

Einführung

ETH BSc HS 2018 - Hortikultur I

LV: 751-4201-00L

Andreas Naef, Andreas Bühlmann, Jean-Laurent Spring, Christoph Carlen

Agroscope



ETH BSc Hortikultur I & II Übersicht HS – FS

Hortikultur I im Herbstsemester 2018

Semesterbeginn Montag, 17.09.2018 - Semesterschluss Freitag, 21.12.2018:

Dozent	Inhalt	Daten im 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope	Obstbau Nachernte (1x4h)	27.09
Andreas Naef, Agroscope	Obstbau Vorernte (2x4h)	11.10, 25.10
Jean-Laurent Spring, Agroscope	Weinbau (Reben/Keller) (3 x 4h)	08.11, 22.11, 06.12
Christoph Carlen; Agroscope	Prüfung 13:15 – 15:00 (2h)	20.12

Hortikultur II im Frühjahrssemester 2019

Dozent	Inhalt	Daten im 2018
Christoph Carlen, Agroscope	Beeren (Vor-, Nachernte)	
Ute Vogler, Agroscope	Gemüse (Vor-, Nachernte)	
Christoph Carlen; Agroscope	Prüfung (2h)	

Agroscope



ETH BSc Hortikultur I & II

2 Kreditpunkte = 60 h (Vorlesungszeit + Vor- und Nachbearbeitungszeit der StudentInnen)

Kurzbeschreibung Überblick über Hortikulturen national und international. Einblick in Grundlagen des praktischen Obstbaus (Vorernte, Nachernte), Weinbaus (inkl. Hinweise auf die Weinbereitung), Beerenbaus und Gemüsebaus (Vorernte) in der Schweiz.

Lernziel Einblick in das Thema Hortikulturen, weltweit und in der Schweiz, insbesondere deren ...

- Bedeutung (international und national)
- Hauptaspekte der Produktion (Schweiz), d.h. ausgewählte Aspekte aus den Bereichen Sorten, Anbau inkl. Physiologie und Pflanzenschutz, Lagerung / Nachernte / Weinbereitung
- Hauptherausforderungen (Schweiz)
- Ausgewählte, praxisnahe Forschungsfragen



ETH BSc Hortikultur I & II

Skript Abgabe an den einzelnen Vorlesungsterminen durch die Dozentinnen und Dozenten, Aufschaltung auf ILIAS.

HS 2018:

https://ilias-app2.let.ethz.ch/ilias.php?ref_id=159444&cmd=view&cmdClass=ilrepositorygui&cmdNode=72&baseClass=ilrepositorygui

Sprache und Unterlagen: deutsch, französisch oder englisch



Die Dozenten geben an den LV-Terminen ein einfaches Skript ab. **Musswissen** ist hervorgehoben. Es können **exemplarische Prüfungsfragen** gestellt und im folgenden Vorlesungsblock besprochen werden.

Der Kauf eines Buches ist nicht nötig, kann aber als Ergänzung bei Interesse der StudentInnen empfohlen werden.

Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau

Andreas Bühlmann

Hortikultur 1, ETH BSc HS2018

www.agroscope.ch | gutes Essen, gesunde Umwelt

Zeitplan

	27.09.2018
13:00	Qualität und Physiologie
14:00	Gruppenarbeit
15:00	Gruppenarbeit Präsentation
16:00	Lagerung und Schäden

Vorlesung
Selbständiges arbeiten
Präsentieren im Plenum



Gruppenarbeit Wertschöpfungskette

1. Ausgangslage

Die Qualität von Obst und Gemüse, wie sie von den Konsumenten wahrgenommen wird, hängt von jeder Stufe der vorgelagerten Wertschöpfungskette ab. In dieser Gruppenarbeit geht es darum, die optimale Arbeitsweise auf verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette kennenzulernen und zu hinterfragen. Präsentieren sie die Resultate in einer 3-5 minütigen Präsentation.

