

**Wärmerückgewinnung**  
Heat recovery

**Befüllvorrichtung**  
Filling

**Mess- und Regeltechnik**  
Measurement and control

**Vortrocknung**  
Pre-drying

**Alternative Energiequellen**  
Alternative sources of energy

**Luftverteilsystem**  
Air distribution system



# Innovationen <sup>ZUR</sup> Optimierung *der* Hopfen-Bandtrockner

## Innovations for optimizing hop belt dryers

Der Arbeitsbereich Hopfen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) forscht mit Praxisbetrieben und Herstellern seit Jahren an der Optimierung der Trocknung in Hordendarren und Bandtrocknern. Stetiges Ziel ist die Weiterentwicklung und Verbesserung von Trocknungsverfahren, die eine produktschonende, leistungsstarke und gleichzeitig energieeffiziente Trocknung ermöglichen. Aufgrund zahlreicher neuer Erkenntnisse aus Versuchen zur Optimierung der Bandtrocknung in Kombination mit entsprechenden Praxiserfahrungen stellt diese Trocknungsart inzwischen für viele Betriebe eine wirtschaftlich interessante Alternative gegenüber der konventionellen Hordentrocknung dar.

*The Department for Hops of the Bavarian State Research Center for Agriculture (LfL) has been conducting research together with hop growers and manufacturers for years to optimize drying in kilns and belt drying processes. The constant goal is the further development and improvement of drying processes that enable product-friendly, high-performance and at the same time energy-efficient drying. Due to numerous new findings from trials to optimize belt drying in combination with corresponding practical experience, this type of drying is now an economically interesting alternative to conventional tray drying for many farms.*



Innovationen und Verbesserungen beim Bandrockner tschechischer Bauart  
 Innovations and improvements to a belt dryer of Czech design

Im Hopfenanbauggebiet Hallertau sind derzeit überwiegend gebrauchte Dreibandrockner tschechischer Bauart im Einsatz. Nachfolgend werden technische Umrüstungen und Neuerungen bei diesem Bandrocknertyp aufgezeigt, die inzwischen wesentlich zur Optimierung der Trocknungsabläufe beitragen.

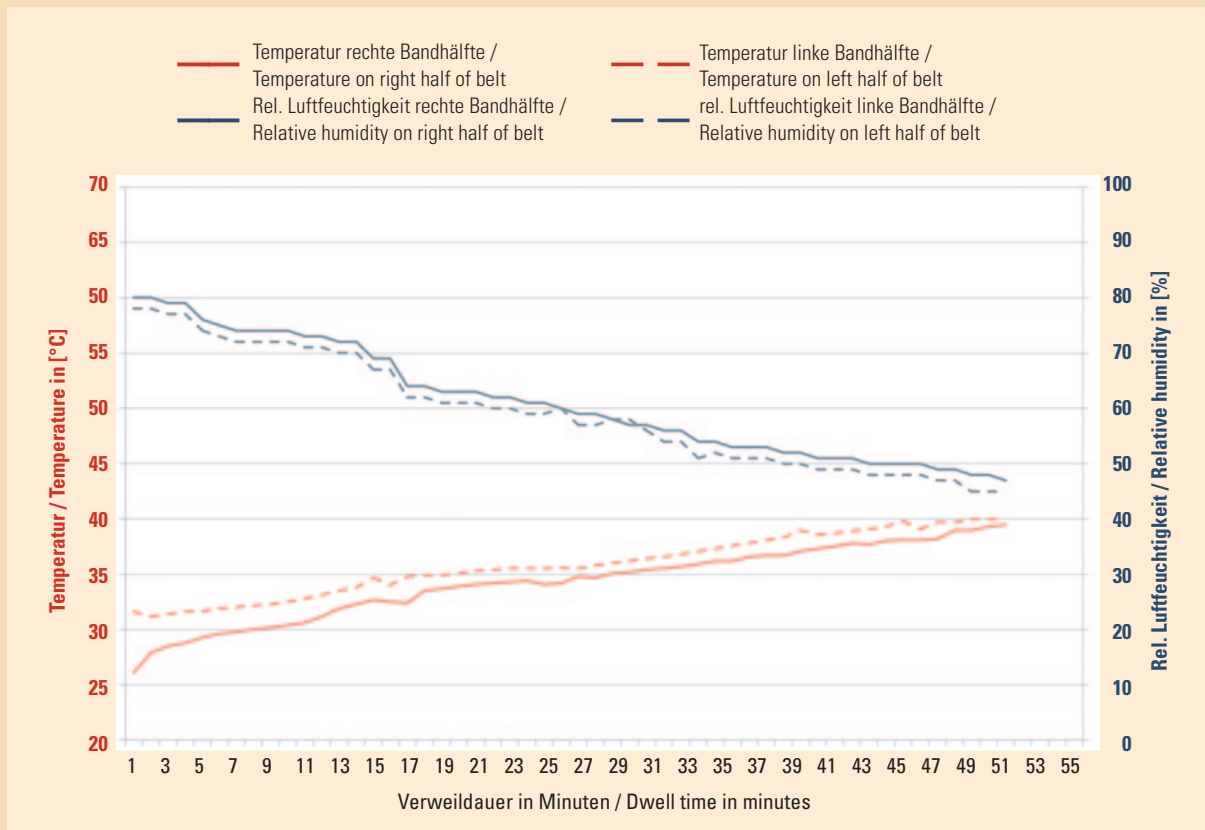
### Steigerung der Trocknungsleistung durch neue Luftverteilsysteme

