

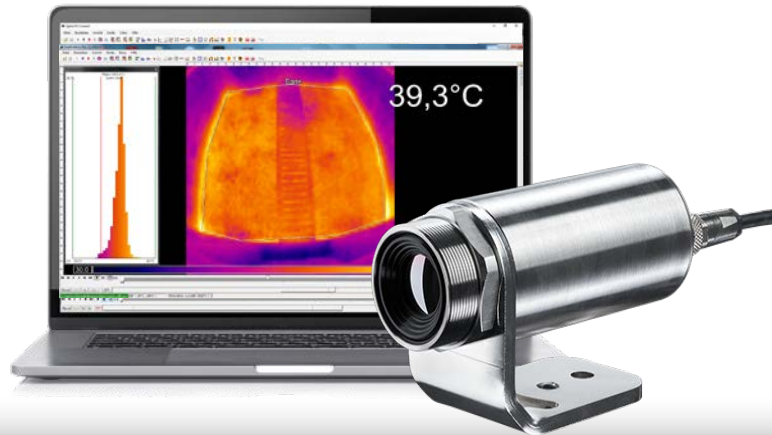
Natuelle Produkte



Qualitätskontrolle



Trocknungsprozesse



Infrarotmesstechnik in der Hopfendarre - Wärmebilder für die perfekte Hopfentrocknung

Die Infrarotkameras der Xi Serie sichern eine homogene Trocknung

Nur der optimale Umgang mit dem Naturprodukt Hopfen ermöglicht die von den Brauereien geforderte hohe Qualität. Neben Anbau und Erntezeitpunkt kommt der Trocknung in Hopfendarren eine entscheidende Bedeutung zu. Messtechnik zur Steuerung der optimalen Temperatur, Luftgeschwindigkeit und Trocknungszeit gehört heute zum Standard. Infrarotkameras von Optris überwachen diesen Prozess und gewährleisten eine von Beginn an möglichst homogene Trocknung.

Die in den Hopfendolden enthaltenen Alpha- und Beta-Lupulinsäuren sind die entscheidenden Stoffe, auf die es beim Bierbrauen ankommt. Primär geht es in der modernen Brautechnik hauptsächlich um die Geschmacksaromen. Die Alpha- und Beta-Lupulinsäuren müssen möglichst unbeschadet die gesamte Zeit von der Ernte über Trocknung, Lagerung und Transport bis zur Verwendung in der Brauerei überstehen. Der Trocknung kommt dabei eine besonders wichtige Rolle zu: Denn nur im getrockneten Zustand ist der Hopfen lagerfähig.



Ein Hopfengarten in Bayern - Nach der Ernte beginnt der Trocknungsprozess in einer Hopfendarre



Technische Daten optris Xi 80 IR Kamera

- Temperaturbereich: -20 °C bis 900 °C
- Optische Auflösung: bis zu $190:1 / 80 \times 80$ Pixel
- Spektralbereich: $8 - 14\ \mu\text{m}$
- Umgebungstemperatur: $0\text{ °C} \dots 50\text{ °C}$
- Fokus: Manueller Motorfokus
- Bildfrequenz: 50Hz
- Thermische Empfindlichkeit (NETD): $100\ \text{mK}$
- Schutzklasse: IP 67 (NEMA-4)



Technische Daten optris Xi 400 IR Kamera

- Temperaturbereich: -20 °C bis 900 °C
- Optische Auflösung: bis zu $390:1 / 382 \times 288$ Pixel
- Spektralbereich: $8 - 14\ \mu\text{m}$
- Umgebungstemperatur: $0\text{ °C} \dots 50\text{ °C}$
- Fokus: Manueller Motorfokus
- Bildfrequenz: 80Hz / 27 Hz
- Thermische Empfindlichkeit (NETD): $80\ \text{mK}$
- Schutzklasse: IP 67 (NEMA-4)

Optimierung in der Hopfendarre

Hopfen hat im grünen Zustand direkt nach der Ernte einen Wassergehalt von etwa 80 %. Wie zahlreiche andere landwirtschaftlich relevante Kulturpflanzen können auch Hopfendolden nur sehr schlecht in diesem Zustand gelagert werden. Die Erwärmung und die Bildung von Kondenswasser führen schnell zu einer Beeinträchtigung der Qualität. Der Lupulinsäuren Gehalt nimmt durch diesen Prozess kontinuierlich ab. Eine Trocknung des Hopfens muss daher möglichst zeitnah nach der Ernte erfolgen, um eine Qualitätsminderung zu vermeiden. Die meisten Hopfenbaubetriebe verwenden dazu Hordendarren. Diese bestehen aus drei oder vier übereinander angeordneten Lagen – den so genannten Horden –, die von unten mit erwärmter Trocknungsluft durchströmt werden.