2. Unterlagen

- Skript und Folien Nachernteaspekte
- SZOW-Publikation „Obsteinlagerung 2017, 2018
- Info Erntezeitpunkt
- Merkblätter Lagerkrankheiten
- Broschüre „Lagerung von Obst und Gemüse im Haushalt“
- Sensorik Birnen
- Internet, Google, etc



Gruppenarbeit Wertschöpfungskette

3. Aufgabe für alle Gruppen

Die folgenden Fragen sollen am Beispiel von **Kernobst** bzw. **Äpfeln** bearbeitet werden.

Für **alle** der nachfolgend aufgeführten Stufen der Wertschöpfungskette sind folgende Aufgabenstellungen zu bearbeiten:

- Welches sind die Faktoren, welche die **Qualität** der Äpfel beeinflussen (Aufzählung), welche kann ihre Stufe beeinflussen.
- Welche **Informationen** werden von vorgelagerten Stufen benötigt, welche Informationen müssen an nachgelagerte Stufen weiter gegeben werden?
- Was, wie und wann dokumentieren sie um sich gegen **Risiken** abzusichern.
- Wie können wir die Wirkung von **Ethylen** als „Reifeförderer“ hemmen bzw. vorbeugend eliminieren?



Gruppenarbeit Wertschöpfungskette

4. Gruppenspezifische Aufgaben

Landwirtschaftliche Produktion

- (1) Wie bestimmen Sie den optimalen Pflückzeitpunkt der verschiedenen Apfelsorten, welche auf Ihrer Anlage angebaut werden?
- (2) Schildern Sie konkret, wie Sie die Reifemessungen auf dem Feld durchführen würden.
- (3) Was ist bei der Ernte zu beachten, damit die Qualität der Früchte möglichst gut erhalten bleibt?

Lagerhalter

- (1) Wie würden Sie die Eingangskontrolle der Äpfel gestalten (Messkriterien, Proben, Ablauf im Zusammenhang mit der Einlagerung)?
- (2) Welche Informationen benötigen Sie für die Einlagerung, welche Informationen müssen Sie ihm diesbezüglich liefern?
- (3) Sie betreiben ein modernes Lagerhaus. Welche Bedeutung haben die gespeicherten Lagerdaten bezüglich Qualität der gelagerten Früchte? Wie können Sie diese Daten verwenden?

Transport / Logistik

- (1) Welches sind die optimalen Transportbedingungen für den Transport von verpackten Äpfeln?
- (2) Können Sie die Äpfel gemeinsam mit anderen Waren transportieren? Was ist dabei zu beachten?
- (3) Als Transporteur betreiben Sie für ihre Kunden auch die Zwischenlagerung von Früchten während rund 1-7 Tagen in Ihrem Logistikzentrum. Was ist dabei zu beachten?



Gruppenarbeit Wertschöpfungskette

4. Aufgaben Gruppenspezifisch

Grossverteiler

- (1) Wie würden Sie die Wareneingangskontrolle im Verteilzentrum gestalten? Welche Messkriterien verwenden Sie?
- (2) Sie bieten Äpfel in verschiedenen Angebotsformen an (offen, Food-Tainer, Tragtasche). Listen Sie die Vor- und Nachteile der Angebotsformen in qualitativer und ökologischer Hinsicht auf.
- (3) Äpfel werden von den CH-Grossverteilern offen in Holzkisten angeboten: wie beurteilen Sie diese Verkaufsform aus qualitativer Sicht?

Konsumenten

- (1) Wie können Sie Äpfel im Haushalt länger, d.h. einige Wochen bis sogar Monate lagern?
- (2) Aufgrund welcher Kriterien entscheiden Sie sich als Konsument für den Kauf von Äpfeln? Wie entscheidet der „Durchschnittskonsument“.
- (3) Hin und wieder kaufen Sie auch Äpfel direkt bei einem Bauern ein: welches sind die Vor- und Nachteile dieses Verkaufskanals verglichen mit dem Kauf bei einem Grossverteiler?

