

Richtlinien zur Trocknung von Rundballen

September 2015

Inhaltsverzeichnis

Vortrocknung und Pressvorgang	2
Die Ballen müssen belüftbar sein	2
Planungsdaten	3
Bauarten von Rundballentrocknungen	3
Die Auswahl von Ventilatoren	4
Luftanwärmung und Luftentfeuchtung	5
Die Anlagenbedienung	6
Probleme und Kosten	6
Erfolgsregeln für die Ballentrocknung	7
Impressum	8



Foto: Martin Holpp, Agroscope

Inventari-Rundballentrocknungsanlage.

Autoren

Gotthard Wirleitner, Seekirchen (A)
und Ueli Wyss, Agroscope

Pressballen sind schwieriger zu trocknen als Loseheu. Das liegt besonders an der insgesamt höheren Dichte des Pressgutes, aber auch an der ungleichen Dichte innerhalb der Ballen sowie zwischen den Ballen einer Trocknungscharge. Das frische Futter sollte auf mindestens 70 Prozent (bei sehr leistungsfähigen Anlagen eventuell 65 Prozent) Trockensubstanz am Boden vorgetrocknet werden. Sonst wird kaum eine gleichmässige Durchströmung erreicht und der Energieaufwand steigt stark an. Wegen der Gefahr einer Selbsterwärmung und Schimmelbildung sollte die Trocknung bis zur Lagerfähigkeit von 87 bis 88 Prozent Trockensubstanz möglichst nicht länger als 40 bis 60 Stunden dauern. Diese wünschenswerte kurze Trocknungszeit ist meist nur in Verbin-

dung mit einer Anwärmung oder Entfeuchtung der Trocknungsluft erreichbar. Sehr feuchtes und dichtes Futter kann erheblich längere Trocknungszeiten erfordern! Besonders wichtig sind die Nachkontrolle und ein eventuelles Nachbelüften der Ballen.

Vortrocknung und Pressvorgang

Der wesentliche Teil der Trocknung soll auf dem Feld passieren. Daher ist das Futter – besonders beim ersten Schnitt – am Boden mindestens dreimal mit dem Kreiselzettwender bei jeweils abnehmender Drehzahl und zunehmender Schonung zu bearbeiten. Dabei soll zwischen Längs- und Querfahrtrichtung gewechselt werden. Die Kreiselneigung soll beim abschliessenden, schonenden Wenden eher flach eingestellt sein. Meist wird am ersten Tag gemäht, am nächsten oder übernächsten Tag gepresst.

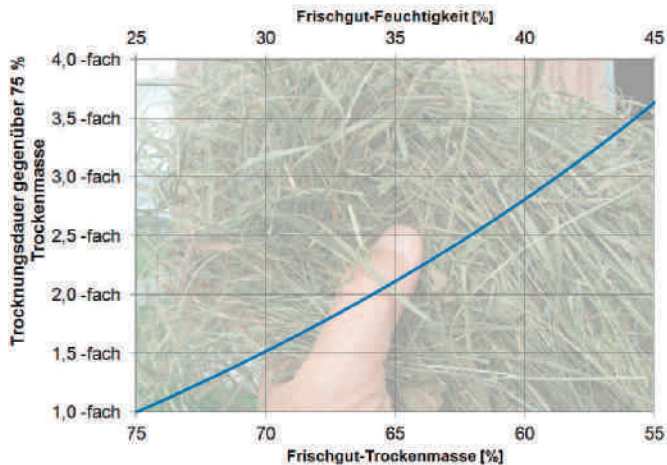


Abb. 1: Um 10 Prozent feuchteres Futter verdoppelt die Trocknungszeit! Der Faktor im Diagramm zeigt die zu erwartende Trocknungsdauer gegenüber 75 Prozent Frischgut-Trockenmasse.



Abb. 2: Doppelschwad.

Bei 70 Prozent Trockensubstanz (TS) zeigt sich beim Ausstreifen von Stängeln kein Wasseraustritt mehr. Nach einer Faustregel verdoppelt sich die Trocknungsdauer je 10 Prozent verminderter Frischgut-Trockensubstanz (Abb. 1). Um 70 Prozent Trockensubstanz zeigt sich beim Ausstreifen von Stängeln mit dem Daumnagel kein Wasseraustritt mehr. Rundballen sollen aus einem leicht auseinanderliegenden, lockeren Doppelschwad bei geringem Druck und hoher Fahrgeschwindigkeit gepresst werden (Abb. 2). Feuchte Schwadbereiche wie etwa am Waldrand sollte man zu Beginn eines Pressvorgangs aufnehmen, weil diese im Ballenkern leichter trocken werden. Ballen einer Trocknungscharge sollten möglichst gleich feucht sein, das Einfahren soll stets vor Sonnenuntergang erfolgen. Bei abbröckelgefährdeten Futterchargen (blattreiche Bestände) und hohen TS-Gehalten (75 Prozent und mehr) kann es sinnvoll sein, auf eine leichte Wiederbefeuchtung des Futters zu warten, um die Bröckelverluste beim Pressen gering zu halten. Beim Pressen können bis zu 2,5 Prozent der Feinteile verloren gehen. Bänder- und Stabkettenpressen sind Rollenpressen vorzuziehen.

