

Verfahrensvergleich moderner Heubelüftungssysteme

M. Hofmann, S. Thurner

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung,
Vöttinger Strasse 36, 85354 Freising,
Markus.Hofmann@LfL.Bayern.de

Einleitung und Problemstellung

Hochwertiges Grünfutter ist für die Milcherzeugung von entscheidender Bedeutung, weshalb die meisten Betriebe heutzutage auf Silage setzen. Aufgrund guter Vermarktungschancen für „Heumilcherzeugnisse“ und aktueller Verbesserungen bei der Heutrocknungstechnik stellt Belüftungsheu wieder eine Alternative zu Silage dar. Dafür stehen heute neue, schlagkräftige Techniken zur Verfügung, mit deren Hilfe angewelktes Material mit ca. 60 % Trockenmasse-(TM-) Gehalt in kurzer Zeit bis zur Lagerfähigkeit fertig getrocknet werden kann. Zur Effizienz (Energieverbrauch, Trocknungsdauer, usw.) dieser neuen Techniken stehen bis auf wenige Ausnahmen (Pöllinger, 2014) derzeit nur Firmenangaben zur Verfügung. Ziel ist es daher, mit einer Heubelüftungsversuchsanlage und auf Praxisbetrieben Daten zur Effizienz dieser neuen Belüftungstechniken zu erfassen und die Steuerung des Belüftungsprozesses zu analysieren sowie zu optimieren. Dazu werden vergleichende Untersuchungen an der Heubelüftungsversuchsanlage in Hübschenried mit den zwei im Rahmen der Energieeffizienzförderung geförderten Techniken, der Entfeuchtertrocknung mit Umluftverfahren und der Warmlufttrocknung mit Wärmerückgewinnungsanlage durchgeführt. Weiterhin werden auf Praxisbetrieben mit vergleichbaren Techniken Daten zum Energieverbrauch sowie zur Futterqualität erhoben. Resultierend aus diesen Ergebnissen sollen Richtlinien für die Praxis erarbeitet werden, um z. B. Hilfestellung zu Fragen der nötigen Schlagkraft und Effizienz zu geben. Darüber hinaus sollen sozioökonomische Kennzahlen der Praxisbetriebe untersucht und anhand der erhobenen Daten zu Investitionsvolumina i. a. bezüglich des Risikos für den Betriebszweig Milchproduktion eingeordnet werden.

Material und Methoden

Am LVFZ Achselschwang (Betriebsteil Hübschenried) wurde zur Analyse der Effizienz verschiedener Heubelüftungstechniken eine Versuchsanlage (c. p.) mit zwei identischen Boxen (30 m²) auf je vier Wiegezellen, vergleichbaren Luftführungssystemen und identischen Radialventilatoren (Typ RVN 630-35/10, 7,5 kW, Hersteller/ Vertrieb Fa. GB Birk) konstruiert. Aufgrund der baulichen Gegebenheiten vor Ort konnte für keine der beiden Boxen eine solare Erwärmung der Luft über eine Unterdachabsaugung realisiert werden, weshalb an Schönwettertagen derzeit nur die Außenluft unter einem südlich ausgerichteten Vordach zur Trocknung genutzt werden kann. In einer Box wird das Heu mithilfe eines Entfeuchters (Typ Agrifrigor HT 60, 12 kW, Hersteller/ Vertrieb Fa. FrigorTec GmbH) im Umluftverfahren getrocknet. In der zweiten Box wird das Heu mithilfe von Abwärme (simuliert mittels Heizmobil-Kofferan Anhänger, 300 kW, Hersteller/ Vertrieb Fa. Mobiheat, Warmwasserheizregister 380 kW, Hersteller/ Vertrieb Fa. Heribert Waltinger GmbH) getrocknet. Dabei steht zusätzlich eine Wärmerückgewinnungsanlage (WRG; Typ ERC-T 30/56, Hersteller/ Vertrieb Fa. Arwego – Armin Schneider e. K.) zur Verfügung, mit der die Zuluft über die warme Abluft angewärmt wird.