Forschung/Beratung

- (1) Sie werden von einem Lagerhalter angefragt weil im März, beim Öffnen des CA Lagers 200t Äpfel weich und faul sind. Er bittet sie um ein Gutachten. Welche Infos verlangen sie von ihm? Welche Tests führen sie selber durch?
- (2) Sie wollen eine neue Sorte züchten? Welche Eigenschaften muss die Sorte bezüglich Lagerung haben. Wie testen sie, ob die Sorte auch wirklich diese Eigenschaften besitzt?
- (3) Sie werden von einem Produzenten bezüglich Pflanzenschutz angefragt. Welche Strategie empfehlen sie ihm aus Sicht der optimalen Lagerfähigkeit. Erklären sie mögliche Varianten, für BIO und Konventionell/ IP mit Vor- und Nachteilen.



Inhalt

1. Qualität
2. Innere Qualität
3. Physiologische Grundlagen
4. Nacherntetechnologie
5. Grundlagen der Lagerung
6. Lagerverfahren
7. Bauliche Anforderungen an Lagerräume
8. Mikrobielle Lagerschäden
9. Lagerung von Kernobst
10. Lagerung von Steinobst
11. Gemüselagerung

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

11



Qualitätsbegriffe, Normen, Kundenerwartungen

1. QUALITÄT

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

12



Nachernteaspekte

- 1) Frischprodukte sind auch nach der Ernte **lebende Produkte**. Es handelt sich um Pflanzenteile (Gewebe) mit aktivem Stoffwechsel.
- 2) Obst & Gemüse sind nach der Ernte **Alterungs- und Reifungsprozessen** unterworfen.
- 3) Nachernteverluste sind u.a. mit der **Aktivität von Verderbniserregern** (Pilze, Bakterien, Insekten) verbunden.
- 4) Diese Vorgänge sollen im Nacherntebereich mit geeigneten Massnahmen verlangsamt oder vermieden werden.
- 5) Ein Schlüsselkriterium zur optimalen Gestaltung der Nacherntetechnologie beruht auf der **Verlangsamung des Atmungsstoffwechsels**. Das ist das Ziel des Kühllagers und in der CA-Lagerung (Controlled Atmosphere).
- 6) Grundsätzlich gilt: ab dem Erntezeitpunkt kann es nur noch eine Verschlechterung geben. **Qualitätsmaximierung** vor der Ernte und **Verlangsamung der Abbauvorgänge** nach der Ernte sind darum die Grundlagen der Nacherntetechnologie.

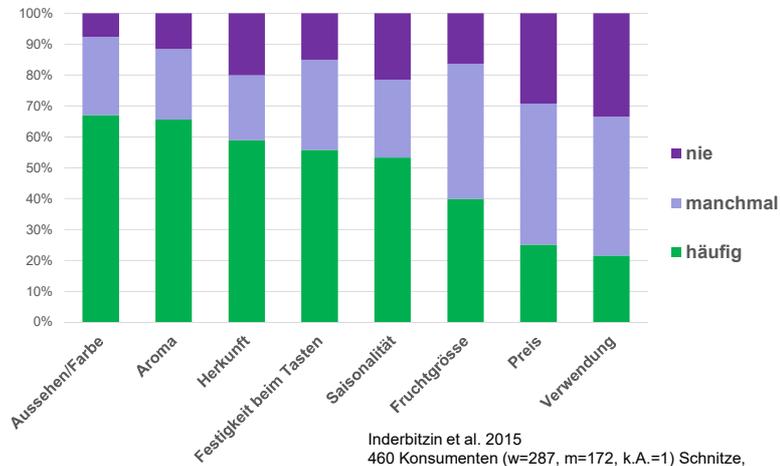


Qualitätsvorgaben in der Schweiz

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



Konsumententests Treiber für die Sortenwahl



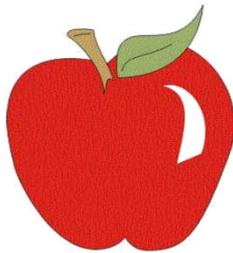
Inderbitzin et al. 2015
460 Konsumenten (w=287, m=172, k.A.=1) Schnitze,
randomisiert, codiert, schriftlicher Fragebogen

