



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,
Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Einführung in die Lagerwirtschaft

Andreas Bühlmann
Produktequalität und -innovation

www.agroscope.ch | gutes Essen, gesunde Umwelt

Agroscope



Inhalt

1. Qualität und Konsumverhalten
2. Innere Qualität
3. Physiologische Grundlagen
4. Grundlagen der Lagerung
5. Lagerverfahren und Bedingungen
6. Verpackung von Obst

Agroscope

Zeitplan

	15.02.2018 Strickhof
13:00	Qualität, Physiologie, Lagerung
14:00	Qualität, Physiologie, Lagerung

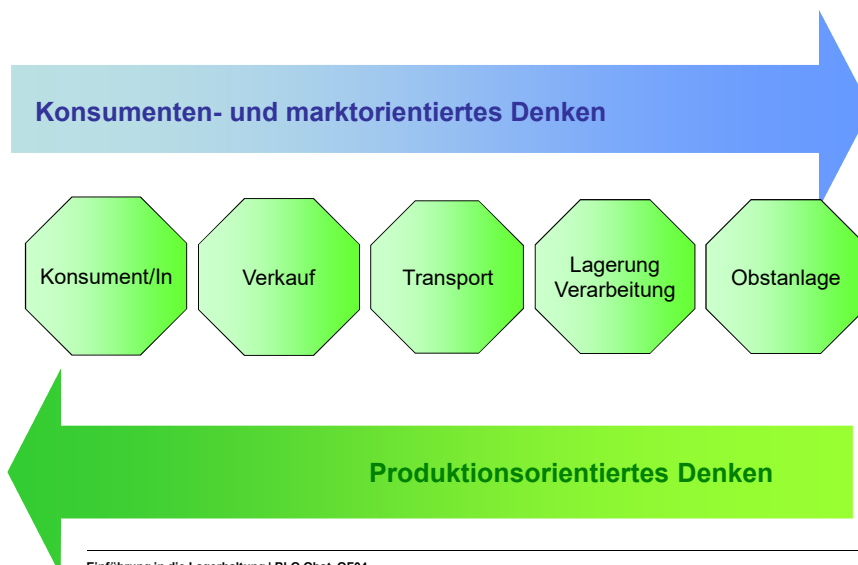
	01.03.2018 TOBI
08:00	Degustation
09:00	Lagerrundgang TOBI
10:00	Übungen Gruppenarbeit
11:00	Übungen Präsentieren Besprechen

Unterricht
Lagerrundgang
Übungen, Gruppenarbeit, Präsentation

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

3

Qualität – “from fork-to-farm”



Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

4



An Apple a day keeps the doctor away!

CH-Version: Täglich ein Apfel – täglich in Form

- Apfelkonsum in der Schweiz 15.8 kg/Person Jahr
→ 100 Äpfel pro Person und Jahr
- Apfelkonsumpotential in der Schweiz
365 Äpfel pro Jahr → 58.4 kg/Person Jahr



Qualitätsbegriffe, Normen, Kundenerwartungen

1. Qualität und Kunden

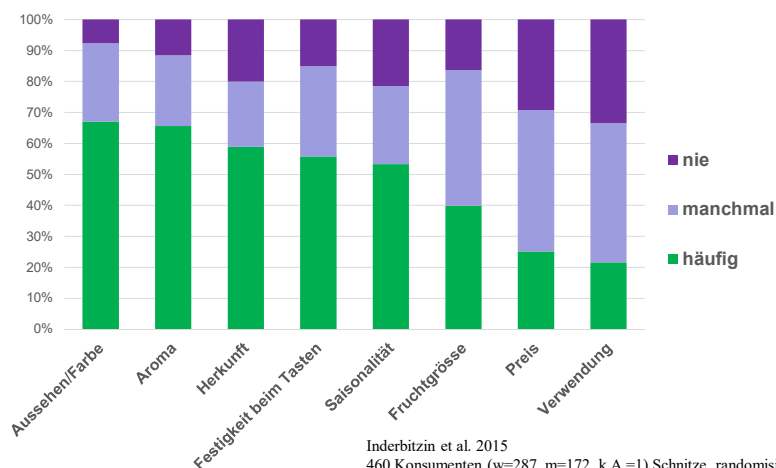


Qualitätsvorgaben für Obst in der Schweiz Repetition W.Stuber

- Vorgaben durch Schweizerischer Obstverband (SOV)
- Qualitätskontrollen durch Qualiservice GmbH
- Äussere Qualitätsmerkmale:
 - Grösse, Form
 - Farbanteile
 - Fruchtfehler
 - Präsentation, Aufmachung
- Innere Qualitätsmerkmale:
 - Zuckergehalt
 - Säuregehalt
 - Festigkeit



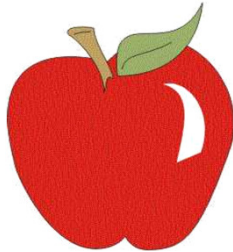
Konsumententests Treiber für die Sortenwahl



Inderbitzin et al. 2015
460 Konsumenten (w=287, m=172, k.A.=1) Schnitze, randomisiert,
codiert, schriftlicher Fragebogen



Konsumententests



Beliebtheitstest

(1= extrem unger, 9= extrem gern)

Bewerten von:

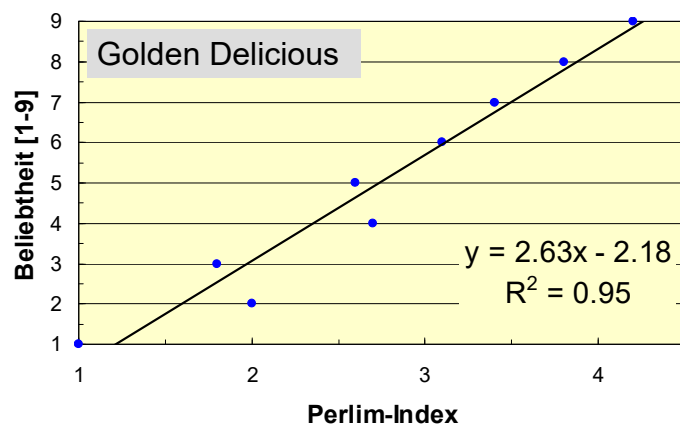
- Süssigkeit
- Sauerkeit
- Saftigkeit,
- Aroma,
- Festigkeit

Analysen:

- Festigkeit (Penetrometer)
- Zuckergehalt (°Brix)
- Titrierbare Säure (g/L)



Perlim-Index = $0.5 \text{ Fruchtfleischfestigkeit (kg/cm}^2) + 0.67 \text{ Zuckergehalt (}^\circ\text{Brix) + 0.67 \text{ Säuregehalt (g Malat/l) - 10}$



→ Beliebtheit wird durch das Zusammenspiel mehrerer Eigenschaften bestimmt
→ Aroma ist gar nicht so wichtig - leider



Inhaltsstoffe, NIR, Veränderungen entlang der Wertschöpfungskette

2. Innere Qualität



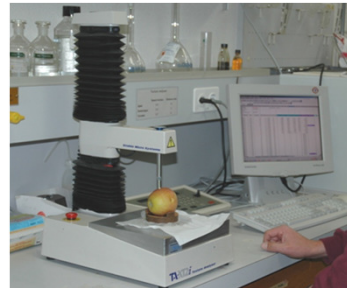
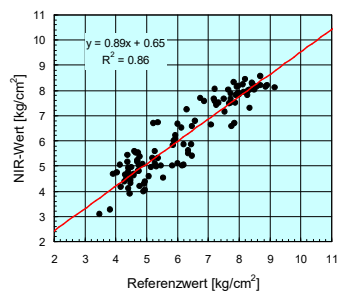
Qualitätsabbau am Beispiel der Festigkeit

Ansprüche Konsumentenschaft		Richtwerte/Minimalwerte Essqualität für Fruchtfleischfestigkeit: 4.5 – 5.5 kg
↓	Veränderungen während der Verteilung und Verkauf	Abbaurrate Festigkeit während dem Shelf life bei 20°C = 50 – 150 g pro Tag => 0.7 – 2.1 kg für ein Shelf life von 14 T.
Auslagerung, Sortierung, Abpackung & Lieferung an Handel		Richtwerte Eingangswerte Detailhandel bzw. Auslieferungswerte Packbetrieb: 5 – 6 kg
↓	Veränderungen während der Einlagerung und Lagerung	Abbaurrate Festigkeit während der Lagerung = 200 – 500 g pro Monat => 2 - 5 kg für eine Lagerung von 10 Mo
Anlieferung/Einlagerung im Lagerbetrieb, Ernte Produktion		Ernterichtwerte: Festigkeit 7 – 8 – 9 – 10 kg, je nach Sorte
Produktion (Bildung Lagerpotential und Qualitätspotential)		„Vorgeschichte“ z.B. Behang, Anbauform, Düngung, Klima, Abschlussprüfungen etc.

