

Verbundprojekt: Zeitnahe und nachhaltige Verbesserung bestehender Band-, Kipporden- und Flächentrockner für Kamille, Melisse und Baldrian

Teilprojekt: Effizienzsteigerung der Flächentrocknung

Laufzeit	15.04.2010 - 14.04.2013
Forschungsstelle	Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) Max-Eyth-Allee 100 14469 Potsdam
Projektleitung	Dr.-Ing. Jochen Mellmann Dr.-Ing. Thomas Ziegler
Förderung	Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz unter dem Förderkennzeichen 22012609 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

Gefördert durch:
 Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestags



Problemstellung/Zielsetzung

In der Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen stellt die Trocknung den mit Abstand energie- und kostenintensivsten Verfahrensschritt dar. Am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) wurde deshalb ein Verfahren für die chargenweise Flächentrocknung entwickelt, bei dem Wärmepumpen mit konventioneller Lufterwärmung (Erdgas oder Heizöl) kombiniert werden. Die energetische und wirtschaftliche Effizienz kombinierter Trocknungsverfahren soll durch folgende Maßnahmen noch weiter gesteigert werden:

- (a) Wärmepumpentrocknung mit interner Wärmerückgewinnung,
- (b) Abwärmenutzung von Blockheizkraftwerken,
- (c) Vergleichmäßigung der Trocknung durch Strömungssimulation (CFD).

Die wichtigsten Projektziele sind:

1. Reduzierung des relativen Primärenergieverbrauchs auf bis zu 50%,
2. Großtechnische Umsetzung der hierfür erforderlichen Maßnahmen,
3. Etablierung von Wärmepumpen bei Neuanlagen für die Flächentrocknung,
4. Abstraktion und Übertragung der Ergebnisse für eine branchenweite Nutzung.

Grundlagen- und anwendungsorientierte Ergebnisse werden systematisch weiterentwickelt. Dabei kommt u.a. ein hocheffizienter mobiler Wärmepumpentrockner zum Einsatz. Die industrielle Umsetzung erfolgt in enger Kooperation mit zwei großen Produktionsbetrieben. An einer Flächentrocknungsanlage mit Demonstrationscharakter wird ein energetisches und wirtschaft-

liches Monitoring über drei Ernteperioden durchgeführt. Das Trocknungsverhalten von Kamille, Melisse und Baldrian wird produktspezifisch analysiert.

Ergebnisse

Bei der Flächentrocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen sollte die Zulufttemperatur Tag und Nacht auf einen möglichst konstanten Wert von typischerweise 40 °C geregelt werden. Im sogenannten geschlossenen Betrieb der Wärmepumpentrocknung, bei dem die Trocknungsluft vollständig im Kreislauf gefahren wird, kann dies über einen sekundären Wasserkreislauf erfolgen. Dabei wird "überschüssige" Wärme, die im Wesentlichen aus der elektrischen Antriebsenergie des Kältemittelverdichters resultiert, durch Kühlung mit Außenluft aus dem primären Wärmepumpenkreislauf abgeführt und an benachbarten Trocknungsrosten genutzt. Im teiloffenen Betrieb kann die Trocknungstemperatur durch Beimischung von nicht erwärmter Außenluft hingegen direkt geregelt werden. In dieser Betriebsart ist die Regelung der Wärmepumpen zwar stark von den jeweils herrschenden Umgebungsbedingungen abhängig. Dies ermöglicht jedoch eine weitere Steigerung der Energieeffizienz.

Modellierung und Simulation der Wärmepumpentrocknung

Zur energetischen Bewertung dieser beiden Varianten der Temperaturregelung wurden im Verlauf der Ernteperiode 2011 verschiedene theoretische und praktische Untersuchungen durchgeführt. Zunächst wurde ein einfaches Simulationsmodell des Wärmepumpentrockners entwickelt, das den Besonderheiten der chargenweisen Trocknung und dem Einfluss von Außenluft mit unterschiedlicher Temperatur und Feuchte Rechnung trägt. Für den teiloffenen Betrieb wurden Variationsrechnungen bei nahezu allen relevanten Außenluft- und Abluftzuständen durchgeführt. Auf diese Weise konnte der bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen jeweils optimale Frischluftanteil dargestellt werden. Für den Vergleich mit der Trocknung bei konventioneller Lufterwärmung wurde jeweils der spezifische Primärenergiebedarf ermittelt. Dies ermöglicht u.a. die Bestimmung des energetisch optimalen Einschaltzeitpunktes der Wärmepumpen bzw. des Umschaltzeitpunktes auf konventionelle Luft-erwärmung. Basierend auf den Simulationsergebnissen wurden an einer der beiden Wärmepumpen der Trocknungsanlage Nöbdenitz (Halle 1) die technischen Voraussetzungen zur energieoptimierten Regelung des teiloffenen Betriebs realisiert.