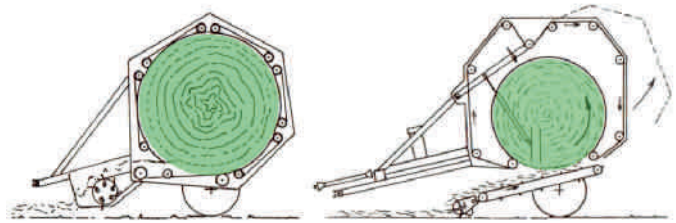


Abb. 3: Systeme von Rundballenpressen (links Presse mit Konstantkammer, rechts mit variabler Kammer).

Die Ballen müssen belüftbar sein

Belüftbare Rundballen sollten eine möglichst gleichmässige Dichte in allen Richtungen aufweisen. Das ist mit Pressen mit variabler Kammer besser machbar (Abb. 3). Grundsätzlich sollte der Pressdruck niedrig eingestellt werden; je nach Fabrikat kann dieser bei 60 bis 90 bar liegen. Nach Bedarf ist ein Vordruckspeicher zu aktivieren oder auszuschalten. Die Dichte frischer Ballen sollte unter 190 bis 200g/m³ liegen und auf Trockensubstanz bezogen nicht

Durchmesser [m]	Trockensubstanz [kg]	Ballengewicht [kg] bei Trockensubstanzgehalt von					Ballen je ha
		87 %	80 %	75 %	70 %	65 %	
1,2	176	203	221	235	252	271	12
1,3	207	238	259	276	296	319	11
1,4	240	276	300	320	343	369	9
1,5	276	317	345	368	394	424	8
1,6	314	361	392	418	448	483	7
1,7	354	407	443	472	506	545	6
1,8	397	456	496	529	567	611	5

Tab. 1: Ballenanzahl und Ballengewichte bei einer Ballendichte von 130kg/m³ und einem Heuertrag von 2500kg/ha bzw. bei 87 Prozent TS von 2175kg TS/ha.

erheblich über 130kg Trockensubstanz je m³ hinausgehen. Dies entspricht einer Dichte im lagerfähigen Zustand von rund 150kg Heu/m³.

Die Anzahl der Ballen pro Hektare kann anhand der Tabelle 1 abgeschätzt werden. Das jeweilige Gewicht der Ballen ist ein Indiz für Dichte und Belüftbarkeit. Die in dieser Unterlage angegebenen Daten beziehen sich insbesondere auf Wiesengras. Als schwer belüftbar gilt reines Klee-gras; Luzerne wird durch den hohen Stängelanteil leichter durchströmt. Zumindest im äusseren Ballen-Stirnbereich sollte man bei belüftbaren Ballen die ganze Hand mit ausgestreckten Fingern noch hineinstossen können.

Der Ballendurchmesser sollte im Bereich von 1,2 bis 1,8m liegen, wobei sehr kleine Ballen ebenso wie Durchmesser über 1,8m ungünstig sind. Sehr grosse und lockere Ballen sind wenig stabil, am stabilsten noch bei Pressen mit Stabgurt. Eingesetzte Schneidmesser erleichtern das Öffnen der Ballen am Futtertisch. Grundsätzlich sollten Rundballen während der Trocknung einmal gewendet werden. Kritisch ist meist die obere Aussenzone der Ballen (Abb. 14).



Abb. 4: Ballensammelwagen.

Planungsdaten

Bei der Planung einer Rundballentrocknung ist meist auf vorhandene Gebäude Rücksicht zu nehmen. Wichtig ist eine einfache Mechanisierbarkeit zur Beschickung und Entnahme der Ballen (Abb. 4 und 6). Abbildung 5 zeigt