Für eine gleichmäßige Trocknung mit hohen Trocknungsleistungen ist eine gleichmäßige Anströmung der Trocknungsluft über die gesamte Trocknungsfläche erforderlich. Möglich wurde dies durch Umrüstung bisheriger Luftverteilsysteme mit ursprünglich quer zur Bandlaufrichtung einströmender Luft auf eine Luftverteilung mit einem in Bandlaufrichtung umgelenkten Luftstrom. In der Praxis wird dies technisch umgesetzt über eine Kombination aus Verteil- und Glättungsgittern oder speziell für den Bandrockner konzipierte Modulkassetten. Dabei wird die seitlich einströmende Trocknungsluft über die gesamte Bandbreite um 90° in Bandlaufrichtung umgelenkt. Ergebnisse und Erfahrungen aus der Praxis bestätigen, dass durch die verbesserten Luftverteilsysteme höhere Trocknungsleistungen bei gleichzeitig homogenerer Trocknung erzielt werden. Begründet ist dies vor allem darin, dass der Hopfen auch bei unterschiedlichen Luftgeschwindigkeiten über die gesamte Trocknungsfläche bis zu den Seitenrändern gleichmäßig angeströmt wird.

*In the Hallertau hop-growing region, mainly second-hand three-belt dryers of Czech design are currently in use. Technical retrofits and innovations for this type of belt dryer are shown below, which now contribute significantly to the optimization of drying processes.*

### Increase in drying performance due to new air distribution systems

*For uniform drying with high drying performance, an even flow of drying air is required over the entire drying surface. This was made possible by converting previous air distribution systems, with air originally flowing in at right angles to the belt direction, to an air distribution system with a deflected air flow in the direction of the belt travel. In practice, this is technically implemented via a combination of distribution and smoothing grids or module cassettes specially designed for the belt dryer. The drying air flowing in from the side is deflected by 90° over the entire belt width in the direction of the belt travel. Results and practical experience confirm that the improved air distribution systems achieve higher drying performance along with more homogeneous drying. This is mainly due to the fact that the hops are blown evenly over the entire drying area right up to the sides, even at different air speeds.*



Gleichmäßige Abtrocknung auf dem obersten Trocknungsband  
 Uniform drying on the top drying belt

Befüllband zur Beladung des oberen  
Trocknungsbandes beim Bandtrockner  
Filling belt for loading the upper  
drying belt of the belt dryer



### Neues Befüllsystem ersetzt das Auftragsband

Für eine ordnungsgemäße Trocknung muss das oberste Trocknungsband über die gesamte Bandbreite gleichmäßig mit Grünhopfen beschickt werden. Beim Bandtrockner tschechischer Bauart erfolgt dies bisher über ein Auftragsband. Durch den Einbau eines schräg gestellten, querlaufenden Befüllbandes, das unmittelbar über dem oberen Trocknungsband angeordnet ist, gelangt der Hopfen ohne Zwischenlagerung direkt vom Grünhopfensilo in den Bandtrockner. Dies ermöglicht eine lockere, gleichmäßige Beladung mit gleicher Schüttdichte und -höhe bis zu den Seitenrändern. Zudem ist dieses Befüllsystem platzsparend, da die Fläche für ein Auftragsband entfällt.

