

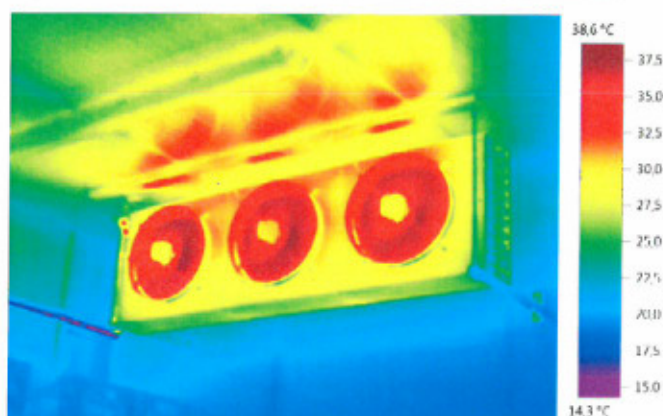
Wir fördern Europa.

Schlussbericht

für das Projekt Nr. 255

„Energieeinsparungen in der Obstlagerung“

im Rahmen des Interreg IV-Programms Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein



I. Allgemeine Angaben

Projektnummer und -titel

Projekt Nr. 255
Energieeinsparungen in der Obstlagerung

Projektkoordinator

Dr. Dominikus Kittermann
Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee
Schuhmacherhof 6. 88213 Ravensburg

Projektpartner

Württembergische Obstgenossenschaft Raffeisen e.G. (WOG)
Raiffeisenstraße 1, 88214 Ravensburg

Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil (ACW),
CH-8820 Wädenswil, Schweiz

Obstkühlhaus St. Margrethen, Grasbäustrasse 5, CH-9430
St. Margrethen.

Tobi Seeobst AG, Ibergstrasse 28, CH-9220 Bischofszell

Bildungs-und Beratungszentrum Arenenberg, Arenenberg 8, CH-8268 Salenstein

Projektlaufzeit

01.05.2013 – 30.06.2015

Anlagenverzeichnis

- A) Publikationen
- B) Veröffentlichte Poster
- C) Vorträge (Titelfolien)
- D) Organisierte öffentliche Veranstaltungen (Programme)
- E) Vortrag Wärmerückgewinnung (Bachelorarbeit)

II. Inhaltlicher Schlussbericht

II.1 Projektbeschreibung

Entwicklungen im Bereich der Lagerung und Qualitätserhaltung in den vergangenen Jahrzehnten machen es heute möglich, dem Verbraucher über das ganze Jahr verteilt eine breite Palette an nahezu „erntefrischem“ Obst anzubieten. Diese stetige Intensivierung im Bereich der Obstlagerung hat jedoch nicht nur zu qualitativen Verbesserungen sowie zu Erweiterungen der Angebotspalette beigetragen, sondern vor allem auch zu einem deutlich höheren Energieaufwand geführt.

Im Zuge steigender Energiepreise und der Forderung nach nachhaltiger Lebensmittelproduktion gewinnen Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauches auch im Bereich der Obstlagerung an Bedeutung.

Für die Obstbauern und den Obsthandel ist daher die Energieeinsparung nicht nur ein Kostenaspekt, sondern auch eine Frage des Wettbewerbs. Die Energiebilanz der Importware ohne Lagerung (z.B. im Winter aus Neuseeland) fällt im Vergleich zur heimischen Ware (hoher Energieaufwand für die Lagerung) häufig besser aus. Supermarktketten in verschiedenen europäischen Ländern versehen ihre Produkte heute bereits mit einem CO₂-Label (CO₂ Footprint) um den Verbraucher über die Nachhaltigkeit des entsprechenden Produktes zu informieren.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurden mehrere Maßnahmen und Strategien zur Energieeinsparung während der Obstlagerung erarbeitet. Ein Ansatz der Untersuchungen besand darin, dass moderne Lagerverfahren, wie der Einsatz von 1-MCP (SmartFresh) oder die dynamische CA-Lagerung (DCA), aufgrund ihrer reifeinhibierenden Wirkung das Potential zur Kompensierung der negativen Effekte höherer (als der praxisüblichen) Lagertemperaturen haben, ohne dass dabei die Fruchtqualität negativ beeinflusst wird. Inwieweit genannte Anpassungen der Lagerbedingungen für einzelne Sorten möglich sind, welche Kombinationen mit weiteren technischen Maßnahmen in Betracht gezogen werden können und wie groß dabei das mögliche Energiesparpotential ist, wurde im Rahmen des Projektes untersucht.

Zudem wurde das Energiesparpotential weiterer technischer Maßnahmen untersucht und bewertet. Dazu zählen zum Beispiel Versuche zur Optimierung der Luftführung im Lager sowie Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung während der Obstlagerung.

II.2 Gegenüberstellung geplanter und tatsächlich durchgeführter Aktivitäten

Die Gegenüberstellung der geplanten und ausgeführten Aktivitäten wird unter II.4 ausführlich beschrieben. Insgesamt entsprachen die im Rahmen des Projektes ausgeführten Aktivitäten den ursprünglich geplanten Vorhaben.

II.3 Finanzielle Projektumsetzung

Die Kostenplanung konnte umgesetzt werden.

II.4 Darstellung der Ergebnisse

Zusammenfassend wurden im Zuge des Projektes folgende Themenschwerpunkte bearbeitet:

- a) Potential moderner Lagerverfahren zur Energieeinsparung in der Obstlagerung
- b) Sortenscreening: Eignung verschiedener Sorten für die ULO-Lagerung bei höheren Temperaturen
- c) Optimierung der Luftführung im Lager
- d) Simulation der Solarkühlung/ Energieeinsparung durch Reduzierung der Kühldauer
- e) Energiemessungen in Praxisbetrieben
- f) Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung in der Obstlagerung

II.4.1 Potential moderner Lagerverfahren zur Energieeinsparung in der Obstlagerung

Im Zuge des Projektes wurde am KOB sowie an der ACW das Potential moderner Lagerverfahren zur Reduzierung des Energieverbrauches während der Lagerung bei verschiedenen Apfelsorten untersucht. Der Ansatz der Untersuchungen bestand darin, dass moderne Lagerverfahren, wie der Einsatz von 1-MCP (SmartFresh) oder die dynamische CA-Lagerung (DCA), aufgrund ihrer reifeinhibierenden Wirkung das Potential zur Kompensierung der negativen Effekte höherer (als der praxisüblichen) Lagertemperaturen haben, ohne dass dabei die Fruchtqualität negativ beeinflusst wird.

Zur Durchführung der Untersuchungen wurden im Versuchslager am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee drei Räume mit jeweils 11 Tonnen Lagervolumen mit Stromzählern zur Erfassung des Energieverbrauches für die Kompressoren der Kälteanlage, die Ventilatoren an den Verdampfern und die Abtauung der Verdampfer ausgestattet. Die ursprüngliche Verbund-Kälteanlage der drei Räume wurde dafür in drei getrennte Kälteanlagen umgerüstet. Der Verbrauch der CO₂-Adsorber

erfolgte über die Auswertung der Laufzeiten zusammen mit der jeweiligen Leistung des Adsorbers. Entsprechend wurden an der ACW die CA-Versuchsbehälter ebenfalls mit Stromzählern ausgestattet. Neben der Erfassung des Energieverbrauches für Kälteanlage, Ventilation, Abtauung und CO₂-Adsorber erfolgten an beiden Standorten zu unterschiedlichen Analysenterminen zusätzlich Untersuchungen zur Fruchtreife und Fruchtqualität sowie die Erfassung des Gewichtsverlustes der Äpfel während der Lagerung.

II.4.1.1 Energiesparpotential beim Einsatz von 1-MCP (1-Methylcyclopropene):

Die Versuche zeigten bei verschiedenen Apfelsorten (Jonagold, Golden Delicious, Topaz, Pinova, Braeburn, Gala, Diwa) ein Energiesparpotential von bis zu 50%, abhängig von der Lagertemperatur, dem jeweiligen Versuchsjahr und den während der Wintermonate vorherrschenden Außentemperaturen.

Abbildung 1 zeigt exemplarisch den Energieverbrauch während 8,5 Monaten ULO (1°C), DCA (1°C) sowie ULO + 1-MCP (4°C) –Lagerung (KOB).

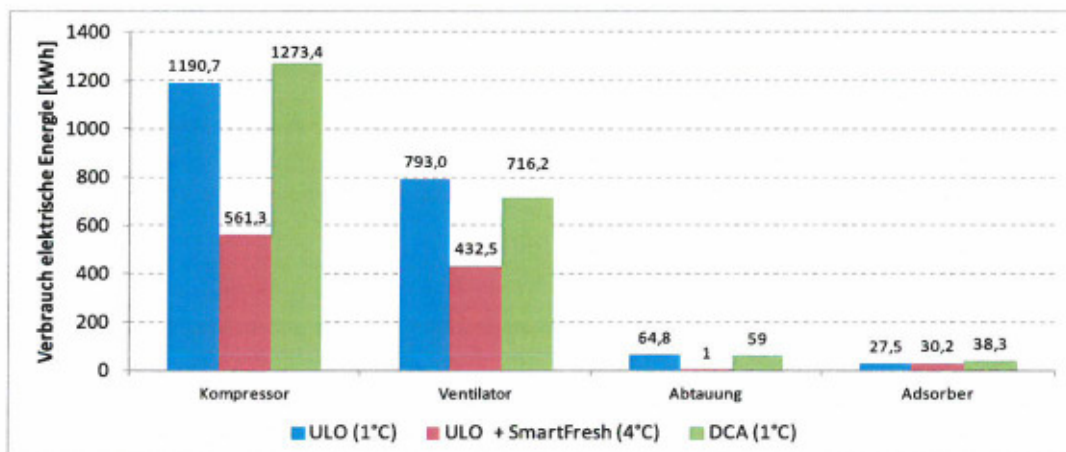


Abbildung 1: Energieverbrauch für Kompressoren, Ventilation, Abtauung sowie CO₂-Adsorber während 8,5 Monaten ULO (1°C), DCA (1°C) sowie ULO + 1-MCP (4°C) –Lagerung.

Die Untersuchungen zeigten, dass die Fruchtqualität durch eine Temperaturerhöhung im Lager bis auf 3°C in Kombination mit 1-MCP nicht negativ beeinflusst wurde. Lediglich eine Erhöhung der Temperatur bis auf 4°C bzw. 5°C führte bei einzelnen Sorten (z.B. 'Pinova') zu einer gelberen Grundfarbe der Äpfel sowie zu niedrigeren Säuregehalten nach der Lagerung. Abbildung 2 zeigt exemplarisch die Fruchtfelsichfestigkeit der Sorte 'Jonagold' zur Ernte, nach 8,5 Monaten ULO (1°C), DCA (1°C) und ULO + 1-MCP (4°C) –Lagerung sowie nach 7 Tagen Shelf-life bei 20°C im Anschluss an die Lagerung.

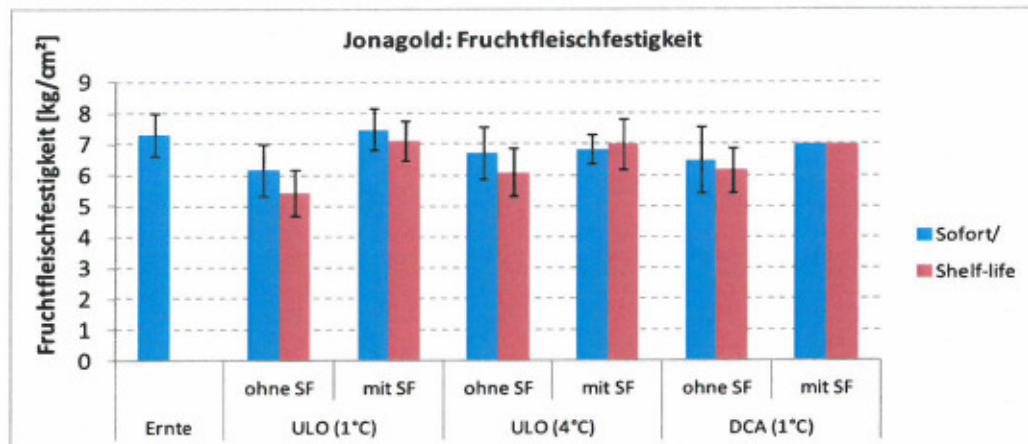


Abbildung 2: Fruchtfleischfestigkeit bei Äpfeln der Sorte `Jonagold` zur Ernte, nach 8,5 Monaten ULO (1°C), DCA (1°C) und ULO + 1-MCP (4°C) –Lagerung sowie nach 7 Tagen Shelf-life bei 20°C im Anschluss an die Lagerung.

Der Gewichtsverlust der Äpfel war in den wärmer gelagerten Früchten über die Versuchsjahre hinweg niedriger oder gleich wie in den bei 1°C oder 1,5°C gelagerten Äpfeln (siehe exemplarisch Abb. 3). Dies lässt sich vor allem auf die geringere Anzahl an Kühltakten und eine daraus resultierende geringere Entfeuchtung der Äpfel zurückführen (geringeres Δt zwischen Frucht und Verdampferoberfläche).

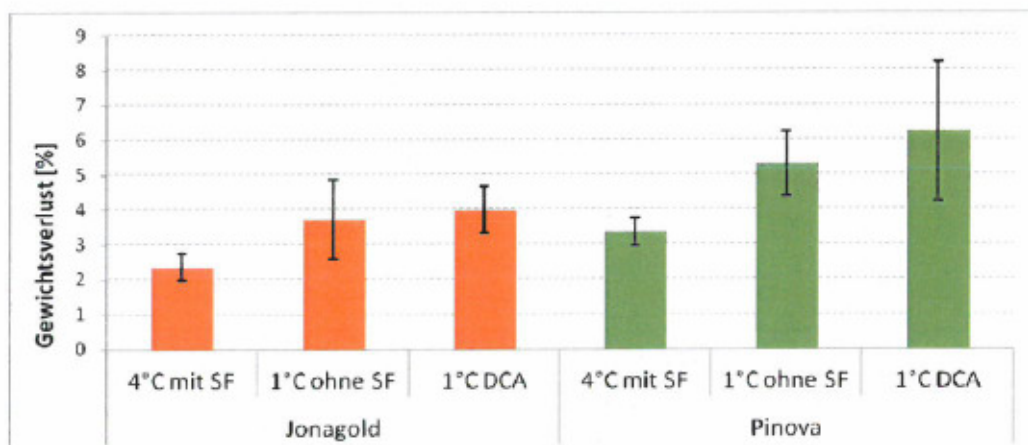


Abbildung 3: Gewichtsverlust bei `Jonagold` während 8,5 Monaten ULO (1°C), DCA (1°C) und ULO + 1-MCP (4°C) –Lagerung.

Da der Applikationstermin bei 1-MCP-Anwendung signifikanten Einfluss auf die Wirksamkeit der Behandlung hat, erfolgte an der ACW die Untersuchung des Energiesparpotentials nach 1-MCP-Anwendung in Abhängigkeit vom Applikationstermin (7 Tage, 14 Tage nach der Ernte).

MCP Anwendung 7 Tage nach der Ernte: Tabelle 1 illustriert den Qualitätsvergleich der beiden Lagervarianten nach Aus- und Nachlagerung am Beispiel der Sorte Topaz, welche 7 Tage nach der Ernte mit 1-MCP behandelt wurde. Die Resultate zeigen, dass die MCP-Lagervariante besser oder gleich gut wie die ULO-Variante war, aber nie schlechter. Das gleiche Resultat wurde auch für die anderen getesteten Sorten ermittelt. Die Früchte aller Sorten wiesen nach allen Auslagerungen und nach dem Shelf-life Test Qualitätswerte auf, die den Anforderungen des Handels in der Schweiz genügen.

Tab. 1: Vergleich der ULO Lagerung bei 1°C ohne MCP-Einsatz mit der ULO Lagerung bei 3°C mit MCP-Einsatz bei der Sorte 'Topaz' (7 Tage nach Ernte) bezüglich Fruchtqualität (Fruchtfleischfestigkeit FFF, lösliche Trockensubstanz, titrierbare Säure) (PZP = Pflückzeitpunkt)

Topaz	PZP	AL1			NL1=(AL1 + 7 Tage bei 20°C)			AL2			NL2=(AL2 + 7 Tage bei 20°C)		
		1 Jahr (150d)	2 Jahr (175d)	3 Jahr (173d)	1 Jahr	2 Jahr	3 Jahr	1 Jahr (241d)	2 Jahr (223d)	3 Jahr (232d)	1 Jahr	2 Jahr	3 Jahr
FFF (kg/cm ²)	1				not tested						not tested		
	2	not tested			not tested			not tested			not tested		
	3	not tested			not tested			not tested			not tested		
Lösliche Trockensubstanz (°Brix)	1				not tested						not tested		
	2	not tested			not tested			not tested			not tested		
	3	not tested			not tested			not tested			not tested		
Säure (g/L)	1				not tested						not tested		
	2	not tested			not tested			not tested			not tested		
	3	not tested			not tested			not tested			not tested		

Grün: MCP Variante ist signifikant höher als ULO-Variante; gelb: kein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten; rot: MCP Variante signifikant niedriger als die ULO-Variante ($p = 0.05$).

MCP Anwendung 14 Tage nach der Ernte: Der Hersteller von 1-MCP empfiehlt, die Substanz spätestens 7 Tage nach der Ernte anzuwenden, um eine optimale Wirkung zu erzielen. Tatsache ist jedoch, dass die Anwendung in der Praxis oft zu spät erfolgt, da die Lagerbetriebe in der Erntezeit vor grossen Herausforderungen stehen (Planung, Erntespitzen, Beschickung der Räume, technische Probleme, etc.). Im Versuch wurde deshalb die Variante mit einer Behandlung erst 14 Tage nach der Ernte getestet. Tabelle 2 zeigt ein ähnliches Bild für die Sorte Topaz wie Tabelle 1, allerdings gab es hier Fälle, in denen die MCP-Variante signifikant schlechter als die ULO-Variante war. Diese Fälle beziehen sicher allerdings nur auf den Zuckergehalt, welcher hinsichtlich Essqualität weniger kritisch als die Fruchtfleischfestigkeit und Säure zu beurteilen ist.

Vergleichbare Resultate wurden auch für die anderen getesteten Sorten ermittelt. Die Früchte aller Sorten wiesen nach allen Auslagerungen und nach dem Shelf-life Test Qualitätswerte auf, die den Anforderungen des Handels in der Schweiz genügen.

Tab. 2: Vergleich der ULO Lagerung bei 1°C ohne MCP-Einsatz mit der ULO Lagerung bei 3°C mit MCP-Einsatz bei der Sorte 'Topaz' (14 Tage nach Ernte) bezüglich Fruchtqualität (Fruchtfleischfestigkeit FFF, lösliche Trockensubstanz, titrierbare Säure) (PZP = Pflückzeitpunkt)

Topaz	PZP	AL1			NL1			AL2			NL2		
		1 Jahr (150d)	2 Jahr (175d)	3 Jahr (173d)	1 Jahr	2 Jahr	3 Jahr	1 Jahr (241d)	2 Jahr (223d)	3 Jahr (232d)	1 Jahr	2 Jahr	3 Jahr
FFF (kg/cm ²)	1	not tested			not tested			not tested			not tested		
	2	not tested			not tested			not tested			not tested		
	3	not tested			not tested			not tested			not tested		
Lösliche Trockensubstanz (°Brix)	1	not tested			not tested			not tested			not tested		
	2	not tested			not tested			not tested			not tested		
	3	not tested			not tested			not tested			not tested		
Säure (g/L)	1	not tested			not tested			not tested			not tested		
	2	not tested			not tested			not tested			not tested		
	3	not tested			not tested			not tested			not tested		

Grün: MCP Variante ist signifikant höher als ULO-Variante; gelb: kein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten; rot: MCP Variante signifikant niedriger als die ULO-Variante ($p = 0.05$).