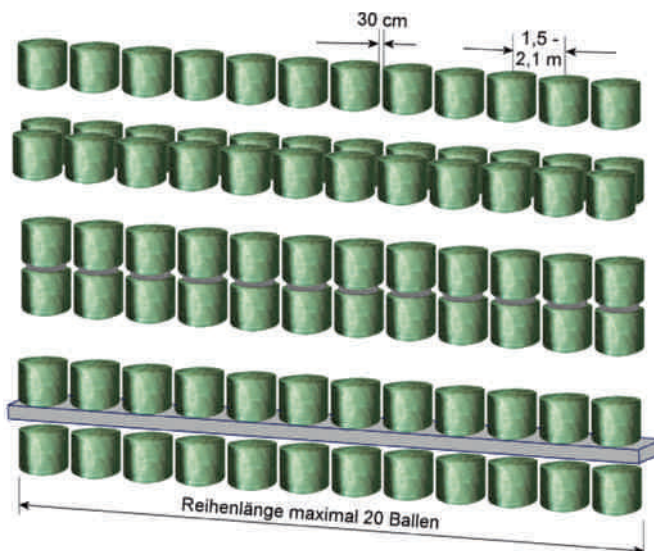


Abb. 5: Die Anordnung von Ballenreihen (oben einreihig, darunter mehrreihig nebeneinander, mehrreihig übereinander mit Zwischenring, mehrreihig übereinander mit Speisekanal).



Abb. 6: Beschickung einer zweireihigen Anlage mit Bodenkanal und darüberliegender dritter Ballenreihe mit Frontlader und Wendezange.

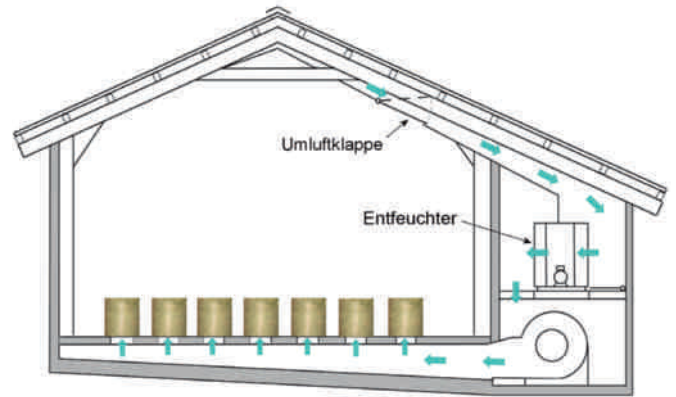


Abb. 7: Schema einer Rundballentrocknung mit Unterbelüftung und Dachabsaugung mit Luftentfeuchtung.



Abb. 8: Links zweireihige Anlage mit Betonkanal und Rollplane an der Gebäudeaussenseite; rechts Anlage mit fixem Blechkanal und Zwischenringen.

grundsätzlich mögliche Anordnungen von Ballenreihen, Abbildung 7 zeigt schematisch den Aufbau einer Ballentrocknung mit Dachabsaugung und Luftentfeuchtung.

Im Allgemeinen sind Ballenreihen mit maximal etwa 20 Ballen in einer Reihe zweckmässig. Mehr als drei nebeneinanderliegende Reihen sind zu vermeiden. Der gegenseitige Abstand der Ballen sollte 30cm betragen, damit ergibt sich ein typischer Rasterabstand von 1,50 bis 2,10m. Zwei nebeneinander- oder übereinanderliegende Ballenreihen sind noch mit einem Traktor-Frontlader bedienbar, zweckmässig ist dessen Ausrüstung mit einer Ballenwendezange. Auch Hubstapler oder fahrbare Kräne eignen sich zur Mechanisierung. Vorteilhaft für die Trocknung, aber oft arbeitsaufwändig ist eine Abdeckung der offenen Oberseite der Ballen mit einem Deckel.



Abb. 9: Zweireihige Anlage mit Bodenkanal aus Holzwerkstoff. Oben sind die Ballendeckel sichtbar, unten eine Wärmedämmung des Bodenkanals.



Abb. 10: Links einreihige Untenbelüftung mit Blechkanal; rechts einreihige kombinierte Unten- und Obenbelüftung.



Abb. 11: Links Zentralrohrtrocknung; rechts Kompaktanlage mit vier Zwischenringen.



Abb. 12: Links Belüftung mit flexiblen Schläuchen und Zwischenringen; rechts Blechkanal kombiniert mit flexiblen Schläuchen.

Bauarten von Rundballentrocknungen

Rundballen werden meist von einer oder von beiden Stirnseiten aus belüftet. Bei beidseitiger Belüftung sollte auf Luftverluste an der Oberseite geachtet werden, während unten das auflastende Eigengewicht des Ballens einen seitlichen Luftaustritt verringert.

Nach einem schwedischen Verfahren werden Rundballen im Gegensatz zur stirnseitigen Belüftung aus der Ballenmitte belüftet (Abb. 11, links). Dazu muss allerdings ein perforiertes Rohr in der Ballenlängsrichtung eingedrückt werden. Obwohl damit eine gleichmässige Durchlüftung bei geringerem Druckbedarf erreicht wird, hat sich diese Variante in der Praxis wegen der erforderlichen hohen Luftgeschwindigkeiten im Zentralrohr und dem Aufwand zum Aneinanderkoppeln mehrerer Ballen wenig durchgesetzt.