Die Box mit Entfeuchter wurde im Rahmen zweier Versuche im Juli und Oktober 2018 zur Trocknung des dritten und fünften Schnitts Grünland (Bergung am 13.07.2018 und

11.10.2018) eingesetzt. Die Box mit Abwärmenutzung und WRG wurde bisher nur im Juli 2018 (Bergung am 13.07.2018) getestet. Bei allen Versuchen wurde nur während der Beschickung der Heuboxen mit „unbehandelter“ Außenluft belüftet. Anschließend wurden auf beide Boxen speziell angefertigte Hauben gesetzt, um einen Luftmassenaustausch der unterschiedlichen Trocknungssysteme zu verhindern, und um eine effiziente Luftumwälzung durch den Luftentfeuchter und die WRG zu gewährleisten. Fortan wurde in der Box mit Entfeuchter im Dauerumluftbetrieb sowie in der Box mit Wärmetauscher und WRG im Dauer-WRG-Betrieb weitergetrocknet. Mithilfe einer umfangreichen Messtechnikausstattung wurden dabei der Energieverbrauch und der Trocknungsverlauf erfasst. Beim ersten Versuch im Juli lag der Ausgangs-TM-Gehalt in der Box mit Entfeuchter bei 71,3 % TM-Gehalt und damit etwas niedriger als in der Box mit Abwärmenutzung und WRG (73,5 % TM-Gehalt). Beim zweiten Versuch lag der Ausgangs-TM-Gehalt in der Box mit Entfeuchter bei 70,7 % TM-Gehalt. Für die befüllten Boxen wurde der Trocknungsverlauf und Energieverbrauch bis zu einem Ziel-TM-Gehalt von mindestens 86 % TM-Gehalt dargestellt bzw. ermittelt. Der Energieverbrauch für die in der Praxis notwendige Nachbelüftung wurde in allen Fällen nicht berücksichtigt, da in der Praxis dafür i. d. R. die solar angewärmte Luft aus der Unterdachabsaugung verwendet wird und dadurch nur ein geringer, im Vergleich zum Gesamtenergieverbrauch vernachlässigbarer Energieverbrauch nur für den Radialventilator anfällt. In der Box mit Entfeuchter wurden im Juli rund 4.990 kg und im Oktober rund 3.190 kg Grasanwelkgut getrocknet und in der Box mit Abwärmenutzung und WRG waren es im Juli rund 4.760 kg Grasanwelkgut. Die eingefüllte Menge entsprach somit einem „Wasserdeckel“ von 47,7 und 31,2 kg Wasser/m² Boxenfläche in der Box mit Entfeuchter sowie 42,1 kg Wasser/m² in der Box mit Abwärmenutzung und WRG. Neben den ersten Versuchen zum direkten Vergleich der Techniken in der Heubelüftungsversuchsanlage wurden drei Praxisbetriebe mit vergleichbaren Techniken wie in der Versuchsanlage und einem Entfeuchter kombiniert mit Kreuzstromplattenwärmetauscher (Hersteller Fa. Arwego – Armin Schneider e. K.) ausgewählt und mit vergleichbarer Messtechnik ausgestattet, so dass seit dem 1. Schnitt 2019 Daten zur Effizienz dieser Anlagen erfasst werden. Bei einem ersten Versuch bei einem Praxisbetrieb mit Entfeuchtertechnik (Hersteller/ Vertrieb HSR Heutrocknung SR GmbH, Typ SR 120; 77 kW) und Radialventilator (Hersteller/ Vertrieb HSR Heutrocknung SR GmbH Typ SR 1160, 55 kW) wurden 51.800 kg Grasanwelkgut mit einem Ausgangs-TM - Gehalt von 62,2 % TM-Gehalt im Mai 2019 geerntet (Bergung am 18.05.19). Dies entspricht einem Wasserdeckel von 85 kg Wasser/m² Boxenfläche, welcher für die Praxis je nach zu trocknendem Material von 70 bis 100 kg Wasser/m² Boxenfläche empfohlen wird (Pöllinger, 2014). Am Folgetag war die Witterung bedeckt bis sonnig, so dass mit der Zuluft der Unterdachabsaugung (UDA) getrocknet wurde. Bis Trocknungsende herrschte regenerisches Wetter.

