerfähigkeit zu trocknen. Rundballen mit einem höheren Feuchtegehalt als 30-35% sind kaum noch mit einem vernünftigen Aufwand und verlustfrei zu trocknen. Zu schwierig wird die gleichmäßige Luftführung.

Das Grundprinzip ist dasselbe wie bei der Boxentrocknung, Luft muss durch das Trockengut so gleichmäßig wie möglich durchgedrückt werden. Genau darin liegt bereits die größte Schwierigkeit bei diesem Verfahren. Die Rundballen sollten im Kern weich und vor allem sehr gleichmäßig gewickelt sein. Damit die Luft nicht wie bei einem Kamineffekt in der Mitte entweichen kann und die Außenzonen feucht bleiben, muss ein Deckel aufgesetzt werden, der die Luft zwingt über die Seitenflanken auch nach außen zu entweichen. Kernhart gepresste Rundballen sind zu wenden oder auf einer Anlage mit beidseitiger Belüftung (Oben- und Untenbelüftung) zu trocknen. Normalerweise haben Heu- oder Strohballen eine Dichte von 180 bis 200 kg Trockenmasse pro m³. Rundballen zur Heutrocknung sollten aber nicht fester als mit 120 besser 100 kg TM/m³ gepresst werden. Praktisch sollte man mit der Faust auf der Stirnseite noch in den Ballen drücken können. Grundvoraussetzung zur Erreichung dieser Ziele – lockere, gleichmäßig gepresste Ballen – ist optimal vorbereitetes Futter. Der Einsatz von Mähaufbereitern, der luftig gleich breite Schwad, das gleichmäßig abgetrocknete Futter am Feld und die Verwendung von Sternrädern bei der Pick up schaffen gute Voraussetzungen dafür. **Der Ventilator** muss pro Lüftungsloch 1.800 bis 2.000 m³ Luft/h liefern. Die Druckstabilität muss noch etwas besser sein, als bei Heuboxen. Grob kann man davon ausgehen, dass ein 7,5 kW Lüfter für eine 8-Lochanlage reicht, bei 24-Lochanlagen sollten es schon rd. 15 kW Lüfter sein.

Die Luftführung zu den Ballen erfolgt über betonierte Lüftungsschächte oder fertige Blechkanäle. Einzelne mobile Anlagen arbeiten mit flexiblen Luftschräuchen und Aufsetzringen. Auch Selbstbaulösungen aus imprägnierten Holzplatten sind möglich. Grundsätzlich gilt auch hier, dass mit der Entfernung zum Gebläse der Luftkanalquerschnitt kleiner werden muss. Anderenfalls werden näher am Gebläse aufgesetzte Rundballen mit höheren Luftmengen durchströmt und dadurch rascher getrocknet.

Zur richtigen Luftführung im Rundballen selbst müssen die Rundballen auf 10 bis 15 cm hohe Stahlringe aufgesetzt werden, ansonsten entweicht viel Luft unter dem Ballen. Das einfache, kaminförmige Durchströmen der Luft wird bei kernweich gepressten Ballen mit dem Aufsetzen eines Deckels, der ebenfalls einen 5-10 cm hohen Eisenring aufgesetzt hat, verhindert. Der Durchmesser des Deckels richtet sich nach dem Ballendurchmesser, 80-100 cm sind üblich.

Der zusätzliche **Arbeitsaufwand** für die Rundballentrocknung beträgt rund 1,1 Akh/ha (FAT Nr. 616). Hohe Investitionskosten (30.000,- Euro) lassen sich nur durch extrem hohe Auslastung rechtfertigen (über 200 Ballen). Das ist mit rund 20 bis 25 Trocknungsdurchgängen pro Jahr erreichbar. Für 10 ha Erntefläche mit 3000 kg Trockenmasseertrag/ha und guten Trocknungsbedingungen - Trocknungsdauer nur acht Stunden – braucht es fünf Erntetage bei einer 8-Lochanlage. Bei ungünstigen

Trocknungsbedingungen braucht es allerdings bereits mehr als 15 Erntetage. Dieser Mangel lässt sich nur über eine größere Anlage wett machen.