Abb. 13: Links zweireihige Anlage mit Holzkanal und schwenkbarer Deckelebene kombiniert als Hackguttrocknung; rechts Wagentrocknung.

Bei den meisten Rundballentrocknungen wird die Trocknungsluft über ortsfeste kreisrunde Ballenlöcher mit Blechkranz oder über bewegliche Stahlblechzwischenringe zugeführt (Abb. 8, 9, 10, 11). Alternativ oder zusätzlich zu Speisekanälen aus Beton, Holz oder Blech sind besonders flexible Polyamidschläuche in Verbindung mit Zwischenringen speziell bei kleineren Anlagen und mehrfacher Gebäudenutzung möglich. Mit Zwischenringen (Abb. 12) können zwei Ballenlagen übereinander belüftet werden. Die unteren Ballen sollen dabei auf einem Holzrost stehen. Der Durchmesser der Speiseschläuche zu den Ringen sollte mindestens 30 cm betragen. Für Kleinanlagen werden auch Einheiten mit vier nebeneinanderliegenden Zwischenringen mit integriertem Ventilator angeboten (Abb. 11, rechts). Sonderlösungen zeigt die Abbildung 13.

Dagegen müssen bei Anlagen mit fixen Luftkanälen nicht benutzte Ballenlöcher (meist mit fertigen Ballen) abgedeckt werden.

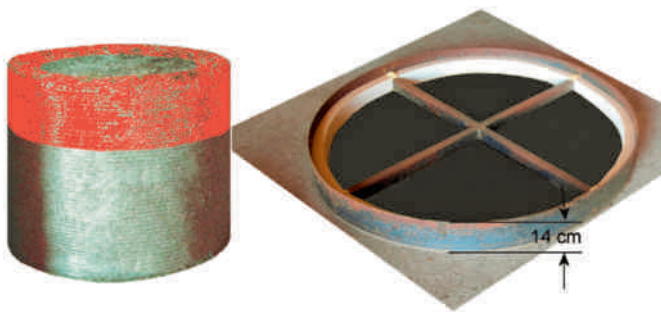


Abb. 14: Links Problemzone bei Untenbelüftung (rot); rechts Ballenloch mit Kreuzstrebe und Blechkranz.

Bei der Untenbelüftung auf einem fixen Kanal setzt man die Ballen auf ein «Ballenloch» mit rund 14 cm nach oben überstehendem Blechkranz auf, um einen ausreichenden Luftabschluss zu erreichen und das Aufsitzen der Ballenunterseite auf Betonböden zu vermeiden (Abb. 14, rechts). Bei grösseren Ballen ist eine Querstrebe (ab etwa 1,3 m Ballendurchmesser) oder ab 1,5 m Ballendurchmesser eine Kreuzverstrebung zur Stabilisierung der Ballenunterseite erforderlich. Deren Höhe sollte nur rund die Hälfte der Blechkranzhöhe betragen. Besonders bei Ballen mit weichem Kern ist eine Abdeckung der oberen Stirnseite empfehlenswert. Der Deckel sollte einen Blechkranz – ähnlich jenem des Ballenloches oder Zwischenringes – aufweisen; eventuell ist es erforderlich, den Deckel zu beschweren. Der Durchmesser des Blechkranzes oder Zwischenringes ist entscheidend für die Luftführung im Ballen. Bewährt hat sich ein Verhältnis von Ballendurchmesser zu Blechkranzdurchmesser von etwa 1:0,74–0,76 oder Ballendurchmesser minus 45 cm. Kleine Lochdurchmesser sind bei grobstängeligem, grössere dagegen bei blattreichem Futter sinnvoll.

Als schlagkräftigste Bauart haben sich Anlagen mit festen Luftkanälen bewährt. Konisch sich verjüngende Luftkanäle unterhalb von Ballenlöchern bringen eine ideale Druckverteilung. Ein gleichbleibender Kanalquerschnitt ist jedoch bei einer Luftgeschwindigkeit am Kanaleingang unterhalb von 8–10 m/s vertretbar. Bei höheren Luftgeschwindigkeiten (z. B. bei Blechkanälen) können Bremsleisten oder Lochbleche einen Druckausgleich herstellen.

