



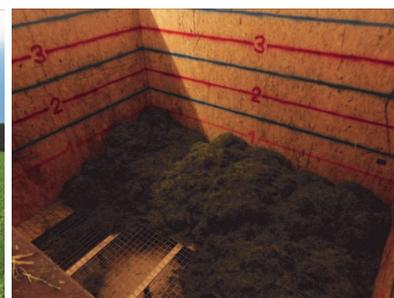
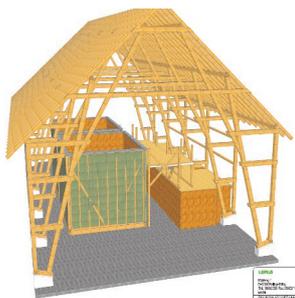
Einleitung und Zielsetzung

- Aufgrund guter Vermarktungschancen z. B. als Heumilch und Effizienzgewinnen bei der Belüftungstechnik durch technische Weiterentwicklungen stellt Belüftungstechnik wieder eine Alternative zur Silage dar.
- Ziel ist daher die Analyse und Optimierung von Heubelüftungsanlagen anhand von vergleichenden Untersuchungen mit aktueller Technik an der Versuchsanlage Hübschenried. Dabei wird neben der Energieeffizienz der Verfahren auch die Frage nach der Qualität des erzeugten Belüftungsheus und den Verlusten bei der Konservierung bearbeitet. Des Weiteren werden auf Pilotbetrieben mit vergleichbaren Techniken ebenfalls Daten zum Energieverbrauch sowie zur Futterqualität und zur Gesamteffizienz des Verfahrens erhoben, um die Ergebnisse der Heubelüftungsversuchsanlage zu validieren. Basierend auf diesen Ergebnissen werden verschiedene Szenarien ökonomisch betrachtet und bezüglich ihrer Risiken für den Betriebszweig Milchproduktion eingeordnet.

Material und Methoden

- Zwei identische Boxen (c. p.) à 30 m² auf je vier Wiegezellen mit je einem identischen Radialventilator mit Frequenzumformer sowie vergleichbaren Luftführungssystemen
- Box West: Entfeuchter mit Umluftbetrieb
- Box Ost: Wärmetauscher mittels simulierter Abwärmenutzung durch einen Heizmobilkofferranhänger mit nachfolgender Wärmerückgewinnung
- Eine Unterdachabsaugung (UDA) war aufgrund baulicher Gegebenheiten vor Ort nicht realisierbar. Die Zuluft wird daher unter einem südseitigen Vordach angesaugt. Dies ist bei der Ergebnisinterpretation zu berücksichtigen, da dadurch ein dauerhafter Energieeinsatz während des Anlagenbetriebs erforderlich war.

- Beide Boxen werden mit einer Haube versehen, um zu verhindern, dass Luft von einem System zum anderen strömt und um eine effiziente Luftrückführung durch den Entfeuchter und die Wärmerückgewinnung sicherzustellen.
- Sensoren messen Druck, Temperatur und Luftfeuchte an verschiedenen Stellen im System
- Stromzähler messen den Stromverbrauch der Radialventilatoren, des Entfeuchters, des Krans und der Heizung. Weiterhin sind ein Kondensat- bzw. Wärmemengenzähler installiert.
- Ermittlung des Energiebedarfs, der Temperaturen, des Luftvolumens und der Trocknungsdauer der beiden Systeme
- Im Rahmen eines ersten Versuchs wurden beide Technikvarianten im Juli 2018 zur Trocknung des dritten Schnitts Grünland (Bergung am 13.07.2018) eingesetzt. Der Ausgangs-TS-Gehalt in der Box mit Entfeuchter lag bei 71,5 % TS-Gehalt und damit etwas geringer als in der Box mit Abwärme und Wärmerückgewinnung (73,6 % TS-Gehalt). Für beide Boxen wurde der Trocknungsverlauf und Energieverbrauch bis zu einem Ziel-TS-Gehalt von mindestens 86 % TS-Gehalt dargestellt bzw. ermittelt. In der Box mit Entfeuchter wurden rund 3.460 kg Grasanwelkgut getrocknet und in der Box mit Abwärmenutzung und Wärmerückgewinnung waren es 3.500 kg Grasanwelkgut.
- Der Nachtanteil bei der Box West lag bei 43,5 % und bei der Box Ost bei 50,0 % (bedingt durch die Belüftungsdauer und Jahreszeit). Der Energieverbrauch wird daher zusätzlich für das theoretische Szenario mit 50 % Nachtbetrieb dargestellt.
- Darüber hinaus wurden bisher drei Praxisbetriebe mit vergleichbaren Techniken wie in der Versuchsanlage und einem Entfeuchter mit Kreuzstromplattenwärmetauscher ausgewählt. Die Praxisbetriebe werden demnächst mit Messtechnik ausgestattet, so dass ab dem 1. Schnitt 2019 Daten zur Effizienz dieser Anlagen erfasst werden können.



