

Thomas Ziegler, Teodor Teodorov und Jochen Mellmann

# Flächentrocknung von Arzneipflanzen mit Luftentfeuchtung

Die Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen ist sehr energie- und kostenintensiv. Am ATB wurde deshalb ein Verfahren für die chargenweise Flächentrocknung entwickelt, bei dem Wärmepumpen mit konventioneller Lufterwärmung durch Erdgas oder Heizöl kombiniert werden. Die industrielle Umsetzung erfolgte in Kooperation mit zwei großen Agrarbetrieben in Thüringen. Energieeinsparungen von bis zu 50 % gegenüber der konventionellen Flächentrocknung sind möglich, wenn Wärmepumpen mit interner Wärmerückgewinnung eingesetzt werden und die Abwärme von Blockheizkraftwerken genutzt wird.

## Schlüsselwörter

Trocknung, Wärmepumpen, Wärmerückgewinnung, Energieeffizienz, Arzneipflanzen

## Keywords

Drying, heat pumps, heat recovery, energy efficiency, medicinal plants

## Abstract

Ziegler, Thomas; Teodorov, Teodor and Mellmann, Jochen

Fixed bed drying of medicinal plants using dehumidification of air

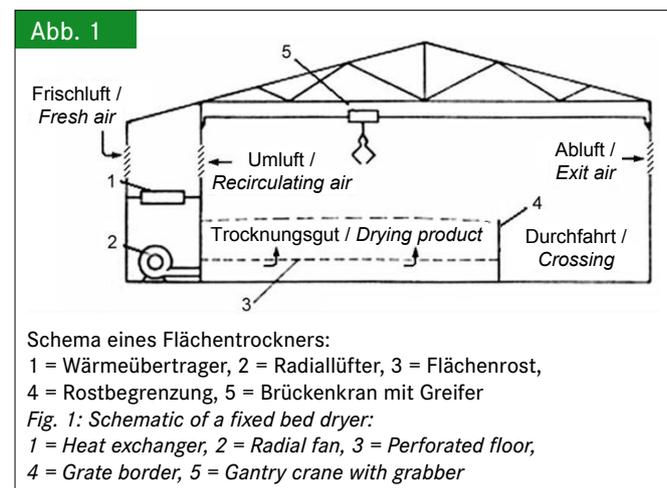
Landtechnik 66 (2011), no. 3, pp. 167–169, 3 figures, 10 references

Drying of medicinal and spice plants is highly energy-consuming and cost-intensive. Hence, a procedural manner for batch-type fixed bed drying was developed where heat pumps are combined with conventional air heating by natural gas or fuel oil. Industrial application was realized in cooperation with two large agricultural companies in Thuringia. Compared to conventional air heating, energy savings of up to 50 % are possible when heat pumps are equipped with internal heat recovery and waste heat from combined heat and power plants is used.

■ In Deutschland werden auf einer Gesamtfläche von ca. 10 000 ha mehr als 100 Arten Arznei- und Gewürzpflanzen angebaut. Je nachdem, welche Pflanzenteile die Inhaltstoffe enthalten, werden die einzelnen Arten als Kraut-, Blüten-,

Frucht- oder Wurzelroden klassifiziert. Aufgrund der großen Artenvielfalt werden in der Erntezeit von Mai bis Oktober Trockner unterschiedlicher Bauart eingesetzt. Hordentrockner finden überwiegend in kleinen oder mittleren Baugrößen Anwendung. Für größere Durchsätze sind kontinuierlich arbeitende Bandrockner und chargenweise arbeitende Satzrockner geeignet. Letztere werden auch als Flächentrockner bezeichnet. Bandrockner werden häufig für Produkte eingesetzt, die vor der Trocknung zerkleinert werden, z. B. Petersilie [1].

Arznei- und Gewürzpflanzen werden von hochspezialisierten Agrarbetrieben produziert, die meist über nur eine Trocknerbauart verfügen. Insbesondere in den östlichen Bundesländern haben große Flächentrocknungsanlagen eine lange Tradition (**Abbildung 1**). Die Hauptvorteile dieses schlagkräftigen Mehrzweck-Trocknungsverfahrens sind der vergleichsweise einfache Anlagenbau, die unverzügliche Trocknung ohne Zwischenlagerung und ein relativ geringer Arbeitskräftebedarf. Nachteilig ist ein bisher hoher spezifischer Energiebedarf (bis zu ein Liter Heizöl oder eine äquivalente Menge Erdgas pro kg Trockenware), der auf ungleichmäßige Strömungsverteilungen



der Luft, inhomogene Gutverteilungen auf den Trocknungsrosten, mangelhafte Umluftführung und auf hohe Wärmeverluste zurückzuführen ist [2].