Zusammenfassung Energiesparpotential beim Einsatz von 1-MCP:

Die breit angelegten Versuche am KOB sowie an der ACW zeigten, dass 1-MCP auf Grund der stark reifehemmenden Wirkung das Potential hat, den negativen Einfluss erhöhter Lagertemperaturen zu kompensieren. Bei einer Temperaturerhöhung auf 5°C zeigten die Versuche zwar ein Einsparpotential von bis zu 50%, um das Risiko einer Reife-fördernden Wirkung zu reduzieren ist in der Praxis jedoch von einer realistischen Temperaturerhöhung auf 3°C bzw. einem damit verbundenen Einsparpotential von ca. 35% auszugehen. Zudem zeigten die Versuche, dass das absolute Einsparpotential von zahlreichen Faktoren, wie den Außentemperaturen während der Lagerperiode oder der Position des Lagerraumes im Gebäude, abhängig ist. Um trotz erhöhter Temperaturen einen optimalen Erhalt der Fruchtqualität zu erreichen müssen der optimale Erntetermin der Früchte sowie die Empfehlungen hinsichtlich des Applikationstermins für 1-MCP eingehalten werden.

II.4.1.2 Energiesparpotential beim Einsatz der dynamischen CA-Lagerung (DCA):

Die Versuche zum Energiesparpotential der dynamischen CA-Lagerung wurden ebenfalls sowohl am KOB als auch an der ACW durchgeführt. Die Erfassung der kritischen Sauerstoffkonzentration erfolgte dabei mittels Messung der Chlorophyllfluoreszenz (HarvestWatch-System). Die Lagertemperatur wurde dabei in Kombination mit der DCA auf 3°C angehoben.

In Abbildung 4 ist exemplarisch der Stromverbrauch während 6,5 Monaten Lagerung unter ULO bei 3°C und DCA bei 3°C relativ zum Verbrauch bei ULO 1°C (=100%) dargestellt (KOB 2013/2014).

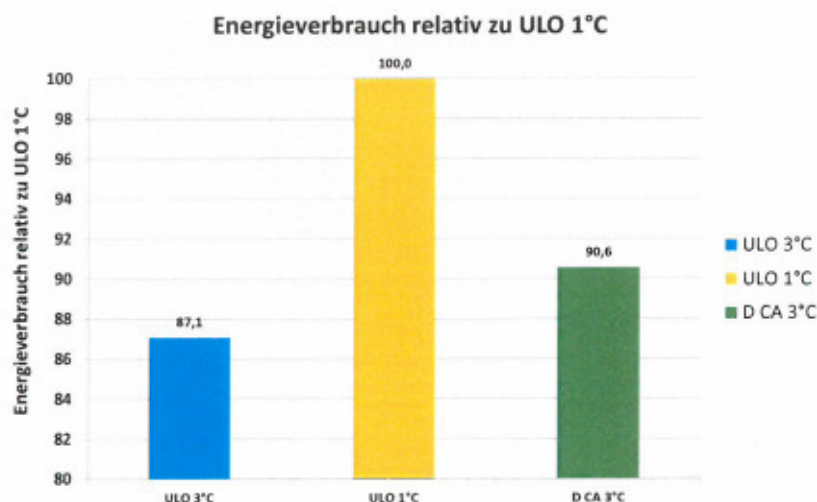


Abbildung 4: Energieverbrauch während 6,5 Monaten Lagerung unter ULO bei 3°C und DCA bei 3°C relativ zum Verbrauch bei ULO 1°C (=100%).

Wie bei der Lagerung mit 1-MCP war es auch bei Lagerung unter dynamisch kontrollierter Atmosphäre aufgrund der reifeinhibierenden Wirkung des Lagerverfahrens möglich, die negative (reife-fördernde) Wirkung erhöhter Lagertemperaturen zu kompensieren, wobei 1-MCP eine vergleichs-weise stärkere Hemmung der Reifeprozesse im Vergleich zur DCA-Lagerung bewirkt. Abbildung 5 zeigt exemplarisch die Fruchtfleischfestigkeit bei 'Golden Delicious' nach 3 sowie 6,5 Monaten ULO (1°C; 3°C) und DCA (3°C) -Lagerung sowie nach 7 Tagen Shelf-life bei 20°C im Anschluss an die Lagerung (Versuch KOB 2013/2014).

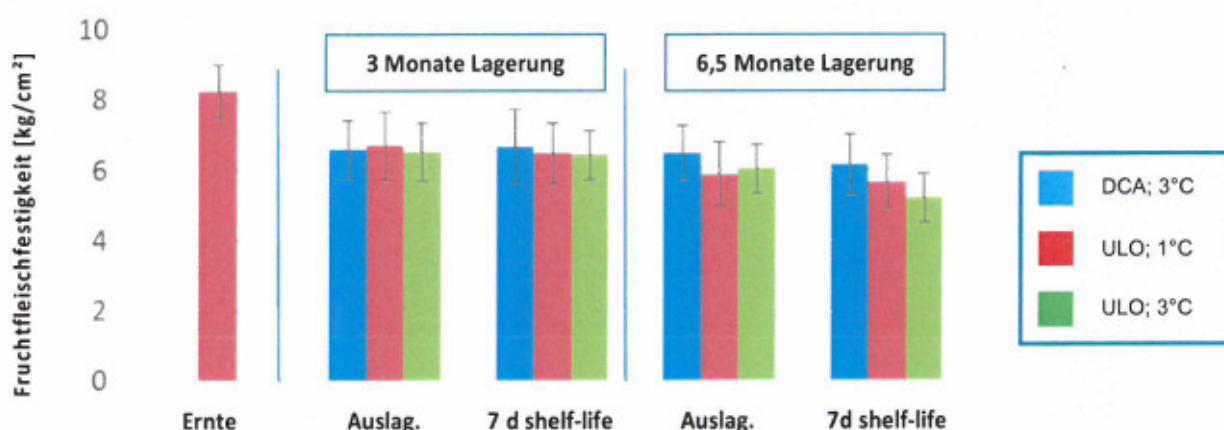


Abbildung 5: Fruchtfleischfestigkeit der Sorte 'Golden Delicious' zur Ernte, nach 3 sowie 6,5 Monaten Lagerung sowie nach 7 Tagen Shelf-life bei 20°C im Anschluss an die Lagerung (KOB).

Hinsichtlich des Auftretens von Lagerfäulen konnte in den Versuchen am KOB nur an 'Jonagold' bei der Variante "ULO bei 3°C" ein etwas höherer Anteil an Lagerfäulen beobachtet werden. Bei der Sorte 'Pinova' zeigte sich, wie bereits in den Versuchen mit 1-MCP, ein geringerer Anteil an Lagerfäulen (vor allem *Gloeosporium* spp.) nach Lagerung bei 3°C im Vergleich zu 1°C.

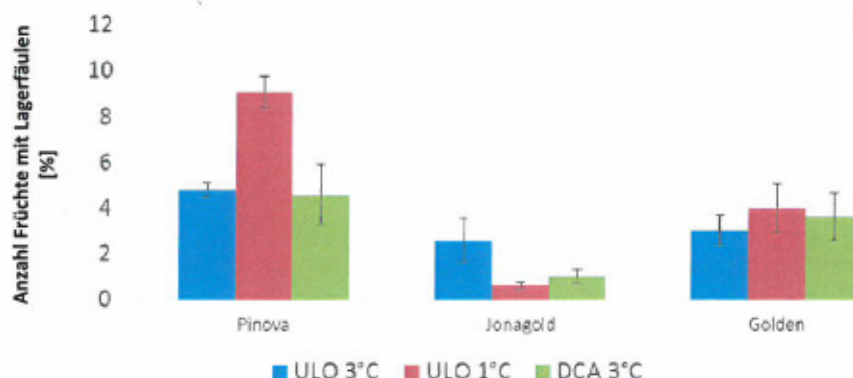


Abbildung 6: Anzahl an Lagerfäulen bei 'Golden Delicious', 'Jonagold' und 'Pinova' nach 6,5 Monaten Lagerung.

An der ACW wurde der Vergleich zwischen DCA bei 3°C und ULO-Bedingungen bei 1°C während 3 Jahren mit den Sorten 'Braeburn', 'Gala' und 'Golden Delicious' wiederholt, pro Sorte wurden jeweils 2 Pflückzeitpunkte getestet. Die ULO Bedingungen waren 1% O₂ und 3% CO₂ für 'Golden Delicious' und 'Gala' sowie 1,5% O₂ und 1% CO₂ für 'Braeburn'. Bei der DCA Variante wurde jeweils die für ULO empfohlene CO₂ Konzentration eingestellt, die O₂ Konzentration wurde mit Hilfe der Chlorophyllfluoreszenzmessung angepasst. Pro Sorte wurden 2 Auslagerungen und 2 Nachlagerungen (Shelf-life) bei 20°C für 7 Tage durchgeführt. Tabelle 3 zeigt die Resultate des Vergleichs DCA Lagerung bei 3°C und ULO Lagerung bei 1°C am Beispiel der Sorte 'Golden Delicious'. Die Fruchtqualität aus der DCA-Lagerung war derjenigen der ULO-Lagerung ebenbürtig, aber nie schlechter. Nur in wenigen Fällen war die Qualität der DCA-Früchte besser als diejenige der ULO-Früchte. Die Resultate waren für die anderen Sorten vergleichbar, wie Tabelle 3 exemplarisch für 'Golden Delicious' zeigt.

Tab. 3: Vergleich der ULO Lagerung bei 1°C mit der DCA Lagerung bei 3°C, bezüglich Fruchtqualität (Fruchtfleischfestigkeit FFF, lösliche Trockensubstanz, titrierbare Säure) bei 'Golden Delicious' (PZP = Pflückzeitpunkt)

Golden	PZP	AL1			NL1 (AL1 + 7Tage bei 20°C)			AL2			NL2 (AL2 + 7Tage bei 20°C)		
		1 Jahr (174d)	2 Jahr (155d)	3 Jahr (172d)	1 Jahr	2 Jahr	3 Jahr	1 Jahr (264d)	2 Jahr (238d)	3 Jahr (223d)	1 Jahr	2 Jahr	3 Jahr
FFF kg/cm ²	1												
	2												
Lösliche Trockensubstanz *Brix	1												
	2												
Säure g/L	2												
	3												

Grün: DCA Variante ist signifikant höher als ULO-Variante: gelb: kein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten: rot: DCA Variante signifikant niedriger als die ULO-Variante ($p = 0.05$).

Zusammenfassung Energiesparpotential beim Einsatz der dynamischen CA-Lagerung (DCA):

Die Versuche zeigten bei verschiedenen Apfelsorten, dass auch die Lagerung unter dynamisch kontrollierter Atmosphäre Möglichkeiten zum Anheben der Lagertemperaturen und damit zur Reduzierung des Energieverbrauches bietet. Insgesamt zeigt jedoch die Anwendung von 1-MCP eine vergleichsweise stärkere Hemmung der Reifeprozesse im Vergleich zur DCA-Lagerung. Daher ist für die Praxis von einer realistischen Temperaturerhöhung auf 2°C bis 3°C bei Anwendung der DCA-Lagerung auszugehen. Entscheidend für einen erfolgreichen Erhalt der Fruchtqualität bei erhöhten Temperaturen ist auch hier ein optimaler Erntetermin der Früchte sowie die Anwendung des Verfahrens entsprechend den Anwendungsempfehlungen.

II.4.2 Sortenscreening: Eignung verschiedener Sorten für die ULO-Lagerung bei höheren Temperaturen

Um zu überprüfen, in wie weit einzelne Apfelsorten für die Lagerung bei höheren Temperaturen geeignet sind, wurden an der ACW Versuche mit den Apfelsorten 'Diwa', 'Gala', 'Golden Delicious' und 'Topaz' von jeweils drei Ernteterminen durchgeführt. Die Lagerung der Früchte erfolgte bei Standard-ULO-Bedingungen (1.5% CO₂ und 1.5% O₂), jeweils bei 1°C sowie bei 3°C. Pro Sorte wurden 2 Auslagerungen und 2 Nachlagerungen (Shelf-life) bei 20°C für 7 Tage durchgeführt.

In Tabelle 4 ist der Vergleich der bei 1°C und 3°C gelagerten Früchte bezüglich Fruchtfleischfestigkeit, lösliche Trockensubstanz und titrierbarer Säure bei 'Topaz' dargestellt. Unabhängig vom Pflückzeitpunkt war die höhere Temperaturvariante gleichwertig oder signifikant schlechter als die niedrige Temperaturvariante. Insbesondere bei der Fruchtfleischfestigkeit gab es mehrere Fälle, bei denen die Festigkeit bei höherer Temperatur signifikant schlechter war als bei niedriger Temperatur.

Tab. 4: Vergleich der ULO Lagerung bei 1°C mit der ULO Lagerung bei 3°C, bezüglich Fruchtqualität (Fruchtfleischfestigkeit FFF, lösliche Trockensubstanz, titrierbare Säure) bei 'Topaz' (PZP = Pflückzeitpunkt).

Topaz	PZP	AL1			NL1 (AL1 + 7Tage bei 20°C)			AL2			NL2 (AL2 + 7Tage bei 20°C)		
		1 Jahr (150d)	2 Jahr (175d)	3 Jahr (173d)	1 Jahr	2 Jahr	3 Jahr	1 Jahr (241d)	2 Jahr (223d)	3 Jahr (232d)	1 Jahr	2 Jahr	3 Jahr
FFF kg/cm ²	1				not tested						not tested		
	2	not tested			not tested			not tested			not tested		
	3	not tested			not tested			not tested			not tested		
Lösliche Trockensubstanz °Brix	1				not tested						not tested		
	2	not tested			not tested			not tested			not tested		
	3	not tested			not tested			not tested			not tested		
Säure g/L	1				not tested						not tested		
	2	not tested			not tested			not tested			not tested		
	3	not tested			not tested			not tested			not tested		

Grün: 3 °C Variante ist signifikant besser als 1 °C-Variante; gelb: kein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten; rot: 3 °C Variante ist signifikant schlechter als 1 °C-Variante ($p = 0.05$).

Zusammenfassung: Eignung verschiedener Sorten für die ULO-Lagerung bei höheren Temperaturen

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass eine Temperaturerhöhung während der Lagerung ohne Zuhilfenahme von 1-MCP oder DCA aus qualitativer Sicht nicht empfohlen werden kann.

II.4.3 Untersuchungen zur Optimierung der Luftführung im Lager

Die Luftführung stellt einen der bedeutendsten Parameter während der Lagerung dar, da sie das Klima im Lager entscheidend beeinflusst. Zum einen ist sie von Bedeutung für die Effektivität der Kälteanlage, da eine optimale Luftführung Voraussetzung für die rasche Wärmeabfuhr von der gelagerten Ware zum Verdampfer ist. Dies ermöglicht zum einen eine gleichmäßige Temperatur- und Feuchteverteilung, verhindert die Bildung von Wärmenestern im Raum und wirkt sich dadurch letztlich positiv hinsichtlich eines möglichst geringen Wasserverlustes der Früchte aus. Zum anderen stellt eine ausreichende Luftumwälzung einen entscheidenden Einflussfaktor für das Auftreten physiologischer Lagerkrankheiten dar. Zur Verbesserung der Luftführung werden in der Praxis verschiedene Maßnahmen, wie das Anbringen von Luftleitblechen oder das Abschotten der Verdampfer empfohlen. Es gibt allerdings bisher keine Studien zur tatsächlichen Effektivität dieser Maßnahmen.

Um die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Verbesserung der Luftführung im Lager auf Raumklima, Frucht reife und Fruchtqualität zu untersuchen, wurden im Zuge des Projektes am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee zwei CA-Räume mit einem Lagervolumen von jeweils 40 Tonnen mit Sensoren zur Erfassung von Luftfeuchte und Luft- sowie Fruchttemperatur ausgestattet. Die Erfassung der Fruchttemperatur erfolgte dabei an insgesamt 9 Stellen pro Raum, im hinteren, mittleren sowie vorderen Drittel, jeweils in der obersten Großkiste unter der Decke, im mittleren Bereich sowie in der untersten Großkiste über dem Boden. Die Platzierung der Sonden erfolgte dabei in der mittleren Kistenreihe des Raumes in der Flucht zum Verdampfer. Zur Erfassung der Luftfeuchte wurden

zum einen im Bodenbereich unterhalb des Verdampfers sowie an der Decke vor der Türe aus jeweils 2 PT100 Temperatursonden gebaute Psychrometer angebracht. Zusätzlich wurde an der Messstelle am Boden unterhalb des Verdampfers eine weitere Sonde zur vergleichenden Erfassung der relativen Luftfeuchte angebracht. Die Durchführung der Versuche erfolgte mit Äpfeln der Sorte `Jonagold` von jeweils identischer Herkunft. Zusätzlich zur beschriebenen Erfassung der Parameter Fruchttemperatur und Luftfeuchtigkeit wurde anhand von Data-Loggern ebenfalls an jeweils 9 Messstellen pro Raum die Raumtemperatur sowie die lokale, relative Luftfeuchtigkeit gemessen. Die Erfassung der Luftgeschwindigkeiten im Raum erfolgte bei Einlagerung an den beschriebenen Messpunkten anhand eines Anemometers mit Hitzdrahtsonde.

Neben den Untersuchungen am KOB erfolgten in einem Großmarkt der Württembergischen Obstgenossenschaft (WOG) vergleichende Untersuchungen mit der Sorte `Jonagold` im Praxismaßstab unter CA-Bedingungen (1% O₂; 2,5% CO₂). Dazu wurde ein Raum (je 200t Lagerkapazität) mit einer Verdampferabschottung ausgestattet (optimierter Raum), der Vergleichsraum hingegen blieb ohne technische Veränderungen (Kontrolle). Beide Räume waren mit einem Luftleitblech gegenüber dem Verdampfer ausgestattet. Die Temperatur sowie Feuchteverteilung in den beiden Räumen erfolgte an jeweils 9 Messstellen je Raum anhand von Data-Loggern. Zusätzlich wurde vor Auslagerung an 13 Messstellen je Raum die Luftgeschwindigkeit gemessen. An Früchten von ebenfalls insgesamt 9 Messstellen wurde nach 9 Monaten Lagerung der Gewichtsverlust bestimmt, sowie die Fruchtqualität (Fruchtfleischfestigkeit, Zucker- und Säuregehalt) untersucht.