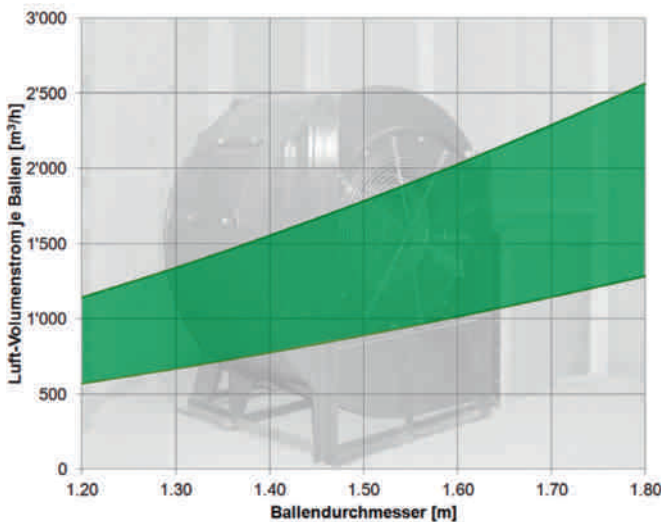


Abb. 15: Empfohlener Luft-Volumenstrom (grüner Bereich) je nach Ballendurchmesser.

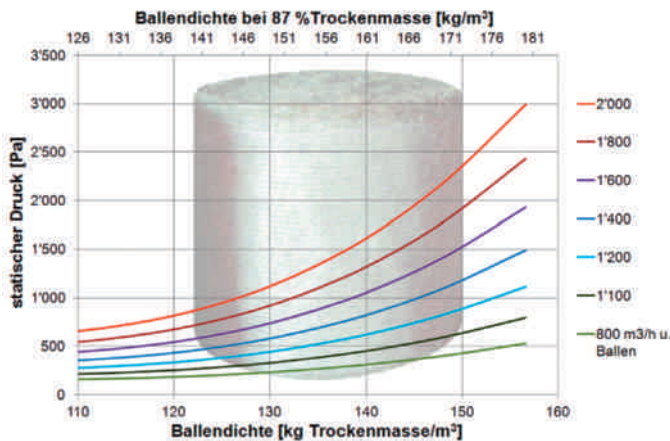


Abb. 16: Erforderlicher Druck für 1,5m Ballendurchmesser bei Wiesenheu.

Zweckmässig erscheint eine Wärmedämmung des Speisekanals, eventuell auch des Gebäudes und bei Entfeuchteranlagen eine wirksame Abtrennung der Ballentrocknung innerhalb grosser Gebäude oder nach aussen (z. B. durch eine Rollplane). Zur Dämmung von ortsfesten Speisekanälen reichen bereits 30mm starke Hart-Polystyrolplatten.

Die Auswahl von Ventilatoren

Bei Pressballen ist eine rasche Trocknung mit druckstabilen Ventilatoren entscheidend. Mehrreihige Anlagen werden oft durch zwei oder mehr Ventilatoren gespeist. Damit ist eine Teilbeschickung der Anlage möglich. Auf 1m² Stirnfläche bezogen sollte der Luftdurchsatz zwischen 0,14 und 0,28m³/s liegen. Je nach Ballendurchmesser rechnet man auch grob mit 850–2300m³/h pro Ballen (Abb. 15). Bei vorhandener wirksamer Luftanwärmung oder Luftentfeuchtung wählt man zweckmässigerweise einen geringen Luftdurchsatz.

Die erforderliche Ventilatorleistung liegt typischerweise um 0,5 (0,3–0,7)kW pro Ballen. Der statische Druck streut extrem stark, je nach Ballendichte, dem Luftdurchsatz pro Ballen und der Art des Pressgutes, zwischen 650 bis über 1600Pa (Abb. 16). Empfehlenswert sind druckstabile, einseitig saugende Radialventilatoren (Abb. 17).

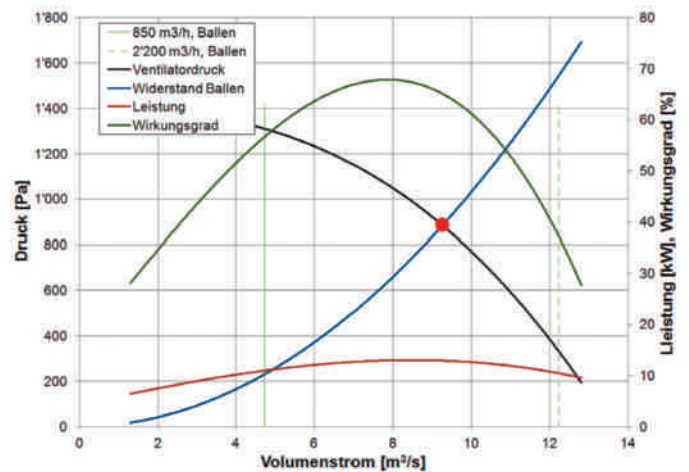


Abb. 17: Ventilatorcharakteristiken mit Betriebspunkt (rot) für 20 Ballen (Dichte 135kg TMM/m³) bei einer Motorleistung von rund 11kW.



Abb. 18: Links Kompaktanlage mit Entfeuchter; rechts Warmluftöfen.

