

Wagentrocknung für Kartoffeln

Die regional positiven Erfahrungen mit der Wagentrocknung von Speisefrüherkartoffeln haben zu einem größeren Interesse an diesem Verfahren geführt.

Wir haben daher auf den nachfolgenden vier Seiten die wichtigsten Aspekte der Wagentrocknung, mögliche technische Lösungen und zwei Beispielsberechnungen für die Dimensionierung der Belüftungseinrichtung zusammengestellt. Nehmen Sie sich die Zeit zum Lesen, wenn Sie dieses Verfahren auf Ihrem Betrieb einsetzen wollen!

Zusätzlich finden Sie in der rechten Spalte eine kompakte Checkliste, die Sie bei der technischen Umsetzung und dem erfolgreichen Einsatz einer Wagentrocknung unterstützen soll.

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Ihre

Versuchsstation Dethlingen.

Checkliste Wagentrocknung

Voraussetzungen für eine erfolgreiche Wagentrocknung von Früherkartoffeln sind

- √ Berechnung der Kartoffelmenge je Anhänger
- √ Berechnung von Gebläseleistung, Kanalgrößen und Luftaustrittsfläche
- √ Berücksichtigung der Planungsgrößen
 - ⇒ Luftmenge 300-500 m³/t*h
 - ⇒ Gegendruck ≥ 300 Pascal
 - ⇒ Einbaumaß Gebläse = Höhe bzw. Durchmesser Hauptkanal
 - ⇒ Luftgeschwindigkeit in Kanälen 5 m/s
 - ⇒ Luftaustrittsfläche ≥ Lufteintrittsfläche
- √ Ernte schalenfester Kartoffeln
- √ Auslesen von Mutterknollen und nassfauler Kartoffeln auf der Erntemaschine
- √ Roden mit möglichst wenigen Beschädigungen
- √ Erntezeit am späten Nachmittag
- √ Befüllung des Anhängers ohne Schüttkegel und mit ebener Oberfläche
- √ Kontinuierliche Messung von Außenluft- und Knollentemperatur
- √ Belüftungsbeginn wenn Außenluft mindestens 2 °C kälter als die Kartoffeln
- √ Geringere Temperaturunterschiede zur Belüftung
 - ⇒ nur bei ausreichendem Sättigungsdefizit der Luft (Mollier-Diagramm oder -Tabelle nutzen)
 - ⇒ führen zu stärkeren und länger anhaltenden Schwitzschichten
 - ⇒ erhöhen das Fäulnisrisiko
- √ Kurzschluss von Ab- und Zuluft vermeiden
- √ Abschalten des Gebläses wenn die Kartoffeln auf dem Anhänger bis zur Oberfläche durchgetrocknet sind. =>

WAGENTROCKNUNG für Kartoffeln

Die Abtrocknung erntefrischer Knollen auf landwirtschaftlichen Transportfahrzeugen kann zu einer Qualitätssicherung in der weiteren Wertschöpfungskette und einer besseren Wettbewerbsfähigkeit deutscher Kartoffeln im Lebensmitteleinzelhandel beitragen. Der Erfolg dieser Maßnahme ist jedoch an verschiedene Voraussetzungen geknüpft, die sowohl bei der Planung und Auslegung der Technik als auch im praktischen Betrieb zu berücksichtigen sind.

Ziele

Die Schale der Kartoffeln ist nach der direkten Ernte aus dem Damm noch erdfeucht und in Abhängigkeit von den Rodebedingungen auch mehr oder weniger stark mit Erde einpaniert. Hinzu kommt weitere Feuchtigkeit, die aus den beim Roden unvermeidbaren Schalenverletzungen (Haarrisse) austritt. Dieser hohe Feuchtigkeitsgehalt schafft gemeinsam mit der sehr viel intensiveren Atmung und der damit ansteigenden Kohlendioxidabgabe der geernteten Knollen ein Kleinklima auf den Transportfahrzeugen, das die Vermehrung von Nassfäulebakterien begünstigt. Temperaturen über 20 °C, intensivere Knollenbeschädigungen und vermehrte Mutterknollen im Erntegut sind weitere Risikofaktoren, die die Fäulnisgefahr der aufbereiteten und abgepackten Kartoffeln deutlich erhöhen.

Ziel einer Belüftung der erntefrischen Knollen auf einem Transportfahrzeug muss es daher sein,

- √ die Oberfläche aller Kartoffeln schnell und vollständig abzutrocknen
- √ die Knollentemperatur auf möglichst unter 20 °C abzusenken
- √ über eine ausreichende Sauerstoffversorgung und Kohlendioxidabfuhr einen raschen Beginn der Wundheilung zu unterstützen
- √ das weitere Einpanieren der Kartoffeln beim Entladen zu minimieren.

