

Energiesparende Lagerverfahren

Entwicklungen im Bereich der Lagerung und Qualitätserhaltung haben es in den vergangenen Jahrzehnten möglich gemacht, 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.

Im Rahmen eines INTERREG IV-Projektes (Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein) wurden am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB) zusammen mit der Württembergischen Obstgenossenschaft (WOG), den schweizerischen Partnern ACW Wädenswil, Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg, Obstkühlhaus St. Margrethen und Tobi Seeobst AG Maßnahmen sowie Strategien zur Energieeinsparung während der Obstlagerung erarbeitet. Ein Ansatz der Untersuchungen bestand darin, dass moderne Lagerverfahren, wie der Einsatz des Ethylenhemmstoffs MCP (SmartFresh™), der dynamischen CA-Lagerung (DCA) und der ULO-Lagerung (Ultra Low Oxygen), aufgrund ihrer reifverzögernden Wirkung die negativen Effekte höherer Lagertemperaturen (als bisher praxisüblich empfohlen) verhindern können, ohne dabei die Fruchtqualität negativ zu beeinflussen. Die Untersuchungen wurden über mehrere Jahre in baugleichen Räumen am KOB durchgeführt, wobei der Stromverbrauch für die Kompressoren der Kälteanlage, die Ventilation, die Abtauung der Verdampfer sowie für den CO₂-Adsorber getrennt erfasst wurden. Bisherige Ergebnisse zeigen, dass durch Anhebung der Lagertemperatur von 1 °C auf 3 bzw. 4 °C ein Einsparpotential von 20–50% (Tabelle 1) während fünf bis sieben monatiger ULO-Lagerung möglich sind, wobei in Kombination mit MCP oder DCA kein negativer Effekt hinsicht-

lich der Fruchtqualität festgestellt wurde. Auch eine Erhöhung der Lagertemperatur auf 3 °C nur in Kombination mit ULO-Bedingungen zeigte bei ‚Pinova‘, ‚Jonagold‘ und ‚Golden Delicious‘ in Bezug auf die Fruchtqualität bisher gute Ergebnisse, wobei hier vor allem eine zu lange Lagerdauer bzw. zu späte Pflücktermine problematisch sein könnten. Das größte Einsparpotential war vor allem beim Stromverbrauch der Kompressoren der Kälteanlage sowie bei den Ventilatoren des Verdampfers zu verzeichnen (Grafik 1). Ein überraschendes Ergebnis, das schon in den Vorjahren bei den verschiedenen Lagervarianten mit erhöhter Temperatur beobachtet werden konnte, ist der geringere Fäulnisbefall bei der Sorte ‚Pinova‘ unter höheren Lagertemperaturen (Grafik 2). Dies ist vor allem interessant, da der Befall mit der Bitterfäule (Neofabraea, syn. Gloeosporium) bei dieser Sorte in der Praxis ein Problem darstellt. Zudem führte an ‚Pinova‘ die Erhöhung der Temperaturen zu einer etwas gelberen Grundfarbe der Äpfel. Die Untersuchungen zur möglichen Reduzierung des Fäulnisbefalls durch erhöhte Lagertemperatur, wird in naher Zukunft auch auf Äpfel aus dem ökologischen Anbau ausgeweitet, um mögliche Unterschiede zu erkennen. Die Fruchtfestigkeit bei Apfelsorten ‚Golden Delicious‘, ‚Jonagold‘ und ‚Pinova‘, wurden durch die ULO-, ULO+MCP- bzw. DCA-Lagerung bei höherer Temperatur (3–4 °C) nicht ne-

gativ beeinträchtigt. Auch bezüglich weiterer Qualitätsparameter konnten zwischen den Varianten keine nennenswerten Unterschiede festgestellt werden. Bemerkenswert ist auch ein geringerer Gewichtsverlust bei höheren Temperaturen im Vergleich zu 1 °C bei den untersuchten Apfelsorten, der sich durch die verminderte Laufzeit der Kälteanlage und damit geringeren Raumfeuchte erklären lässt.

