



Einfach COOL !

Obst und Gemüse energieeffizient und verlustarm lagern

Projekt „Sensorgestützte Luftführung in Obst- und Gemüselagern - COOL“

Förderung: BMWi / AiF - Zentrales
Innovationsprogramm Mittelstand

Projektpartner:

- ATB, Potsdam (Koordination)
- KOB - Kompetenzzentrum Obstbau - Bodensee, Ravensburg
- IMSAS, Universität Bremen
- CargoPlast GmbH, Salem
- EHW Electronic GmbH, Landsberg
- Micro-Sensys GmbH, Erfurt
- Plattenhardt + Wirth GmbH, Meckenbeuren
- Güntner AG & CoKG, Fürstenfeldbruck

Kontakt:

Dr. Ulrike Praeger

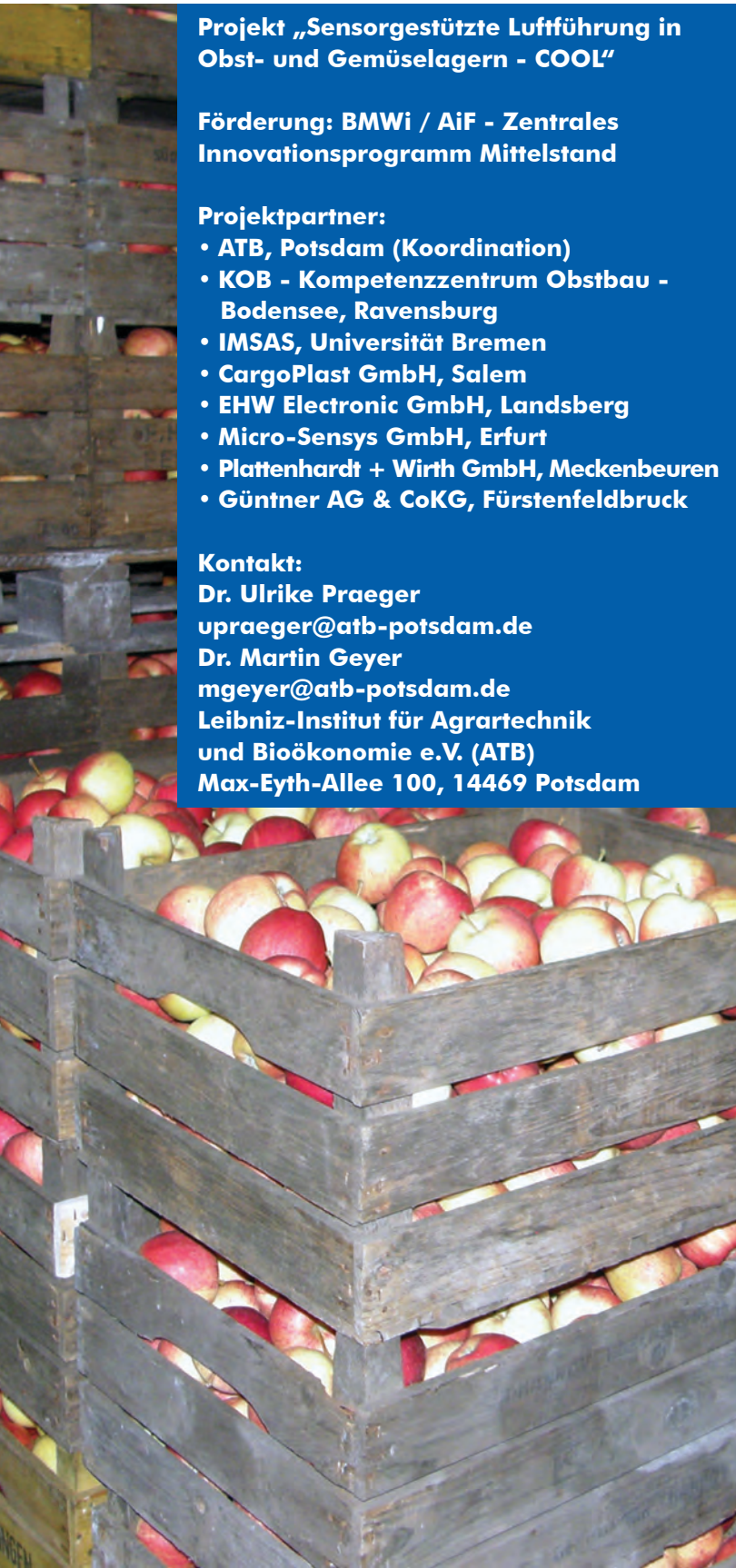
upraeger@atb-potsdam.de

Dr. Martin Geyer

mgeyer@atb-potsdam.de

Leibniz-Institut für Agrartechnik
und Bioökonomie e.V. (ATB)

Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam



Bevor Äpfel, Birnen oder Kohlköpfe im Einzelhandel zum Kauf ausliegen, waren sie meist schon eine Zeit lang ‚gut gelagert‘. Nur dank Lagerung mit geeigneter Klimaführung ist saisonales Obst und Gemüse nahezu ganzjährig verfügbar. In Chargen von mehreren hundert Tonnen werden die frischen Produkte bis zu zehn Monate in großen Kühlräumen gelagert.

Lagern kostet Energie

Der hohe Energieverbrauch von derzeit etwa 80 kWh je Tonne Produkt und Lagersaison und die Qualitäts- und Masseverluste bei der eingelagerten Ware sind für maschinengekühlte Obst- und Gemüselager die zentralen Kostenfaktoren.

Bis zu 40 % der für den Betrieb dieser Räume erforderlichen elektrischen Energie verbrauchen die Kühler allein für die Luftumwälzung.

Neu: Sensorgesteuerte Luftführung im Kühlraum

COOL verfolgt einen neuen Ansatz zur Optimierung der Kühlraumbelüftung: Ziele sind eine gleichmäßige Luftströmung im Lagerraum bei geringerem Energieverbrauch und die Vermeidung von Produktverlusten. Die im Projekt entwickelte Anwendersoftware ermöglicht künftig eine energetische und produktqualitätsbezogene Optimierung des Ventilatorbetriebs: Neu entwickelte Funk-Strömungssensoren überwachen die Luftströmung auch an unzugänglichen Orten in den Kistenlagern. Sie liefern die notwendigen Informationen, um die Belüftung bedarfsgerecht zu regeln. Zudem unterstützt das System bei der Gestaltung neuer Räume im Hinblick auf Dimensionierung, Kistendesign und -stapelung sowie bei der Planung einer angepassten Lüfertechnik.

COOL ermöglicht Energieeinsparungen von mehr als 20 % und verbessert den Qualitätserhalt der Lagerware.

Untersucht wurden Möglichkeiten zur Verbesserung des Kühlraumbetriebs im Hinblick auf Kistendesign, Durchströmungseigenschaften von Kisten, Einbauten und Stapelabstände in den Lagerräumen.

Projekt



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

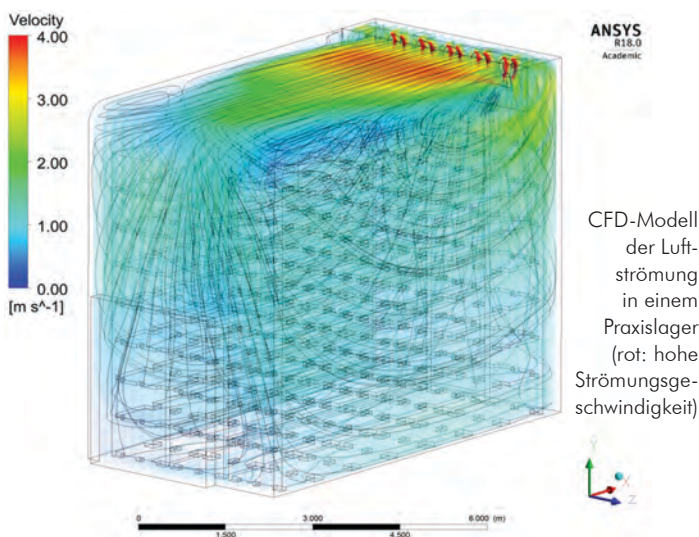


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die Luftströmungsverhältnisse wurden mit Hilfe der numerischen Strömungsmechanik (computational fluid dynamics, CFD) modellhaft abgebildet. Messungen mit Luftgeschwindigkeits-sensoren im Windkanal, in Praxislagern und im Versuchslager Ravensburg (KOB) dienten der Validierung.