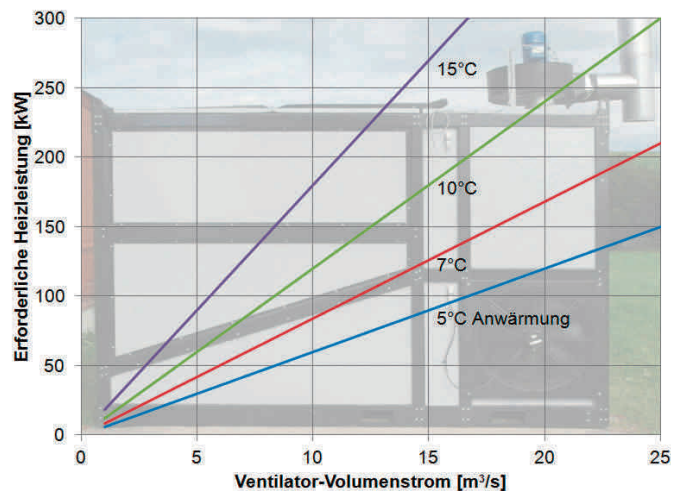


Abb. 19: Heizleistung und Luftanwärmung.

Luftanwärmung und Luftentfeuchtung

Eine Anwärmung oder Entfeuchtung der Trocknungsluft erhöht die Schlagkraft einer Ballentrocknung wesentlich. Wenn möglich, sollte man eine Dachwärmenutzung einplanen. Darüber hinaus sind besonders für Schlechtwetterperioden eine Luftanwärmung über Wärmetauscher, Warmluftöfen oder alternativ ein Luftentfeuchter vorteilhaft. Nach den meisten landespezifischen Brandschutzvorschriften ist bei Warmluftöfen ein Mindestabstand zu Gebäuden von 5m einzuhalten (Abb. 18).

Die Befuerung erfolgt mit Stückholz, Hackgut oder Pellets. Der Preis für Warmluft-Hackgutöfen liegt etwa in

der Grössenordnung von Luftentfeuchtern. Faustzahl: Pro 10 m³/s Luft-Volumenstrom benötigt man für 1 °C Anwärmung 12,5 kW Heizleistung. Empfehlenswert ist eine Heizleistung ab 3 kW pro Ballen (Abb. 19).

Entfeuchter benötigen einen höheren elektrischen Anschlusswert, der spezifische Energieverbrauch pro kg abgetrocknetes Wasser ist aber geringer. Letzteres wird aber bei günstig vorhandenem Brennholz relativiert. Für eine Luftentfeuchtung eignet sich bei der Ballentrocknung eher der Umluftbetrieb. Dazu sollte die Kompressorleistung des Entfeuchters etwa doppelt so hoch sein wie die Lüfterleistung.

Die Anlagenbedienung

Feuchte Ballen müssen zur Vermeidung einer Selbsterwärmung rasch belüftet werden. Kreisrunde Markierungen um den Blechkranz erleichtern bei Bodenbelüftung das zentrierte Aufsetzen der Ballen. Wichtig ist eine ständige Überwachung der Ballentemperatur. Die Temperatur im Balleninneren soll 40 °C nicht übersteigen! Ab 70 °C herrscht akute Brandgefahr! Ein hoher statischer Druck nach dem Ventilator kann eine mangelhafte Durchlüftung und damit eine drohende Selbsterwärmung anzeigen. Extreme Drücke (z. B. über 140 mm Wassersäule = 1400 Pa) vermindern den Luftdurchsatz und verlängern die Trocknungszeit. Die Druckkontrolle (Abb. 20) ist besonders bei älteren Ventilatoren mit geringer Druckreserve wichtig. Ein ungewöhnlich hoher Widerstand beim Öffnen einer nach aussen aufgehenden Lüfterkammertür kann ähnlich auf eine Überlastung der Anlage hinweisen.



Abb. 20: Druckmessung mit einem PVC-Schlauch. Ein Schlauchende reicht in den Ballenkanal, die Höhendifferenz der Wasserspiegel zeigt den Druck in mm Wassersäule (1 mm WS = ca. 10 Pa).

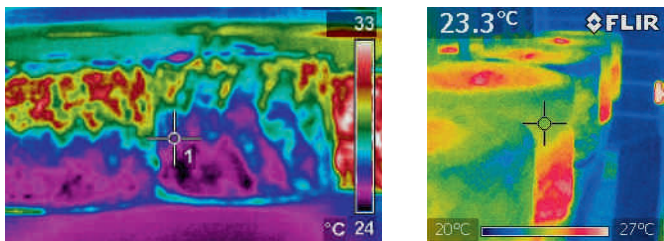


Abb. 21: Links Infrarotaufnahme von kurz vorher gewendeten Rundballen (beim rechten Ballen sind deutlich Wickelstrukturen erkennbar). Rechts Ballenreihe mit ungleichem Trocknungsfortschritt. Blaue und lilafarbene Bereiche sind noch feucht.