### Trocknung mit Wärmepumpen

Bei der konventionellen Flächentrocknung wird die Trocknungsluft üblicherweise mit Erdgas oder Heizöl erwärmt. Um Verluste an ätherischem Öl zu minimieren, sollte eine Trocknungstemperatur von ca. 40 °C nicht überschritten werden. Auf diesem Temperaturniveau können Wärmepumpen mit hohen Leistungszahlen betrieben werden. Hohe Investitionskosten erfordern jedoch eine sorgfältige Auslegung und einen sachgerechten Betrieb der Wärmepumpen, um die wirtschaftlichen Vorteile der Energieeinsparung wirksam werden zu lassen.

Seit den frühen 70er-Jahren ist das Interesse an der Nutzung von Wärmepumpen zur Trocknung unterschiedlicher Produkte beständig gewachsen [3–5]. Seit einigen Jahren wächst auch das Interesse an der Anwendung der Wärmepumpentechnik für die Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen [6–10]. Hinsichtlich der Luftführung gibt es eine Vielzahl an Schaltungsvarianten. Eine Auswahl ist in **Abbildung 2** schematisch dargestellt. Die Trocknerabluft wird jeweils als Wärmequelle für den Verdampfer der Wärmepumpe genutzt und dort durch Taupunktunterschreitung abgekühlt und entfeuchtet. Bei geschlossener Betriebsweise wird die Trocknungsluft komplett im Kreis gefahren und im Kondensator der Wärmepumpe wieder auf die erforderliche Trocknungstemperatur erwärmt. Bei guter Wärmeisolierung arbeitet der Wärmepumpentrockner weitgehend unabhängig von den äußeren klimatischen Bedingungen und kann insbesondere auch während der Nacht energieeffizient betrieben werden. Der Kältemittelkreislauf ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

Ein Vorteil der geschlossenen Betriebsweise mit interner Wärmerückgewinnung (WRG) ist eine erhebliche Steigerung

der Energieeffizienz. Durch den Plattenwärmeübertrager, der zwischen der Trocknerabluft und der im Verdampfer abgekühlten und entfeuchteten Trocknerzuluft angeordnet ist, sinkt die erforderliche Kälteleistung des Verdampfers und damit die Antriebsleistung des Kältemittelverdichters. Der Betrag der zurückgewonnenen Wärme ist umso größer, je höher die Ablufttemperatur im Verlauf der Trocknung steigt. Bei gleicher Heizleistung der Wärmepumpe können dadurch mit fortschreitender Trocknung prozentual ansteigende Energieeinsparungen realisiert werden. Ein entsprechender Versuchstrockner im halbtechnischen Maßstab wurde am ATB entwickelt und 2009 in Betrieb genommen. Zahlreiche Trocknungsversuche mit unterschiedlichen Produkten bestätigten die Ergebnisse der theoretischen Untersuchungen [10].

### Industrielle Umsetzung des kombinierten Trocknungsverfahrens

Da der spezifische Energiebedarf im Verlauf der Trocknung immer weiter steigt, sollte ab einem bestimmten Zeitpunkt auf konventionelle Lufterwärmung umgeschaltet werden. Eine Wärmepumpe kann so im täglichen Rhythmus für mehrere Trockner eingesetzt werden, was die Investitionskosten für die gesamte Trocknungsanlage beträchtlich reduziert. Die Trocknungszeiten unterschiedlicher Produkte sollten beim Anlagen-Layout berücksichtigt werden. Dies gilt auch für die von den Betrieben bevorzugten Bewirtschaftungsvarianten.

Je nach Produktart dauert die Flächentrocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen 3–4 Tage. Die Schütthöhe variiert dabei zwischen ca. 0,5 und 1,2 m. Blütendrogen wie Kamille werden üblicherweise innerhalb von drei Tagen getrocknet. Krautdrogen, wie Pfefferminze oder Melisse, benötigen ca. vier Tage Trocknungszeit, da sie als Ganzpflanzen getrocknet werden und auch die Stängel vollständig getrocknet sein müssen. Krautdrogen können nach 1–2 Tagen umgelagert und zur Energieeinsparung auf etwa der halben Rostfläche zusammengelegt werden. Dies ist bei Kamilleblüten nicht möglich.