Einfluss der Stapelung

In Kühlräumen stehen die Kisten eng gestapelt nebeneinander. Die Luftgeschwindigkeit zwischen den Kistenreihen beträgt 0,3 bis 2 m/s bei einer Austrittsgeschwindigkeit an den Ventilatoren von 3 bis 5 m/s. Es zeigt sich, dass die Luft Kisten im oberen Stapelbereich im Vergleich zu Kisten in Bodennähe mit etwa 10-fach höherer Geschwindigkeit durchströmt. Veränderte Abstände der Kistenstapel von 0 bis 30 cm zwischen den Reihen und zur Wand zeigen jedoch wenig Einfluss auf die Luftgeschwindigkeit in Produktnähe.



Auch bei einer Verringerung der Ventilatorleistung auf bis zu 25 % lässt sich die Luftwalze im Raum aufrecht erhalten, allerdings bei erheblich reduzierter Luftströmung in den Kisten.



Versuche zur Durchströmung von Großkisten im Windkanal des ATB (Foto:ATB)

Optimiertes Großkistendesign

Versuche zur Durchströmung von herkömmlichen Großkisten für Äpfel im Windkanal zeigten, dass die Luftgeschwindigkeit zwischen den Früchten im Innern der Kisten erheblich reduziert ist ($\leq 0,2$ m/s, bei einer Anströmgeschwindigkeit von 2 m/s). Begrenzend wirken sich die zu geringen Öffnungen der Kistenwände aus. Um die Durchströmung zu verbessern, sollte die Porosität der Wände (bisher etwa 7 % Öffnungsfläche) an die der Apfelschüttung in der Kiste (40 %) angeglichen werden - unter Berücksichtigung weiterer Anforderungen an Kisteneigenschaften wie Stabilität und Produktschonung.

Funk-Strömungssensoren

Neuartige zweidimensionale Funkströmungssensoren (IMSAS, Bremen) erfassen kontinuierlich die Luftgeschwindigkeit an mehreren Punkten im Kühlraum für eine strömungsabhängige Regelung des Ventilatorlaufs. Durch ein neues Chip- und Gehäuse-Design konnte die Auflösung im Bereich von unter 0,1 m/s gesteigert und eine gleichmäßige Empfindlichkeit für verschiedene Drehwinkel erreicht werden. Die verwendeten Funktechnologien erlauben eine sichere Kommunikation aus der Mitte des Kühlraumes, d. h. durch mehrere Meter frische Ware.



Von Baum und Feld ins Lager:

Nach der Ernte atmen Obst und Gemüse weiter: Die Produkte nehmen Sauerstoff auf und geben Kohlendioxid ab. Dabei produzieren sie Wärme und verlieren Wasser. Eine schnelle Abkühlung und Einlagerung nach der Ernte ist wichtig, um die Stoffwechselaktivität und den Abbau wertvoller Inhaltsstoffe zu minimieren. Luftbewegung ist erforderlich, um die Feld- und die produzierte Atmungswärme abzutransportieren. Jedes Produkt hat spezifische Anforderungen an das Lagerklima. Durch Lagerung bei verringerter Sauerstoff- und erhöhter Kohlendioxidkonzentration in gasdichten Räumen (CA-/ULO-Lagerung) kann bei einigen Arten die Lagerfähigkeit verlängert werden. Dieses Verfahren nutzt man vor allem bei Kernobst.

Beispiel Apfel:

Äpfel werden noch vor der Genussreife ‚pflückreif‘ geerntet. Bei optimalen Bedingungen sind Äpfel in einem maschinengekühlten CA-Lager bei einer Temperatur von 1 bis 4 °C, 90 bis 95 % Luftfeuchte, 1 - 2 % O₂ und ≤ 4 % CO₂ bis zu 10 Monate lagerfähig.

Praxistest in einem 50 t CA-Lager (KOB):

Eine nach Abkühlung um 50 % verminderte Ventilatorleistung reduzierte den Energieverbrauch für die Ventilatoren um 40 % und um 13 % für die Kühlanlage. Das entspricht bei einem üblichen Energiebedarf von 80 kWh/t Produkt und Lager-saison einer Einsparung von 16 kWh/t.

Optimierungspotenziale ...

... hinsichtlich einer energieeffizienten Kühlungslagerung liegen in der Verringerung der Ventilatorleistung in der Lagerphase nach Abkühlung, einer luftströmungsabhängigen Drehzahlregelung der Ventilatoren sowie in veränderten Öffnungsflächen und -formen der Großkisten. Die in COOL entwickelte Anwendersoftware wird künftig bei Planung und Betrieb der Kühlräume durch eine dem Bedarf angepasste Luftführung mindestens 20 % Energieeinsparung ermöglichen.