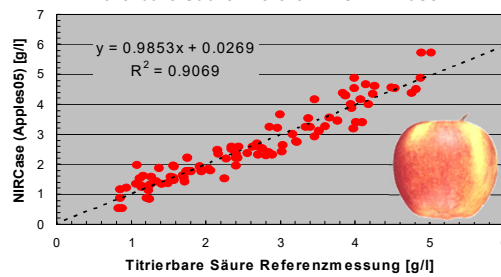


Klassische Methoden

NIR-Analytik

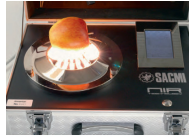


Titrierbare Säure: Referenz vs. NIRCcase

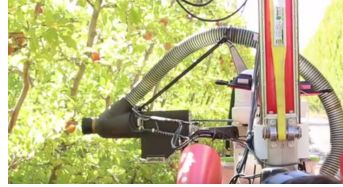




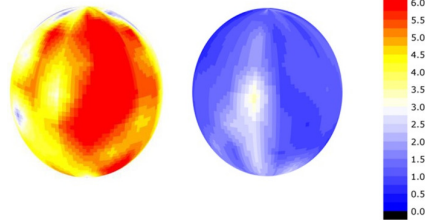
Nichtdestruktive Analytik Zukunft



Sortieranlagen
SZOW 14/10



Ernteroboter
www.GoodFruit.com



Mineralstoffversorgung PXRF
Kalcsits-2016

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

15



- Veränderung von Inhaltsstoffen, Atmung, Ethylen, Lagerkrankheiten

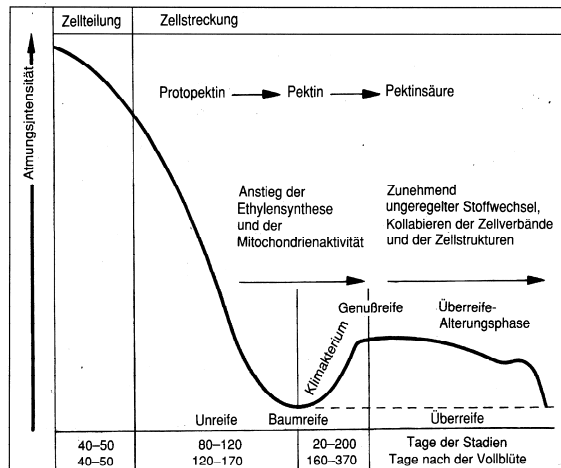
3. Physiologische Grundlagen

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

16



Atmung und Pflückzeitpunkt (Repetition W.Stuber)

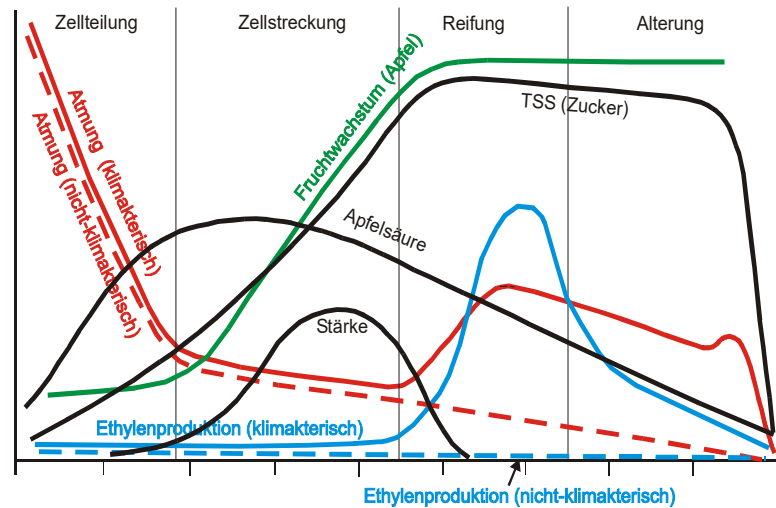


Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

17



Veränderung der Inhaltstoffe



Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

18



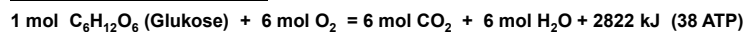
Atmungsstoffwechsel

- 1) Die **Atmungsintensität** zeigt die stoffwechselphysiologischen Auf-, Um- und Abbauvorgänge in Früchten an.
- 2) Bei der Lagerung wird angestrebt die **Atmungsrate möglichst tief** zu halten, je tiefer die Atmungsrate gehalten werden desto länger kann eine Frucht gelagert werden. Grundsätzlich gilt, dass Lagerbedingungen, bei denen eine minimale Atmungsrate beim eingelagerten Obst erreicht wird, optimal sind.
- 3) Durch die Atmung wird das pflanzliche Gewebe mit Energie (ATP) versorgt, welche zur Aufrechterhaltung der „Lebensvorgänge“ notwendig ist, d.h. Unterhalt von Membranen und Synthese von wichtigen Enzymen und anderen Inhaltsstoffen. Im Zusammenhang mit der Obstlagerung kommt dem Atmungsstoffwechsel auch grosse Bedeutung im Hinblick auf die Synthese von Vorstufen von **Aromakomponenten** zu.
- 4) Als Substrate für den Atmungsstoffwechsel können alle Reservestoffe verwendet werden, d.h. **Kohlenhydrate, Proteine und Fette**.
- 5) In den Obstarten sind **Zucker** (Glukose, Fruktose und Saccharose) sowie **Fruchtsäuren**, insbesondere Apfelsäure (Malat) die wichtigsten Atmungssubstrate. Dies ist ein Grund für die Veränderung des Geschmacks von Äpfeln während der Lagerung. Insbesondere der **Säureabbau** führt dazu, dass viele Lagersorten (insbesondere Glockenapfel) erst nach einer gewissen Lagerdauer akzeptable Säuregehalte und ein harmonisches Zucker/Säureverhältnis aufweisen.