Der Hopfen durchläuft während des Prozesses die verschiedenen Horden von oben nach unten. Wenn der Hopfen die angestrebte Restfeuchte – diese liegt bei etwa 9% bis 10 % – erreicht hat, wird er mit einem Schuber entnommen. Der Hopfen wird nach der Entnahme aus der Darre noch in einer Konditionierkammer weiter belüftet. Je nach Hopfensorte dauert die Trocknung rund drei bis fünf Stunden. Bei einer gleichmäßigen Feuchte von rund 10 % ist der Hopfen dann relativ lange lagerfähig.

Sobald die unterste Lage entleert wurde, werden die darüber liegenden Horden nacheinander eine Etage tiefer gekippt. Die oberste so genannte Aufschütthorde kann dann wiederum mit frischem Hopfen befüllt werden. Ziel ist es, die Hopfendarre energieeffizient zu betreiben, einen hohen Durchsatz zu erreichen und eine möglichst optimale Qualität des Hopfens sicherzustellen. Wichtig ist dabei, für die verschiedenen technischen Parameter die passende Messtechnik zu installieren.

Nesterbildung in der Aufschütthorde

Die Qualität des gesamten Trocknungsprozesses ist vor allem davon abhängig, dass die erwärmte Trocknungsluft die verschiedenen Lagen möglichst gleichmäßig durchströmt. Dabei kommt der Aufschütthorde zu Beginn des Trocknungsvorgangs eine Schlüsselrolle zu. Da der Hopfen hier noch relativ feucht ist, kann es dazu kommen, dass sich Feuchtenester ausbilden. Diese werden dann schlechter von der Trocknungsluft durchströmt, haben dadurch eine niedrigere Temperatur, was letztendlich zu einer weiteren Verstärkung des Effekts führt. Diese Nesterbildung frühzeitig zu erkennen, ist also ganz entscheidend, um die Qualität des getrockneten Hopfens zu gewährleisten.



Infrarotkamera behält die Aufschütthorde im Blick

Um die gleichmäßige Trocknung in der Aufschütthorde zu überwachen, können optris Infrarotkameras eingesetzt werden, welche die Aufnahme eines Wärmebilds der gesamten Hordefläche gewährleisten können. Eine besondere Herausforderung stellen die Umgebungsbedingungen dar:

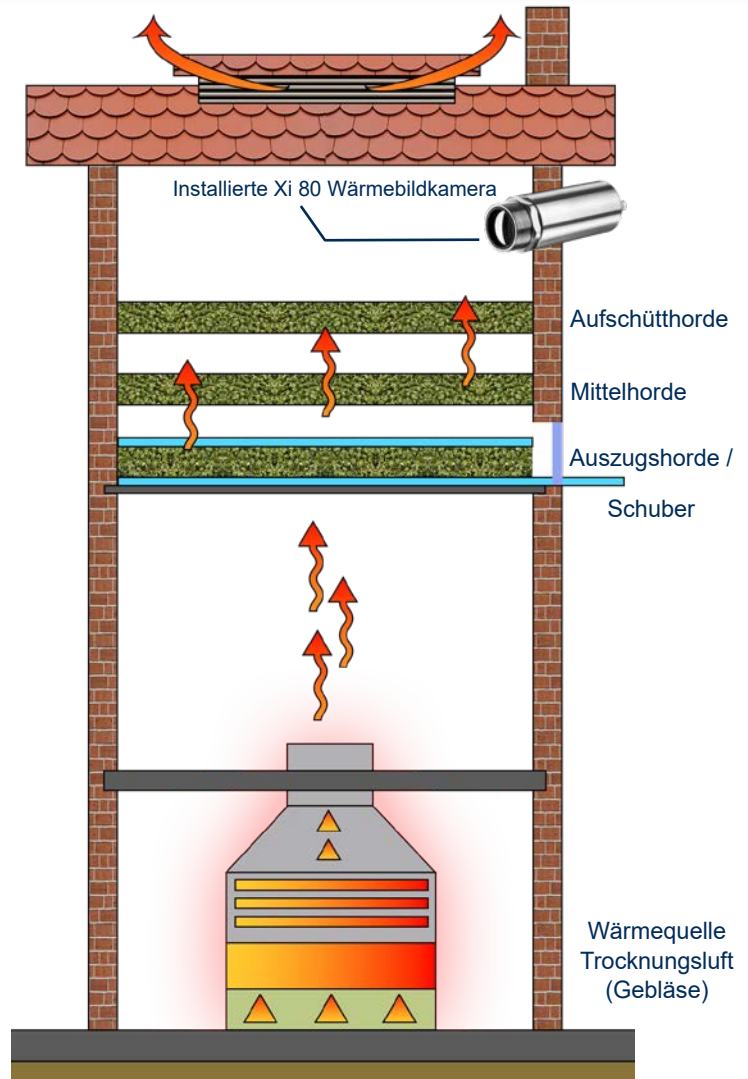
Oberhalb der Aufschütthorde, wo die Infrarotkameras installiert werden, herrschen Temperaturen von über 40 °C und am Anfang des Trocknungsvorgangs eine relative Luftfeuchte von 100 %. Besonders geeignet sind unter diesen Bedingungen Infrarotkameras der Xi Serie wie zum Beispiel die Xi 80 oder Xi 400. Die Kameras aus der Compact Line erfüllen die Schutzart IP67 und arbeiten problemlos bei Umgebungstemperaturen von bis zu 50 °C. Die vorhandene Auflösung von bis zu 382 x 288 Pixel bieten für diese Art der Anwendung sehr genaue und detaillierte Wärmebilder. Die Kameras der Xi Serie werden für eine Verwendung einfach über ein USB-Kabel an einen PC angeschlossen. Auf diesem können die ausgegebenen Bilder der Xi Kamera über eine Analyse Software wie z.B. die von Optris mitgelieferte PIX Connect, aufgenommen, ausgewertet und gespeichert werden. Das Vorgehen zur Temperaturüberwachung erfolgt in wenigen Schritten:

Da die Trocknung in der obersten Lage entscheidend für die Qualität des getrockneten Hopfens ist, kommt dieser Temperaturmessung eine große Bedeutung zu. Entscheidend für ein optimales Wärmebild ist der passende Ort für die Montage der Kamera und die verwendete Optik. Hier sind verschiedene Optiken mit einem Blickwinkel von 12° bis 80° wählbar. Um die Auswahl der richtigen Optik zu vereinfachen, kann jederzeit der Optikkalkulator auf der Optris Website oder die passende Android App genutzt werden.

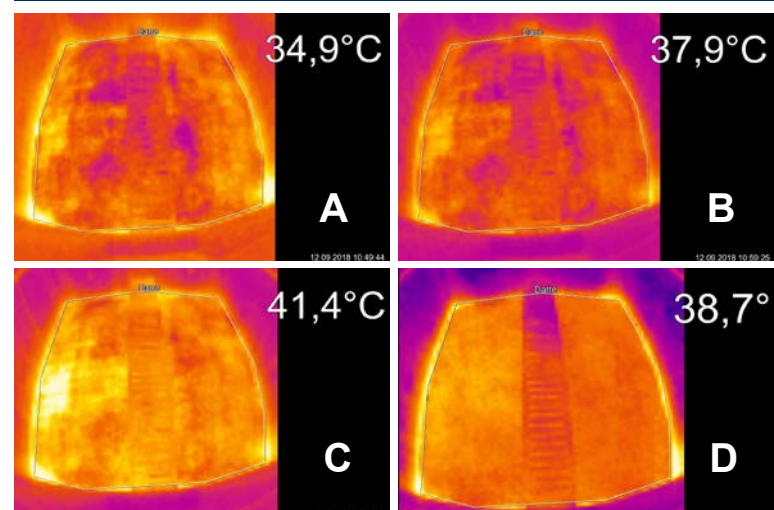
”

„Das ganze System funktioniert dabei nach dem Prinzip Plug & Play und ist dementsprechend schnell eingerichtet“.