Kaltbelüftung, Luftanwärmung oder Luftentfeuchtung?

Die technisch einfachste Möglichkeit ist die Trocknung mit Kaltluft, daneben gibt es im wesentlichen die Möglichkeit der solaren Luftanwärmung über Dachkollektoren, den Luftentfeuchter, eine Ölfeuerungsanlage oder den Anschluss an eine Hackschnitzelfeuerungsanlage

Die **Kaltbelüftung** ist dann sinnvoll, wenn die Möglichkeit der Luftansaugung aus einem nach Süden oder Westen geneigten Bereich vor dem Lagergebäude gegeben ist, oder die Luft aus einem aufgeheizten Dachvorraum angesaugt werden kann. In jedem Fall ist ein Kurzschluss mit der feuchten Stockluft zu vermeiden. Der Kaltbelüftung sind jedoch klare Grenzen gesetzt. Sie eignet sich nur zum Nachtrocknen von zu feucht eingefahrenem Bodenheu mit einer Restfeuchte von rd. 25% bei der Boxentrocknung oder rd. 20% bei der Rundballentrocknung. Zudem ist dieses Verfahren wetterabhängig.

Die Unterdachtrocknung mit solarer Luftanwärmung hat sich vor mehr als 20 Jahren entwickelt und ist in der Praxis mittlerweile gut etabliert. Mit diesem Verfahren ist ein durchschnittlicher Nutzwärmestrom von 200 W pro m² Kollektorfläche erzielbar, das bedeutet eine doppelte Trocknungsleistung im Vergleich zu einer Kaltbelüftungsanlage. Die Luft wird um 4-6°K angewärmt. Bei entsprechend günstiger Ausrichtung und Dimensionierung der Kollektorfläche, die das 2,5 fache der gewünschten Stockgrundfläche aufweisen soll, ist der Aufwand an zusätzlicher elektrischer Energie mit rd. 8 kWh je 100 kg Heu gering. Bei diesem Verfahren ist ein hoher Eigenleistungsanteil möglich. Nachteilig ist die Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung (Regenwetter und Nachtbetrieb) und der Druckverlust durch den Solarkollektor von rd. 1,2 mbar.

Der Ölofen zur Luftanwärmung wurde in den 70er Jahren nach den Ölkrise stark zurückgedrängt. Im Zusammenhang mit der Rundballentrocknung tauchte diese Technik zur Luftanwärmung wieder auf. Mit 80 bis 120 kW (Wärmeleistung) starken Ölfeuerungsanlagen wird die Ansaugluft um 5 bis 10 ° erwärmt und durch das Trockengut geblasen. Die Luft darf allerdings besonders in den ersten Stunden des Trocknungsvorganges nicht zu stark angewärmt werden, sonst kommt es leicht zur Rekondensation im Futter. In Zeiten der anhaltend steigenden Ölpreise ist dieses Verfahren auch aus ökonomischer Sicht trotz hoher Trocknungskapazitäten und der Witterungsunabhängigkeit nicht mehr zu empfehlen.

Die kombinierte Verwendung der **Holzheizungen**, Gebäudeheizung im Winter und zur Heutrocknung im Sommer hängt in erster Linie von der Heizleistung der Feuerungsanlage ab. Mittlere bis größere Heutrocknungsanlagen brauchen 80 bis 120 kW Wärmeleistung, die in der Regel nicht zur Verfügung steht. Für Anlagen mit 30 bis 50 kW Wärmeleistung ist der Installationsaufwand im Verhältnis zum Wärmegewinn (1-3°K Temperaturerhöhung) meist zu groß.