Im Rahmen des Projektes wird zudem das Energieeinsparpotential durch weitere technische technische Maßnahmen untersucht und bewertet. Dazu zählen zum Beispiel Versuche zur Optimierung der Luftführung im Lager sowie Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung während der Obstlagerung. Eine gute Raumisolierung ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Erhaltung der Fruchtqualität bei sparsamen Energieverbrauch. Damit wird die Wärmeübertragung zwischen Innenraum und Außenluft vermindert und die Laufzeit der Kälteanlage sowie die Wasserverluste der eingelagerten Äpfel reduziert. Eine zusätzliche Bodenisolierung ist zusätzlich von Vorteil, da sie neben dem Energieverbrauch auch den Wasserverlust bodennaher Früchte reduziert und somit den Erhalt der Fruchtqualität verbessern kann. Die Isolierstärke der Paneele sollte für die Wände mindestens 120 mm und für die Decke 140 mm betragen.

Von großer Bedeutung ist die Luftführung im Lager. Diese kann durch gezieltes Leiten des Luftstromes, z. B. durch Abschotten der Verdampfer, durch das Einhalten von Abständen zwischen den Kistenstapeln in Strömungsrichtung, sowie durch gezieltes Anbringen von Luftleitblechen an der Decke gegenüber den Verdampfern verbessert werden. Durch die dadurch erzielte schnellere Wärmeabfuhr werden der Reifeprozess und der Stoffabbau in den Früchten reduziert und somit die Frucht-

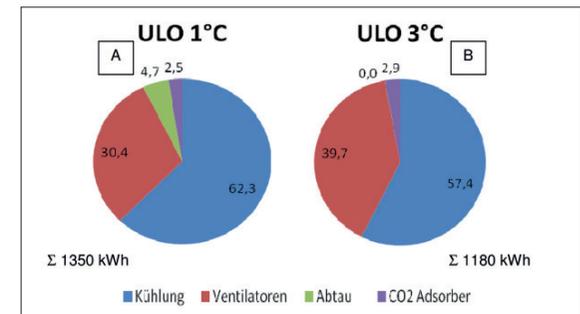
qualität besser erhalten. In diesem Zusammenhang ist gerade ein FuE-Kooperationsprojekt (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand – ZIM) gestartet worden. Das Projekt COOL – Energie einsparen und Verluste verringern, hat zur Zielsetzung, verschiedene technische Lagermaßnahmen zur Optimierung und energieeffizienteren Lagerung durch wissenschaftliche, sowie praxisnahe Forschung in der Obst- und Gemüse Lagerung zu untersuchen und besser zu verstehen. In diesem Projekt sind die Kooperationspartner das Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V., Universität Bremen, Institut für Mikrosensoren, -aktoren und -systeme (IMASA), Cargoplast GmbH, EHW Elektronik, Güntner AG & Co. KG, micro-sensys GmbH und Plattenhardt+ Wirth GmbH, sowie Frigotec. Im Zusammenhang mit diesem Thema läuft am KOB eine Promotionsarbeit zusammen mit der Universität Hohenheim, welche sich mit der Luft- und Klimaführung in Obstlagern zur Energieeinsparung beschäftigt.

Neben den Verbesserungen in der Lagertechnik sollten für eine konsequente Verringerung des Energieverbrauches bei der Obstlagerung aber auch einige lagerstrategische Maßnahmen bei der praktischen Durchführung der Lagerung erwähnt werden. Vor der Einlagerung kann eine schnelle Abkühlung der Äpfel durch die Nutzung kühlerer Temperaturen beim Stehenlassen der geernteten Früchte über Nacht in der Obstanlage oder durch Vorkühlung kleiner Mengen an Früchten in separaten Räumen erreicht werden. Die Türen des Lageraums sind beim Einstapeln bei laufender Kälteanlage möglichst rasch zu schließen. Außerdem sollte bei der Einstellung der CA-Bedingungen der CO₂-Gehalt in der Lageratmosphäre sortenspezifisch erhöht werden. CO₂ wirkt bei der Obstlagerung als Reifebremse und sollte nicht tiefer als sortenbedingt notwendig abgesenkt wer-