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

15



Konsumententests



Beliebtheitstest

(1= extrem ungerne, 9= extrem gerne)

Bewerten von:

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

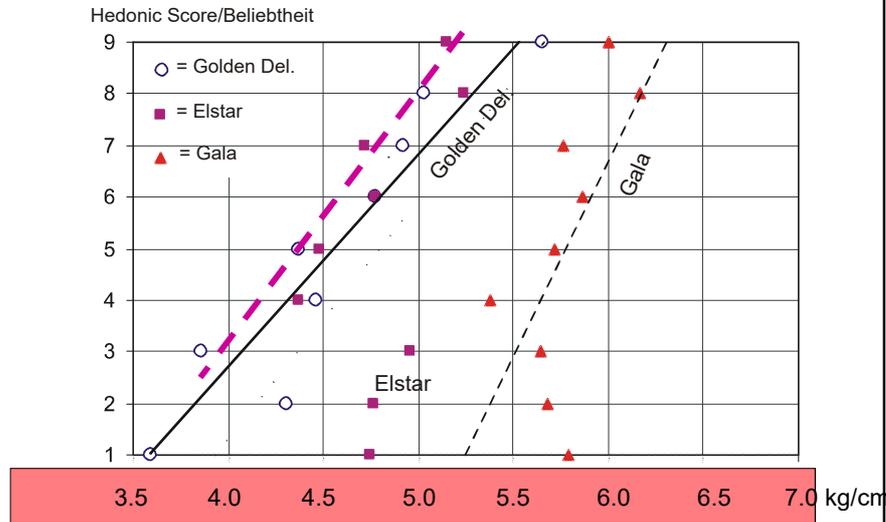
Analysen:

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

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

16

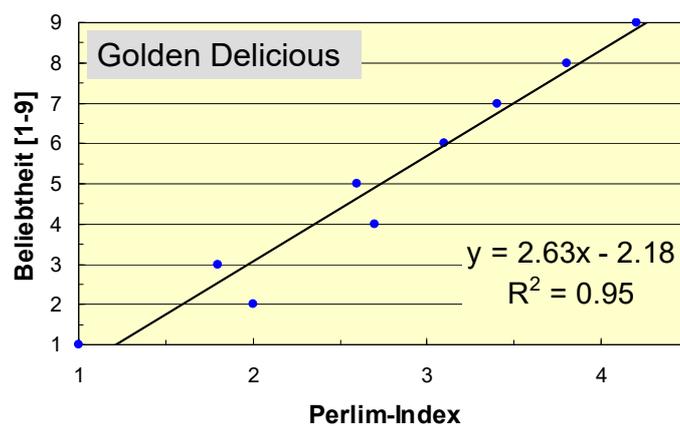
Resultate: Fruchtfleischfestigkeit



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

17

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 nicht zwingend Teil davon

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

18



Inhaltsstoffe, Veränderungen entlang der Wertschöpfungskette,
Analytik

2. INNERE QUALITÄT



Welche Äpfel kaufen sie Sortierung nach «äusseren» Werten

- Sorte
- Farbe
- Grösse



Sortierung nach „inneren“ Werten

- Fleischfestigkeit
- Zuckergehalt
- Säuregehalt
- Polyphenole/Vitamine
- Aroma
- Schäden



Klassisch analytische Methoden



Nichtdestruktive Methoden



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

21

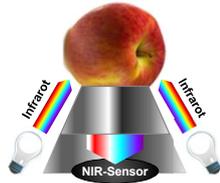
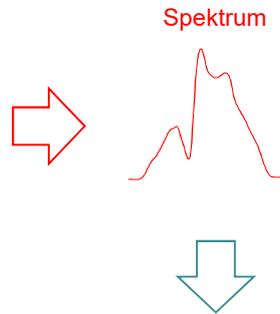
Spektrale Qualitätsbestimmung