Technik

Für die Trocknung der Kartoffeln auf den Transportfahrzeugen sind grundsätzlich ein Gebläse, eine Luftverteileinrichtung und eine Anlagensteuerung erforderlich. Das **Gebläse** kann entweder direkt in die vordere Bordwand des Transportfahrzeuges eingebaut oder aber als mobile Einheit mit flexiblen Verbindungsschläuchen für beispielsweise zwei Anhänger ausgelegt werden. Bei der Gebläseleistung haben sich in der Praxis Luftmengen zwischen 350 – 500 m³/t*h bewährt. Da die Größe der Luftverteileinrichtungen auf dem Anhänger aus Kapazitätsgründen aber zumeist möglichst klein dimensioniert wird, ergeben sich deutlich höhere Luftgeschwindigkeiten und damit auch stärkere Strömungswiderstände im System. Deshalb muss das Gebläse für einen Gegendruck von mindestens 300 Pascal ausgelegt sein. Andernfalls dreht sich zwar der Lüfter, aber nur ein geringer Teil der theoretischen Luftmenge wird durch die Kartoffeln gedrückt.

Der Aufbau und die Anordnung der **Luftverteileinrichtung** werden im Wesentlichen von der Entladungsrichtung des Transportfahrzeuges bestimmt. Bei einer **rückwärtigen Entleerung** der Kartoffeln ist ein mittig angeordneter, sich zur Abgabeseite verjüngender Halbrundkanal die einfachste und effektivste Lösung. Die herkömmlichen Kanalelemente lassen sich schnell auf dem Fahrzeugboden befestigen und das an der Stirnseite montierte Gebläse kann die Luft ohne Verjüngung in den Kanal drücken. Eine Schütthöhe der Kartoffeln von über 1 m unterstützt dabei die Gleichmäßigkeit der Luftverteilung auch im bodennahen Randbereich.

Bei Transportfahrzeugen mit einer **seitlichen Entleerung** würde ein mittig auf dem Boden befestigter Luftkanal der vollständigen Entleerung entgegenstehen. Deshalb werden in der Praxis häufig drei Kunststoffrohre verlegt und über punktuelle Abstandshalter ein Freiraum von mindestens 10 cm zwischen Boden und Belüftungskanälen sichergestellt. Dieser Abstand ist erforderlich, damit große Knollen, Resterde oder auch andere Schüttgüter den Anhänger störungsfrei verlassen können. Die Luftversorgung der Längsrohre kann über einen an das Einbaumaß des Lüfters angepassten Hauptkanal an einer Querseite erfolgen. Die Austrittsöffnungen der Längsrohre sollten im Verhältnis zur Luftmenge des Gebläse stehen, um ein zu starkes Aufstauen der Luft zu vermeiden. Herkömmliche Drainage- oder Getreidebelüftungsschläuche haben hierfür eine zu geringe Luftaustrittsfläche. Eine weitere Lösung ist der Einbau eines ganzflächigen Belüftungsbodens. Dabei können entweder aus der Getreidetechnik vorhandene Wagentrocknungen, kartoffelspezifische Spaltenböden oder als Einfachlösung auch Paletten genutzt werden. Entscheidend ist hier ebenfalls ein ausreichender Abstand zwischen Fahrzeug- und Belüftungsboden, da der Zwischenraum als Luftkanal dient und bei einer entsprechenden Höhe zu einer deutlichen Verringerung des Gegendruckes sowie einer gleichmäßigeren Verteilung der Trocknungsluft beiträgt. Die Schlitzbreite ist so zu bemessen, dass keine kleinen Knollen hindurch fallen. Die Luftzufuhr kann auch hier an einer der beiden Querseiten des Fahrzeugs erfolgen.

Die einfachste **Steuerung der Wagentrocknung** erfolgt über das manuelle Einschalten der Gebläse, wenn zur Abtrocknung geeignete Außenluft vorhanden ist. Dies setzt eine wiederholte Messung der Knollen- und der Außenlufttemperatur voraus, da die Außenluft zum Abtrocknen mindestens 2 °C kälter als die Kartoffeln sein sollte. Beim Durchströmen der Kartoffeln geht dann Wärme von den Knollen an die kältere Luft über. Gleichzeitig erhöht sich die Wasseraufnahmefähigkeit der Luft, so dass eine effektive Abtrocknung erreicht wird. Mit einer einfachen Steuerungseinheit und je einem Fühler für die Außenluft- und Knollentemperatur kann die Wagentrocknung automatisiert und wesentlich sicherer werden.

Praktischer Betrieb

Die Belüftung erntefrischer Kartoffeln ist jedoch auch mit Risiken durch Fehlbedienung verbunden, die schnell zu mehr Schaden als Nutzen führen können. Ein erfolgreicher Einsatz der Wagentrocknung setzt eine genaue Kenntnis des Erntegutes, aber auch der für die Abtrocknung wichtigen Zusammenhänge voraus. Auf die folgenden Punkte sollte im praktischen Betrieb besonders geachtet werden:

- Losschaliges Erntegut:** Nicht belüften, sonst entstehen an den Stellen ohne Schale intensive Braunverfärbungen, die eine Vermarktung der Knollen ausschließen. Außerdem steigt das Fäulnisrisiko.
- Nassfaule und Mutterknollen:** Schon auf dem Roder vollständig auslesen. Von beiden geht ein hohes Infektionspotential aus. Die Wagentrocknung reicht zur Austrocknung solcher Knollen nicht aus!
- Erntebeschädigungen:** Beschädigungsarmes Erntegut bietet wenige Eintrittspforten für die Nassfäulebakterien und trocknet schneller ab.
- Rodezeitpunkt:** Kartoffeln gegen Abend roden, damit die kühleren Nachttemperaturen für einen frühen Belüftungsbeginn nutzbar sind.
- Befüllung Anhänger:** Schüttkegel vermeiden und Kartoffeloberfläche einebnen.
- Warme Luft:** Bei der Belüftung mit wärmerer und feuchter Luft bildet sich auf dem Anhänger eine Schwitzschicht aus, die die Fäulnis der Knollen eher noch fördert.
Bei geringen Temperaturunterschieden zwischen Außenluft und Kartoffeln, darf die relative Luftfeuchtigkeit der Außenluft nicht zu hoch sein, um eine Abtrocknung zumindest über das Sättigungsdefizit zu erreichen.
- Laufzeiten:** Die Belüftung sollte erst ausgeschaltet werden, wenn der Kartoffelstapel auf dem Anhänger bis an die Oberfläche durchgetrocknet und keine Schwitzschicht mehr zu finden ist.
- Standort:** Ein luftiger Standort unter einem Vordach oder in einer Durchfahrt wirkt dem direkten Ansaugen der feuchten Abluft durch das Gebläse entgegen. Gleichzeitig sind die möglichen Geräuschbelästigungen zu berücksichtigen.

Beispiele

Belüftungslösungen für Kartoffeln werden zumeist von regionalen Werkstätten oder im Eigenbau passgenau für die jeweiligen Transportfahrzeuge realisiert. Bei Gebläsen und Steuereinrichtungen bieten sich die bekannten Firmen aus der Kartoffellagertechnik als Bezugsquellen mit Fachkenntnis an.

Bei dem Eigenbau einer Wagentrocknung sollte vorher unbedingt eine **Belüftungsberechnung** für das Transportfahrzeug erfolgen, um durch die Abstimmung von Gebläse und Luftverteileinrichtung eine effektive und gleichmäßige Abtrocknung aller Kartoffeln sicherzustellen. Dabei sind z. B. für einen **ganzfächigen Spaltenboden** folgende Rechenschritte anzuwenden:

Raumgewicht Kartoffeln	650 kg/m ³
Innenmaße Anhänger	L: 5,00 m, B: 2,00 m, H: 1,50 m
1. Kartoffelmenge	5,00 m x 2,00 m x 1,50 m = 15,00 m ³ x 650 kg/m ³ = 9,75 t
2. Luftleistung Gebläse	9,75 t x 400 m ³ /t*h (Luftmenge) = 3900 m³/h (bei 300 Pascal) 3900 m ³ /h ÷ 3600 s = 1,1 m ³ /s Durchmesser Gebläse = Höhe des Hauptkanals
3. Kanalquerschnitt	1,1 m ³ /s ÷ 5 m/s (maxi. Luftgeschwindigkeit Zuluft) = 0,22 m ² 0,22 m ² ÷ 2,00 m (Fahrzeugbodenbreite) = 0,11 m Kanalhöhe (Abstand Fahrzeugboden zu Unterkante Spaltenboden)
4. Schlitzfläche gesamt	1,1 m ³ /s ÷ 5 m/s (maxi. Luftgeschwindigkeit im Kanal) = 0,22 m ² 0,22 m ² + 50 % (Zuschlag für Abdeckung durch Kartoffeln) = 0,33 m²
5. Fläche 1 Schlitz	2,00 m (Fahrzeugbodenbreite) x 0,015 m (Schlitzbreite) = 0,03 m ²
6. Anzahl Schlitze	0,33 m ² ÷ 0,03 m ² = 11 Schlitze (Minimale Anzahl, in der Praxis häufig deutlich mehr)

Bei gleichen Grundannahmen ergeben sich für eine Luftverteilung über drei **Kunststoffrohre** folgende Werte:

3. Kanalquerschnitt	0,22 m ² ÷ 3 (Belüftungsrohre) = 0,073 m ² /Belüftungsrohr 0,073 m ² = 0,31 m Durchmesser/Belüftungsrohr
4. Austrittsfläche gesamt	1,1 m ³ /s ÷ 5 m/s (maxi. Luftgeschwindigkeit im Kanal) = 0,22 m ² 0,22 m ² + 50 % (Zuschlag für Abdeckung durch Kartoffeln) = 0,33 m ²
5. Luftaustrittsfläche	3300 cm ² ÷ 3 (Rohre) ÷ 5 m (Rohrlänge) = 220 cm²/m Rohr
6. Fläche 1 Loch	0,02 m (Lochdurchmesser) = 0,00031 m ²
7. Anzahl Löcher	0,33 m ² ÷ 0,00031 m ² ÷ 3 (Rohre) = 360 Löcher/Rohr