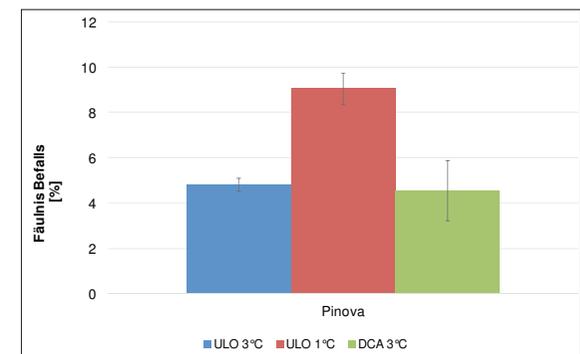
Versuchsjahr	Raumgröße t	Lagerdauer		Sorten	Lager-Temperatur wie bisher empfohlene	Lager-Temperatur erhöht	Energieeinspar- potential %
		t	Monate				
2008 /09	210	5,5		Gala	1,4 °C ULO	4,1 °C ULO+MCP	35
2009 /10	210	6,0		Gala	1,3 °C ULO	3,7 °C ULO+MCP	35
2009 /10	100	8,0		Elstar	1,5 °C ULO	4,0 °C ULO+MCP	25 *
2009 /10	250	8,0		Jonagold	1,5 °C ULO	4,0 °C ULO+MCP	26 **
2010 /11	11	8,0		Jonagold, Pinova, Topaz und Golden Delicious	1,0 °C ULO/DCA	5,0 °C ULO+MCP	63
2011 /12	11	9,0		Jonagold, Pinova, Topaz und Golden Delicious	1,0 °C ULO/DCA	4,0 °C ULO+MCP	26
2012 /13	11	9,0		Jonagold und Pinova	1,0 °C ULO/DCA	4,0 °C ULO+MCP	51
2013 /14	11	6,0		Jonagold Pinova und Golden Delicious	1 °C ULO	3 °C ULO/DCA	12
2014 /15	11	8,0		Jonagold, Pinova, Topaz und Golden Delicious	1 °C ULO	3,0 °C ULO/DCA	18 bis 40

* nur Kühlung
** Kühlung und Ventilatoren

Tabelle 1: Zusammenfassung der Energieeinsparungsversuche am KOB



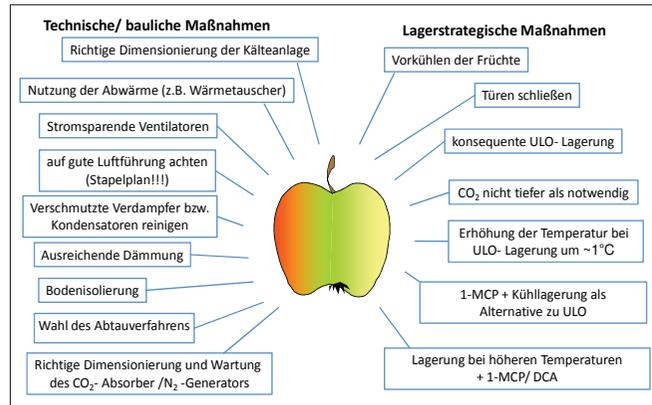
Grafik 1: Energieverbrauch (%) während einer sechsmonatigen CA-Lagerung von 11t Äpfeln bei 1 °C (A) und 3 °C (B) 2013/2014



Grafik 2: Fäulnisbefall bei ‚Pinova‘ gelagert in ULO bzw. DCA bei 1 °C und 3 °C 2013/2014



Grafik 3: Maßnahmen zur Optimierung der Luftführung: (A) Anbringen von Luftleitblechen in den Ecken gegenüber der Verdampfer; (B) Abschotten der Verdampfer; der Luftstrom wird gezwungen über die Kistenstapel zu strömen; (C) beim Einlagern Stapelplan beachten

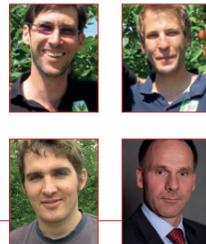


Grafik 4: Zusammenfassung der Maßnahmen zur Energieeinsparung bei der Obstlagerung

den. Dadurch kann auch die Laufzeit des CO₂ Adsorbers vermindert werden.