Erste Ergebnisse und Diskussion

Es konnte in beiden Boxen der Heubelüftungsversuchsanlage beim Einfahren das witterungsbedingt relativ trockene Material in Kürze auf den Ziel-TM-Gehalt von weniger als 86 % getrocknet werden. Bei beiden Verfahren konnte der (vernachlässigbare) Energieverbrauch für die Nachbelüftung wie erwähnt nicht berücksichtigt werden. Der Energieeinsatz für die Trocknung mittels Abwärmenutzung und Wärmerückgewinnung lag unter den spezifischen Bedingungen im Juli 2018 bei etwa 1,18 kWh pro kg Wasserentzug. Entsprechend dem Dauer-WRG-Betriebszustand wurde letztendlich eine 100 % Trocknung über Abwärme in 19 h generiert. Im Vergleich zur Energieeffizienzförderung (BLE, 2017) lag der Energieverbrauch dabei etwas höher (Tab. 1). Die Trocknung mit Entfeuchter im Juli dauerte zwar länger, gleichzeitig wurde aber weniger Gesamtenergie, nämlich 0,65 kWh pro kg Wasserentzug aufgewandt. Beim Vergleich mit der Energieeffizienzförderung (BLE, 2017, BMEL, 2016) lag

dieser um rund ein Drittel über dem angestrebten Zielwert. Bei der Trocknung im Oktober 2018 ergab sich ein nochmals niedriger Energiebedarf in Höhe von 0,51 kWh/kg Wasserentzug bei 100%-iger technischer Trocknung. Beim Vergleich mit der Energieeffizienzförderung (BLE, 2017, BMEL, 2016) und umgerechnet auf den Anteil des Energieeintrags über die Unterdachabsaugung plus den Einsatz des Entfeuchters zeigt sich indessen, dass der Zielwert erreicht werden konnte.

Tab. 1: Vergleich des Energiebedarfs der Heubelüftungsversuchsanlage Hübschenried zur Energieeffizienzförderung (BLE, 2017; BMEL, 2016) und zur Heubelüftungsanlage mit Entfeuchter und Unterdachabsaugung (UDA) an der HBLFA in Raumberg-Gumpenstein (PÖLLINGER, 2014, Werte umgerechnet auf 50 % UDA mit 50 % technischer Trocknung anhand der Tageslängen) (THURNER ET AL., 2018)

Energieverbrauch bei der Heutrocknung in kWh/kg Wasserentzug	Energieeffizienzförderung (BMEL /BLE)	HÜB Abwärmenutzung Juli 2018	HÜB Entfeuchter Juli 2018	HÜB Entfeuchter Oktober 2018	HBLFA Entfeuchter alle Schnitte 2011/12 (umgerechnet)
100 % techn. Trocknung	1,04	1,18	0,65	0,51	-
ca. 50 % UDA + ca. 50 % technische Trocknung	0,52	0,63	-	-	-
ca. 50 % UDA + ca. 50 % energieeffiziente Technik	0,31	-	0,41	0,32	Min-Max: 0,17-0,79 Mittelwert: 0,51

Vergleicht man die von Pöllinger (2014) gemessenen Werte bei Entfeuchtertrocknung mit den Vorgaben der Energieeffizienzförderung (BLE, 2017; BMEL, 2016), so liegt der Energieverbrauch im Mittel trotz energieeffizienter Technik beim erwarteten Wert für die Trocknung z. B. mit Abwärme. Die Spanne vom minimalen bis zum maximalen Energieverbrauch zeigt jedoch große Unterschiede je nach Einsatzbedingungen (Tab. 1).

Der Praxisbetrieb mit Entfeuchtereinsatz benötigte etwa 6800 kWh Gesamtenergiebedarf bei 76 h Trocknungsdauer. Während Schönwetterperioden wurde tags mit Unterdachabsaugung Außenluft angesaugt und angewärmt und somit mit vorgewärmter Luft belüftet. Eine etwaige Nachbelüftung wurde in diesem Fall nicht berücksichtigt. Verglichen mit Pöllinger (2014) liegt der Wert von 0,46 kWh/ kg Wasserverlust im erwarteten Bereich.

Schlussfolgerungen

Der Einsatz der neuen Techniken zur Heutrocknung in Heubelüftungsboxen erfordert einiges an Know-how von Seiten des Anlagenbetreibers, genauso wichtig ist auch die exakte Steuerung mittels Temperatur- und Feuchtesensoren um mit möglichst geringem Energieaufwand qualitativ hochwertiges Belüftungsheu zu produzieren. Bei richtigem Einsatz der Technik kann der angestrebte Wert bei der Nutzung von energieeffizienter Trocknungstechnik von 0,31 kWh/kg Wasserentzug erreicht und teilweise sogar unterschritten werden. Der Einbau eines Wärmeregisters in 2019 zur Simulation einer Unterdachabsaugung sollte die Vergleichbarkeit der Versuchsanlage mit den Praxisbetrieben verbessern.