Abb. 22: Links Prüfen des Trocknungszustandes mit Rundstahldorn; rechts Prüfen mit Stechthermometer.

Oberflächliche Kondensationen können im Frischluftbetrieb durch ausreichende Abluftöffnungen, im Entfeuchter-Umluftbetrieb durch gute Abluftrückführung und Wärmedämmung vermieden werden. Beim Entfeuchter-Umluftbetrieb ist eine Wärmedämmung von Luftkanälen und Wänden sowie eine Abtrennung von übrigen Gebäudebereichen (z. B. durch eine Rollplane, Abb. 8 links) besonders wichtig.

Besonders bei einem Trockensubstanzgehalt unter 75 Prozent ist das Wenden bei einseitig belüfteten Ballen empfehlenswert, um die Trocknungsdauer in Grenzen zu halten. Das Abdecken offener Ballenstirnseiten beschleunigt ebenfalls die Trocknung, insbesondere bei weichem Ballenkern (Abb. 21).

Das Trocknungsende erkennt man bei Ballen am einfachsten durch das Einstossen eines langen Rundstahldornes an verschiedenen Stellen (Abb. 22). Feuchte Stellen sind zäh und einer damit an einem starken Eindringwiderstand erkennbar. Auch anhand der Abluftfeuchtigkeit lässt sich die jeweilige Feuchtigkeit des Heus grob abschätzen. Eine relative Feuchtigkeit der Abluft unter 50 Prozent beim Wiedereinschalten nach einigen Stunden bei abgeschaltetem Ventilator deutet auf einen Trockensubstanzgehalt des Heus um 85 Prozent hin. Abgesehen von zeitabhängigen Steuerungen kann durch Erfassung von Temperatur und relativer Feuchte der Trocknungsluft und eventuell der Abluft eine Teilautomatisierung erreicht werden. Diese kann aber die Kontrolle durch eine Bedienungsperson nicht voll ersetzen. Nach einer Trocknung mit Warmluft oder Entfeuchtung sollte mit kalter Luft nachbelüftet werden. Auch bei bereits äusserlich trocken erscheinenden Ballen soll über mehrere Tage hinweg Temperatur und Abluftfeuchte nach einem kurzen Wiedereinschalten des Lüfters kontrolliert werden.

Probleme und Kosten

Die durch die Zahl der Trocknungsplätze begrenzte Schlagkraft von Ballentrocknungen ist ein zentrales Problem. Das verleitet oft zur Zwischenlagerung feuchter Ballen, allerdings mit der Folge einer Selbsterwärmung bei möglicher Braunfärbung des Ballenkerns und einer Verminderung der Futterqualität. Eine Herausforderung ist auch das Pressen von Ballen mit gleichmässig geringer Dichte. Unterschiedlich gepresste oder ungleich feuchte Ballen einer Charge beeinträchtigen den Trocknungserfolg. Nachteilig ist zudem der Arbeitsaufwand zum Wenden feuchter Ballen bei einseitiger Belüftung. Gegenüber einer Boxen-

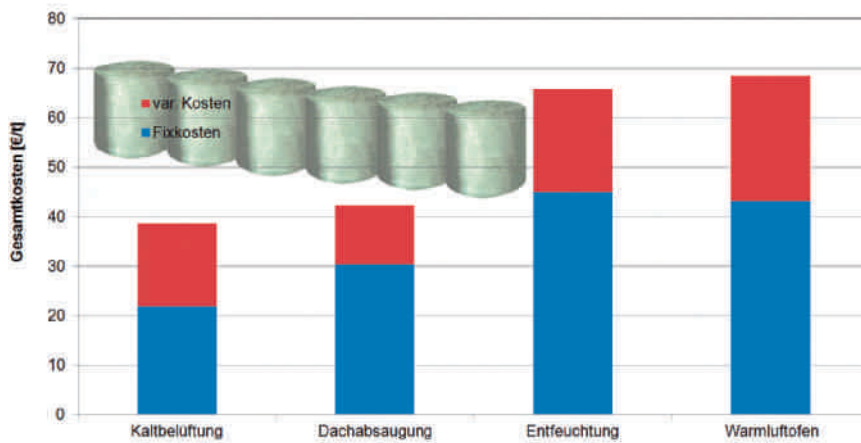


Abb. 23: Kosten verschiedener Trocknungssysteme bezogen auf 70 Prozent Trockenmasse des Frischgutes.

trocknung ist mit einer etwas längeren Vortrocknungszeit zu rechnen.