Zusammenfassung

Zur Reduzierung des Energieverbrauches während der Obstlagerung stehen eine Reihe verschiedener Maßnahmen zur Verfügung [Grafik 4]. Im Optimalfall beginnt das Energieeinsparkonzept bereits bei der Planung der Lagereinrichtung mit der richtigen Auswahl der technischen Ausstattung. Neben einer Reihe oft einfach zu realisierender Maßnahmen, die z.B. die Luftführung im Lager und somit die Nutzung der erzeugten Kälte verbessern, gibt es jedoch auch weitere, lagerstrategische Maßnahmen, wie z.B. die Lagerung bei erhöhten Temperaturen in Kombination mit 1-MCP, ULO- bzw. DCA-Lagerung. Im Zuge steigender Energiekosten sowie der Diskussion um nachhaltig produzierte Lebensmittel gewinnen Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauches, auch im Bereich der Obstlagerung in Zukunft zunehmend an Bedeutung.



DR. DANIEL ALEXANDRE NEUWALD
Arbeitsbereich Ernte, Lagerung & Fruchtqualität, KOB
0751 - 7903 315
neuwald@kob-bavendorf.de

MARC SPÜHLER
Arbeitsbereich Ernte, Lagerung & Fruchtqualität, KOB
0751 - 7903 343
marc.spuhler@kob-bavendorf.de

PROF. DR. DOMINIKUS KITTEMANN
Hochschule Weihenstephan-Triernsdorf
08161-71 4548
dominikus.kittemann@hswt.de

PROF. DR. JENS WÜNSCHE
Fg. Ertragsphysiologie der Sonderkulturen
Uni Hohenheim
0711 - 459 22368
jnwuensche@uni-hohenheim.de

HINWEIS:

In dieser Ausgabe pausiert die Nährstoff-Serie von Hr. Gerhard Baab. In Ausgabe 4 / 15 wird die Serie mit dem Nährstoff Zink fortgesetzt.

FEHLERTEUFEL:

In der Ausgabe 2 / 15 hatte sich im Artikel zu Mangan der Fehlerteufel eingeschlichen! Den Fotos ist von oben nach unten die Beschriftung 2, 4, 1, 3 zu zuordnen.

Zwei vielversprechende Sorten für den Bio-Anbau

Lagerfähigkeit von ‚Natyra‘ und ‚Galant‘.

Für den ökologischen Anbau wurde und wird nach krankheitsrobusten bzw. -resistenten Sorten gesucht, da diese von großer Bedeutung für ökologisch wirtschaftende Betriebe sind. Von großem Interesse sind alternative, schorfresistente Sorten mit guten Anbau-, Lager- sowie Geschmackseigenschaften. Die Sorten ‚Natyra‘ und ‚Galant‘ sind zwei vielversprechende Kandidaten welche viele interessante Eigenschaften mitbringen.

Erste Ergebnisse zur Lagerfähigkeit von Natyra wurden bereits in der ÖKO-OBSTBAU 3/2014 veröffentlicht. Ergänzend zu diesen Ergebnissen sind im vorliegenden Artikel werden die neuesten Ergebnisse bezüglich der Lagereigenschaften von Natyra dargestellt. Die andere aussichtsreiche Sorte für den Bio-Anbau ist wegen ihrer Erträge, Schorfresistenz sowie den robusten Eigenschaften in den Anlagen, die Apfelsorte ‚Galant‘ (A 913, ‚Lumaga‘). Diese Sorte kommt ursprünglich aus einem Züchtungsprogramm der Schweiz und ist eine Kreuzung aus Resi x Delbar Jubilée.

NATYRA

Lagerversuche 2011-2014

Neben der Prüfung auf Anbaueignung wurden am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB) in den vergangenen Jahren Versuche zur Lagerung von Natyra durchgeführt. Die Sorte zeigte in allen Versuchsjahren von 2011 – 2014 eine sehr gute Lagerfähigkeit, wobei vor allem die geringen Festigkeitsverluste im Lager hervorzuheben sind. Eine erhöhte Lagertemperatur von 3°C zeigte zwar hinsichtlich Fruchtfleischfestigkeit, Zucker- und Säuregehalt keine nachteilige Wirkung, zur Reduzierung des Befalls mit Lagerfäulen sind jedoch niedrigere Temperaturen zu empfehlen. Da in den Versuchen keine physiologischen Schäden beobachtet werden konnten, ist davon auszugehen, dass ‚Natyra‘ keine Temperatur- oder CO₂-Empfindlichkeit aufweist. Daher kann im CA-Lager die reifhemmende

Wirkung erhöhter CO₂-Konzentrationen (2,5–3%) genutzt werden, ohne Schäden an den Früchten zu verursachen.