### Wärmerückgewinnung – eine energiesparende Maßnahme

Aufgrund steigender Energiepreise werden Wärmerückgewinnungsanlagen wirtschaftlich immer interessanter. Dabei wird die warme Abluft aus der Trocknung über Platten- oder Kreuzstromwärmetauscher zum Anwärmen der Ansaugluft genutzt. Durch ein Gebläse wird hierbei die Abluft der Trocknung über einen Wärmetauscher ins Freie gedrückt. Gleichzeitig saugt der Warmluftheizung über diesen Wärmetauscher die kühlere Ansaugluft im Kreuzstromverfahren gegen den Abluftstrom an. Die Ansaugluft wird dadurch vorgewärmt. Je höher die Temperaturdifferenz zwischen Abluft und

### New filling system replaces the feed belt

For proper drying, the top drying belt must be evenly fed with green hops over the entire belt width. In the case of the Czech belt dryer, this has so far been done by means of a feed belt. By installing an inclined, transverse filling belt positioned directly above the upper drying belt, the hops pass directly from the green hop silo to the belt dryer without intermediate storage. This allows loose, uniform loading with the same layer density and layer depth right up to the sides. In addition, this filling system is space-saving, since the space for a feed belt is eliminated.

### Heat recovery – an energy-saving measure

Due to rising energy prices, heat recovery systems are becoming more and more interesting from an economic point of view. In this process, the warm exhaust air from the drying process is used to heat the intake air via plate or cross-flow heat exchangers. The exhaust air from the drying process is forced out through a heat exchanger by a fan. At the same time, the warm air generator draws in the cooler intake air via this heat exchanger in a cross-flow process counter to the exhaust air flow. This preheats the intake air. The higher the temperature difference between exhaust air and intake air, the more efficiently a corresponding system works. An increase of the intake temperature by 10 °C already results in a heating oil saving of approx. 20%. Documentation and evaluations of drying protocols prove a



Foto: HVG

Wärmerück-  
gewinnungsanlage  
Heat recovery system

Ansaugluft ist, desto effizienter arbeitet eine entsprechende Anlage. Eine Erhöhung der Ansaugtemperatur um 10 °C ergibt bereits eine Heizöleinsparung um ca. 20 %. Dokumentationen und Auswertungen von Trocknungsprotokollen belegen ein Einsparpotenzial an thermischer Energie von ca. 20-30 % durch Wärmerückgewinnungssysteme.

### **Vortrocknung – beste Qualitätserhaltung bei minimalem Energieeinsatz**

Immer öfter wird in der Praxis eine bestehende Bandtrocknung mit einer Vortrocknung in Form eines Einbandtrockners erweitert mit dem Ziel, die Durchsatzleistung zu erhöhen und Energie einzusparen. Zu Beginn der Trocknung im ersten Trocknungsabschnitt hat die Luftgeschwindigkeit einen größeren Einfluss auf die Trocknungsgeschwindigkeit als die Trocknungstemperatur. Mit Trocknungstemperaturen von bereits 30-40 °C kann Wasser hierbei mit minimalem Energieeinsatz schnellstens von den Doldenoberflächen abgeführt und die Qualität zudem bestens erhalten werden. Geeignet dafür ist erwärmte Trocknungsluft aus Wärmerückgewinnungsanlagen, eventuell in Kombination mit alternativen Energiequellen wie z. B. aus Biomasseheizungen.

Entscheidend dabei ist, dass die vorgewärmten Dolden am Ende der Vortrocknung möglichst ohne Abkühlung

*thermal energy savings potential of approx. 20-30% through heat recovery systems.*

### **Pre-drying - the best way to maintain quality with a minimum use of energy**

*In practice, a pre-drying unit in the form of a single-belt dryer is increasingly being added to existing belt dryers with the aim of increasing throughput and saving energy. At the beginning of the drying process in the first drying stage, the air velocity has a greater influence on the drying speed than the drying temperature. With drying temperatures as low as 30-40 °C, water can be removed from the cone surfaces very quickly with minimal energy input, and the quality is also optimally maintained. Heated drying air from heat recovery systems is suitable for this purpose, possibly in combination with alternative energy sources such as biomass heating systems.*

*It is crucial that the preheated cones are transferred directly to the main drying process at the end of pre-drying, if possible without cooling, so that the drying process is not interrupted and there is no loss of quality due to condensation.*

unmittelbar in die Haupttrocknung gelangen, damit der Trocknungsprozess nicht unterbrochen wird bzw. keine Qualitätsverluste durch Kondensation entstehen!