Abbildung 23 zeigt typische Kosten verschiedener Trocknungssysteme bei einem Trockensubstanzgehalt des Frischgutes von 70 Prozent bezogen auf 1000 kg Ballenheu. Die Laufzeit der Dachabsaugung wurde mit 35 Prozent, bei Entfeuchtung mit 50 Prozent und beim Warmluftofen mit 40 Prozent der gesamten Trocknungszeit angenommen. Weil das Volumen kleiner Ballen nur gut einen Drittel im Vergleich zu Ballen mit 1,8 m Durchmesser ausmacht, wurde auf eine Umrechnung in Kosten pro Ballen verzichtet. Bei der Berechnung der Gesamtkosten ein-

schliesslich Reparaturkosten und Kapitalverzinsung spielt die jährliche Auslastung der Anlage die grösste Rolle. Mehrere erfolgreiche Ballentrocknerbetriebe erhöhen ihre Auslastung durch Lohn-trocknung.

Erfolgsregeln für die Ballentrocknung

Anlagenplanung:

- Ventilator nach Richtwerten für Volumenstrom und Druck auswählen.
- Mangelhafte Luftführung durch schlecht passende Ballenlochdurchmesser, zu lange Ballenreihen, fehlende Ballenabdeckung oder zu kleine Kanalquerschnitte vermeiden.
- Durch ausreichende Rangierflächen und zweckmässige Ballenanordnung Mechanisierbarkeit verbessern.
- Erwünschte Schlagkraft durch ausreichende Anzahl Ballenplätze, aber auch durch Luftanwärmung oder Luftentfeuchtung sicherstellen.

Vortrocknung:

- Ballenheu am Boden auf 65 bis 70 Prozent Trockensubstanz vortrocknen, mindestens dreimal mit dem Kreiselzettwender bei wechselnder Fahrtrichtung auflockern. Die Trocknung kann besonders bei grobstängeligem Futter durch den Einsatz eines Aufbereiters deutlich beschleunigt werden.
- Mit dem Kreiselschwader lockere Doppelschwade bilden, Ballen locker und mit gleichmässiger Dichte in Längs- und radialer Richtung pressen. Feuchte Schwadbereiche stets zu Beginn eines Pressvorganges aufnehmen.

Belüftung unter Dach:

- Belüftung auch bei schlechtem Wetter nie länger als eine bis zwei Stunden unterbrechen.
- Ballen während der Trocknung zur Verkürzung der Trocknungszeit einmal wenden.
- Trocknungszustand und Ballentemperatur ständig prüfen und bis auf 87 Prozent Trockensubstanz abtrocknen.
- Nach einer Warmluft- oder Entfeuchtungstrocknung kalt nachlüften.
- Getrocknete Ballen über mehrere Tage auf Nacherwärmung prüfen und bei Bedarf nachlüften.

Entscheidend für die variablen Kosten sind die jeweiligen Energiepreise. Hier wurde ein Stromtarif von 0,16 €/kWh und ein Energiepreis für Hackgut von 0,04 €/kWh zugrunde gelegt. Die vergleichsweise geringen variablen Kosten bei Kaltbelüftung gelten nur bei Wetterbedingungen, die einen Trocknungsfortschritt zulassen. Bei anhaltendem Schlechtwetter kann es bei Kaltbelüftung zu einer erheblich längeren Trocknungsdauer und damit zu wesentlich höheren variablen Trocknungskosten kommen. Deshalb erscheint die Anwärmung oder Entfeuchtung der Trocknungsluft bei der Ballentrocknung zur Überbrückung von ungünstigem Wetter zur Sicherstellung des Trocknungserfolges empfehlenswert. Die angegebenen Kosten in Euro können nicht 1:1 auf Schweizer Franken umgerechnet werden, doch sie geben einen Hinweis auf die Unterschiede zwischen den verschiedenen Trocknungssystemen.

Impressum

Herausgeber	Agroscope, Institut für Nutztierwissenschaften INT, 1725 Posieux, www.agroscope.ch
Auskünfte	Ueli Wyss E-Mail: ueli.wyss@agroscope.admin.ch Tel. +41 58 466 72 14
Redaktion	Christine Caron-Wickli
Abbildungen	LASCO (Abb. 8, 12 links), Martin Rieser (Abb. 11), SR-Reindl (Abb. 12 rechts), Josef Braun (Abb. 13), Gotthard Wirleitner (restl. Abbildungen)
Gestaltung und Druck	Sonderegger Publish AG, Weinfelden
Adress- änderungen	Bundesamt für Bauten und Logistik BBL, Bern E-Mail: verkauf.zivil@bbl.admin.ch
Download	www.agroscope.ch/transfer
Copyright	© Agroscope 2015
ISSN	2296-7206 (Print), 2296-7214 (Online)