Die **Luftentfeuchter-Wärmepumpe** arbeitet nach dem Prinzip eines Kühltanks und besteht aus einem Kühl- und einem Heizregister. Ein Teil der angesaugten Luft wird über das Kühlregister und die gesamte Trocknungsluft über das

Heizungsregister gezogen (Bypass). Neuere Geräte arbeiten meist ohne Bypass um die Entfeuchtungsleistung zu erhöhen. Am Kühlregister wird der Luft Wasser und damit auch Wärme entzogen. Das Wasser rinnt ab und die Wärme wird zur Anwärmung der Luft am Heizregister verwendet. Grundvoraussetzung für diesen physikalischen Vorgang ist ein höherer Feuchtigkeitsgehalt der Luft als 50 %. Die Gefahr der Rekondensation, d.h. der Unterschreitung des Taupunktes in den oberen Gutschichten, ist mit dieser Technik kaum gegeben. Mehrere Untersuchungen der Universität für Bodenkultur haben gezeigt, dass bei zu geringer Gebläseleistung, bei gleichzeitig hoher Entfeuchtung und Anwärmung Vorsicht geboten ist. Der Trocknungsprozess wird nach wie vor ganz wesentlich vom Durchsatz des Trocknungsmediums Luft bestimmt. Die Einsatzgrenzen sind bei trockener Außenluft (< 50% rel. LF) oder bei tiefen Außentemperaturen (< 10-12°C) erreicht. Die sehr hohen Anschaffungskosten (Euro 20.000,- bis 50.000,-) müssen sehr gut überlegt werden. Besondere Einsatzgebiete ergeben sich in Gebieten mit hoher Luftfeuchtigkeit (Alpenvorland, Bodenseegebiet,..). Technisch gesehen ist auf den erforderlichen elektrischen Anschlusswert der Entfeuchteranlage Wert zu legen.

Die Kosten

Die gesteigerte Qualität des Grundfutters hat allerdings auch seinen Preis. Von mehreren unabhängigen Instituten wurden bereits Berechnungen durchgeführt. Alle kommen zum Ergebnis, dass für die Belüftung mit Gesamtkosten von 2,5 bis 6,0 Euro pro 100 kg Heu zu kalkulieren ist. Meist werden von den Firmen nur die Betriebskosten, also ohne Anschaffung eingerechnet, angegeben. Die geringsten Kosten verursachen die Kaltbelüftung mit Heubox und die Heubelüftung mit solarer Unterdachtrocknung (2,5 bis 3,5 Euro). Das Potential der Qualitätssteigerung bei der Kaltbelüftung im Vergleich zum Bodenheu ist bescheiden, wesentlich günstiger ist dabei das Verfahren mit solarer Unterdachtrocknung zu bewerten. Das teuerste Verfahren ist die Entfeuchtertrocknung, mit hohen Anschaffungskosten (2,5 bis 4,0 Euro/100 kg Heu) und mittleren Betriebskosten (2,0 bis 3,0 Euro/100 kg Heu). Damit sind allerdings auch die von der Witterung weitestgehend unabhängig höchsten Grundfutterqualitäten erzielbar. Pro kg Trockenmasse kann beim ersten Schnitt bis zu einem MJ NEL mehr im entfeuchter getrockneten Futter im Vergleich zum Bodenheu enthalten sein. Zudem sind um 7-10% Punkte geringere Bröckelverluste zu erwarten.

Zusammenfassung

Zur Erreichung einer hohen Grundfutterleistung auf der Basis von Dürrfutter (Heu, Grummet) stehen mehrere Trocknungsverfahren zur Verfügung. Die Kaltbelüftung in der Heubox oder bei Rundballen ist zwar günstig in der Anschaffung, allerdings nur als Nachtrocknungsverfahren geeignet. Das ökonomisch (Voraussetzung: hoher Eigenleistungsanteil) und ökologisch effizienteste Verfahren ist die solare Unterdachtrocknung in Kombination mit einer Heubox. Die Betriebskosten sind im Schnitt mit rund 1,0 Euro pro 100 kg Heu die geringsten aller untersuchten Verfahren. Die Rundballentrocknung verlangt sehr saubere Arbeitserledigungen und kann als sehr flexibles System in Ergänzung zu anderen Konservierungsformen sinnvoll sein. Begrenzend wirken die zumeist geringen Trocknungskapazitäten und der hohe arbeitstechnische Aufwand (einheitliche Ballendichte).