Nach dem Befüllen der Aufschütthorde wird der zuvor entnommene Hopfen in die Konditionierkammer gefüllt, wo eine weitere Belüftung vorgenommen wird. Dieser Umfüllprozess ist in wenigen Minuten durchgeführt und es erfolgt eine anschließende Kontrolle des Wärmebilds aus der Aufschütthorde. Sollte sich in dieser Kontrolle eine nicht gleichmäßige Temperaturverteilung feststellen lassen, kann diese manuell nachgebessert werden, ohne dass es zu Qualitätsverlust am Hopfen kommt. Gleichzeitig ermittelt die Software einen Temperatur-Mittelwert über die gesamte Fläche.



Schematische Darstellung einer Hopfendarre und des Trocknungsprozesses - Die Flächentemperatur der oberen Aufschütthorde wird von einer Xi Infrarotkamera überwacht



Auswertung der Xi Wärmebilder:

- A -> 15 Min. nach dem Einleeren (Befüllung der Aufschütthorde)
- B -> 30 Min. nach dem Einleeren
- C -> 45 Min. nach dem Einleeren
- D -> Eine homogene Trocknung ist erreicht. Der Kippvorgang kann durchgeführt werden

Anwendungsbeispiel aus der Praxis

Die Geräte von Optris finden Ihren Einsatz unter anderem in der Kulturlandschaft Hallertau in der Mitte Bayerns. Mit 2.400 km² ist sie das weltweit größte zusammenhängende Hopfenanbaugebiet.
Ein Erfahrungsbericht:

Helmut Hofer betreibt den Hopfenbau in der Hallertau auf knapp 20 Hektar Anbaufläche bereits in der dritten Generation. „Als ich den Betrieb von meinem Vater übernommen habe, hat die Trocknung fünf bis sechs Stunden gedauert. Heute sind wir je nach Hopfensorte bei unter drei Stunden angekommen. Jedes Jahr steigern wir die Trocknungsleistung der Darre um ungefähr 5 %.“ Da er die Heizleistung nicht erhöht hat, ist auch die Energieeffizienz entsprechend gestiegen. Besonders schwierig ist es, die Luftführung vom Ofen in die Darre so zu realisieren, dass die Trocknung über die gesamte Fläche gleichmäßig erfolgt.

„Ich habe hier lange am Markt gesucht, bevor ich eine passende Infrarotkamera gefunden habe, die alle Anforderungen erfüllt. Mit den Geräten von Optris lässt sich die Temperatur in der Darre schnell und einfach ermitteln und die Qualität der Temperaturverteilung kontrollieren. Das ganze System funktioniert dabei nach dem Prinzip Plug & Play und ist dementsprechend schnell eingerichtet. Die Auswertung der Daten und Wärmebilder funktioniert einwandfrei“.

Folgen Sie uns:



[linkedin.com/company/optris](https://www.linkedin.com/company/optris)



twitter.com/optris



[youtube.com/c/OptrisEN](https://www.youtube.com/c/OptrisEN)



[facebook.com/optris.gmbh](https://www.facebook.com/optris.gmbh)



Helmut Hofer

Augsburger Straße 76A | 85290 Geisenfeld

Tel.: 08452 / 733 051

Mail: info@elektrotechnik-hofer.de

Web: www.elektrotechnik-hofer.de

Fazit

Infrarottechnik macht den Unterschied

Die Vermeidung der ungleichmäßigen Trocknung in der Aufschütthorde einer Hopfendarre ist entscheidend für eine optimale Qualität des getrockneten Hopfens. Denn wenn sich gleich zu Beginn des Trocknungsvorgangs so genannte Feuchtenester bilden, verstärkt sich dieser Effekt über die verschiedenen Schritte hinweg und führt letztendlich zu einer minderwertigen Qualität.

Mit Infrarotkameras, wie der Xi 80 von Optris, lassen sich Feuchtenester durch den Temperaturunterschied an der Oberfläche schnell und sicher identifizieren. Durch den direkten Eingriff kann so der Hopfen in der Darre optimal getrocknet werden.



*Optimal für den Einsatz in
Industrie und Forschung -
Wärmebildkameras von Optris*



optris
infrared measurements

Autor

Dipl. Ing. Andreas Theilacker,
Applikationsingenieur Optris GmbH