Fruchtqualität: Hinsichtlich der Fruchtqualität konnten in keinem der durchgeführten Versuche Unterschiede zwischen dem Raum mit optimierter Luftführung und dem "nicht optimierten" Raum festgestellt werden, wie Abb. 7 anhand der Fruchtfleischfestigkeit exemplarisch zeigt:

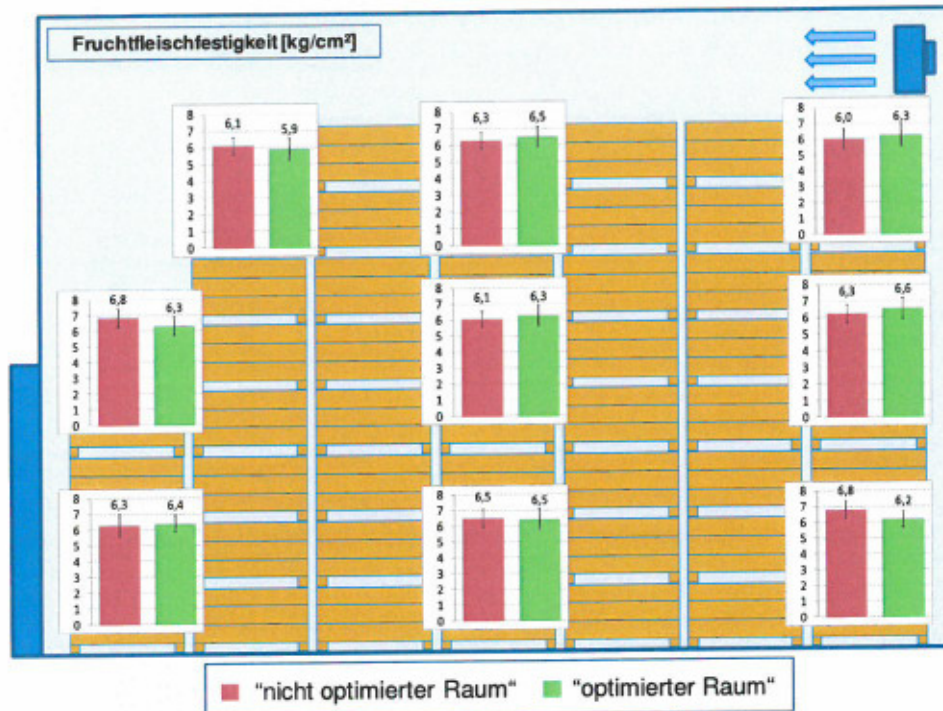


Abbildung 7: Fruchtfleischfestigkeit [kg/cm²] an jeweils 8 Messpunkten in einem Raum "mit Verdampferabschottung + Luftleitblech" sowie in einem Raum ohne Optimierung der Luftführung.

Luftgeschwindigkeit: Hinsichtlich der Luftgeschwindigkeiten im Raum zeigten die Versuche keinen Einfluss der Luftleitbleche auf die Luftgeschwindigkeiten im Raum. Die Verdampferabschottung hingegen führte zu höheren Luftgeschwindigkeiten im bodennahen Bereich, jedoch insgesamt zu geringeren Luftgeschwindigkeiten vor allem im oberen Bereich des Raumes. Letzteres lässt sich womöglich durch einen höheren Turbulenzgrad der Luft im nicht optimierten Raum erklären, was bei den Luftgeschwindigkeitsmessungen mit Hitzdraht-Anemometern zu höheren gemessenen Geschwindigkeitswerten geführt haben könnte.

Fruchttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit: Insgesamt konnte in den "optimierten Räumen" eine homogenere Temperaturverteilung gemessen werden. Vor allem am wärmsten Punkt des Raumes (am Boden unterhalb des Verdampfers) lag die gemessene Fruchttemperatur niedriger als im nicht optimierten Raum. Die Luftfeuchtemessungen ergaben im "optimierten Raum" höhere Werte als im "nicht optimierten" (z.B. Versuch 2012/2013: 96,5% rLF im optimierten Raum und 93,1% rLF im nicht optimierten Raum).

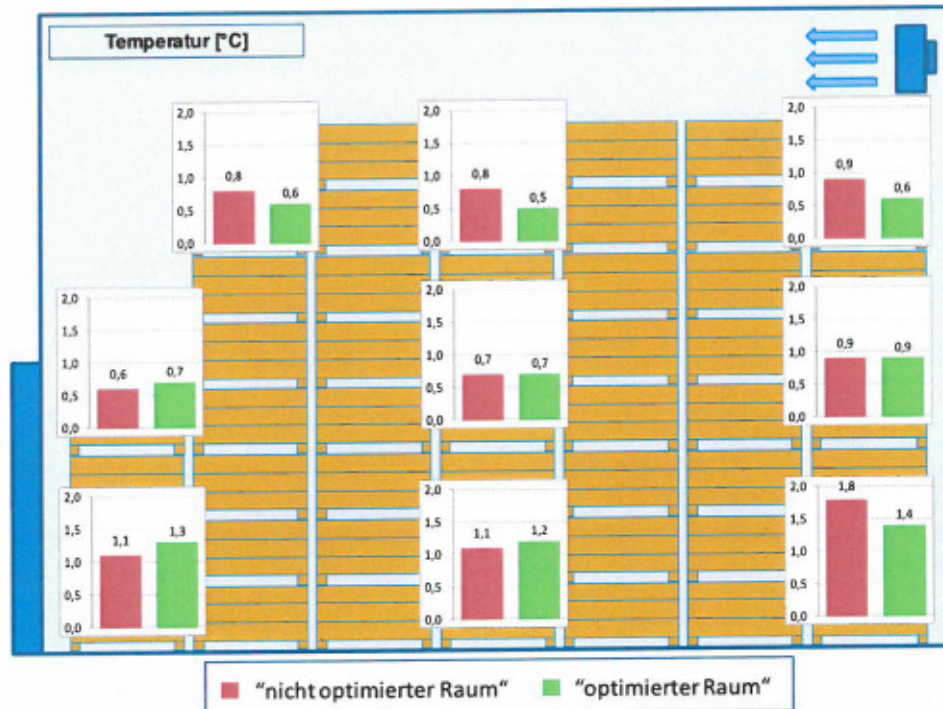


Abbildung 8: Fruchtemperatur [°C] an jeweils 8 Messpunkten in einem Raum "mit Verdampferabschottung + Luftleitblech" sowie in einem Raum ohne Optimierung der Luftführung.

Gewichtsverlust: Obwohl in den optimierten Räumen eine höhere Luftfeuchtigkeit sowie eine homogenere Temperaturverteilung gemessen werden konnte, zeigten die Äpfel tendenziell etwas höhere Gewichtsverluste sowie eine erhöhte Transpirationsrate (Abb. 9). Dies lässt sich mit stärkeren Luftbewegungen im Bereich der Fruchtoberfläche und einem damit verbundenen Abbau der laminaren Grenzschicht erklären, wodurch die Verdunstung der Frucht zunimmt.

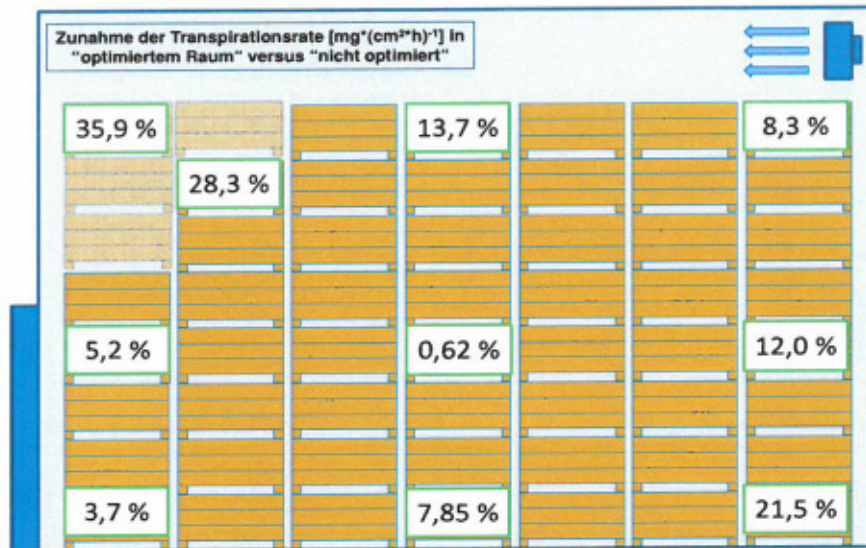


Abbildung 9: Zunahme der Transpirationsrate [%] im optimierten Raum im Vergleich zum nicht optimierten Raum.

Weiterführende Untersuchungen zur Optimierung der Luftführung nach Projektende:

Um die Thematik einer optimierten Luftführung tiefergehender untersuchen zu können, wurde im Rahmen des Projektes in einem der Versuchsräume (40t) am KOB eine spezielle Messeinrichtung zur repräsentativeren Erfassung der Luftgeschwindigkeiten installiert. Dabei ist es möglich an 4 Messarmen, welche an Führungsschienen an der Decke befestigt wurden, jeweils 10 Hitzdraht-Anemometer in unterschiedlicher Raumhöhe zwischen den Kistenstapeln per Elektroantrieb mobil zu bewegen. Dies erhöht die Anzahl an möglichen Messpunkten deutlich und bietet zudem die Möglichkeit, die Messpunkte auch bei geschlossenem Raum zu verändern. Basierend auf den gewonnenen Daten können anschließend Luftströmungen im Raum unter verschiedenen Bedingungen simuliert werden. Neben den Luftgeschwindigkeiten werden dabei die Temperatur- und Feuchteverteilung im Raum, der Gewichtsverlust der Früchte, sowie die Fruchtqualität (Festigkeit, Zuckersäuregehalt, Grundfarbe der Äpfel) erfasst. Die Untersuchungen mit der installierten Messeinrichtung werden nach Beendigung der Projektlaufzeit im Rahmen einer Promotion weitergeführt werden. Ziel der Untersuchungen ist es, nach Optimierung der Luftführung die Laufzeit der Ventilatoren bzw. die Leistung der Ventilatoren auf ein maximal notwendiges Maß zu reduzieren und dadurch den Energieverbrauch während der Lagerung zu senken.

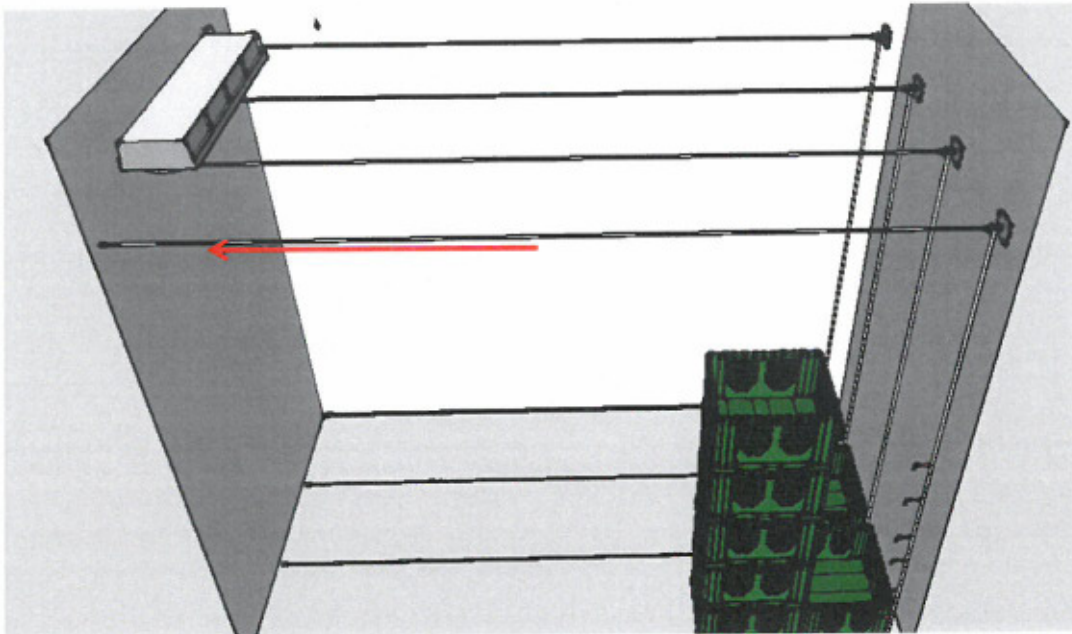


Abbildung 10: schematische Zeichnung zur Anordnung der Messarme im Versuchsraum

II.4.4 Simulation Kühlung mit Solarenergie

Alternative, nachhaltige Energiequellen sind ein wichtiges Thema auch in der Obstlagerung. Dabei steht auch die Photovoltaik zur Diskussion. Bei Installation von Photovoltaik-Anlagen auf den Dächern von Lagerhäusern kann der daraus entstehende Strom ins Netz eingespeist oder im Lagerhaus direkt verwendet werden.

In einem „Pilottest“ wurde mittels Simulation getestet, ob es möglich ist, durch eine reduzierte Kühlungs- und Ventilationszeit (Betrieb nur dann, wenn Solarstrom zur Verfügung steht) eine gleichwertige Fruchtqualität zu erzielen, wie in einem rund um die Uhr gekühlten Lagerraum. Der Versuch wurde in zwei identisch gebauten normalen Kühlräumen mit einer Kapazität von je 2 to Äpfeln durchgeführt. Ein Raum wurde unter Standardbedingungen betrieben, die Temperatur wurde auf 1 °C fixiert mit einer Hysterese von 0.8K; der andere Raum wurde so programmiert, dass nur 6 Stunden pro Tag gekühlt wurde, nämlich zwischen 10:00 Uhr und 16:00 Uhr bei 1 °C mit 0.3K Hysterese. In der übrigen Zeit lief weder die Kühlung noch die Ventilation.

Die Qualität der Früchte wurde in 2 Auslagerungen und 2 Nachlagerung gemessen, da der Versuch jedoch bei normaler Kühlung ohne CA-Atmosphäre stattfand, werden die Resultate hier nicht gezeigt, da der Qualitätsabbau zu stark war. Zusammenfassend lässt sich jedoch sagen, dass sich der normale Kühlbetrieb und die Solarvariante hinsichtlich Fruchtqualität nicht unterschieden.

Abbildung 1 illustriert, wie Raumtemperatur und Fruchttemperatur aufgrund der beiden Betriebsarten unterschiedlich reagierten. Die Temperatur der Fruchtfühler, die sich inmitten der Äpfel befin-

den, reagierte weitaus Träger als die Luftfühler. Dieses Phänomen kann auf die Kältespeicherkapazität der Früchte zurückgeführt werden, die als Temperaturpuffer fungieren. Insgesamt lief die Kühlung im Kontrollraum bei konventioneller Kühlung während der ganzen Lagersaison ca. 1175 Stunden, während der Raum mit begrenzter Kühlungszeit (Solarvariante) nur ca. 705 Stunden lief.

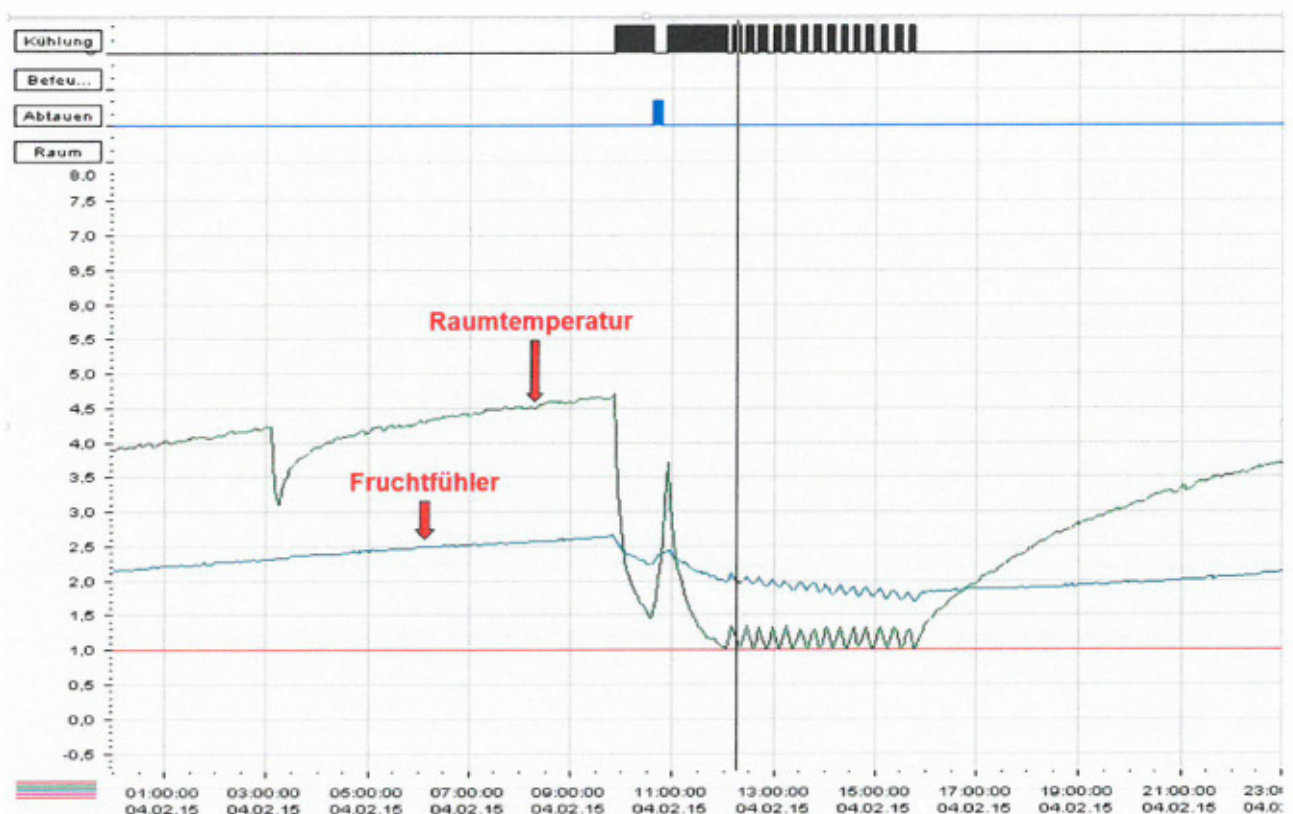


Abbildung 11: Verlauf der Fruchtemperatur und Raumtemperatur im Kühlraum mit „Solarsimulation“
 (Kühlung nur von 10 bis 16 Uhr).

II.4.5 Energieverbrauch in der Praxis

Im Zuge einer Kooperation, in Form einer Semesterarbeit, mit der Fachstelle Nachhaltigkeit und Energie der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) konnten bei einem Praxispartner des Interreg IV Projektes Energiemessungen durchgeführt werden. Der Fokus lag dabei auf der Einlagerungsphase, bei der die Äpfel von der Feldwärme auf die empfohlene Lager-temperatur heruntergekühlt werden (s. Abb. 12, anfängliche Phase der Lagerung). Diese Phase ist sehr energieintensiv und deshalb von Interesse für das Projekt.

Die Energiemessung wurde an einem CA-Lageraum in Egnach mittels Stromzangen durchgeführt. Dabei wurden auch die Mengen der eingelagerten Äpfel erfasst, da die Räume normalerweise in Etappen mit Früchten beschickt werden. Der Energieverbrauch wurde dann zwecks Analyse den verschiedenen Verbrauchern zugeordnet.

Nach der Bearbeitung der Daten konnte festgestellt werden, dass die Kompressoren mehr als 60% der Energie verbrauchen, und dass der restliche Teil größtenteils von den Ventilatoren verbraucht wird; Abtauung, Absorption und Frischluftventilation verbrauchen in der Einlagerungsphase nur einen winzigen Teil der Energie (Abbildung 12).