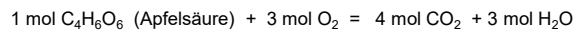
Atmungsstoffwechsel - Atmungssubstrate

Glukose (Zucker) - aerob



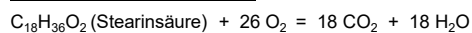
Respirationskoeffizient RQ = 1 (mol CO₂/mol O₂)

Apfelsäure (Malat)



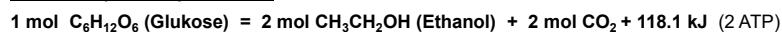
Respirationskoeffizient RQ = 1.33 (mol CO₂/mol O₂)

Stearinsäure (Fettsäure)



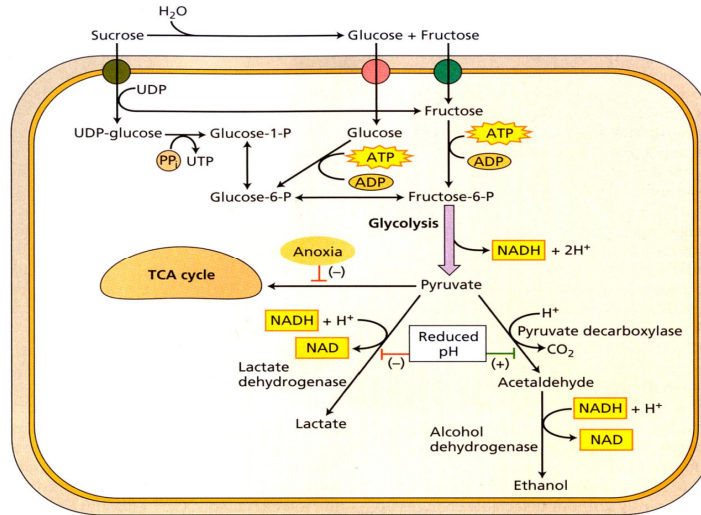
Respirationskoeffizient RQ = 0.69 (mol CO₂/mol O₂)

Glukose (Zucker) anaerob



Respirationskoeffizient RQ = ∞

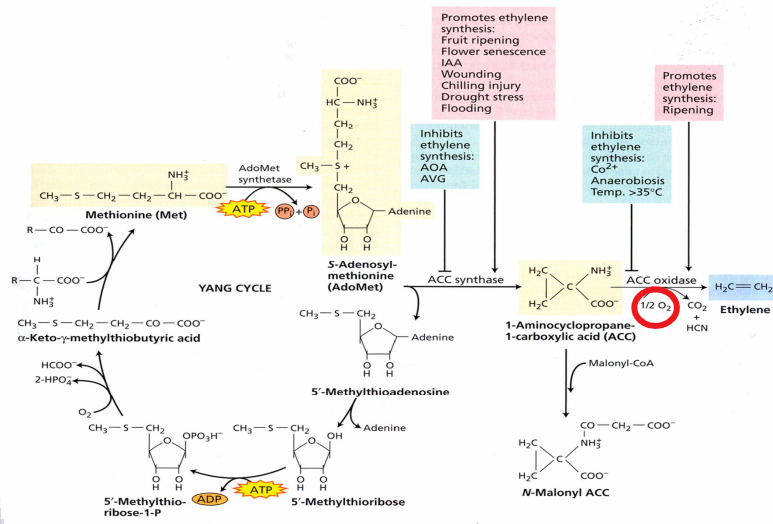
Anaerobe Energiegewinnung



Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

21

Ethylensynthese

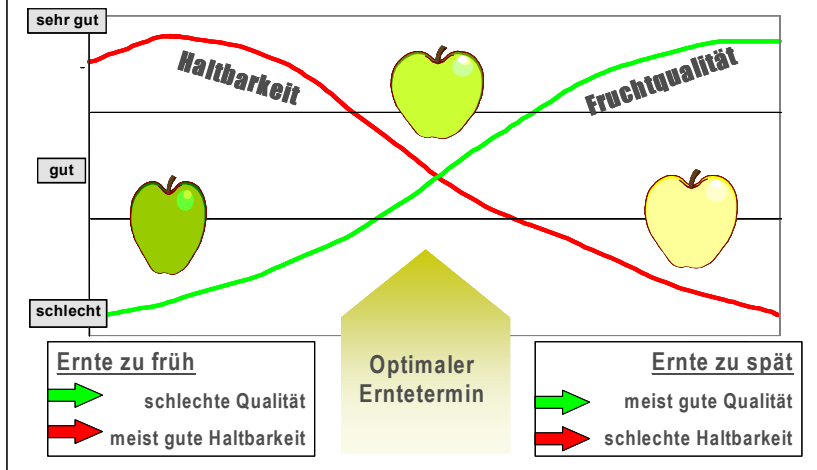


Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

22



Zusammenhang zwischen Fruchtqualität und Haltbarkeit



Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

23



Reiferichtwerte und Erntefenster

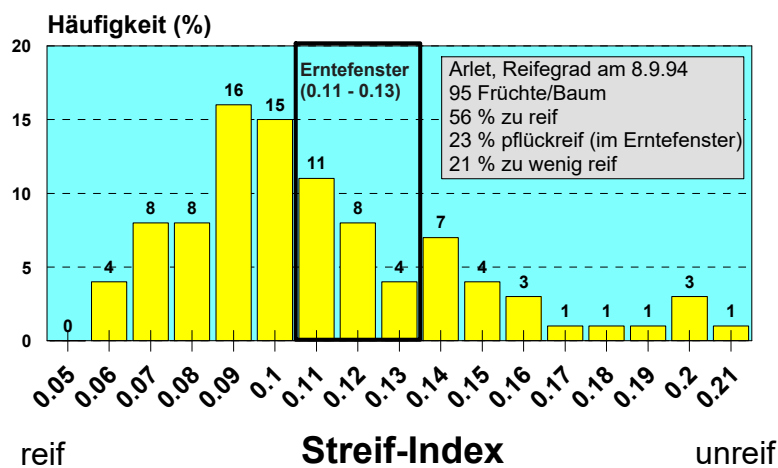
	Erntefenster							
	Beginn	Ende	Beginn	Ende	Beginn	Ende	Beginn	Ende
	Fleischfestigkeit (kg/cm ²)	„Zuckergehalt“ (Brix)	Stärkeabbau (Jodzahl 1– 10)	Reifeindex (Streif)				
Gala	10.0	8.5	10.0	12.0	5	6	0.20	0.14
Golden Del.	8.0	7.0	11.5	13.0	6	7	0.12	0.09
Idared	8.5	7.5	11.0	12.0	2	4	0.35	0.25
Jonagold	7.5	6.5	11.5	13.0	7	8	0.08	0.07
Maigold	10.0	8.0	11.5	13.0	3	4	0.22	0.16
Arlet	8.0	7.0	12.0	13.0	5	6	0.13	0.11

Siehe Empfehlungen zur Obstlagerung

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

24

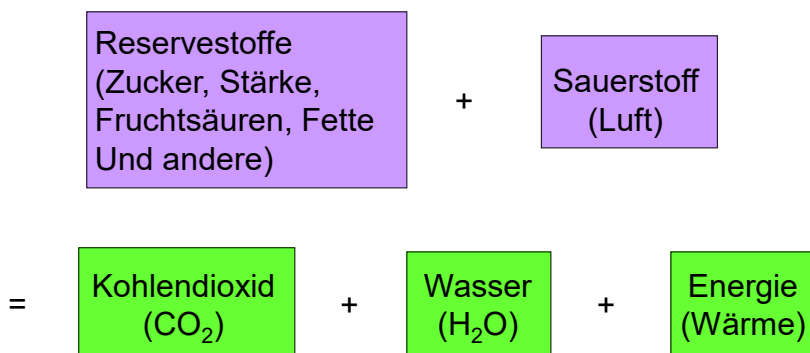
Nicht alle Äpfel sind gleich reif!



Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

25

Lagerung = Reduktion von Atmung



Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

26

Spezifische Wärme und Atmungswärme

Obstart	Spezifische Wärmekapazität (kJ kg ⁻¹ K ⁻¹)	Atmungswärme (MJ t ⁻¹ 24h ⁻¹)		
		0°C	10°C	20°C
Äpfel (Frühsorten)	3.64 – 3.85	0.84 – 1.60	3.50 – 5.20	5.10 – 10.50
Äpfel (Spätsorten)	3.64 – 3.85	0.46 – 0.92	1.75 – 2.70	3.75 – 6.20
Birnen	3.68 – 3.85	0.67 – 1.25	2.50 – 5.40	11.50 – 17.00
Erdbeeren	3.85 – 3.89	2.95 – 4.00	7.80 – 15.00	15.00 – 26.00

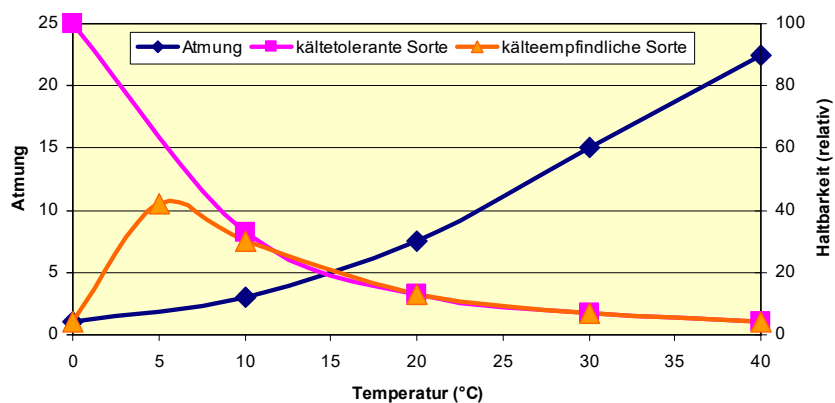
Spezifische Wärmekapazität = 1 kcal kg⁻¹ K⁻¹ = 4.1868 kJ kg⁻¹ K⁻¹

Atmungswärme = 1.16 W t⁻¹ = 1 kcal h⁻¹ t⁻¹

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

27

Atmung und Temperatur

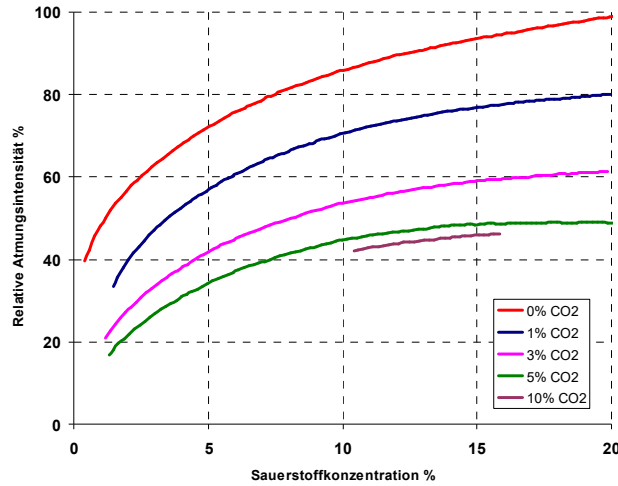


Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

28



CO₂-/O₂-Konzentration vs. Atmungsintensität

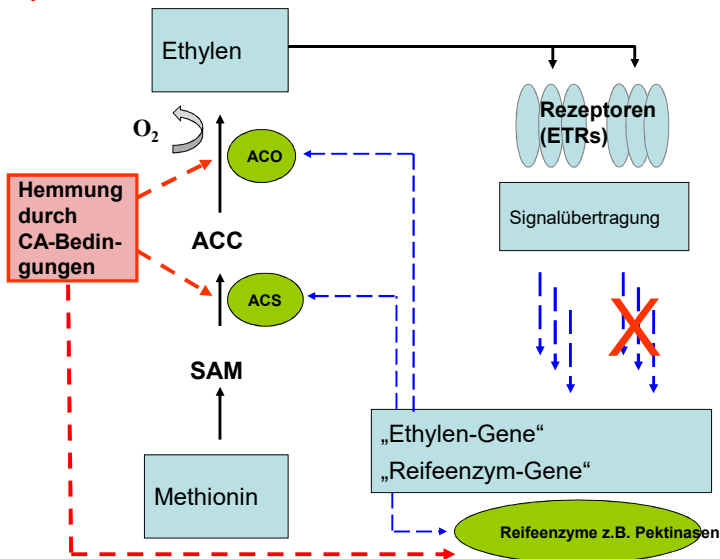


Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

29



Ethylen: Wirkung

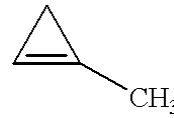


Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

30



1-Methylcyclopropen (1-MCP)



- 1-MCP = Ethylenblocker

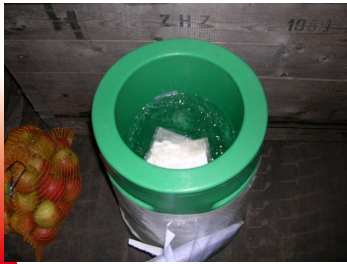
1-MCP besetzt die Ethylenrezeptoren und verhindert dadurch die Einwirkung von Ethylen und die Eigenproduktion von Ethylen.

- Handelsname: **SmartFresh™** (Früchte) oder EtylBloc™ (Blumen)
- Hersteller: Agrofresh (Dow Chemicals)



1-MCP Anwendung in der Praxis

- Behandlung der Früchte bei der Einlagerung (18-24h) in einem gasdichten Raum
- Präparat: Lösliches Pulver (0.43% 1-MCP in Cyclodextrin)
- Anwendung: Präparat + Wasser (1 : 16 w/w), 1-MCP wird gasförmig
- Konzentration: 625 ppb



Durchführen der Anwendung

Hilfsmittel: Generator, Wasser, SmartFresh™-Pouch(es)

Musterbeschriftung und Musterentnahmen (behandelte/ unbehandelte Äpfel)

Dokumentation (Ausfüllen der Checkliste)

Agroscope

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

33

Smart fresh (MCP)-Praxis-Versuche 2004/05: Fruchtfleischfestigkeit

Sorte	Einl. (Kg/cm ²)	Ausl. (Kg/cm ²)	Abbau (g/Monat)	Nachl. (Kg/cm ²)	Abbau (g/Tag)
Cox O. (K)	9.6	7.2	945	5.9	130
Cox O. (MCP)		8.0	686	6.2	180
Elstar (K)	7.7	6.0	245	4.6	140
Elstar (MCP)		6.3	230	6.6	0
RubINETTE (K)	7.4	5.9	348	5.2	70
RubINETTE (MCP)		7.0	87	7.1	0
Gala A (K)	9.6	7.4	325	6.8	60
Gala A (MCP)		8.0	198	7.9	10
Gala B (K)	9.7	7.3	312	6.6	70
Gala B (MCP)		7.6	272	7.2	40

Agroscope

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

34

Wirkung von 1-MCP auf die Schalenbräune

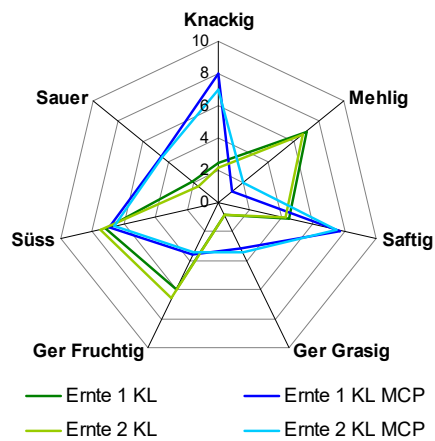


Haut- oder Schalenbräune
Förderung durch Ethylen

Verhinderung:

- Nacherntebehandlung mit Antioxidantien (DPA)
- Sehr tiefe O₂-Gehalte in der Lageratmosphäre
- MCP-Behandlung

Einfluss von MCP auf sensorische Eigenschaften





Rahmenbedingungen der Smart Fresh Anwendung

- Die sortenspezifischen Empfehlungen des Lieferanten sind strikte zu befolgen.
- Die Behandlung der Früchte erfolgt durch einen Serviceprovider nach Absprache:
 - Vermessen Lagerraum => Volumen
 - Behandlung spätestens 7 Tage nach Ernte
 - Verzögerte CA-Einstellung nach Behandlung
- Die Behandlung erfolgt nur ab einem gewissen minimalen Lagervolumen (70 m³ => ca. 20 to Äpfel)
- Kosten ca. 5-7 Rappen pro Kilogramm Äpfel



Lagerfaktoren Kältetechnik, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftzusammensetzung, Luftumwälzung

5. GRUNDLAGEN DER LAGERUNG

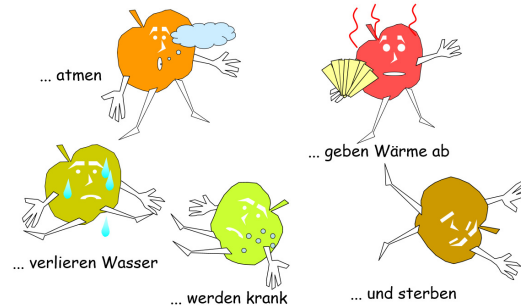
Ziele der Lagerung

- Qualität möglichst **erhalten**
- Gewichtsverlust minimieren
- Verderb minimieren
- Lagerkrankheiten vermeiden
- Säureabbau vermeiden
- Festigkeit erhalten

Lagerung: Erhaltung der Qualität !