**Abbildung 3** zeigt schematisch zwei Flächentrocknungsanlagen für Arznei- und Gewürzpflanzen in Thüringen. Anlage (a) wurde für die Blütentrocknung von Kamille konzipiert und besteht aus zwei gleichen Teilsystemen. Die Hauptkomponenten sind jeweils drei Trocknungsroste, drei Gasheizungen und eine Elektrowärmepumpe. Zunächst wird ca. 1 Tag mit beiden Wärmepumpen (geschlossener Betrieb mit Luftentfeuchtung) und anschließend ca. 2 Tage mit konventioneller Lufterwärmung getrocknet. Über ein System von Luftkanälen und -klappen werden die Wärmepumpen jeden Tag auf jene beiden Trocknungsroste geschaltet, die mit frischer Ware belegt werden. Auf diese Weise entsteht ein Drei-Tages-Rhythmus. Die Rostfläche beträgt insgesamt ca. 312 m<sup>2</sup>. Bei einer Kapazität von etwa 1,2 t Trockenware pro Tag wurden die Energiekosten bereits im ersten Betriebsjahr (2007) um mehr als 30 % reduziert.

Anlage (b) wurde für die Ganzpflanzentrocknung von Krautdrogen konzipiert, die am zweiten Tag der Trocknung von den Wärmepumpenrosten 1 und 2 auf die konventionellen Trock-

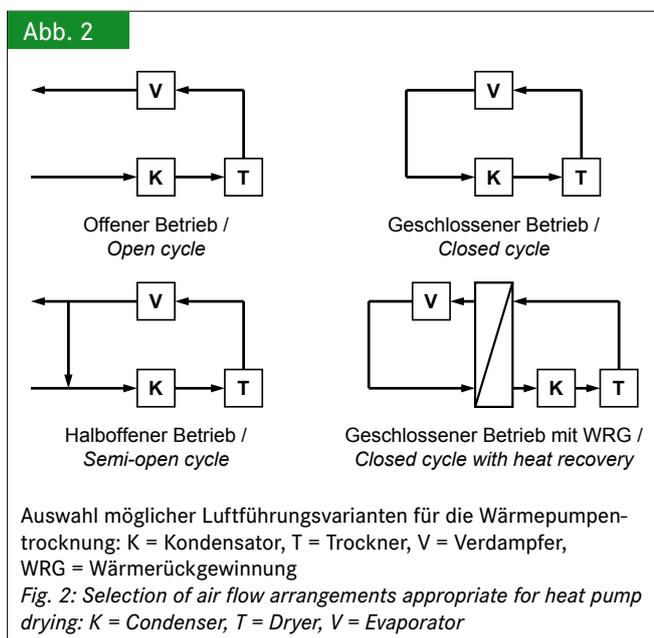
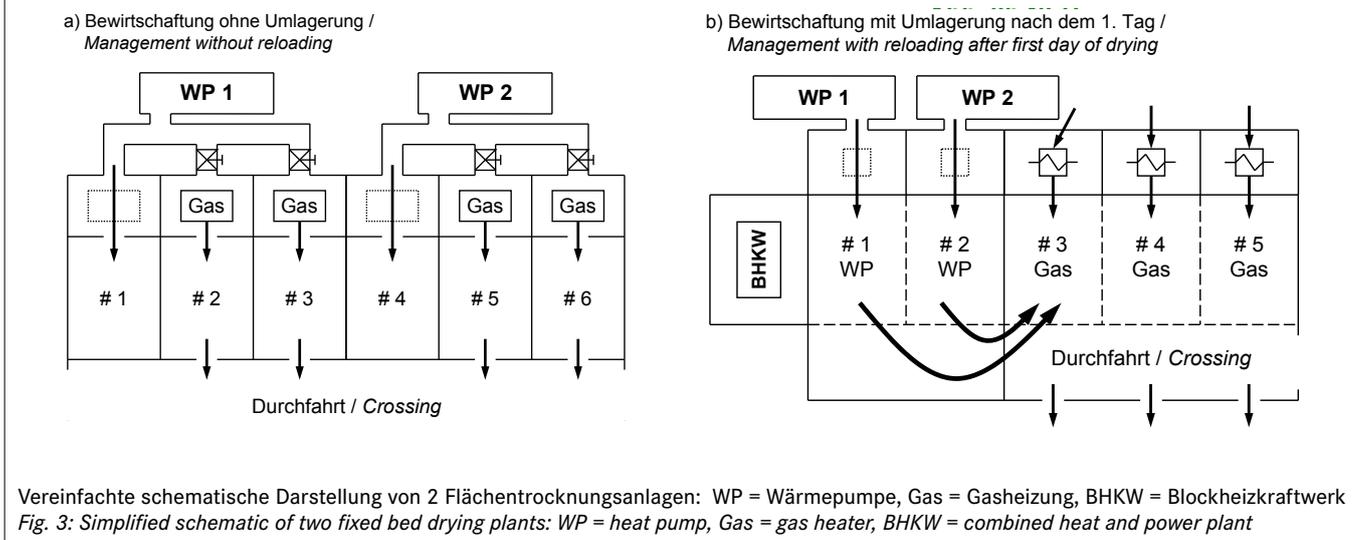


Abb. 3



nungsroste 3, 4 oder 5 umgelagert werden. Dadurch bildet sich ein Vier-Tages-Rhythmus. Die Rostfläche der modernisierten Halle beträgt insgesamt ca. 340 m<sup>2</sup> und wurde zur Ernteperiode 2010 in Betrieb genommen.