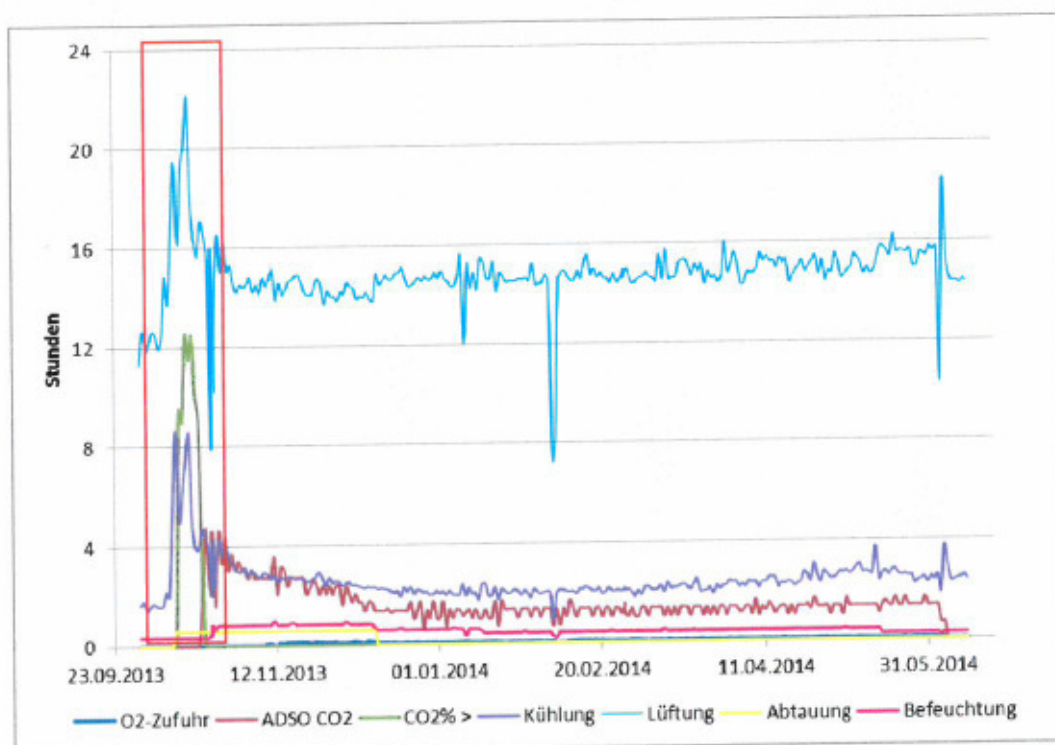


Abb. 12: Laufzeiten in Stunden von verschiedenen Geräte im Lagerraum. Daten aus der Lagersaison 2013-2014 aus einem 160 Tonnen Lagerraum in Egnach, Quelle: Tobi Seeobst / ISOLCELL.

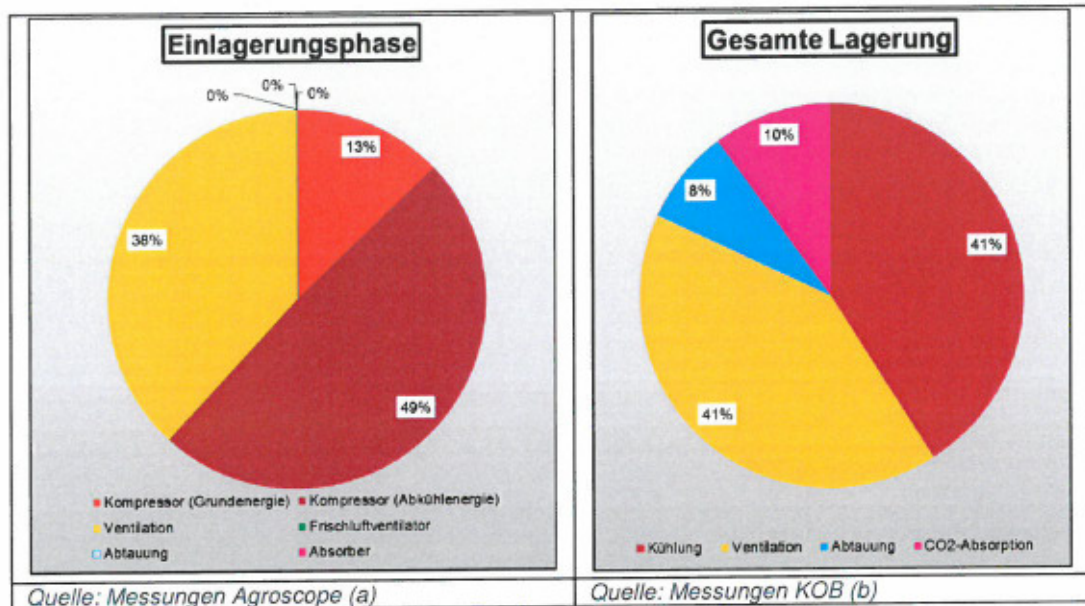


Abb. 12: Unterschiedliche Verursacher für den Energieverbrauch während der Einlagerungsphase (a) und für die gesamte Lagerdauer (b).

II.4.6 Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung in der Obstlagerung

Möglichkeiten zur energieeffizienten Nutzung der während der Lagerung entstehenden Abwärme gewinnen in letzter Zeit, nicht zuletzt auf Grund steigender Heizkosten, an Bedeutung. So ist es z.B. möglich über Wärmetauscher die Wärme des erhitzten Kältemittels im Kältekreislauf (Abb. 13) für Fußbodenheizungen oder als Brauchwasser zu nutzen. Inzwischen stehen für die Wärmerückgewinnung bzw. die Abwärmenutzung verschiedene technische Möglichkeiten zur Verfügung, die sich bezüglich der Investitionskosten, der Effizienz, aber auch hinsichtlich einer Reihe weiterer Vor- und Nachteile unterscheiden.

Im Rahmen einer Bachelorarbeit an der Fachhochschule Weihenstephan (Anna Stotz) wurde in Zusammenarbeit mit dem Arbeitsbereich Lagerung und Fruchtqualität am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee das Thema Abwärmenutzung in der Obstlagerung genauer untersucht. Dabei ging es vor allem darum, in der Praxis verfügbare technische Möglichkeiten der Abwärmenutzung zu erfassen und zu beschreiben sowie dabei die jeweiligen Vor- und Nachteile sowie Grenzen aufzuzeigen. Die Ergebnisse aus den Untersuchungen wurden nach Abschluss der Bachelorarbeit im Rahmen eines Seminars zu ernte- und lagertechnischen Themen am KOB sowie an der ACW vorgestellt. Eine Zusammenfassung der Arbeit findet sich in Form des Handouts der Vortragsveranstaltung im Anhang zu diesem Bericht.

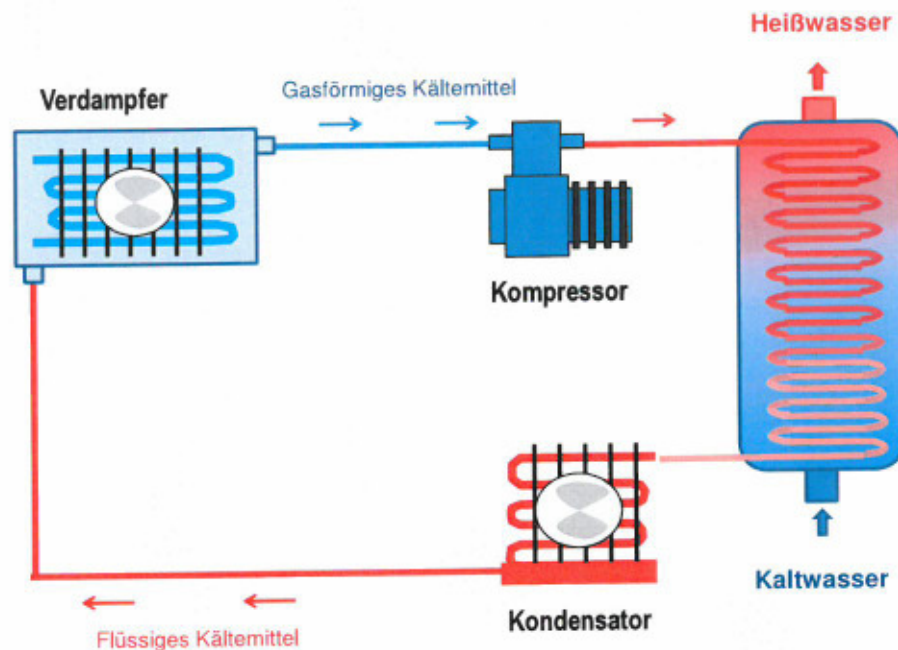


Abbildung 13: Schema zur Nutzung von Abwärme aus dem Kältekreislauf mittels Wärmetauscher

II.5 Erfahrungen mit der grenzüberschreitenden Kooperationsstruktur

Zwischen den Projektpartnern bestand während der gesamten Projektlaufzeit reger Austausch. Im Rahmen mehrerer Projekttreffen am Berufs- und Bildungszentrum Arenenberg sowie am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee wurden den Projektpartnern die jeweils aktuellen Ergebnisse aus den Versuchen vorgestellt und gemeinsam die Planung weiterer Untersuchungen besprochen. Zudem nutzten die beiden Projektpartner verschiedene internationale Tagungen, wie z.B. die "Controlled and Modified Atmosphere" in Trani (Italien), zur gemeinsamen Planung der Versuche. Außerdem veranstaltete das KOB zusammen mit der Forschungsanstalt ACW im August jeden Jahres in Deutschland sowie in der Schweiz ein Seminar zu aktuellen ernte- und lagertechnischen Themen (siehe II.7). Insgesamt konnte durch das Projekt die bereits aus früheren Interreg-Projekten bestehende Vernetzung insbesondere der beiden Forschungseinrichtungen KOB und ACW, aber auch zwischen den Forschungseinrichtungen und den Praxispartnern, weiter ausgebaut und vertieft werden.

II.6 Geplante Folgeaktivitäten sowie weitere Schritte zur Nutzung und Verbreitung der Ergebnisse

Das Thema Energieeinsparung hat sich sowohl am KOB als auch an der Forschungsanstalt ACW durch die Arbeiten im Projekt zu einem Schwerpunktthema entwickelt. Die im Rahmen des Projektes ermöglichten Anschaffungen bzw. Installationen an den beiden Versuchsstandorten sowie zum Teil in den Praxisräumen der Projektpartner ermöglichen eine weitere Bearbeitung des Themas auch nach Ablauf der Projektlaufzeit. Am KOB wird aktuell, basierend auf den ersten Untersuchungen im Rahmen des Projektes, eine Promotionsarbeit zum Thema "Optimierung der Luftführung im Lager" bearbeitet. Dabei steht unter anderem das Energiesparpotential der entwickelten Optimierungsmaßnahmen im Fokus der Untersuchungen. Des Weiteren wurden aktuell weitere Folgeprojekte beantragt, wobei sich ein Projekt ebenfalls speziell dem Thema "Optimierung der Luftführung" widmen soll. Die Ergebnisse aus dem Projekt werden weiterhin auf praxis- sowie wissenschaftlich orientierten Veranstaltungen oder in entsprechenden Zeitschriften veröffentlicht werden. Aufgrund der Aktualität des Themas ist das Interesse diesbezüglich momentan sehr groß.

In der Praxis werden aktuell bereits im Rahmen des Projektes entwickelte Maßnahmen zur Energieeinsparung in der Obstlagerung umgesetzt. Die Erfahrungen und Resultate aus dem Projekt ermöglichen dabei eine optimale Beratung der interessierten Betriebe.

II.7 Bericht über Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit

Das KOB veranstaltete zusammen mit der Forschungsanstalt ACW in Deutschland (Bavendorf) sowie in der Schweiz (Wädenswil) im August jeden Jahres ein Seminar zu aktuellen ernte- und lagertechnischen Themen. Zielgruppe der Veranstaltung waren Obstbauern, Lagerhalter, Berater sowie sonstige Vertreter der Lagerpraxis. Dabei wurden unter anderem jeweils aktuelle Ergebnisse aus dem Projekt vorgestellt. Zudem diente das Seminar zum Austausch mit den Kollegen. Des Weiteren wurde auf mehreren Fachveranstaltungen im In- und Ausland zum Thema Energieeinsparungen in der Obstlagerung referiert.

Neben den Vorträgen im Rahmen des jährlichen Lagerseminars wurden an der 49. Jahrestagung der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft in Dresden in einem Vortrag zum Thema "Möglichkeiten der Energieeinsparung beim Einsatz moderner Lagerverfahren im Obstbau" Ergebnisse aus dem Projekt vorgestellt. Zudem wurden auf der Fruchtwelt Messe in Friedrichshafen im Rahmen eines Vortrages zum Thema "Optimierter Einsatz Moderner Lagerverfahren, Vorteile, Nachteile, Grenzen" Teilergebnisse aus dem Projekt präsentiert.

Auf der internationalen Tagung Postharvest Unlimited 2014 auf Zypern wurde ein Vortrag zum Thema "Potential energy savings using modern storage technologies in combination with increased storage temperatures" gehalten sowie ein Poster zum Thema "Effects of an optimized air flow in apple storage rooms" präsentiert. An der 50. Jahrestagung der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft in Weihenstephan wurde außerdem ein Poster zum Thema "Möglichkeiten der Energieeinsparung bei ULO- und DCA-Lagerung in Kombination mit erhöhten Lagertemperaturen" präsentiert.

II.7.1 Übersicht Vorträge und Poster (KOB)

- Kitemann, D., Neuwald, D., Streif, J., Rux, G., Linke, M. und Geyer, M.: Studies on the optimization of air Flows in apple storage rooms. International Controlled and Modified Atmosphere research Conference 2013, 03-07.06.2013, Trani-Italy (Poster).
- Kitemann, D.: Möglichkeiten zur Energieeinsparung in der Obstlagerung. Vortrag zur Vorstellung des Interreg-Projektes auf der Veranstaltung "Klimaschutz ist Bauernschläue" der Bodenseestiftung am 03.12.2013 in Stockach.
- Neuwald, D., Kitemann, D.: Energieeinsparung bei der Obstlagerung. Fruchtwelt Bodensee. 21.-23.02.2014, Friedrichshafen-Deutschland (Vortrag).
- Neuwald, D., Kitemann, D., Streif, J., Spuhler, M., Rux, G., Linke, M., Geyer, M.: Effects of an optimized Air Flow in Apple Storage rooms. V International Conference Postharvest Unlimited. 10.-13.06.2014, Cyprus (Poster).
- Kitemann, D., Neuwald, D., McCormick, R., Streif, J.: Potential Energy savings using modern storage technologies in combination with increased storage temperatures. V International Conference Postharvest Unlimited. 10.-13.06.2014, Cyprus (Vortrag).
- Spuhler, M.S., Neuwald, D.A., Kitemann, D., Wünsche, J.N.: Optimierung der Luft- und Temperaturführung in Apfellagern zur Reduzierung des Energieverbrauchs. 50. Jahrestagung der deutschen gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft, 24.-28.02.2015, Freising-Deutschland (Poster).
- Neuwald, D., Kitemann, D.: Möglichkeiten zur Energieeinsparung bei ULO- und DCA-Lagerung in Kombination mit erhöhten Lagertemperaturen. 50. Jahrestagung der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft, 24.-28.02.2015, Freising-Deutschland (Poster).
- Neuwald, D., Streif, J., Kitemann, D.: Möglichkeiten der Energieeinsparung beim Einsatz Moderner Lagerverfahren im Obstbau. 49. Jahrestagung der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft. 05.-08.03.2015, Dresden-Deutschland (Vortrag).

- Neuwald, D., Kittermann, D.: The occurrence of *Neofabraea* spp. In 'Pinova' apples can be reduced by increased storage temperature. III International Symposium on Postharvest Pathology, 07.-11.06.2015, Bari-Italy.

II.7.2 Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften (KOB):

- Neuwald, D., Kittermann, D., Streif, J., Spuhler, M., Rux, G., Linke, M., Geyer, M.: Effects of an optimized Air Flow in Apple Storage rooms. *Acta Hort.* 1079.403-607.
- Kittermann, D., Neuwald, D., Streif, J., Rux, G., Linke, M. und Geyer, M., 2015: Studies on the optimization of air Flows in apple storage rooms. *Acta Hort.* 1071.603-608.
- Kittermann, D.; McCormick, R. J.; Neuwald, D. A. (2015): Effect of high temperature and 1-MCP application or dynamic controlled atmosphere on energy savings during apple storage. *European Journal of Horticultural Science* 80 (1). 33-38.

II.7.3 Vorträge und Poster (ACW)

- Sanzio Rombini, Energieeinsparungen in der Obstlagerung, Jahresendreporting 2013, Agroscope Wädenswil, 05.12.2013
- Sanzio Rombini: Energieeinsparungen bei Anwendung von 1-MCP und DCA: Eignung ausgewählter Sorten für die Lagerung bei erhöhten Temperaturen (2 identische Vorträge gehalten an der Lagertagungen 2014 in Wädenswil und Bavendorf).
- Sanzio Rombini, Energieeinsparung ohne Qualitätsverluste mit MCP?, Jahresendreporting 2014, Agroscope Wädenswil, 02.12.2014
- Vortrag von Jolanda Schaub, Agroscope, Wädenswil, 14.01.15
- Franz Gasser: Schlüsselergebnisse des Interreg Projektes „Energieeinsparungen in der Obstlagerung“ (2 identische Vorträge gehalten an der Lagertagungen 2015 in Wädenswil und Bavendorf) (geplant)

II.7.4 Publikationen und Medienmitteilungen (ACW)

- Jolanda Schaub, Energieverbrauch bei der Lagerung von Kernobst, Semesterarbeit 5. Semester, ZHAW Wädenswil, 18.12.14
- Weitere Publikationen sind geplant
-

II.7.5 Interne Berichte (ACW)

- Sanzio Rombini, Energiesparpotential in der Obstlagerung, 2013 (Literaturarbeit)
- Sanzio Rombini, Literaturarbeit Food Waste, 2015

II.7.6 Projektinterne Treffen

- Rundgang Lagerhäuser Tobi, OKH und Füglistler, 23.8.2012 (IST-Analyse)
- Treffen Agroscope & KOB, Bavendorf 7.3.2013 (Versuchsplanung)
- Treffen am Obstgroßmarkt Ailingen, 29.05.2013 (Versuchsplanung)
- Controlled and Modified Atmosphere Tagung in Trani, 03.06.2013 (Treffen zwischen KOB und ACW zur Projektplanung)
- Lebensmitteltagung, Wädenswil, 13.11.2013 (Thema Energie und Nachhaltigkeit)
- Klimaschutz ist Bauernschläue! Stockach, 03.12.2013 (Ökologie in der Landwirtschaft)
- Fruit Logistica, Berlin, 5-6.2.2014 (Energietechnik)
- Agroscope, Reckenholz, 10.2.2014 (Thema Ökobilanzen)
- Tobi Seeobst, Egnach, 14.8.2014 (Projektarbeiten)
- Tobi Seeobst, Egnach, 27.8.2014 (Projektarbeiten)
- KOB, Bavendorf, 9.9.2014 (Projektarbeiten)
- Tobi Seeobst, Egnach, 2.10.2014 (Semesterarbeit ZHAW)
- ZHAW, Wädenswil, 19.11.2014 (Semesterarbeit ZHAW)

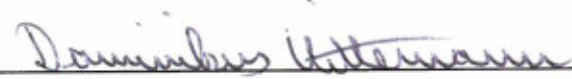
II.8 Projektbewertung

Der Projektverlauf sowie die Ergebnisse können insgesamt als sehr positiv bewertet werden. Einzelne im Rahmen des Projektes entwickelte Strategien zur Energieeinsparung werden bereits in der Lagerpraxis umgesetzt. Zudem hat sich das Thema Energieeinsparung sowohl am KOB als auch an der Forschungsanstalt ACW durch die Arbeiten im Projekt zu einem Schwerpunktthema entwickelt. Die im Rahmen des Projektes ermöglichten Anschaffungen bzw. Installationen an den beiden Versuchsstandorten sowie zum Teil in den Praxisräumen der Projektpartner ermöglichen eine weitere Bearbeitung des Themas auch nach Ablauf der Projektlaufzeit. Zudem konnten durch den Austausch mit Firmen und anderen Forschungseinrichtungen Kontakte aufgebaut werden,

welche auch für die weitere Beantragung und Durchführung von Projekten von großem Nutzen sein wird. So wurden aktuell bereits weitere Projekte, unter anderem mit dem Projektpartner ACW, beantragt. Aufgrund der Aktualität des Themas "Energieeinsparung" bestand bei Vorträgen auf praxis- sowie wissenschaftlich-orientierten Veranstaltungen stets großes Interesse der Teilnehmer, wodurch unter anderem auch die Außenwirkung der beiden Forschungseinrichtungen KOB und ACW positiv beeinflusst wurde. Die Kontakte mit den im Projekt beteiligten Praxispartnern werden auch nach Beendigung des Projektes weiterhin zur Bearbeitung weiterführender Fragestellungen bestehen.