**Das
Lagerhaus ist
kein
Krankenhaus**

Früchte/Gemüse sind lebende Produkte, sie können ...



Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

Quelle: J. Streif, KOB 41

Lagerfaktoren

- Temperatur (°C)
- Luftfeuchtigkeit (% r.F.)
- Luftzusammensetzung (CO₂, O₂; Sauberkeit)
- Luftumwälzung

Diese vier Lagerklimafaktoren werden während der Lagerung gesteuert und bestimmen den Erfolg der Lagerung

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

42

Lagerfaktor „Temperatur“

- Einfluss auf **Atmung** & Stoffwechsel
(*Temperaturabsenkung reduziert Atmungsintensität*)
- Einfluss auf Fäulnis (*Temperaturabsenkung reduziert Fäulnisgefahr*)

- ➔ Lagerdauer
- ➔ Haltbarkeit / Qualität

Temperatur

- **Temperaturhöhe**
 - Gefrierpunkt
 - Kälteschäden (Tomaten, u.a. bei weniger als 10°C)
- **Temperaturverlauf**
 - Einkühlungsdauer (produktabhängig)
 - Temperaturverteilung in Kühler (Paloxen !)
- **Temperaturschwankungen**
 - Genauigkeit (+/- 0.5 °C)
 - rel. Luftfeuchtigkeit (*Kondenswasser auf Produkt, Eisbildung auf Verdampfer*)
 - Volumen Lagerluft

🇨🇭 Lagerfaktor „relative Luftfeuchtigkeit“

- Einfluss auf den Schwund (Wasserverlust) (*Je tiefer relative Luftfeuchtigkeit, desto höher ist der Schwund*)
- Einfluss auf die Fäulnis (*Je tiefer relative Luftfeuchtigkeit, desto kleiner die Fäulnisgefahr*)

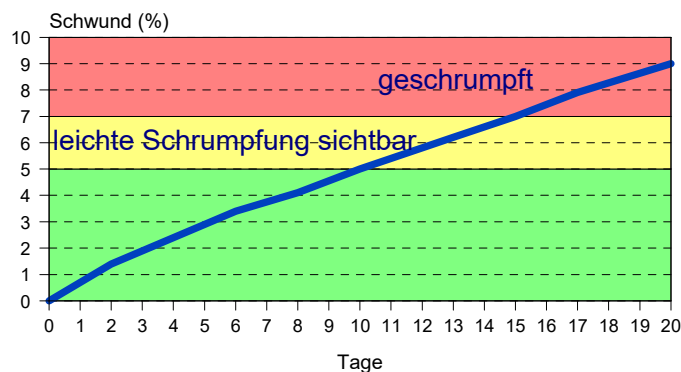
- ⇒ Haltbarkeit (Grenzwert Schwund)
- ⇒ Qualität (Textur!!)
- ⇒ Ausbeute

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

45

🇨🇭 Wasserverlust vs. Qualität

Golden Delicious, Wasserverlust und Schrumpfung



Bedingungen: 20°C, 50-60% r.F.

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

46



Feuchtigkeitsaufnahme von Luft

Maximale Feuchtigkeitsaufnahme von trockener Luft
(g Wasser/m³ Luft) bei Normaldruck (760 mm Hg)

Temperatur (°C)	g Wasser/m ³ Luft
-4	3.54
-2	4.15
0	4.91
2	5.62
4	6.52
6	7.28
8	8.40
10	9.50
20	17.70

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

47



Relative Luftfeuchtigkeit

▪ Höhe der relativen Luftfeuchtigkeit

- ⇒ SOLL-Wert produktabhängig
- ⇒ Wasserabsorption durch Holzgebände !!

▪ Schwankungen relative Luftfeuchtigkeit

- ⇒ Durch Temperaturschwankungen
- ⇒ Kondenswasserbildung
- ⇒ Eisbildung an Verdampfer

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

48

Auslagerung

Nicht zu kalte Produkte bei der Auslagerung !

... Sonst Kondenswasserbildung auf den Produkten !



Relative Luftfeuchtigkeit bei 20°C Maximale Temperaturdifferenz Frucht - Umgebung

70	5
65	6
61	7
57	8
53	9
50	10
46	11
43	12
40	13



Lagerfaktoren Luftreinheit & Luftumwälzung

- Luftreinheit:
 - Zusammensetzung der Atmosphäre (CO₂, O₂)
 - Saubere Luft (Frischluftezufuhr)
 - Kontrolle Ethylen (bei Gemüse)

- Luftumwälzung:
 - Homogenität der Atmosphäre (T, rF, CO₂, O₂)
 - Umwälzung bei Einlagerung hoch (20-30x), bei Lagerung tiefer (8-15x)
 - Stapelung ist wichtig !



Luftumwälzung

- Abhängig von Lagerphase
 - ⇒ Einkühlphase hoch (30 – 60 x)
 - ⇒ Lagerphase tief (10 – 20 x)

Luftumwälzungen pro Stunde bezogen
auf das gesamte Lagerraumvolumen

- Zusammenspiel mit Kühlung und Befeuchtung
- Wärmezeugung durch Ventilatoren

Lagerfaktor „Luftumwälzung“

- Einfluss auf Einstellgeschwindigkeit von Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit (Kälteübertragung auf Produkt)
 - Gebindegrösse und –anordnung (Abstand zu Wand und Decke)

- Einfluss auf Homogenität der Lagerfaktoren Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit
 - Gebindegrösse
 - Luftführung

- Einfluss auf Schwund (je höher Luftgeschwindigkeit, desto höher Schwund)



Kühlagerung, CA-Lagerung, DCA-Lagerung, Vorkühlung,
Schnellabkühlung

6. LAGERVERFAHREN

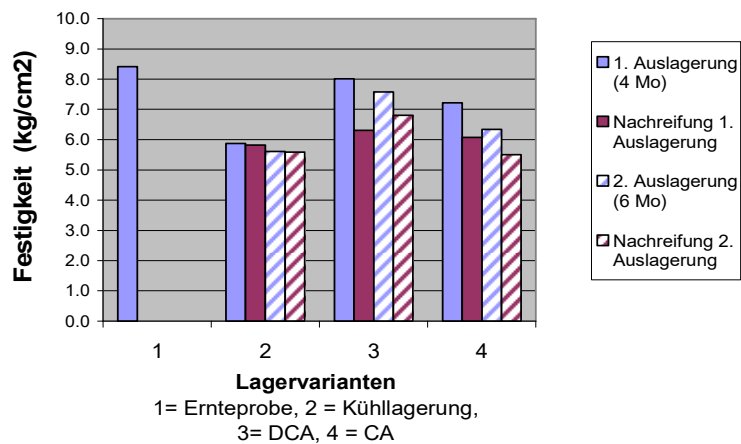
Lagerverfahren

Lagermethode	Sauerstoff (O ₂) %	Kohlendioxid (CO ₂) %
Kühllagerung (Luft)	21	0.03
Konventionelle CA-Lagerung 1960	2 – 5	2 - 5
LO-Lagerung (niedrig O ₂) 1990	1.5 – 2	1 - 3
ULO-Lagerung (niedrigst O ₂)	0.8 – 1.2	0.5 - 2
DCA Lagerung (dynamische CA) 2011	0.1 – 1.0 dyn	0.5 - 2

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

55

Festigkeit vs. Lagerverfahren (Sorte Idared)



•Verhinderung der Hautbräune bei Maigold

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

56

Naturgekühlte Lagerung

- Naturkeller - $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ im Boden abgesenkt
 - Zufuhr Kaltluft
 - Abluftklappen
 - Naturboden (Tonplättli)
- Verpflanzen in Treibbeetkasten / unter Vordächern
- Lagerung in Erdgruben, Erdmieten oder Gemüsehütten
- Lagerung in Styroporkisten
- Lagerung in Folien / Beuteln / Schrumpffolien
- Lagerung in Sandpackung (Wurzelgemüse)

Kühllager (konventionell)

Installationen:

- Kühlzelle
- Kälteanlage
- Befeuchtungssystem

Kühllagerzelle

Einbau in bestehendes Gebäude:

- **Aufbau:**
 - Verschlusszellen (modular)
 - Zellen mit verschraubten Elementen
 - Inkl. Boden oder Boden bauseits
- **Türe:**
 - Schiebetüre, Flügeltüre, Ort
 - Jedes kg Produkt muss 2x durch die Türe!!