### Wichtige Messwerte für einen optimalen Trocknungsverlauf

Für optimale Trocknungsabläufe werden mit geeigneter Mess- und Regeltechnik die wichtigsten Trocknungsparameter nicht nur erfasst, sondern insbesondere auch graphisch und im zeitlichen Verlauf dargestellt.

Durch Messung der Temperatur und der relativen Feuchte über den Trocknungsbändern, dem Messen der Doldenoberflächentemperatur mithilfe der Wärmebildtechnik und kapazitiven Messverfahren zum Beurteilen des Feuchtegrads im unteren und mittleren Trocknungsband können Geschwindigkeit der Trocknungsbänder, Schütthöhe, Gebläseleistungen und Trocknungstemperaturen geregelt werden.

### Critical measured values for optimum drying

*For optimum drying processes, appropriate measurement and control technology is used not only to record the most important drying parameters, but also to display them graphically and over time.*

*By measuring the temperature and relative humidity above the drying belts, measuring the cone surface temperature using thermal imaging technology, and capacitive measurement methods to assess the degree of moisture in the lower and middle drying belts, it is possible to control the speed of the drying belts, layer depth, fan outputs, and drying temperatures.*

Grundsätzliche Zusammenhänge bei der Trocknungsoptimierung sind in der LfL-Informationsschrift „Trocknung und Konditionierung von Hopfen“ beschrieben.

The basic principles of drying optimization are described in the LfL information leaflet “Drying and Conditioning of Hops”.

[www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/252689/index.php](http://www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/252689/index.php)

oder einfach QR-Code scannen. / Or simply scan the QR code.



Anzeige relevanter Einstellungen und Messwerte bei der Bandtrocknersteuerung  
Display of relevant settings and measured values for belt dryer control

## Neue Bandtrockner-Generation mit höchster Energieeffizienz

Aktuell werden die beschriebenen Innovationen und Weiterentwicklungen in neuen Bandtrocknern eingebaut, um dieses Trocknungsverfahren im Hinblick auf Produktschonung, Leistungssteigerung und Energieeinsparung zu verbessern. Erste Beobachtungen und Ergebnisse im Praxiseinsatz bestätigen dies und weisen bereits ein hohes Energieeinsparpotenzial aus.

Da Energiekosten und der Ersatz fossiler Energieträger immer mehr in den Fokus rücken, wird der Schwerpunkt künftiger Forschung noch mehr auf den Einsatz möglicher alternativer Energiequellen bei der Hopfentrocknung gelegt.

**Auf diese Weise kann der CO<sub>2</sub>-Footprint der Hopferzeugung weiter verbessert und ein großer Schritt in Richtung CO<sub>2</sub>-Neutralität des Hopfenbaubetriebes gemacht werden.**

## New belt dryer generation with maximum energy efficiency

Currently, the innovations and further developments described are being installed in new belt dryers in order to improve this drying process with regard to product preservation, increased performance and energy savings. Initial observations and results in practical use confirm this and already indicate a high energy-saving potential.

As the focus is increasingly on energy costs and the replacement of fossil fuels, future research will concentrate even more on the use of possible alternative sources of energy in hop drying.

***In this way, the CO<sub>2</sub> footprint of hop production can be further improved and a big step can be taken towards the CO<sub>2</sub> neutrality of hop growing.***

---

Autor und Fotos: Jakob Münsterer, Arbeitsgruppe Hopfenbau, Produktionstechnik am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

---



Anzeige / Advertisement



## Wir forschen Hopfen

Werden Sie Mitglied in der Gesellschaft für Hopfenforschung e. V. und profitieren Sie vom direkten Zugriff auf die neuesten Züchtungs- und Forschungserfolge.

Become a member of the Society of Hop Research and benefit from direct access to the latest breeding and research successes.

[www.hopfenforschung.de](http://www.hopfenforschung.de)