Hiermit bestätige ich die Vollständigkeit und Richtigkeit der im Bericht gemachten Angaben.

Ort, Datum Ravensburg, 22.06.2015

Unterschrift 

A) Publikationen

Optimized Air Flow in Commercial CA Storage Room for Apples

D.A. Neuwald¹, D. Kitemann¹, M. Spühler¹, G. Rux², M. Linke² and M. Geyer²
¹ Competence Centre for Fruit Growing – Lake Constance & Physiology of Specialty Crops, University of Hohenheim, Ravensburg, Germany
² Leibniz Institute for Agricultural Engineering, Potsdam Bornim e.V., Potsdam, Germany

Keywords: *Malus domestica*, air circulation, air velocity, relative humidity, fruit temperature, fruit quality, weight loss, transpiration rate

Abstract

During a second experimental year we investigated the impact of storage room modifications on an optimized air flow. As in the first year the parameters investigated were temperature, humidity, air velocity, weight loss and fruit quality distribution. Therefore, two commercial CA rooms (40 tons each), one without ('not-optimized') and the other one with ('optimized') air deflector and evaporator sealing-off, were equipped with fruit temperature sensors at different fixed positions in the room. At the same positions, air velocity was measured with a hand held anemometer. In addition, relative humidity and air temperature were logged. Weight loss and fruit quality (firmness, titratable acidity, total soluble solids and skin colour) of the apples were determined for each measuring point after storage. Additionally to the first year we determined the transpiration rate of the fruit. An interpretation of air velocity measurements was not possible in the second year, due to technical problems during measurement. The average values for fruit temperature were lower in the 'optimized' room for all measuring points. Concerning fruit quality no differences have been observed between both rooms. As in the first year relative humidity was about 4% higher in the 'optimized' room. On the other hand higher transpiration rates were measured in this room, possibly caused by an increased evaporation due to 'optimized' show higher air flow near fruit surface. In contrast to these findings and to results from first year, weight loss was slightly lower in fruit from the 'optimized' room. The experiment of the second year partly confirms results obtained during the first year. Further experiments will be necessary to validate results obtained so far. For that matter it is important to include the determination of air turbulences in the rooms to support the interpretation of air velocity measurements.

INTRODUCTION

The air flow represents one of the most important parameters during storage, as it has a crucial influence on the climate in the storage room. An optimal air circulation is important for the efficiency of the refrigeration system, as it helps for the rapid transfer of heat from the stored fruit to the evaporator. This causes a uniform distribution of temperature and humidity, prevents the formation of hot spots within or between the bins and reduces the occurrence of physiological storage disorders, like scald or shrivel of the apples (Hall et al., 1961; Anet, 1972). Thus it is important for maintaining fruit quality and to get a homogenous pack out after long term storage (Amos, 2005; Kitemann et al., 2015).

During two experimental years the impact of different airflow influencing measures on temperature, relative humidity, air velocity, transpiration rate of the fruit, and fruit quality was investigated.

MATERIAL AND METHODS

To investigate the influence of 'optimized' air flows on fruit ripening and quality, two identical CA rooms, each with a storage capacity of 40 tons, were equipped with sensors to measure the RH as well as fruit and air temperatures during storage. Therefore,

we carried out two treatments: the 'optimized' room (Fig. 1B) with a combination of air deflectors and evaporator sealing-off and the 'not-optimized' room (Fig. 1A) without these modifications. Both rooms were filled with 'Jonagold' apples in 160 plastic fruit bins (each bin ~300 kg). The apples were taken from same origins and stored under CA conditions (ULO at 1°C, 1 kPa O₂ and 2.5 kPa CO₂) for 6 months. The cooling regulation was kept similar in both rooms. Fruit temperature sensors (PT 100) were placed at 9 different positions in the room (Fig. 1). The air velocity was measured at the same position as the fruit temperature at the end of storage period, using a hand held hot-wire anemometer (Testo 435-2, Fa. Testo, Lentzkrich, Germany). Additional air velocity measurements were conducted in one room fitted with an air deflector only ('air deflector') and in one room with only evaporator sealing-off ('sealing-off'). Air velocity measurements are shown as the mean of 40 single values at the same measuring point. RH was measured psychrometrically at two points during the whole storage period. The percentage fruit weight loss was calculated at the end of storage period from pre-weighted samples (30 similar sized apples × 4 reps.) placed in nets and loaded in bins at the start of storage period and the corresponding fruit weight at the end of storage period. The weight loss samples were then used for fruit quality analyses: firmness (N), titratable acidity (g/L), total soluble solids ('Brix) and skin colour ('h-value). Transpiration rate ('E') of fruit was determined with fruit from different positions (Fig. 1) and calculated with the following equation:

$$aE = \frac{FM1 - FM2}{A \times \Delta t} \quad (1)$$

where aE: transpiration rate (g cm⁻² h⁻¹); A: fruit surface (cm²); Δt: time (h); FM1: fresh weight before storage (g); FM2: fresh weight after storage (g).

RESULTS AND DISCUSSION

Air Velocity

From the second experimental year it was not possible to interpret results from anemometer measurements due to technical problems (data not shown). During first years experiment the 'optimized' room showed lower air velocities in the upper part of the room, possibly due to more air turbulences in the 'not-optimized' room, which influences the anemometer measurements and leads to higher measured air velocities. However, it was clearly shown that the sealing off of the evaporator led to an increased air velocity in the bottom part of the room. The effect of the air deflector alone (without evaporator sealing-off) did not differ from 'not-optimized' room (Fig. 2A).

Fruit Temperature and RH

Fruit temperatures were lower in the 'optimized' room for all measuring points, with an average fruit temperature of 0.8°C in the 'optimized' and 1.2°C in the 'not-optimized' room. Especially at the warmest point of the room (on the bottom below the evaporator), fruit temperature was 0.3°C lower when compared with the 'not-optimized' room (Fig. 2B). This result is in accordance with studies from Amos (2005) who found a correlation between warm spots and areas of low air velocity within a cool storage room. Hygrometric measurements of relative humidity (RH) showed an average of 96.4% in the 'optimized' and 95.5% in the 'not-optimized' room during second year. The psychrometric measurements of RH revealed an average of 98.2% in the 'optimized' and 94.9% in the 'not-optimized' room. These results show the difficulty of using reliable methods for exact measurements of the relative humidity in fruit storage rooms, where the temperature is near 0°C and values of relative humidity near to saturation point (100%), so the values are not identical for different methods of RH measurements (Waxler and Hasegawa, 1954; Hardy, 1998; Rotronic, 2005).

Weight Loss, Transpiration Rate and Fruit Quality

Weight loss in both rooms ('optimized' and 'not-optimized') proved to be similar (Fig. 2C). Results from first year (Kittmann et al., 2015) also showed similar weight losses for fruit stored in 'optimized' and 'not-optimized' rooms, although in first years experiments mass losses tended to be slightly higher in 'optimized' room, whereas during the second year it tended to be slightly lower. Results from transpiration rates are in agreement with results from the first year. In the 'optimized' room transpiration rates were significantly higher at all measuring points (Fig. 2D). The highest difference in the transpiration rate between both rooms was observed opposite to the evaporator (door side), with a difference of 35.9% as well as at the bottom of the room below the evaporator with a difference of 21.5% between 'not-optimized' and 'optimized' room. The average transpiration rate in the 'not-optimized' room was at $2.8 \text{ mg cm}^{-2} \text{ h}^{-1}$. Concerning fruit quality (firmness, titratable acidity, total soluble solids and skin colour) no differences were observed (data not shown).

CONCLUSIONS

An optimization of air flows led to a more uniform temperature distribution in first years experiment and to a lower average fruit temperature in the second year, as well as to a ~4% higher RH in both years when compared with the 'not-optimized' room. In the first year the optimization of air flows resulted in a lower air velocity in the upper part of the room and higher air velocities on the bottom part. The air deflector alone did not show any additional effect compared to the 'not-optimized' room. The effect of an 'optimized' air flow on the weight loss of the fruit is still unclear, as results from both years have partly shown contrary results. Transpiration rates and results from first years indicate that the weight loss tends to be slightly higher in 'optimized' air flow conditions, possibly due to an evaporation increasing effect of an 'optimized' air flow near fruit surface. Further experiments are required to confirm and to explain the data obtained so far.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the Interreg IV Program Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein Nr. 255 (Energy Savings During Fruit Storage) for financial support.

Literature Cited

- Amos, N.D. 2005. Characterisation of air flow in a commercial cool store using a carbon monoxide gas tracer technique. *Acta Hort.* 687:305-311.
- Anet, E.F.L.J. 1972. Superficial scald, a functional disorder of stored apples. IX. Effect of maturity and ventilation. *J. Sci. Food Agr.* 23:763-769.
- Hall, E.G., Scott, K.J. and Riley, T.J. 1961. Effects of ventilation on the development of superficial scald on cool stored 'Granny Smith' apples. Technical Paper Nr. 25, CSIRO Division of Food Preservation, p.3-12.
- Hardy, B. 1998. Determination of relative humidity in subzero temperatures. http://www.mbw.ch/papers/RH_WMO.pdf
- Kittmann, D., Neuwald, D.A., Streif, J., Rux, G., Linke, M. and Geyer, M. 2015. Studies on the optimization of air flows in apple storage rooms. *Acta Hort.* 1071:603-608
- Rotronic. 2005. The Rotronic Humidity Handbook. All you never wanted to know about humidity and didn't want to ask. http://www.southeastern-automation.com/PDF/Rotronic/Humidity_Handbook.pdf
- Wexler, A. and Hasegawa, S. 1954. Relative humidity-temperature relationships of some saturated salt solution in the temperature range 0° to 50°C . *J. Res. Nat. Bur. Stand.* 53:19-26.

Figures

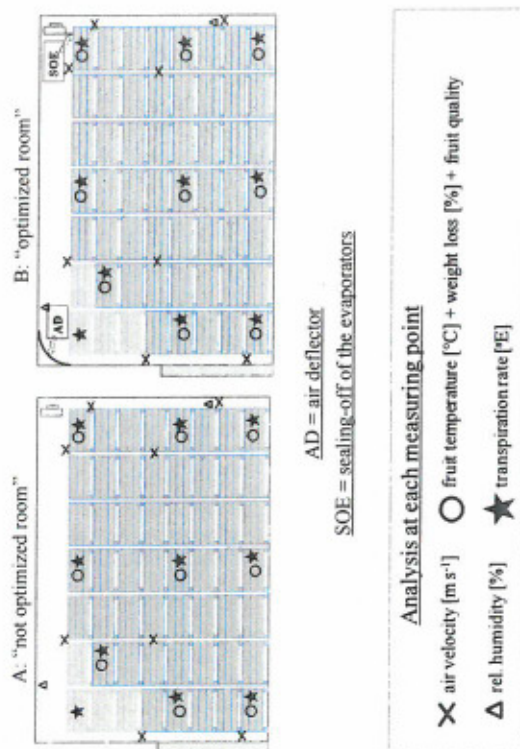


Fig. 1. 'Not-optimized' and 'optimized' CA rooms with measuring points for air velocity, fruit temperature, weight loss, relative humidity and fruit quality.

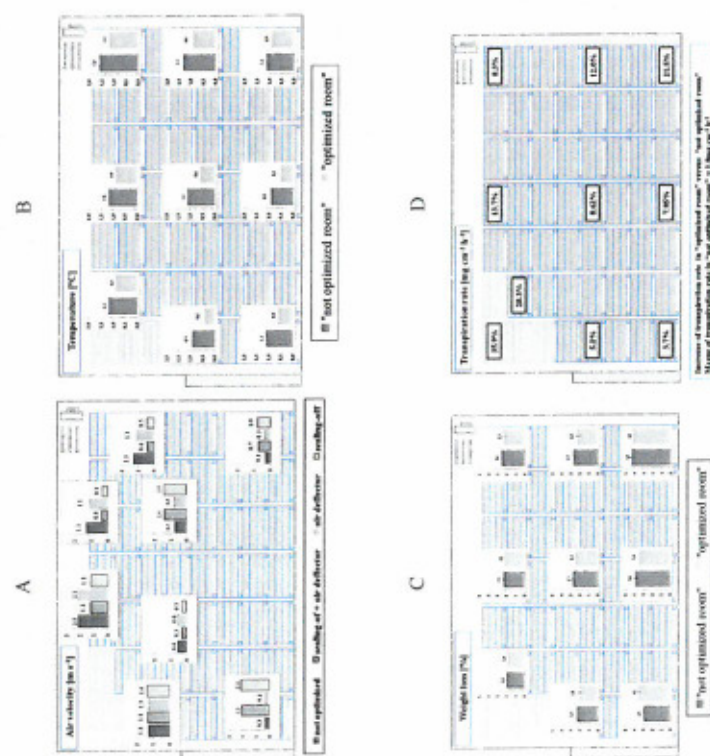


Fig. 2. Distribution of air velocity (A), temperature (B), weight loss (C) and transpiration rate (D) in an apple storage room: (A): 'not optimized' air flow, 'optimized' airflow, and separately sealing-off of the evaporator, or air deflector, (B to D): 'not optimized' air flow and 'optimized' air flow.

Studies on the Optimization of Air Flows in Apple Storage Rooms

D. Kittermann^{1,2,a}, D.A. Neuwald¹, J. Streif³, G. Rux³, M. Linke³ and M. Geyer³

¹ Competence Centre for Fruit Growing – Lake Constance, Ravensburg, Germany

² Physiology of Specialty Crops, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany

³ Leibniz Institute for Agricultural Engineering, Potsdam Bornim e.V., Potsdam, Germany

Keywords: air circulation, air velocity, relative humidity, fruit temperature, fruit quality

Abstract

Air circulation is one of the most important parameters during fruit storage, as it has a crucial influence on the climate within the storage room. We investigated the impact of measures to optimize storage room air flows on air and fruit temperatures, relative humidity (RH) distribution and air velocity within and between fruit bins, weight loss of the fruit, and fruit quality at storage outturn. Two identical commercial CA rooms (40 tons 'Jonagold' apples each), one with (optimized) and the other without (non-optimized) air deflectors and sealing-off of the evaporators, were equipped with sensors to measure fruit temperatures at different positions in the room. At the same positions, air velocity was measured at the beginning of storage with a hand held anemometer. Additionally RH was measured psychrometrically. Results showed lower air velocities in the room with optimized air flow, maybe due to more air turbulence in the non-optimized room, which can influence anemometer measurements, leading to higher measured air velocities. The optimized room had ~4% higher RH, a more uniform temperature distribution and 0.4°C lower fruit temperature in the warmest part of the room. Weight loss tended to be slightly higher in the optimized room, maybe due to an increased evaporation resulting from the optimized air flow near the fruit surface. Fruit quality analyses at storage outturn did not show any differences between the two storage rooms.

INTRODUCTION

Air flow is one of the most important parameters during fruit storage, as it has a crucial influence on the climate within the storage room. A uniform air distribution within the storage room is important to both maintain fruit quality and minimize quality variability during long term storage (Amos, 2005). It is important for the efficiency of the refrigeration system, as optimal air circulation is essential for the rapid transfer of heat from the stored fruit to the evaporator. This allows a uniform distribution of temperature and humidity, prevents the formation of hot spots within or between bins, and maybe thereby helps to reduce water loss from the fruit. Correct bin placement within a storage room to optimize air flows can result in shorter cooling times, reduced energy consumption and improved fruit quality after extended storage periods (Hellickson and Baskins, 2003). In addition, adequate air circulation is essential to reduce the occurrence of fruit shrivel or physiological storage disorders, like scald. In particular, scald incidence can be influenced by the air flow in a room, as the accumulation of α -farnesene, a terpene related to the formation of scald symptoms, can be reduced by a sufficient air flow (Hall et al., 1961; Anet, 1972). Studies also suggest that the decrease of scald incidence observed with increased ventilation is due to the loss of critical volatiles, other than α -farnesene (Matich et al., 1998). Different studies have investigated air flow in storage rooms, using for example visualisation techniques such as smoke tracing (Amos et al., 1993) or the flow pattern of hydrogen bubbles in physical models (Lovat and Willis, 1993). Experiments from Hellickson et al. (1996, 1997) provided evidence of non-uniform air circulation patterns in two 1000 bin controlled atmosphere (CA) storage

^a kittermann@kob-bavendorf.de

rooms. Commonly recommended practical measures to improve the air flow in storage rooms include the installation of air deflectors or sealing-off of the evaporators. Air deflectors are usually placed on the corner opposite to the evaporator (Fig. 1). The sealing-off of the evaporators closes the space between the evaporators and the wall and between the outer evaporators and the upper bins in the room (Fig. 1). Both measures aim to avoid air short circuits and to allow for a more optimal air flow pattern within the room and closer to the fruit. However, there have been no studies to quantify the effectiveness of these measures.

MATERIAL AND METHODS

To investigate the influence of optimized air flows on fruit ripening and quality, two identical CA rooms with a storage capacity of 40 tons each were equipped with sensors to measure the RH as well as fruit and air temperatures during storage. In one 'optimized' room a combination of air deflectors and sealing-off of the evaporators were installed, in the other room air flows were not optimized. Both rooms were filled with 'Jonagold' apples in plastic fruit bins (~300 kg) sourced from the same origin and placed under CA conditions (1°C, 1% O₂, 2.5% CO₂) for 5 months. Fruit temperature sensors (PT 100) were placed at 9 different positions in the room: in the back, middle and front third, respectively, on the top, in the middle and in the first bin on the bottom of the room (Fig. 1). At the same positions air velocity was measured at storage end using a hand held anemometer (Testo 435-2, Fa. Testo, Lentz Kirch, Germany) with hot wire probe and data air deflector only ('air deflector') and in one room with only sealing-off of the evaporator ('sealing-off'). Air-velocity measurements are the mean of 40 single values. RH was measured psychrometrically at two measuring points during the whole storage period. The percentage fruit weight loss was calculated at the end of storage from pre-weighted samples (30 similar sized apples × 4 reps) placed in nets and loaded in bins in the same positions in both rooms at room filling. The weight loss samples were then used for fruit quality analyses: firmness (N), titratable acidity (g/L), total soluble solids (°Brix) and skin colour (°h-value).