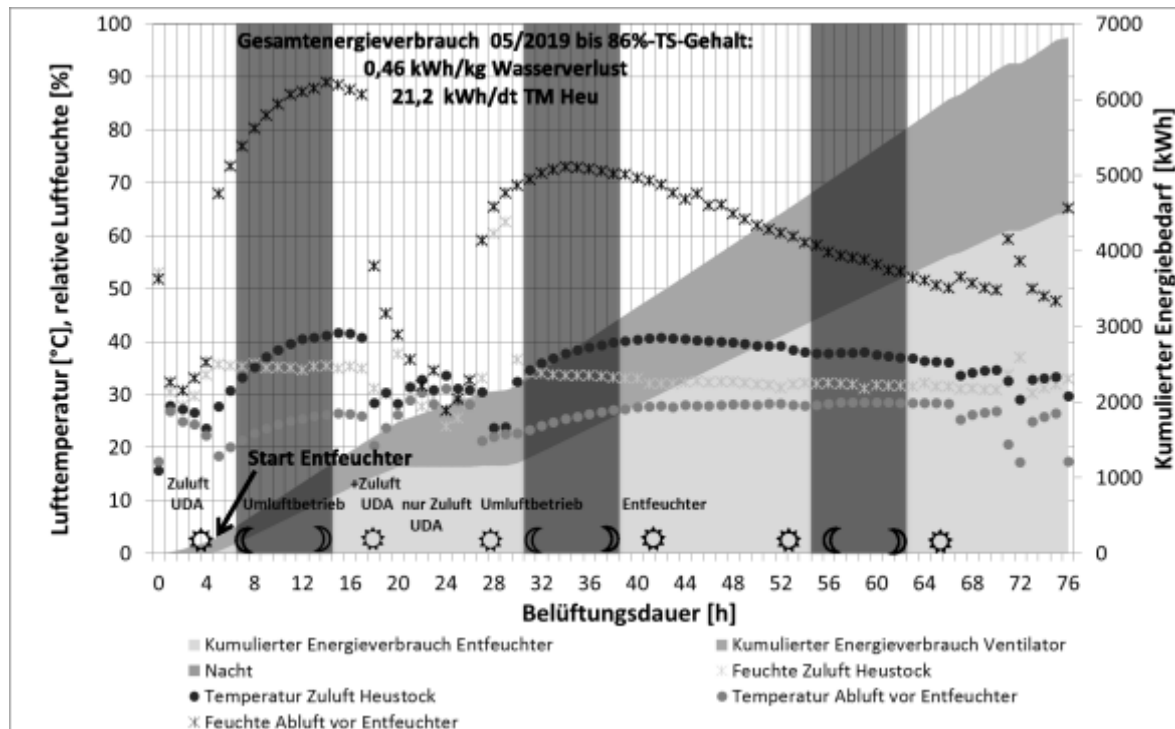


Abb. 1: Trocknungsverlauf und Energieverbrauch bei Entfeuchtereinsatz auf einem Praxisbetrieb 05/19

Danksagung

Die Autoren danken dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die Förderung des Forschungsprojektes (A18/06).

Literatur

BLE (2017): Referenz für Niedrigenergie-Trocknungsanlagen, 3 S. https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Klima-Energie/Bundesprogramm-Energieeffizienz/BerechnungEnergieeinsparungTrocknungsanlagen.pdf?__blob=publicationFile&v=3, zuletzt aufgerufen am 30.10.2018.

BMEL (2016): Energieeffizienz lohnt sich. Bundesprogramm zur Förderung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft und im Gartenbau, 32 Seiten. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Energieeffizienz-lohnt-sich.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt aufgerufen am 30.10.2018.

Pöllinger, A. (2014): Heutrocknungsverfahren im Vergleich. In: Tagungsband 19. Alpenländisches Expertenforum 2014 am 3. April 2014 in Raumberg-Gumpenstein, 35 - 44.

Thurner S.; Mačuhová J., Hofmann M., Haidn B.(2018) Heubelüftung- Verfahrenstechnik und Ergebnisse zur Arbeitswirtschaft. In: Wendl, G. (Hrsg.) Milchviehhaltung - Lösungen für die Zukunft. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, LfL-Schriftenreihe, 41 – 59.