Die beiden Wärmepumpen sind jeweils mit einer hocheffizienten internen Wärmerückgewinnung ausgestattet. Die Erwärmung der Trocknungsluft an den konventionellen Trocknungsrosten 3, 4 und 5 erfolgt durch bereits vorhandene Wärmeübertrager, die an eine zentrale Heizungsanlage angeschlossen sind. Zusätzlich wurde ein Blockheizkraftwerk (BHKW) installiert, das mit Erdgas betrieben wird. Im Gegensatz zu thermischen Großkraftwerken, bei denen rund zwei Drittel der eingesetzten Primärenergie verloren gehen, kann die BHKW-Abwärme zur Reduzierung des Brennstoffeinsatzes in der konventionellen Trocknungsphase genutzt werden. Darüber hinaus kann die vergleichsweise trockene und warme Abluft aus dem konventionellen Trocknungsbereich als Zuluft für eine weitere Trocknungshalle genutzt werden (nicht dargestellt).

### Schlussfolgerungen

Energieeinsparungen von bis zu 50 % sind realisierbar. Insbesondere bei Produktionserweiterungen amortisieren sich die Investitionen innerhalb weniger Jahre. Dadurch werden mittelfristig Kapazität und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Arznei- und Gewürzpflanzenproduktion gestärkt.

### Literatur

- [1] Böhner, M.; Barfuss, I.; Heindl, A.; Müller, J. (2009): Gleichmäßigkeit und Energieverbrauch der Bandtrocknung von Petersilie (*Petroselinum crispum*). Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 14(3), S. 126-131
- [2] Mellmann, J.; Füll, C. (2008): Trocknungsanlagen für Arznei- und Gewürzpflanzen - spezifischer Energieverbrauch und Optimierungspotenzial. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 13(3), S. 127-133
- [3] Chua, K. J.; Chou, S. K.; Ho, J. C.; Hawlader, M. N. A. (2002): Heat pump drying: recent developments and future trends. Drying Technology 20(8), S. 1579-1610
- [4] Colak, N.; Hepbasli, A. (2009): A review of heat-pump drying (HPD): Part 1 - Systems, models and studies. Energy Conversion and Management 50(9), S. 2180-2186

- [5] Colak, N.; Hepbasli, A. (2009): A review of heat-pump drying (HPD): Part 2 - Applications and performance assessments. Energy Conversion and Management 50(9), S. 2187-2199
- [6] Colak, N.; Kuzgunkaya, E.; Hepbasli, A. (2008): Exergetic assessment of drying of mint leaves in a heat pump dryer. Journal of Food Process Engineering 31(3), S. 281-298
- [7] Fatouh, M.; Metwally, M. N.; Helali, A. B.; Shedid, M. H. (2006): Herbs drying using a heat pump dryer. Energy Conversion and Management 47(15-16), S. 2629-2643
- [8] Fiala, M.; Guidetti, R. (2008): Drying of medicinal plants with a closed-circuit heat pump dryer. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 13(1), S. 29-35
- [9] Ziegler, Th.; Niebling, F.; Teodorov, T.; Mellmann, J. (2009): Wärmepumpentrocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen - Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz. Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 14(4), S. 160-166
- [10] Ziegler, Th.; Teodorov, T.; Mellmann, J. (2010): Wärmepumpentrocknung im halbtechnischen Maßstab - Experimentelle Ergebnisse am Beispiel Kamille und ökonomische Schlussfolgerungen. 20. Bernburger Winterseminar für Arznei- und Gewürzpflanzen, 23.-24. Februar 2010, Bernburg-Strenzfeld, S. 29-31

### Autoren

**Dr.-Ing. Thomas Ziegler** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter, **Dipl.-Ing. Teodor Teodorov** Versuchsingenieur und **Dr.-Ing. Jochen Mellmann** Leiter der Arbeitsgruppe Trocknung am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB), Abteilung Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung, Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam. E-Mail: tziegler@atb-potsdam.de, jmellmann@atb-potsdam.de

### Danksagung

Dieses Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) unter dem Förderkennzeichen 22006107 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren. Die Autoren danken dem BMELV, der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., der Agrarprodukte Ludwigshof e. G. und der Agrargenossenschaft Nöbdenitz e. G. für die Unterstützung.