RESULTS AND DISCUSSION

Air Velocity

Air velocity measurements for the 'optimized', the 'air deflector' and the 'sealing-off' room as well as from a room without any additional optimization measures are shown in Figure 2A. There was no effect of the 'air deflector' only compared to the non-optimized room. Accordingly, the 'optimized' and 'sealing-off' treatments did not differ from each other, both these treatments showed lower air velocities in the upper part of the room. This can possibly be due to more air turbulence in the 'non optimized room' which influences the anemometer measurements and leads to higher measured air velocities. Another possible reason can be an increased air resistance or a lower available air volume on the inlet side of the evaporator in the optimized room. However, it was clearly shown that the sealing off of the evaporator led to an increased air velocity in the bottom part of the room.

Fruit Temperature and RH

In agreement with the air velocity measurements, a more uniform temperature distribution was measured in the 'optimized' room. Especially at the warmest point of the room (on the bottom below the evaporator) fruit temperature was 0.4°C lower when compared to the non-optimized room (Fig. 2B). This result agrees with studies from Amos (2005), who found a correlation between warm spots and areas of low air velocity within a cool storage room. The RH in our experiment was at 96.5% in the 'optimized' and at 93.1% in the 'non optimized' room.

Weight Loss and Fruit Quality

Weight loss tended to be slightly higher in the 'optimized' room in spite of 4% higher RH, although there were only small differences (Fig. 2C). Higher weight loss may possibly be due to an increased evaporation caused by the optimized air flows near fruit surface. A positive correlation between air flow and fruit weight loss has been observed for example in peaches (Whitelock et al., 1994). Although the air velocity flowing over the surface of the fruit seems to have relatively little effect on moisture loss (Waeli, 1991), there are indications that the transpiration rate of apples increases slightly with increasing air flow (Gaffney, 1985). Firmness (Fig. 2D), TA, TSS and skin colour (data not shown) results showed no differences between both rooms.

CONCLUSIONS

Optimization of air flows led to a more uniform temperature distribution and to ~4% higher RH when compared to the 'non-optimized' room. The optimization of air flows resulted in a lower air velocity in the upper part of the room, but a higher air velocity on the bottom part. Fitting an air deflector only did not show any additional effect compared to the 'non-optimized' room. Weight loss tended to be slightly higher in the 'optimized' room. The interpretation of this effect is quite difficult and should be proved in next experiments. No differences in fruit quality were observed. Further experiments will be necessary to confirm and to explain the data obtained so far.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the Interreg IV Program Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein Nr. 255 (Energy Savings During Fruit Storage) for financial support, our colleague Roy McCormick for improvements to the manuscript and our colleagues Sabine Sonntag and Berenice Vollmar for realizing the quality analyses.

Literature Cited

- Amos, N.D., Cleland, D.J., Banks, N.H. and Cleland, A.C. 1993. A survey of air velocity, temperature and relative humidity in a large horticultural coolstore. *Refrig. Sci. Technol.* 3:414-424.
- Amos, N.D. 2005. Characterisation of air flow in a commercial cool store using a carbon monoxide gas tracer technique. *Acta Hort.* 687:305-311.
- Anet, E.F.L.J. 1972. Superficial scald, a functional disorder of stored apples. IX. Effect of maturity and ventilation. *J. Sci. Food Agr.* 23:763-769.
- Gaffney, J.J., Baird, C.D. and Chau, K.V. 1985. Influence of airflow rate, respiration, evaporative cooling, and other factors affecting weight loss calculations for fruits and vegetables. CH-85-15, No. 2. Amer. Soc. Heat. Refrig. Air Cond. Eng., Inc. Atlanta, GA.
- Hall, E.G., Scott, K.J. and Riley, T.J. 1961. Effects of ventilation on the development of superficial scald on cool stored 'Granny Smith' apples. Technical Paper Nr. 25. CSIRO Division of Food Preservation, p.3-12.
- Hellickson, M.L. and Baskins, R.A. 1996. Cool-down comparisons of d'Anjou pears tightstack versus conventional stacking. *Or. AES Tech. Paper No. 10, 956. Proc. 12th Ann. Washington Tree Fruit Postharvest Conf. Wash. State Hort. Assn. PO Box 136, Wenatchee, WA. 98807. March.*
- Hellickson, M.L. and Baskins, R.A. 1997. Effect of tight-stacking bins on fruit temperature reduction. *Or. AES Tech. Paper No. 11, 192. CA '97 Proceedings Vol. 1, Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference, University of California, Davis, CA, July 13-18, 1997 (1):64-69.*
- Hellickson, M.L. and Baskins, R.A. 2003. Visual documentation of air flow patterns in a controlled atmosphere storage. *Acta Hort.* 600:173-179.
- Lovatt, S.J. and Willix, J. 1993. A physical model of air flow in beef chillers. *Refrig. Sci. Technol.* 3:199-206.
- Matich, A.J., Banks, N.H. and Rowan, D.D. 1998. Modification of alpha-farnesene levels

in cool stored 'Granny Smith' apples by ventilation. *Acta Hort.* 464:171-176.

Waeli, H. 1991. Humidity Management in CA Storages. *Tree Fruit Postharvest J.* 2:16-20.

Whitelock, D.P., Brusewitz, G.H., Smith, M.W. and Zhang, X. 1994. Humidity and airflow during storage affect peach quality. *HortSci.* 29:798-801.

Figures



Fig. 1. 'Non-optimized' and 'optimized' CA rooms with measuring points for air velocity, fruit temperature, weight loss, relative humidity and fruit quality.

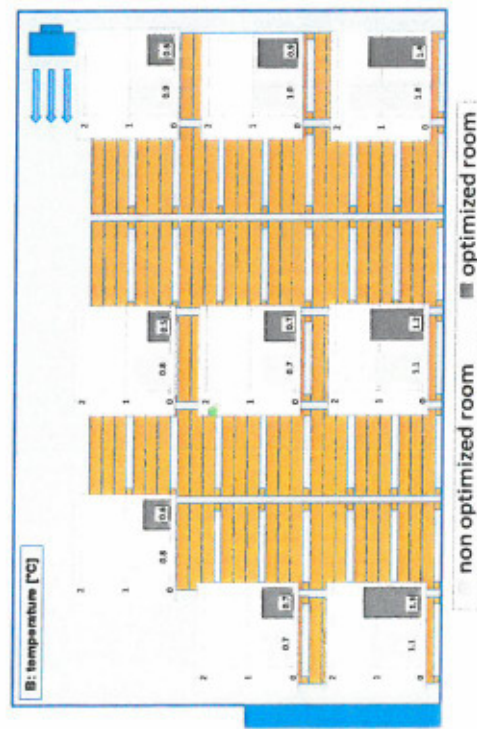
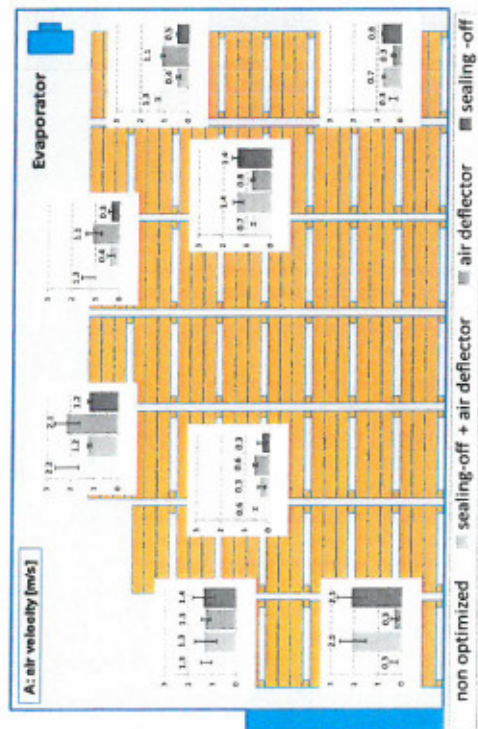


Fig. 2. A-D: Distribution of air velocity (A), temperature (B), weight loss (C) and fruit firmness (D) in an apple storage room, (A): non optimized air flow, optimized airflow, and separately sealing-off of the evaporator, or air deflector, (B-D): non optimized air flow and optimized airflow.

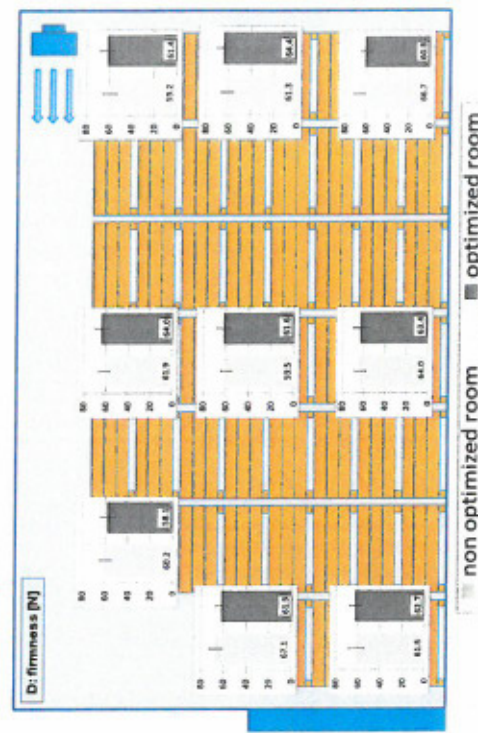
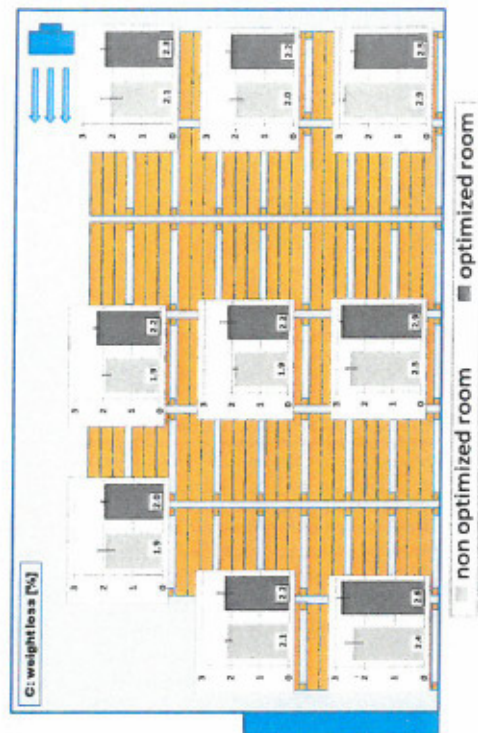


Fig. 2. Continued

Breeding for bi-colored and red skinned pear varieties

Michael Neumüller, Felicitas Ditttrich

Bayerisches Obstzentrum, Am Süßbach 1, D-85399 Hallbergmoos, www.bayoz.de

nm@bayoz.de

Distinctiveness, excellent storability and good internal quality are essential for new pear varieties. In 1999, a pear breeding program was established at Bavarian Centre of Pomology and Fruit Breeding, Hallbergmoos, Germany. Out of several thousands of pear seedlings with bi-colored or completely red skinned fruits, a clone with completely distinct fruit color was selected: At picking time its skin color is violet similar to existing red skinned pear varieties. During storage the color turns to bright red which is unique and makes the fruit very attractive. The inner fruit quality is very similar to 'Red Bartlett'. The fruit stores well in cold storage until March or even later. Several crosses of this variety candidate were made in order to study the inheritance of the bright red color.

This and some bi-colored selections have the potential to compete with the green and yellow skinned varieties such as 'Conference' or 'Abate Fetel' which dominate the European market.

Möglichkeiten der Energieeinsparung beim Einsatz von ULO- und DCA-Lagerung

Daniel Alexandre Neuwald, Dominikus Kitzemann

Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee

neuwald@kob-bavendorf.de

Entwicklungen im Bereich der Obstlagerung und Qualitätserhaltung in den vergangenen Jahrzehnten haben nicht nur zu qualitativen Verbesserungen sowie zur Erweiterung der Angebotspalette beigetragen, sondern vor allem auch zu einem höheren Energieaufwand geführt. Im Zuge steigender Energiepreise und der Forderung nach nachhaltiger Lebensmittelproduktion gewinnen Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauches auch im Bereich der Obstlagerung an Bedeutung. Im Rahmen eines INTERREG IV-Projektes wird am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB) das Energiesparpotential moderner Lagerverfahren in Kombination mit erhöhten Lagertemperaturen untersucht. Der Ansatz der Untersuchungen besteht darin, dass die entsprechenden Verfahren aufgrund ihrer reifeninhibierenden Wirkung das Potential zur Kompensierung negativer Effekte höherer (als der praxisüblichen) Lagertemperaturen haben. Im vorliegenden Versuch wurde in baugleichen CA-Räumen (11t) die Lagerung unter ULO (ultra low oxygen) - sowie DCA (dynamic controlled atmosphere)-Bedingungen bei 3°C mit der Standard ULO-Lagerung bei 1°C hinsichtlich Energieverbrauch, Fruchtqualität, parasitärer sowie physiologischer Lagerschäden sowie Gewichtsverlust an den Apfelsorten 'Jonagold', 'Pinova' und 'Golden Delicious' untersucht. Während in früheren Untersuchungen mit 1-MCP (Methylcyclopropen) ein Einsparpotential von bis zu 35% während 5 bis 7 Monaten ULO-Lagerung durch Anhebung der Lager-Temperatur von 1,5°C auf 4°C erreicht werden konnte, zeigten die vorliegenden Ergebnisse zur Lagerung bei ULO und DCA-Bedingungen und 3°C (ohne 1-MCP) im ersten Jahr ein Einsparpotential von ca. 15% während 6 Monaten Lagerung im Vergleich zu Standard ULO-Lagerung bei 1°C. Dabei war hinsichtlich der Fruchtqualität kein negativer Effekt der erhöhten Lagertemperatur festzustellen. Der Beifall mit Gloeosporium spp. an der Sorte 'Pinova' war bei den höheren Temperaturen geringer als bei 1°C, was Ergebnisse der vorhergehenden Jahre bestätigt. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass auch die ULO bzw. DCA-Lagerung in Kombination mit höheren Lagertemperaturen Möglichkeiten zur Energieeinsparung bieten, ohne dabei die Fruchtqualität negativ zu beeinflussen. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass die Anwendungen entsprechend guter Lagerpraxis (optimaler Erntezeitpunkt, optimale Lagerbedingungen) durchgeführt werden. Um die Anwendung der beiden Verfahren in Kombination mit erhöhten Lagertemperaturen bei anderen Sorten zu prüfen sind weiterführende Untersuchungen notwendig.

Möglichkeiten der Energieeinsparung beim Einsatz moderner Lagerverfahren im Obstbau

Daniel Alexandre Neuwald, Josef Streif und Dominikus Kittenmann

Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee und Universität Hohenheim (340f)

neuwald@kob-bavendorf.de, streif@kob-bavendorf.de und kittenmann@kob-bavendorf.de

Entwicklungen im Bereich der Lagerung und Qualitätserhaltung in den vergangenen Jahren machen es heute möglich, dem Verbraucher über das ganze Jahr verteilt eine breite Palette an nahezu "ernteischem" Obst anzubieten. Diese stetige Intensivierung im Bereich der Obstlagerung hat jedoch nicht nur zu qualitativen Verbesserungen sowie zu Erweiterungen der Angebotspalette beigetragen, sondern vor allem auch zu einem deutlich höheren Energieaufwand geführt. Im Zuge steigender Energiepreise und der Forderung nach nachhaltiger Lebensmittelproduktion gewinnen Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauches auch im Bereich der Obstlagerung an Bedeutung.

Im Rahmen eines INTERREG IV-Projektes (Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein) werden am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB) Maßnahmen und Strategien zur Energieeinsparung während der Obstlagerung erarbeitet. Ein Ansatz der Untersuchungen besteht darin, dass moderne Lagerverfahren, wie der Einsatz von 1-MCP (SmartFreshTM) oder die dynamische CALagerung (DCA), aufgrund ihrer reifeninhibierenden Wirkung das Potential zur Kompensierung der negativen Effekte höherer (als der praxisüblichen) Lagertemperaturen haben, ohne dass dabei die Fruchtqualität negativ beeinflusst wird. Die Untersuchungen dazu werden in baugleichen Räumen am KOB durchgeführt, wobei der Stromverbrauch für die Kompressoren der Kälteanlage, die Ventilation, die Abtauung der Verdampfer sowie den CO₂-Adsorber getrennt erfasst wird. Bisherige Ergebnisse zeigen dabei ein Einsparpotential von ca. 50% während 5 bis 7 Monaten ULO-Lagerung durch Anhebung der Lagertemperatur von 1°C auf 4°C, wobei in Kombination mit 1-MCP kein negativer Effekt hinsichtlich der Fruchtqualität festgestellt wurde.

Im Rahmen des Projektes wird zudem das Energiesparpotential weiterer technischer Maßnahmen untersucht und bewertet. Dazu zählen zum Beispiel Versuche zur Optimierung der Luftführung im Lager sowie Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung während der Obstlagerung.

Der Vortrag gibt einen Überblick über bisherige Untersuchungen sowie Ergebnisse des Projektes.

Zur Qualität der EJHS-Publikationen aus Sicht der Statistik

Georg Ohmayer

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

georg.ohmayer@hswt.de

Das EJHS (European Journal of Horticultural Science) ist - laut Angabe im Vorspann jeden Heftes - das offizielle Journal der DGG (Deutsche Gartenbauwissenschaftliche Gesellschaft). Die Finanzierung des Journals belastet den Etat der DGG erheblich und war Gegenstand kontroverser Diskussionen auf vergangenen Mitglieder-Versammlungen. Insofern soll eine Diskussion der inhaltlichen Qualität der EJHS-Publikationen im Rahmen der wissenschaftlichen Tagung einen Beitrag zur Bewertung von Handlungsalternativen der DGG liefern.

Der Autor legt allerdings großen Wert auf die Einschränkung: ausschließlich die statistische Auswertung der beschriebenen Versuche sowie deren grafische Aufbereitung und nicht deren sonstige Relevanz für den Gartenbau wird behandelt.

Folgende Kritikpunkte werden diskutiert und mit Beispielen belegt:

- In sehr vielen Auswertungen werden Methoden verwendet, die eine Gauß'sche Normalverteilung der Daten voraussetzen, was aber (z.B. bei einer Angabe von Mean $\pm$ SE-Mean = 0 $\pm$ 0) keinesfalls gegeben sein kann.
- Gelegentlich werden Versuchs-Varianten mittels statistischer Testverfahren (z.B. Varianzanalyse) verglichen, welche die Homoskedastizität der Daten unterstellen. Die gleichzeitige Angabe völlig unterschiedlicher Streuungen einzelner Varianten konterkariert die gemachten Voraussetzungen in diesem Fall.
- Die Grafiken mancher Publikationen sind teils bezüglich ihrer Gestaltung verbesserungswürdig, teils zeigen sie aber auch, dass die Art der durchgeführten Datenauswertung zu kritisieren ist.
- Manche Autoren werten die Varianten innerhalb eines Datensatzes getrennt aus, anstatt nach einem einzigen Erklärungsmodell für den gesamten Datensatz zu suchen, was aus verschiedenen Gründen viel besser wäre.