Erste Ergebnisse

- Der Energieeinsatz für die Trocknung mittels Abwärme lag unter den spez. Bedingungen im Sommer 2018 bei rund 1,18 kWh pro kg Wasserentzug (H₂O) (davon reine Wärmeenergie (z. B. Abwärme): 1,09 kWh/kg H₂O) und damit ca. auf dem erwarteten Niveau (vgl. BLE-Energieeffizienzförderung: 1,04 kWh/kg H₂O; Abb. 1). Dies entspricht bei 50 % Nachtbetrieb einem Energiebedarf von 0,64 kWh/kg H₂O (vgl. BLE: 0,52 kWh/kg H₂O). Das Heu konnte wegen der geringen Menge und des hohen Ausgangs-TS-Gehalts in 20 Stunden auf 86 % TS-Gehalt getrocknet werden.
- In der zweiten Box lag der Energieverbrauch für die Trocknung mit Entfeuchter im Umluftverfahren bei 0,65 kWh/kg H₂O (vgl. BLE: 0,62 kWh/kg H₂O; Abb. 2). Bei 50 % Nachtbetrieb entspricht dies 0,41 kWh/kg H₂O (vgl. BLE: 0,31 kWh/kg H₂O). Die Trocknung dauerte beim Entfeuchter mehr als doppelt so lang wie in der anderen Box.
- Bei beiden Verfahren wurde der Energieverbrauch für die Nachbelüftung nicht berücksichtigt, welche jedoch in der Praxis nötig ist und i. d. R. am Tag mit angewärmter UDA-Luft erfolgt. Somit ist der zusätzliche Energiebedarf gering.

Fazit und Ausblick

- Trotz des höheren Energiebedarfs schneidet die Heutrocknung mit Abwärme (Biogas-BHKW oder Hackschnitzelheizung) bezüglich der variablen Kosten besser ab als die Trocknung mittels Entfeuchter und Strom.
- Weitere Studien werden durchgeführt, um Einflüsse wie z. B. durch die Witterung und Jahreszeit zu bewerten. Darüber hinaus soll der Energieverbrauch optimiert werden (z. B. Steuerungsalgorithmen). Für die ökonomische Einordnung der Szenarien sollen weitere Daten zu den Investitionskosten erfasst werden, um schließlich die Kosten und Risiken für den Betriebszweig Milchproduktion mit Belüftungshau abschätzen zu können.

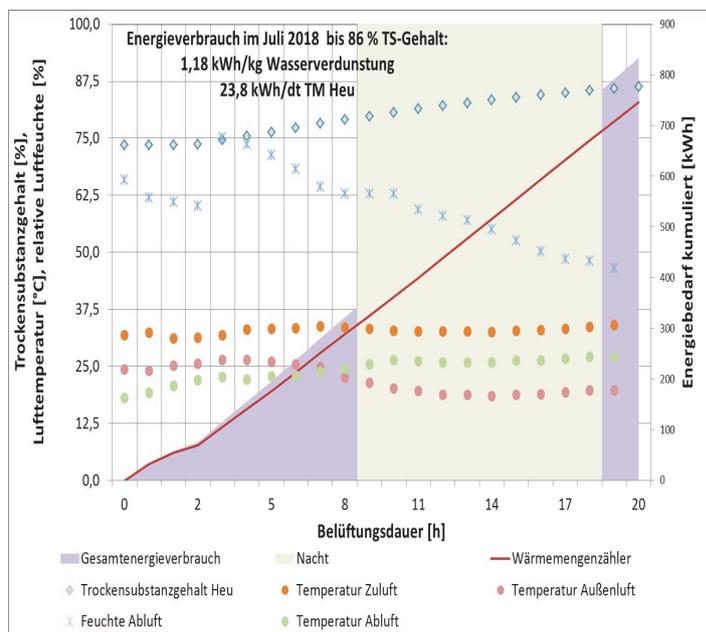


Abb. 1: Energieverbrauch und Trocknungsverlauf mit Warmluft und Wärmerückgewinnungssystem ohne Unterdachabsaugung (Juli 2018).

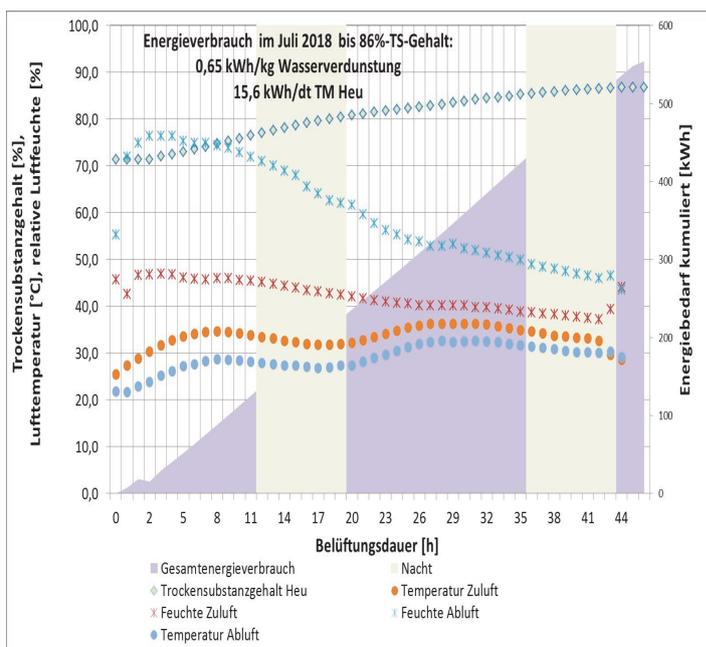


Abb. 2: Energieverbrauch und Trocknungsverlauf mit Entfeuchter im Umluftverfahren ohne Unterdachabsaugung (Juli 2018).