Ernte- und Lagerversuche 2014/2015

In der vergangenen Lagersaison wurden weiterführende Untersuchungen zum optimalen Erntetermin bei ‚Natyra‘ durchgeführt. Neben dem Einfluss der Lagerbedingungen auf die geschmackliche Qualität und die Haltbarkeit wurde das Auftreten physiologischer Lagerschäden von drei unterschiedlichen Ernteterminen untersucht.

Qualitätseigenschaften zur Ernte

Die Früchte für die Versuche stammten aus dem Bio-Modell-Betrieb des KOB in Eschau. [Tab. 1] zeigt die Reifewerte zum Zeitpunkt der Ernte. Zum ersten Erntetermin wurde ein Streif-Index von 0,17, zum zweiten Erntetermin von 0,13 und zum dritten Erntetermin von 0,12 erfasst. Im Jahr 2014 waren die Festigkeits- und der Refraktometer-Werte wie bei den meisten Apfelsorten auch bei ‚Natyra‘ etwas niedriger als in den vorherigen Jahren. In Versuchen von 2011 bis 2013 lag die Festigkeit zur Ernte zwischen 8,2 und 8,3 kg/cm² und der Zuckergehalt bewegte sich zwischen 12,8 bis 14,7°Brix.

Einfluss der Lagertemperatur

Die Temperatur stellt in der Obstlagerung einen entscheidenden Faktor dar. Sie beeinflusst den Ablauf physiologischer Prozesse, die Ethylenbildung, die Fruchtatmung und somit auch den Reifeprozess der Früchte. Generell nimmt bei den meisten Früchten mit sinkender Temperatur die Haltbarkeit zu. Bei temperaturempfindlichen Sorten, wie z.B. ‚Cox Orange‘, ‚Boskoop‘, oder ‚Kanzi‘, können jedoch schon Temperaturen zwischen 1°C und 2°C zu physiologischen Schäden, wie innerer Fleischbräune, führen. Um die Temperatur-Empfindlichkeit der Sorte ‚Natyra‘ zu verschiedenen Erntezeitpunkt zu prüfen, wurden Versuche sowohl bei 1°C als auch bei 3°C durchgeführt. Die Untersuchungen der vergangenen Jahren zeigten, dass sich ‚Natyra‘ vor allem durch sehr stabile Festigkeitswerte im Lager auszeichnet. Es konnte entsprechend zwischen den bei 1°C und den bei 3°C gelagerten Früchten kein nennenswerter Unterschied hinsichtlich der Fruchtfleischfestigkeit beobachtet werden. Wie [Grafik 1] exemplarisch zeigt, war während der sieben-monatigen CA-Lagerung weder bei 1°C noch bei 3°C ein Abbau der Festigkeitswerte zu messen. Selbst während der 7-tägigen Nachlagerung bei 20°C im Anschluss an die CA-Lager verloren die einzelnen Varianten lediglich gering an Festigkeit.

Für die geschmackliche Qualität einer Frucht ist zum Großteil das Verhältnis zwischen Zucker- und Säuregehalt verantwortlich. Während sich der Zuckergehalt in der Regel im Lager meist nur geringfügig verän-

Ernte	Datum	Festigkeit (kg.cm ⁻²)	Stärke (1 bis 10)	Ref.-Werte (°Brix)	Streif index
1.	01.10.2014	8,4	4,2	11,7	0,17
2.	09.10.2014	7,7	4,8	12,3	0,13
3.	15.10.2014	7,4	5,1	12,4	0,12

Tabell 1: Reifeparameter zur Ernte bzw. Einlagerung zu den drei verschiedene Ernteterminen