Kühllagerzelle

- **Isolation:**
 - Wärmedurchgangszahl k
 - SOLL= 1.26-1.46 kJ/m²hK bzw. 0.30-0.35 kcal/m²hK
- **Wasserdampfsperre:**
 - Temperaturgradient in Zellenwand!
 - Isolation muss trocken bleiben!
 - Dampfsperre auf warmer Seite der Wand, d.h. aussen (ev. beidseitig!!)

Kälteanlage

- Einkühlen vs. Kühlhalten!!
- Wo gekühlt wird, wird auch entfeuchtet !!

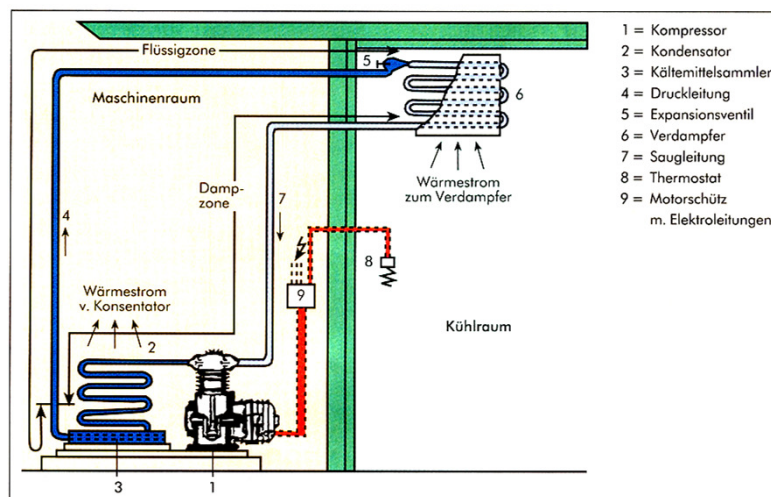
Komponenten der Kälteanlage:

- Kompressor (verdichtet Kältemittel)
- Kondensator (verflüssigt Kältemittel)
- Expansionsventil (entspannt Kältemittel)
- Verdampfer mit Ventilator (Kältemittel verdampft unter Abgabe Kühlleistung)

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

61

Kälteanlage



Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

62

☑ Verdampfer = Kälteaggregat

- Grösse des Verdampfers bestimmt die Kälteleistung
- **Delta T** = Temperaturdifferenz zwischen Verdampfer- & Kühlraumtemperatur: Optimales Delta T = 3 – 4°C
- **Verdampferoberfläche**: je grösser, desto kleiner Delta T!! (Verdampfungstemperatur Kältemittel)
- Optimaler Wert für Verdampferoberfläche 1.4-1.8m²/t Lagergut!
- Elektronisch geregeltes Expansionsventil => konstantes Delta T auch in der Einkühlphase

☑ Kältemittel

- Wahl Kältemittel abhängig von Verdampfungstemperatur bzw. Kühltemperatur
- Ökologische Aspekte beachten! Mittel- bis langfristiges Verbot von Kältemitteln mit Chlor (Abbau Ozonschicht)

R12 FCKW verboten

R22 HFCKW ab 2004 Herstellung verboten

R134aHFKW ab 2013 Neuerstellungen verboten

R717 NH3 etc für Neuanlagen anzustreben

Befeuchtungssystem

- Wo gekühlt wird, wird auch entfeuchtet!
- Bei grosser Verdampferoberfläche ist Befeuchtung in der Lagerphase weitgehend nicht notwendig

Befeuchtungssysteme

- Bedampfung: Einspritzen von Niederdruckdampf
- Erzeugung eines Wassernebels durch Versprühen von Wasser mit Düsen unter Hochdruck
- Erzeugung eines Wassernebels durch Ultraschall

☑ Kosten der Befeuchtung

Methode	Direkte Investitionen	Zusatzinvestitionen
Dampf	60'000.-	
Ultraschall	100'000.-	+ 20'000.- (Umkehrosmose)
Hochdruckdüse	113'000.-	

Verfahren	Energieverbrauch in kWh (bei 11.07 kg/h Leistung)	Betriebskosten pro Jahr (CHF)
Ultraschall	0.58	-3'129.-
Einphasendüse	0.75	-6'394.-
Dampfbefeuchter	8.78	+13'600.-
Zweistoffdüsen	0.25	-3'798.-

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

67

Agroscope

☑ CA-Lagerung

Kontrolle von:

- Temperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Luftumwälzung
- Luftzusammensetzung
 - Sauerstoff O₂ 1-5%
 - Kohlendioxid CO₂ 1-5%

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

68

Agroscope



Lagerung in kontrollierter Atmosphäre

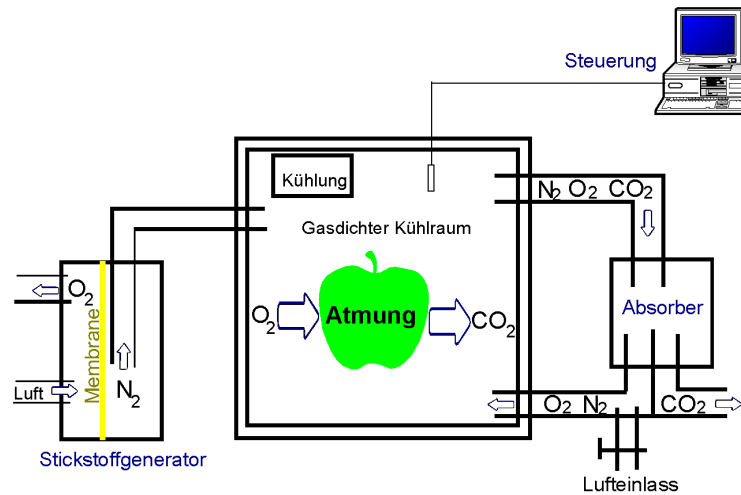
Lagermethode	CO ₂	O ₂	N ₂
<i>Normale Atmosphäre</i>	0.03	21	79
CA	2 - 5	2 - 5	90 - 92
LO	1 - 3	1.3 - 2.0	95.0 - 97.5
ULO	0.5 - 2.0	0.8 - 1.2	96.8 - 98.7

CA-Lagerung

Notwendige Einrichtungen:

- Gasdichter Kühlraum
- Messeinrichtungen für O₂ & CO₂
- CO₂ – Scrubber (Adsorber)
- Stickstoffgenerator