B) Veröffentlichte Poster

Neuwald, D.¹, Kittermann, D.^{1,2(*)}, Streif, J.¹, Spuhler, M.¹, Rux, G.³, Linke, M., Geyer, M.³

¹ Competence Center for Fruit Growing – Lake Constance, Ravensburg, Germany

² University of Hohenheim, Germany

³ Leibniz Institute for Agricultural Engineering Potsdam Bornim e.V., Germany

Introduction

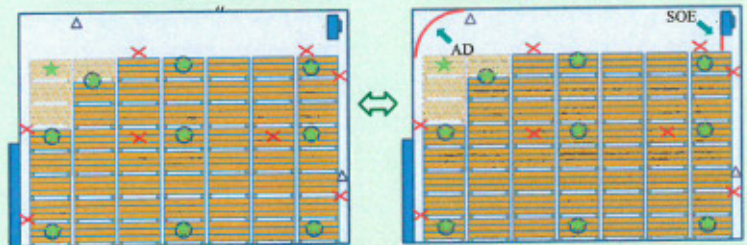
The air flow represents one of the most important parameters during storage, as it has a crucial influence on the climate in the storage room. An optimal air circulation is important for the efficiency of the refrigeration system as well as for the rapid transport of heat from the stored fruit to the evaporator. This causes a uniform distribution of temperature and humidity, prevents the formation of hot spots within or between the bins, and reduces the occurrence of physiological storage disorders, like scald, or shrivel of the apples.

During two experimental years the impact of different airflow influencing measures on temperature, humidity distribution, air velocity, transpiration rate of the fruit, and fruit quality was investigated.

Material and Methods

A: "not optimized"

B: "optimized room"



AD = air deflector

SOE = sealing-off of the evaporators

Analysis at each measuring point

- ✗ - air velocity [m/s] Δ rel. humidity [%]
- - fruit temperature [°C] + quality (data not shown)
- ★ - transpiration rate [°E]

$$^{\circ}E = \frac{FM_1 - FM_2}{A \cdot \Delta t}$$

A: fruit surface [cm²]

Δt: time [h]

FM1: fresh weight before storage

FM2: fresh weight after storage

Results

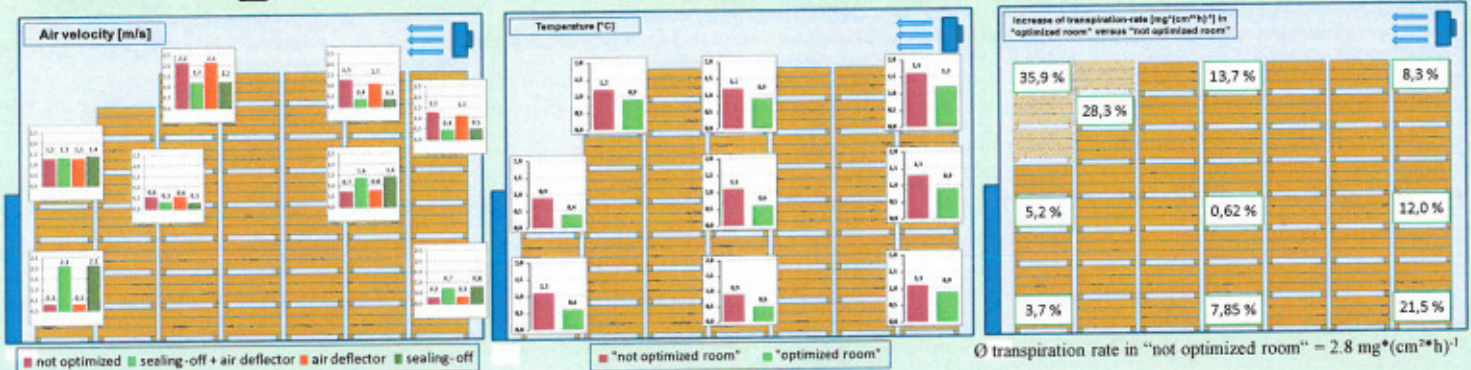


Fig. 1: Distribution of air velocity (2012/2013) (A), temperature (2013/2014) (B) and transpiration rate (2013/2014) (C) in an apple storage room; (A): not optimized air flow, optimized airflow, and separately sealing-off of the evaporator, or air deflector; (B) and (C): not optimized air flow and optimized airflow.

Summary

Optimization of the air flow leads to:

- lower air velocity (possibly due to more air turbulences in the not optimized room which influence anemometer measurements and lead to higher measured air velocities)
- lower mean temperatures
- about 4% higher relative humidity
- higher transpiration rates (possibly caused by an increased evaporation due to optimized air flow near fruit surface)

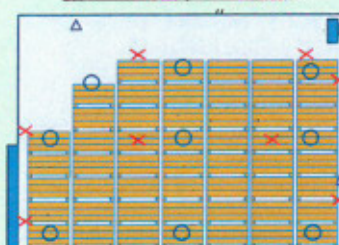
Introduction

The air flow represents one of the most important parameters during storage, as it has a crucial influence on the climate in the storage room. An optimal air circulation is important for the efficiency of the refrigeration system as well as for the rapid transport of heat from the stored fruit to the evaporator. This causes a uniform distribution of temperature and humidity, prevents the formation of hot spots within or between the bins, and reduces the occurrence of physiological storage disorders, like scald, or shrivel of the apples.

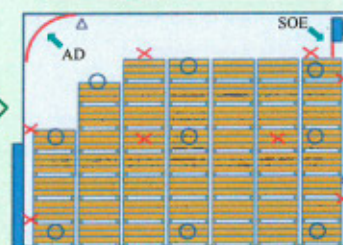
The aim of our work is to investigate the impact of different airflow influencing measures on temperature, humidity distribution, and air velocity within and between the bins, water loss of the fruit, and fruit quality.

Material and Methods

A: "not optimized"



B: "optimized room"



AD = air deflector

SOE = sealing-off of the evaporators

Analysis at each measuring point

- ✗ - air velocity [m/s]
- - water loss [%]
- - fruit temperature [°C]
- △ - rel. humidity [%]
- - fruit quality (data not shown)

Results

A

B

C

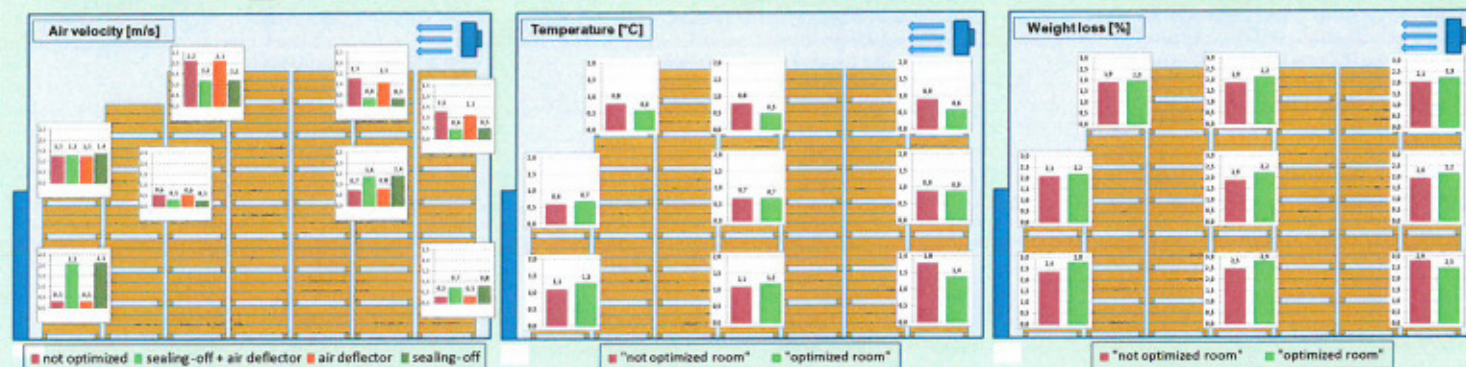


Fig. 1: Distribution of air velocity (A), temperature (B) and weight loss (C) in an apple storage room; (A): not optimized air flow, optimized airflow, and separately sealing-off of the evaporator, or air deflector; (B) and (C): not optimized air flow and optimized airflow.

Summary

Optimization of the air flow leads to:

- lower air velocity (possibly due to more air turbulences in the not optimized room which influence anemometer measurements and lead to higher measured air velocities)
- more homogenous temperature distribution and 0.4°C lower fruit temperature in the warmest part of the room
- about 4% higher relative humidity
- slightly higher weight loss (possibly caused by an increased evaporation due to optimized air flow near fruit surface)

Optimierung der Luft- und Temperaturführung in Apfellagern zur Reduzierung des Energieverbrauchs

Spuhler, M.S.^{1,2}, Neuwald, D.A.² & Kitemann, D.^{1,2}, Wünsche, J.N.¹

¹ Universität Hohenheim, Stuttgart (Ertragsphysiologie der Sonderkulturen)

² Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee, Ravensburg (Ernte, Lagerung und Fruchtqualität)

Hintergrund

Entwicklungen im Bereich der Kernobstlagerung in den vergangenen Jahrzehnten haben nicht nur zu qualitativen Verbesserungen sowie zu Erweiterungen der Angebotspalette beigetragen, sondern auch zu einem höheren Energieaufwand geführt hat. Neben der Kälteanlage wird ein Großteil der Energie für den Betrieb der Ventilation im Lagerraum aufgebracht (ca. 40%). Im Rahmen des hier beschriebenen, mehrjährigen Promotionsvorhabens sollen daher Maßnahmen entwickelt werden, welche eine optimale Luft- und Temperaturverteilung im Obstlager bei gleichzeitiger Reduzierung des Energieaufwands und Erhaltung der Fruchtqualität ermöglichen. Zunächst soll der Ist-Zustand von Luftgeschwindigkeit, Luftstromrichtung und Temperatur in einem praxisüblichen CA-Lager (40 t Äpfel) dreidimensional erfasst werden.

Material und Methoden

Parameter:	Messprinzip:	Sensoren:	Messpunkte [n]:
Luftgeschwindigkeit (m/s)	thermische Differenz	Heißdraht-Anemometer	420
Luftströmungsrichtung (m/s; x,y,z)	thermische Differenz + Koordinate	3-D Luftströmungskugel	27
Lufttemperatur (°C)	thermische Differenz	Datenlogger	47
Fruchttemperatur (°C)	thermische Differenz	Pt100	9
rel. Luftfeuchtigkeit (%)	thermische Differenz	Psychrometer	2

Versuchsablauf:

Versuch I: IST-Zustand in einem 40 t CA Lager

- Luftgeschwindigkeit
- Strömungsrichtung
- Temperaturverteilung

Versuch II: → Optimierung der Luftführung durch bauliche Komponenten (z.B. Luftleitbleche, Verdampfer-Abschottung) → Reduzierung der Ventilatorleistung

Versuch III: Vergleich IST-Zustand (VI: Kontrolle) mit optimierter Variante (VII) → Auswirkungen auf Fruchtqualität und Energieverbrauch

Bildschirm

Zielsetzung

- Repräsentative IST-Erfassung des Strömungsverhaltens und der auftretend Luftgeschwindigkeiten innerhalb eines Obstlagers.
- Eine Optimierung der Luftführung ermöglicht eine Reduzierung der Ventilatorleistung sowie eine erhöhte Effizienz der Kälteanlage (verbesserte Wärmeabfuhr).
- Produktangepasstes Luft- und Temperaturregime ist bedarfsabhängig regelbar anhand weniger Messwerte.
- Best Practice Katalog zur energieeffizienten Lagerung von Kernobst.

Einleitung

Entwicklungen im Bereich der Obstlagerung und Qualitätserhaltung in den vergangenen Jahrzehnten haben nicht nur zu qualitativen Verbesserungen sowie zur Erweiterungen der Angebotspalette beigetragen, sondern vor allem auch zu einem höheren Energieaufwand geführt. Im Zuge steigender Energiepreise und der Forderung nach nachhaltiger Lebensmittelproduktion gewinnen Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauches auch im Bereich der Obstlagerung an Bedeutung. Im Rahmen eines INTERREG IV-Projektes wird am KOB das Energiesparpotential moderner Lagerverfahren in Kombination mit erhöhten Lagertemperaturen untersucht. Der Ansatz der Untersuchungen besteht darin, dass die entsprechenden Verfahren aufgrund ihrer reifeinhibierenden Wirkung das Potential zur Kompensierung negativer Effekte höherer (als der praxisüblichen) Lagertemperaturen haben.

Material und Methoden

3 identisch CA Räume (je 11t)

Lagerdauer:

3 und 6,5 Monate Lagerung

Lagerbedingung:

- ULO 1°C (Kontrolle),
- ULO 3°C,
- DCA 3°C

Lagerbedingung: 'Golden Delicious', 'Jonagold' und 'Pinova'

Fruchtqualität untersucht

- Fruchtfestigkeit
- Säure Gehalt
- Atmungsrate
- Gewichtsverlust
- Parasitär und physiologische Bonitur
- Farbe von den Schale
- Refraktometer-Werte
- Ethylene Bildung

Strom Messung

Kompressoren (Kälte), Evaporatoren und Abtaug

Berechnung Energieverbrauch

CO₂ Adsorber durch Laufzeit pro Raum



Ergebnisse

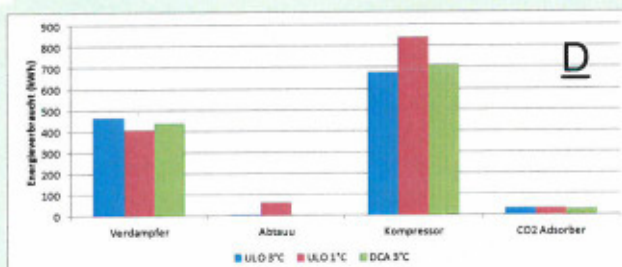
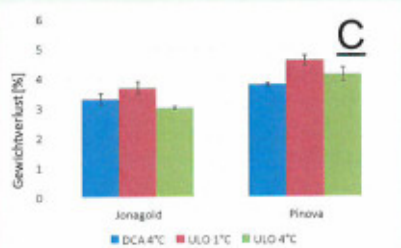
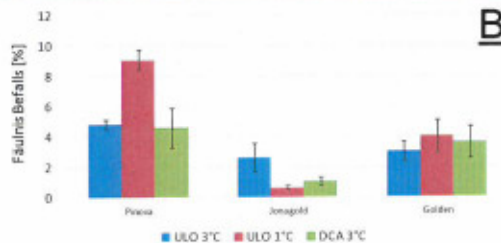
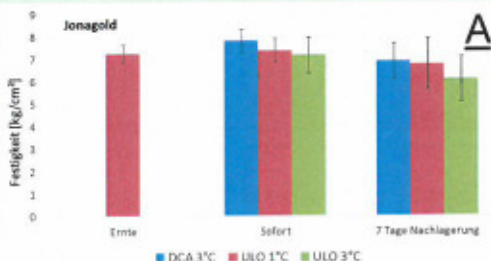


Abb. 1: Fruchtfestigkeit (A), Fäulnis Befalls (B), Gewichtverlust (C) und Energieverbrauch (D) in ULO und DCA-Lagerung bei 1 und 3°C während 6,5 Monate Lagerung.

Fazit

- DCA- und ULO-Lagerung hat die Potentiell und die Wirkung von hohe Temperatur zu kompensieren, Die beiden Lagermethoden verlangsamt die Reifeprozess auch wenn bei hohe Temperatur (3°C) gelagert in vergleich zu 1°C.
- DCA- und ULO-Lagerung bei erhöhten Temperatur bietet Energieeinsparung ohne Qualitätsverlust.
- Gewichtverlust zeigt niedriger in wärmere Räume.
- Vorsicht: Zu vermeiden eine negative Einfluss der erhöhte Lagertemperature muss Berücksichtigt Die Optimal Erntezeitpunkt, Optimale Lagerbedingungen, sowie recht zeit Kühlen und CA-Anfang

The occurrence of *Neofabraea* spp. in 'Pinova' apples can be reduced by increased storage temperature

Neuwal, D.¹ and Kitemann, D.^{1,2}

¹ Competence Center for Fruit Growing – Lake Constance and ²Physiology of Specialty Crops, University of Hohenheim, Ravensburg, Germany, E-Mail: neuwald@kob-bavendorf.de



Introduction

The apple variety 'Pinova' is highly susceptible to fungal decay, mainly caused by *Neofabraea alba* and *N. perennans* (syn. *Gloeosporium* spp./ Bull eye rot).

The aim of this work was to evaluate the influence of different storage temperatures in combination with modern storage technologies on the occurrence of fungal diseases in 'Pinova' apples.

Material and Methods

Experimental period:

- 4 years (2010-2014)

Storage facilities:

- three identical rooms (11 t each)

Storage temperature:

- 1°C; 3°C; 4°C; 5°C

Storage conditions:

- ULO (1.0kPa O₂ + 2.5kPa CO₂)
- ULO + 1-MCP
- DCA (~ 0.5kPa O₂ + 2.5kPa CO₂)

Quality analysis:

- at harvest, after storage plus seven days shelf life (firmness, TA, TSS, colour)

Decay incidence:

- after storage (four bins ~300kg)



Fig 1: 'Pinova' Apples on tree



Fig 2: *Neofabraea* spp.



Fig 3: Counting decay incidence using touch- sensors on the grading line

Results

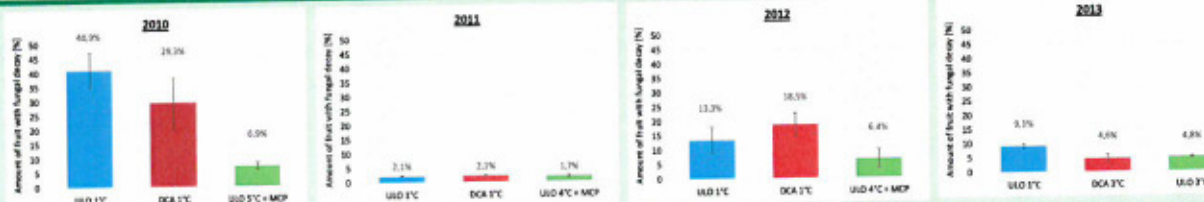


Fig. 4: Effect of storage temperature, CA conditions and 1-MCP application on the occurrence of *Neofabraea* spp. in 'Pinova' apples during four years after 7 (2010/2011), 8 (2011/2012), 8.5 (2012/2013) and 6.5 (2013/2014) months of storage (error bars = SD).