Energieoptimierte Regelung

Um einen eindeutigen Vergleich zu ermöglichen, wurden die beiden Wärmepumpen simultan in den zwei unterschiedlichen Regelungsvarianten betrieben. Die durchgeführten Messungen bestätigten die Ergebnisse der Simulationsrechnungen und der theoretischen Analysen. Im Vergleich zum geschlossenen Betrieb reduzierte sich der spezifische elektrische Energiebedarf im teiloffenen Betrieb um ca. 20%. Durch die Nutzung des Trocknungspotenzials der Außenluft konnte dabei insbesondere auch die Trocknungsleistung erhöht werden.

Weitere Verbesserung auch bereits effizienter Systeme

Die Methodik der Untersuchungen kann auf ähnliche Trocknertypen mit oder ohne Wärmepumpen übertragen werden. Die beispielhaft für die Trocknungsanlage Nöbdenitz durchgeführten Analysen haben gezeigt, dass eine energieoptimierte Regelung ein erhebliches Potenzial zur Effizienzsteigerung beinhaltet. Hierfür bilden Simulationsmodelle, mit denen das große Spektrum unterschiedlicher Betriebsbedingungen realitätsnah untersucht werden kann, eine unverzichtbare Basis. Bei der Entwicklung entsprechender Regelungssysteme sollten in der Praxis sowohl die Zuluft- und Abluftzustände der Trocknung als auch der schwankende Zustand der Außenluft berücksichtigt werden.

Projektbezogene Veröffentlichungen

Ziegler, T.; Teodorov, T.; Mellmann, J.

Efficient drying of medicinal plants by combining heat pumps with conventional air heating
17th International Drying Symposium (IDS 2010), 3.-6. Oktober 2010, Magdeburg, Proceedings Vol. B, S. 755-762

Ziegler, T.; Teodorov, T.; Mellmann, J.

Energieeffiziente Flächentrocknung durch Luftentfeuchtung
Vortrag auf der 68. Internationalen Tagung Landtechnik, 27.-28. Oktober 2010, Braunschweig, S. 325-330

Ziegler, T.; Teodorov, T.; Mellmann, J.

Flächentrocknung von Arzneipflanzen mit Luftentfeuchtung / Fixed bed drying of medicinal plants using dehumidification of air
Landtechnik (2011), 66(3), 167-169

Ziegler, T.; Mellmann, J.

Arznei- und Gewürzpflanzen - eine trockene Angelegenheit? Schonende und energie-effiziente Trocknungsverfahren für empfindliche Pflanzen
Forschungsreport 1/2011, 38-41

Ziegler, T.; Jubaer, H.; Mellmann, J.

Wärmepumpentrocknung von Arzneipflanzen in der Praxis – Effizienzsteigerung durch optimierte Regelung
22. Bernburger Winterseminar Arznei- und Gewürzpflanzen, 21.-22. Februar 2012, Bernburg, S. 23-24

Ziegler, T.; Böhner, M.

Optimierung von Trocknungsverfahren – Aktueller Stand und Perspektiven
Vortrag auf der Tagung "Arzneipflanzenanbau in Deutschland – mit koordinierter Forschung zum Erfolg" des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 25.-26. Oktober 2010, Neustadt an der Weinstraße

Ziegler, T.; Schütz, M.; Mellmann, J.

Theoretische und experimentelle Untersuchungen zum Teilumluftbetrieb bei der Flächentrocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen
Vortrag auf dem 21. Bernburger Winterseminar für Arznei- und Gewürzpflanzen, 22.-23. Februar 2011, Bernburg-Strenzfeld, Tagungsband, 31-32

Mellmann, J.; Ziegler, T.

Two examples how to increase energy efficiency in agricultural drying
Vortrag auf der 2nd International Conference on Agricultural Engineering "Synergy in the Technical Development of Agriculture and Food Industry", 9.-15. Oktober 2011, Gödöllő, Ungarn