CA-Lagerung

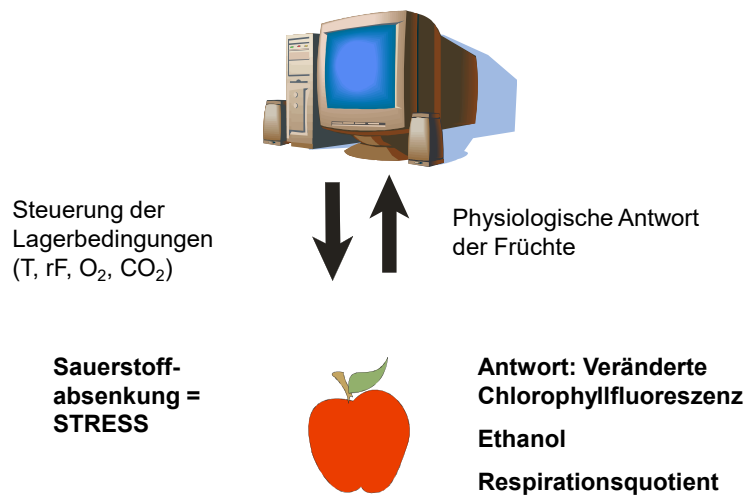


Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

71



Das Konzept der DCA



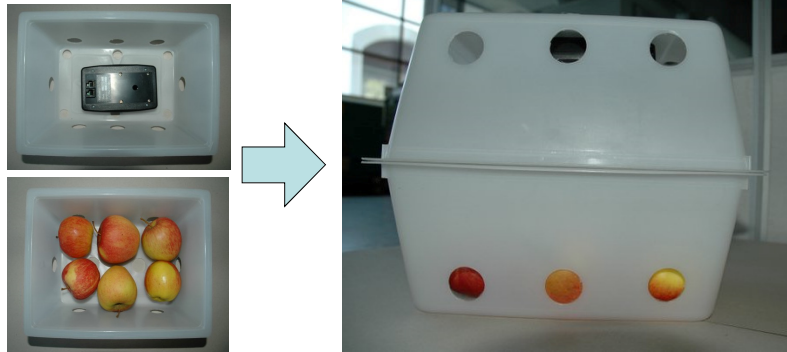
Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

72



Harvest Watch™

(Messung der Fluoreszenz bzw. F-alpha)



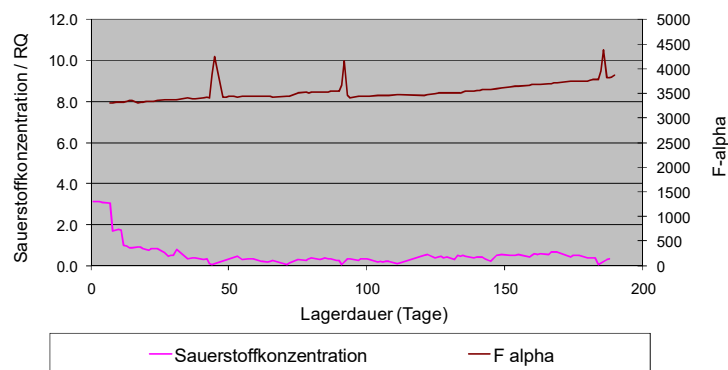
Fluoreszenz Sensoren warnen, sobald Sauerstoff im Lager zu niedrig ist für die aerobe Respiration. Nicht destruktive und Echtzeit- bzw. on-line Messung.

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

73



Verlauf F α bei Sauerstoffabsenkung (Golden Delicious, 2006 / 2007)



Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

74

Vergleich der MCP Behandlung mit der DCA Lagerung: Physiologie

MCP	DCA
MCP agiert als Ethylenblocker => Nachreifung wird behindert => grasiger, harter Eindruck möglich.	Unterdrückung der Ethylenbildung durch tiefen Sauerstoffgehalt. Nachreifung wird verzögert.
Der korrekte Pflückzeitpunkt ist in qualitativer Hinsicht wichtig (zu früh, zu spät).	Im normalen Rahmen (Erntefenster!) können unterschiedliche Pflückzeitpunkte zusammen gelagert werden.
Ist wirksam gegen Schalenbräune	Ist wirksam gegen Schalenbräune
Ist nicht für alle Sorten anwendbar (physiologische Schäden)	Wirkung ist je nach Sorte verschieden.

Vergleich der MCP Behandlung mit der DCA Lagerung: Technologie

MCP	DCA
Die Anwendung erfordert normale CA-Lagerräume.	<ul style="list-style-type: none"> o Hohe Anforderungen an die Dichtigkeit der Lagerräume (ULO - tauglich). o Schnelle Sauerstoffabsenkung muss möglich sein.
Nach Öffnen des Lagers weniger Verkaufsdruck wegen Verzögerung der Nachreifung.	Nach Öffnen des Lagers geringerer Verkaufsdruck wegen verzögerter Nachreifung.
Anwendung von MCP in Kombination mit normaler Kühlagerung => einfachere Technologie	Erhöhte Anforderungen an Installationen, Steuerung und deren Bedienung.

+ Vergleich der MCP Behandlung mit der DCA Lagerung: **Marktsicht**

MCP	DCA
Die Anwendung stellt eine Nacherntebehandlung dar, welche kritisch beurteilt werden kann.	Keine Nacherntebehandlung, kann auch für Bio-Ware angewendet werden.
Bei unsachgemässer Anwendung werden unreife Äpfel verkauft => zu hohe Festigkeit, grasiger Geschmack.	Reifesteuerung erfolgt analog der heute bekannten ULO - Technologie.
Bei Behandlung von Äpfeln, welche etwas später geerntet werden, resultiert durch den Grössen-zuwachs auch ein Wertzuwachs.	Ernte analog der heute bekannten ULO - Technologie.

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

77

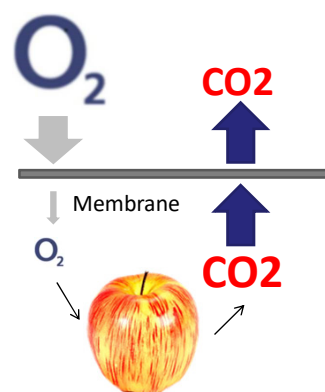
+ Lagerung unter modifizierter Atmosphäre (MA)

Gasaustausch

- LUFT: O₂ = 20.9 % und CO₂ = 0.03 %
- Mat Tiempo: O₂ = 1-5% und CO₂ = 1-5%

Einflussfaktoren für die MA

- Reifestadium bei der Ernte (Atmungsintensität).
- Abkühlung der Ware vor dem Schliessen
- Lagertemperatur.
- Leervolumen in der Paloxe
- Dichtigkeit der Paloxe.
- Selektive Durchlässigkeit der Membranen.



Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

78

„Mat Tiempo“ Grosskiste



Stapelbare
Paloxe



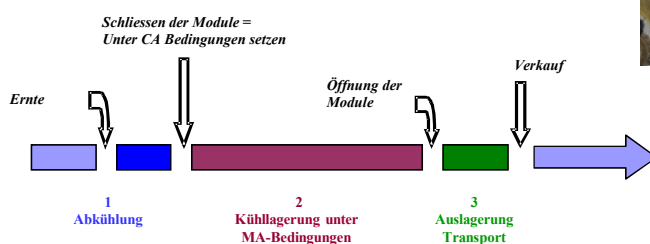
Deckel mit Membranen
(5 oder 6)



Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

79

Einsatz der Paloxe



Zu vermeiden:

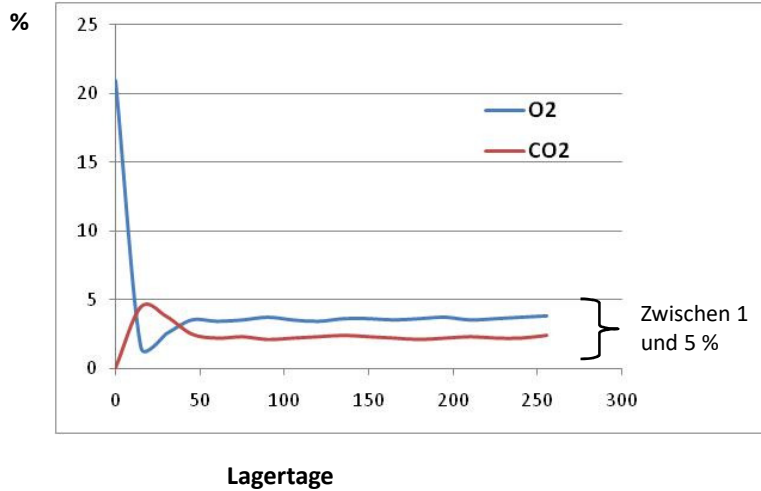
- Zu frühe oder zu späte Ernte.
- Ungenügende Abkühlung der Früchte vor dem Schliessen des Moduls.
- Nichteinhalten der empfohlenen Lagertemperatur.
- Tiempo Cap Deckel nicht korrekt aufgesetzt.
- Nicht einhalten der Lagerungsvorschriften (Anzahl offene Membranen, empfohlene Lagerdauer)