Die Entfeuchtertrocknung ist technisch am besten in der Lage das hohe Grundfutterqualitäts-Potential voll zu nutzen. Dieses Verfahren ist zudem von der Witterung weitestgehend unabhängig. Allerdings wirken die hohen Investitionskosten

beschränkend, während die Betriebskosten nur unwesentlich über denen der Kaltbelüftung liegen.

Grundsätzlich gelten für den wirtschaftlichen Einsatz einer Heubelüftungsanlage folgende Voraussetzungen:

- Hohe Milchleistungen (>7000 kg)
- Silofreier Betrieb
- geringe Energiekosten (Sondertarife)
- hohe Kraffuttermittelpreisen (>30 Cent/kg)

Summary

For a high feed intake from grassland forage it's important to have a high forage quality. The weather conditions during the first cut are too difficult to get high hay quality. Different hay drying technologies are used in Austria and Switzerland. Drying systems without heated or dried air are cheap in installation but not so powerful for the drying process. They are only used to dry forage with max 20% water content. The most efficient drying system is the solar heated system, ventilated in self made hay boxes. The working costs are the fewest from all compared systems – 1 Euro/100 kg hay. Round bales are difficult to dry them but it's a very flexible system. Common used systems have small capacity (0,5-3 ha/day), larger sized systems are very expensive in installation.

Drying systems with air dehydrator are very efficient for harvesting wet forage (till 60 % water content), but very expensive for installation. The working costs are low.

Hay drying systems are economical reasonable under following conditions:

- high milking yield (up to 7.000 kg/year)
- on farms where silage feeding is forbidden (special cheese making areas)
- low energy prices (electricity costs)
- high prices for concentrates

Bilder und Abbildungen

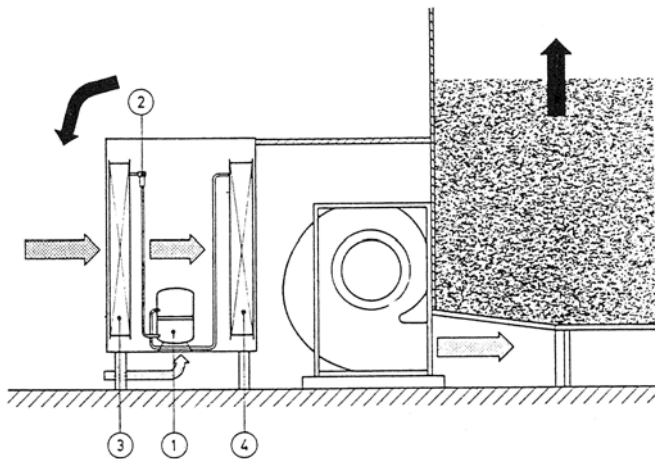


Abbildung: Funktionsprinzip und Aufbau einer Luftentfeuchter-Wärmepumpe (1=Kompressor, 2=Drossel, 3=Kühlregister, 4=Heizregister)



Bild Nr. 1705

Abbildung: Unten- und Oberbelüftungsanlagen eignen sich auch für kernhart gepresste Ballen, die Investitionskosten sind allerdings wesentlich höher im Vergleich zu einfachen Untenbelüftungsanlagen.



Abbildung: Die Giebelrostanlage ist zwar günstig in der Anschaffung, der Ventilator kann für mehrere Stöcke verwendet werden, allerdings eignet sich diese Anlage ohne zusätzlicher Luftanwärmung im Wesentlichen nur zum Nachtrocknen von Heu und Grummet.