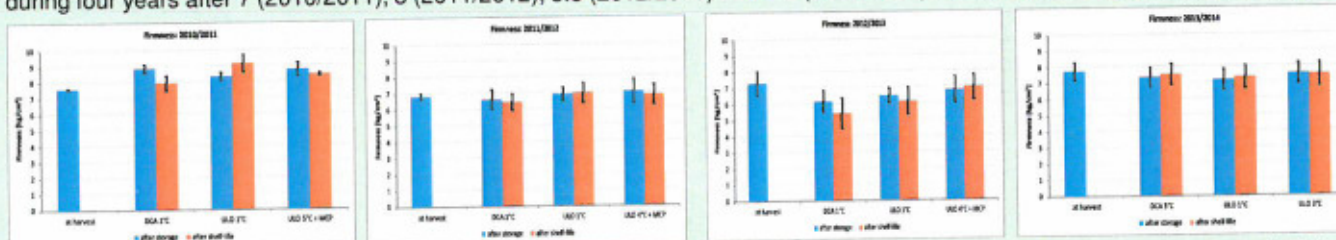


Fig. 5: Effect of storage temperature, CA conditions and 1-MCP application on firmness in 'Pinova' apples during four years after 7 (2010/2011), 8 (2011/2012), 8.5 (2012/2013) and 6.5 (2013/2014) months of storage plus 7 days shelf-life at 20°C (error bars = SD).

Conclusion

Increased storage temperatures decreased the occurrence of *Neofabraea* spp. in 'Pinova' apples without having a negative influence on fruit quality.

Additionally increased storage temperatures provide a significant reduction of energy consumption during storage, as multi-years experiment have shown.

Acknowledgements:

We acknowledge the Interreg IV for the financial support of Project nr. 255: Energy savings during fruit storage.



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



C) Vorträge

Interreg IV- Projekt

Energieeinsparungen in der Obstlagerung

Dr. Dominikus Kitemann
Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee

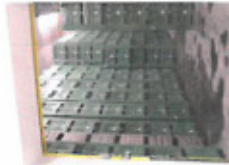


Energieeinsparung bei der Obstlagerung

KOMPETENZZENTRUM OBSTBAU - BODENSEE
D-88213 Ravensburg-Bavendorf

Josef Streif – Daniel Neuwald – Dominikus Kitemann





Potential energy savings using modern storage technologies in combination with increased storage temperatures

Dominikus Kittermann, Daniel Neuwald, Roy McCormick, Josef Streif



Thank you for your attention!

Special thanks for support to:
AgroFresh, Isolcell and to
Interreg IV framework programme (project 255)

Möglichkeiten der Energieeinsparung bei Einsatz moderner Lagerverfahren im Obstbau

Daniel Neuwald, Josef Streif & Dominikus Kitemann



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope



Energieeinsparungen bei Anwendung von 1-MCP und DCA:

Eignung ausgewählter Sorten für die Lagerung bei erhöhten Temperaturen?

Sanzio Rombini, Franz Gasser

Agroscope

Lagertagung 2014

21 - 22.08.2014 Bavendorf- Wädenswil



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

IV Interreg-Projekt: Energieeinsparung in der Obstlagerung

Sanzio Rombini, Franz Gasser

Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW

Jahresendreporting 2013

05.12.2013 Wädenswil



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Energieverbrauch bei der Lagerung von Kernobst

14.01.2014

Jolanda Schaub



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschafts-
departement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Changins-Wädenswil ACW



Früchte mit Biss



interreg IV

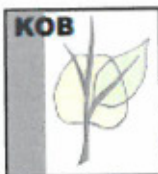
Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

Lebenswissenschaften
an der Universität Zürich



Life Sciences und
Facility Management

D) Organisierte öffentliche Veranstaltungen (Programme)



Stiftung Kompetenzzentrum für Obstbau - Bodensee
Schuhmacherhof 6
D-88213 Ravensburg - Bavendorf
Dr. Dominikus Kitemann, Tel.: 0751-7903302 Fax : 0751-7903322
E-Mail: kitemann@kob-bavendorf.de

Programm

Seminar zu aktuellen ernte- und lagertechnischen Themen

am Donnerstag, 16. August 2012, von 8:30 – 12:30 Uhr
in den Lagereinrichtungen am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee
(neben den Vorträgen besteht die Möglichkeit sich an Ständen verschiedener Firmen zu informieren)

Programm

- 08:30 **Eröffnung und Begrüßung**
 (Manfred Büchele, Geschäftsführer KOB)
- 08:45 – 09.15 **Vorschau auf die Fruchtqualität und Lagereignung für die Saison 2012 / 2013**
 sowie Probleme der vergangenen Lagersaison *(Dominikus Kitemann, KOB)*
- 09:15 – 10:00 **Arbeitskalender Obstlagerung – Voraussetzungen und Maßnahmen für eine**
 erfolgreiche Kernobstlagerung *(Rolf Kirchhof, OVB Jork)*
- 10:00 – 10:45 **Kaffeepause mit Informationsmöglichkeit an den Firmenständen**
- 10:45 – 11:30 **Optimale Lagerbedingungen ausgewählter Apfel- und Birnensorten**
 - Braeburn, Santana, Topaz, Mairac *(Gottfried Lafer, LVZ Haidegg)*
 - Xenia *(Dirk Köpcke/ Rolf Kirchhof, OVB Jork)*
- 11:30 – 12:00 **Energieeinsparungen in der Obstlagerung** *(Josef Streif, KOB)*
- 12:00 – 12:30 **Vom Produktionsvergleich zur Energieeinsparung**
 – altes und neues Interreg Projekt *(Franz Gasser, ACW)*
- ab 12.30 weitere Möglichkeit zur Information an den Firmenständen

→ anwesende Firmen:

- Firma Isolcell/ Paul Figel: CA Technik/ DCA
- Firma Frigotec mit PaliStore®-System zur Haubenlagerung
- Firma Plattenhardt und Wirth: Lagerbau
- Firma Kienscherf: Waagen-Fachhändler
- Firma Cargoplast: Kunststoffboxen, MatTiempo-System



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Freitag, 17. August 2012, 8.30 – 12.30 Uhr, in Wädenswil, Grosser Hörsaal (Schlosshof)

Einladung zur Lagertagung 2012

Veranstaltungsort: Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW



Die Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW führt in Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum für Obstbau Bodensee (KOB) und im Rahmen des neuen Interreg IV Projektes „Energieeinsparungen in der Obstlagerung“ eine Informationstagung für Lagerhalter, Berater und interessierte Kreise durch.

Programm

8.30	Eröffnung und Begrüssung Einführung, organisatorischer Ablauf	Franz Gasser ACW
8.45 – 09.15	Vorschau auf die Fruchtqualität und Lagereignung für die Saison 2012 / 2013 sowie Probleme der vergangenen Lagersaison	Dominikus Kitemann KOB
09.15 – 10.00	Arbeitskalender Obstlagerung – Voraussetzungen und Maßnahmen für eine erfolgreiche Kernobstlagerung	Rolf Kirchhoff OVB Jork
10.00 – 10.45	Kaffeepause mit Informationsmöglichkeiten an Firmenständen (u.a. Firma FRIGOTEC mit dem Palistore®-System zur Lagerung von Steinobst, Firma ISOLCELL zur CA / DCA Technik)	
10.45 – 11.30	Optimale Lagerbedingungen ausgewählter Apfelsorten (Braeburn, Santana, Topaz, Mairac®, Pink Lady®, Jazz®)	Gottfried Lafer, LVZ Haidegg Séverine Gabioud, ACW
11.30 – 12.00	Energieeinsparungen in der Obstlagerung	Josef Streif, KOB
12.00 – 12.30	Vom Produktionsvergleich zur Energieeinsparung – altes und neues Interreg Projekt	Franz Gasser ACW
12.30	Mittagessen an der ACW (Anmeldung erforderlich)	

Tagungs- und Dokumentationssprache ist Deutsch.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches
Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Changins-Wädenswil ACW



Stiftung Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee
Schuhmacherhof 6
D-88213 Ravensburg - Bavendorf
Dr. Dominikus Kitemann, Tel.: 0751-7903302 Fax : 0751-7903322
E-Mail: kitemann@kob-bavendorf.de

Programm

Seminar zu aktuellen ernte- und lagertechnischen Themen
am Dienstag, 20. August 2013, von 8:30 – 12:15 Uhr
in den Lagereinrichtungen am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee

Programm

- 08:30 **Eröffnung und Begrüßung**
 (Manfred Büchele, Geschäftsführer KOB)
- 08:45 – 09.15 **Vorschau auf die Fruchtqualität und Lagereignung für die Saison 2013 / 2014**
 sowie Probleme der vergangenen Lagersaison *(Dominikus Kitemann, KOB)*
- 09:15 – 10:00 **Fleischbräune beim Apfel – Ursachen, Diagnose- und Prognosemöglichkeiten**
 (Ann Schenk, Flämisches Zentrum für Nacherntetechnologie, Universität Leuven, Belgien)
- 10:00 – 10:30 **DCA-Lagerung von Äpfeln aus biologischem Anbau** *(Franz Gasser, ACW)*
- 10:30 – 11:00 **Kaffeepause**
- 11:00 – 11:45 **Bedeutung des Erntetermins für das Potential von Zwetschgen als Tafelobst**
 (Michael Neumüller, Technische Universität München/ Weihenstephan)
- 11:45 – 12:15 **Abwärmenutzung in der Obstlagerung** *(Anna Stotz , OVB)*

Im Anschluss an die Vorträge besteht ausreichend Zeit für Fragen und Diskussion



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Freitag, 22. August 2014, 8.30 – 12.30 Uhr, in Wädenswil, Grosser Hörsaal (Schlosshof)

Einladung zur Lagertagung 2014

Veranstaltungsort: Agroscope in Wädenswil



Agroscope führt am Standort Wädenswil in Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum für Obstbau Bodensee (KOB) und im Rahmen des Interreg IV Projektes „Energieeinsparungen in der Obstlagerung“ eine Informationstagung für Lagerhalter, Berater und interessierte Kreise durch.

Programm

08.30	Eröffnung und Begrüssung Einführung, organisatorischer Ablauf	Franz Gasser Agroscope
08.45 – 09.15	Vorschau auf die Fruchtqualität und Lagereignung für die Saison 2014 / 2015 sowie Aktuelles zur Lagerung	Dominikus Kitemann KOB
09.15 – 10.00	Kontrollmöglichkeiten wichtiger Lagerfäulen durch kurzzeitige Heißwasserbehandlung	Peter Maxin fruitweb GmbH, Jork
10.00 – 10.30	Aktuelles zu physiologischen Lagerproblemen	Daniel Neuwald KOB
10.30 – 11.00	Kaffeepause	
11.00 – 11.30	Prozesswasseraufbereitung – Anwendungen in der Praxis	Heinz Pircher Longobardi GmbH, Lana, Italien
11.30 – 12.00	Dynamische CA-Lagerung: Stand der Technik und aktuelle Entwicklungen	Franz Gasser Agroscope
12.00 – 12.30	Energieeinsparungen bei Anwendung von 1-MCP und DCA: Eignung ausgewählter Sorten für die Lagerung bei erhöhten Temperaturen	Sanzio Rombini Agroscope
12.30	Mittagessen bei Agroscope (Anmeldung erforderlich)	

Tagungs- und Dokumentationssprache ist Deutsch.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Programm

Seminar zu aktuellen ernte- und lagertechnischen Themen

am Donnerstag, 21. August 2014, von 13:00 – 17:00 Uhr

Programm

- 13:00 **Eröffnung und Begrüßung** (*Manfred Büchele, Geschäftsführer KOB*)
- 13:15 – 13:45 **Vorschau auf die Fruchtqualität und Lagereignung für die Saison 2014 / 2015 sowie aktuelles zur Lagerung** (*Dominikus Kitemann, KOB*)
- 13:45 – 14:30 **Kontrollmöglichkeiten wichtiger Lagerfäulen durch kurzzeitige Heißwasserbehandlung** (*Peter Maxin, fruitweb GmbH, Jork*)
- 14:30 – 15:00 **Aktuelles zu physiologischen Lagerproblemen** (*Daniel Neuwald, KOB*)
- 15:00 – 15:30 **Kaffeepause**
- 15:30 – 16:00 **Allergene beim Apfel - Ursache und Einfluss der Lagerung** (*Michaela Schmitz-Eiberger, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg*)
- 16:00 – 16:30 **Dynamische CA-Lagerung-Nutzen und Notwendigkeit?** (*Franz Gasser, Agroscope*)
- 16:30 – 17:00 **Eignung ausgewählter Sorten für die Lagerung bei erhöhten Temperaturen?** (*Sanzio Rombini, Agroscope*)



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Mittwoch, 21. August 2013, 8.30 – 12.30 Uhr, in Wädenswil, Grosser Hörsaal (Schlosshof)

Einladung zur Lagertagung 2013

Veranstaltungsort: Agroscope in Wädenswil



Agroscope führt am Standort Wädenswil in Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum für Obstbau Bodensee (KOB) und im Rahmen des Interreg IV Projektes „Energieeinsparungen in der Obstlagerung“ eine Informationstagung für Lagerhalter, Berater und interessierte Kreise durch.

Programm

08.30	Eröffnung und Begrüssung Einführung, organisatorischer Ablauf	Franz Gasser Agroscope
08.45 – 09.15	Vorschau auf die Fruchtqualität und Lagereignung für die Saison 2013 / 2014 sowie Probleme der vergangenen Lagersaison	Dominikus Kitemann KOB
09.15 – 10.00	Fleischverbräunungen beim Apfel – Ursachen und Prognosemöglichkeiten	Ann Schenk VCBT, Belgien
10.00 – 10.30	DCA-Lagerung von Äpfeln aus biologischem Anbau	Franz Gasser Agroscope
10.30 – 11.00	Kaffeepause	
11.00 – 11.45	Effiziente Kälteanlagen und aktuelle Kältemittelsituation	Beat Schmutz SSP Kälteplaner AG
11.45 – 12.15	Abwärmenutzung in der Obstlagerung	Anna Stotz KOB
12.30	Mittagessen bei Agroscope (Anmeldung erforderlich)	

Tagungs- und Dokumentationssprache ist Deutsch.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

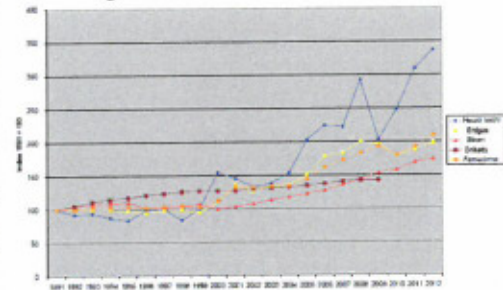
E) Vortrag Wärmerückgewinnung (Bachelorarbeit)

Obstlagerung mit Wärmerückgewinnungsmöglichkeiten

Anna Stottz
Bachelor of Engineering



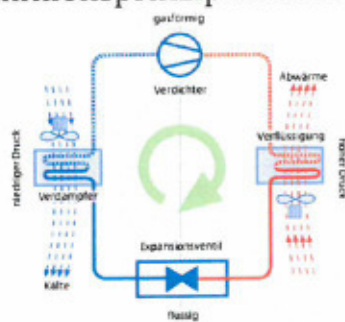
Energiepreisentwicklung in den privaten Haushalten



Deutschland von 1991 bis 2012

Quelle: Website des Umweltministerium für Wirtschaft und Technologie

Funktionsprinzip Kältekreislauf



Quelle: Website der Firma Kältebücher



Kondensatoren außen



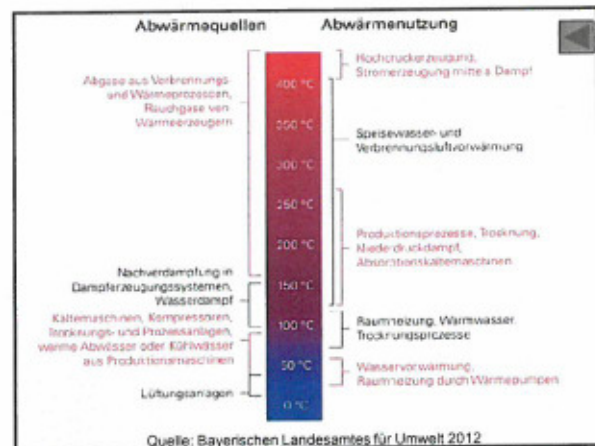
Wie kann die Abwärme genutzt werden???

- Kriterien zur Nutzung
- Technische Möglichkeiten mit Betriebsbeispiele

Kriterien zur Nutzung

- Temperaturniveau
- Örtliche Gegebenheiten
- Zeitlicher Verlauf von Bedarf und Angebot
- Tatsächlich, verfügbare Abwärmemenge

7



Wärmespeicher



Maschinenraum mit drei Wärmespeicher á 6000 l der Tobl Seeobst AG in Bischofszell (CH).

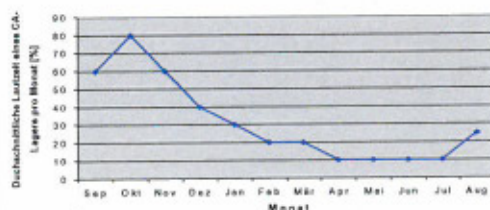
9



Obsthof Gessler, Hirschlatt

10

Ø monatliche Betriebszeit eines CA-Lagers



11

Beispielrechnung zur Wärmeleistung

	Lager 1	Lager 2
Kältesatz	16,7 kW	22,3 kW
Elektr. Anschlussleistung	5,5 kW	9,2 kW
Wärmeleistung bei 100 % Kompressorleistung	22,2 kW	31,5 kW

12

Technische Möglichkeiten zur Abwärmenutzung

- Nutzung der Kondensatorluft
- Abwärme aus dem Maschinenraum
- Nutzung über einen Wärmetauscher

13

Nutzung der Kondensatorluft



Tobi Seeobst, Egnach (CH)

14

Nutzung der Kondensatorluft



Obsthof Mäder, Goldach (CH)

15

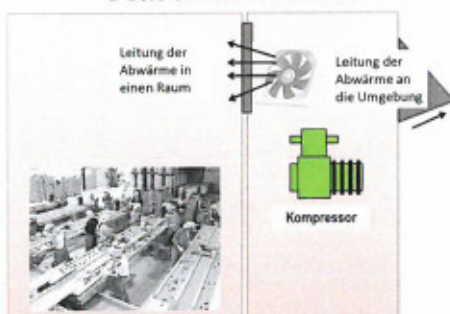
Nutzung der Kondensatorluft



KOB, Bavendorf

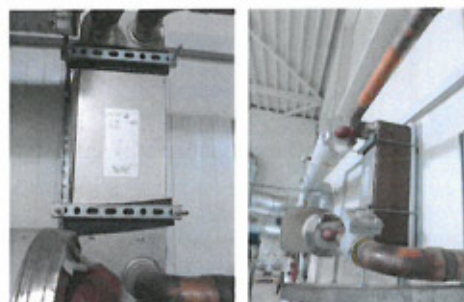
16

Abwärmenutzung aus dem Maschinenraum



17

Abwärmenutzung mittels Wärmetauscher



Tobi Seeobst AG, Bischoffzell (CH)

18

Vor- und Nachteile von Plattenwärmetauschern

- Hohe Wärmeübergangsleistung bei geringem Platzbedarf
- Relativ preiswert
- Flüssige und gasförmige Aggregatzustände möglich
- Bei verschmutzten oder aggressiven Medien einsetzbar
- Grenzen bei Temperaturen und Drücke

19

Fußbodenheizung



Betrieb Heilig, Bavendorf



Tobi Seeobst AG, Bischoffzell (CH)

20

Wandheizsystem



21

Quelle: www.lauberpfender.de

Brauchwassererhitzung



22

Quelle: www.energiesparen-im-haushalt.de

Vorerwärmung



23

Quelle: www.obstwein-technik.eu

Abtauung des Verdampfers



24

Obsthof Mäder, Goldach (Schweiz)

Vielen Dank!



25