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

80



Normale Einstellung der MA



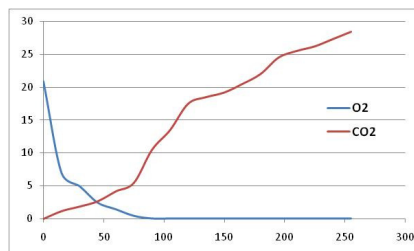
Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

81



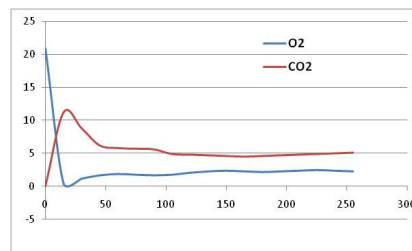
Mögliche Fehler bei der Einstellung der MA

Zu wenig Sauerstoff



- Zu wenig Membranen offen (Empfehlungen von MAT TIEMPO nicht befolgt)

Zu hohe Kerntemperatur vor dem Schliessen des Moduls



- Die Früchte wurden vor dem Schliessen des Moduls nicht gänzlich abgekühlt

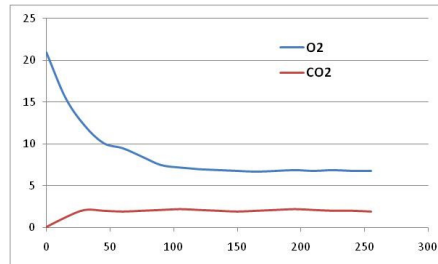
Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

82

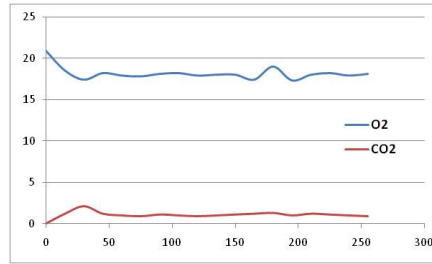


Mögliche Fehler bei der Einstellung der MA

Schwache Atmungsintensität



Tiempo Cap nicht geschlossen



- Zu viele Membranen offen
- Zu grosses Leervolumen in der Paloxe

- Deckel nicht korrekt aufgesetzt

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

83

Agroscope



Lagerung im Palistore System



Aluminiumrahmen

Holzspanplatte

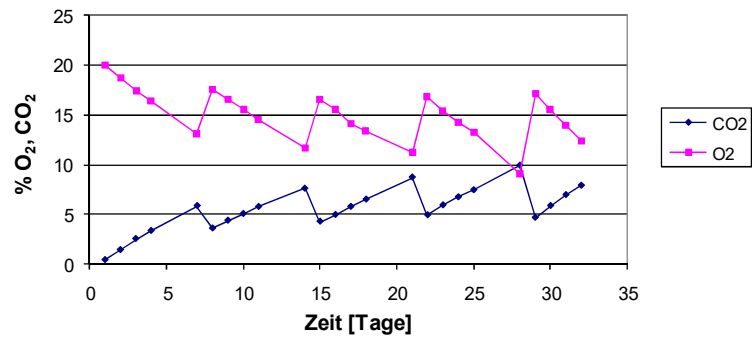
Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

84

Agroscope



Lagerversuch Kirschen (Kordia) im Palistore System mit wöchentlicher Auslagerung



Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

85



Andere „Haubensysteme“



Quelle: Dirk Köpcke
Versuchszentrum Jork

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

86

X-tend Beutel

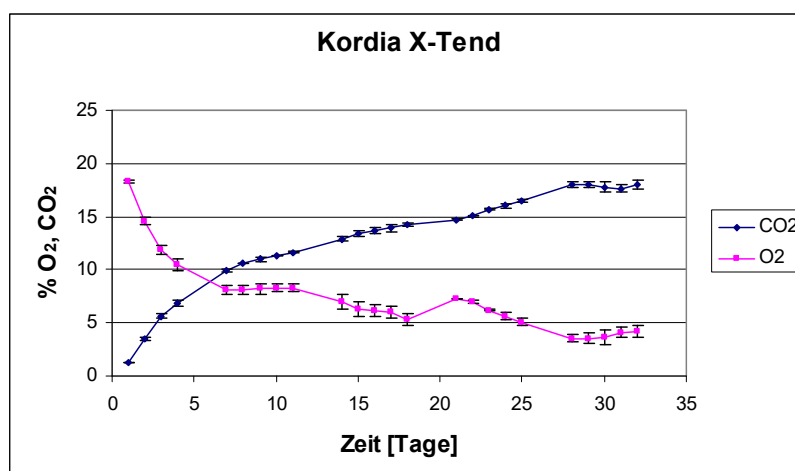


Für jede Fruchtart gibt es spezifische Beutel, welche bei der empfohlenen Lagertemperatur zu verwenden sind (z.B. für Kirschen bei 1°C). Der Gasaustausch ist über Mikroperforationen gewährleistet.

Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

87

Lagerversuche Kirschen in X-tend Beuteln (2007)



Einführung in die Lagerhaltung | BLO Obst, OF04
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

88



Karton, Plastik, Smart Packaging

6. VERPACKUNG VON OBST



Verpacken von Gemüse & Früchten

- Schutz vor Verunreinigungen
- Präsentation, Branding
- Verdunstungsschutz
- Luftzirkulation
- Schaffung einer modifizierten Atmosphäre

Verpackungsformen

- Einschlagen in Beutel (z.B. Kistenauskleidung)
- Unverschlossen / verschlossen
- Perforiert / nicht perforiert

Eigenschaften von Folien

Selektiv durchlässig für CO_2 / O_2

O_2 , Ethylen-Absorption

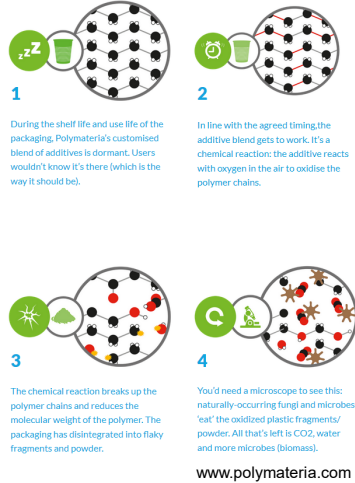
Wasserdampfbarriere

Filme mit funktionellen Eigenschaften
(Konservierungsmittel, Verdunstungsschutz, Glanz)

Nanopartikel (Silber etc. zur Hemmung von
Mikroorganismen)

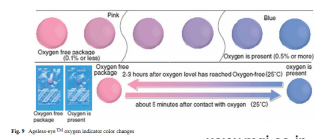
Eigenschaften von Folien

Futuristisch:
Biodegradation

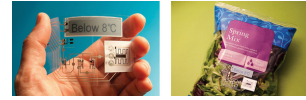


Eigenschaften von Folien, Sensoren

- Temperatur-Zeit Indikatoren
- pH Kontrolle, O₂-Kontrolle
- Ethylenindikator
- Reifeindikation

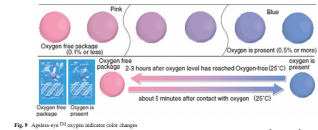


ABER...



- Für Praxis alles zu teuer!!
- Kompliziertere Verpackungen bedeuten komplizierteren Abfall

www.plasticsengineering.org



www.mgj.co.jp



www.ripesense.co.nz

- Zukunft??