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

22

Spektrale Qualitätsbestimmung



Informationen über die Frucht

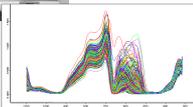
Zuckergehalt [°Brix]	Festigkeit [kg/cm ²]	Innere Schäden [%]
12.5	13.8	0

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

23

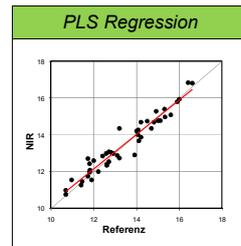
Spektrale Analyse - Kalibration

NIR



Multivariate
statistische Analysen

Frucht Nr	Seite	Brix	FFF	GS
1	A	11.8	9.73	4.65
1	B	12.6	9.01	4.63
2	A	12.5	7.95	4.90
2	B	12.8	8.75	4.89
3	A	13.1	9.21	5.67
3	B	12.8	9.81	6.28
4	A	12.6	9.57	5.56
4	B	12.8	10.54	5.77

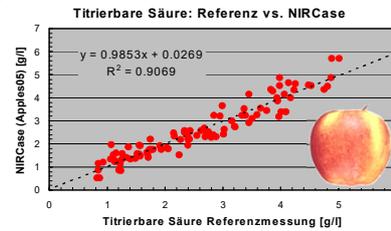


Q
U
A
N
T
I
F
I
Z
I
E
R
E
N

Zum Beispiel

Apfel Nr	1
Zucker	12.3
Festigkeit	9.8

Referenzen



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

24

Innere Qualität Bsp. Festigkeit

Ansprüche Konsumentenschaft		Richtwerte Essqualität 4.5 – 5.5 kg
↓	Veränderungen während Verkauf	Festigkeit = Auslagerungswert – (Abbaurrate pro Tag) x Verkaufszeit (Tage) => 0.7 – 2.1 kg für ein Shelf life von 14 T.
Anlieferung an Detailhandel Auslagerung, Sortierung, Abpackung		Richtwerte Detailhandel 5 – 6 kg
↓	Veränderungen während der Lagerung	Festigkeit = Ernte-/Einlagerungswert – (Abbaurrate pro Monat) x Lagerzeit (Monate) => 2 - 5 kg für eine Lagerung von 10 M
Anlieferung/Einlagerung im Lagerbetrieb, Ernte Produktion		Ernterichtwerte 7 – 9 kg
Produktion (Lagerpotential und Qualitätspotential)		„Vorgeschichte“ z.B. Behang, Abschluss-spritzungen etc.



Veränderung von Inhaltsstoffen, Atmung, Ethylen, Lagerkrankheiten

3. PHYSIOLOGISCHE GRUNDLAGEN

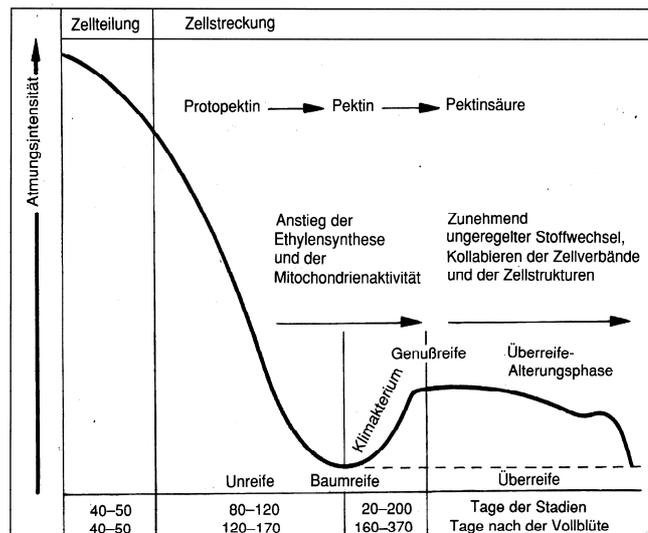


Atmungsstoffwechsel

- 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.

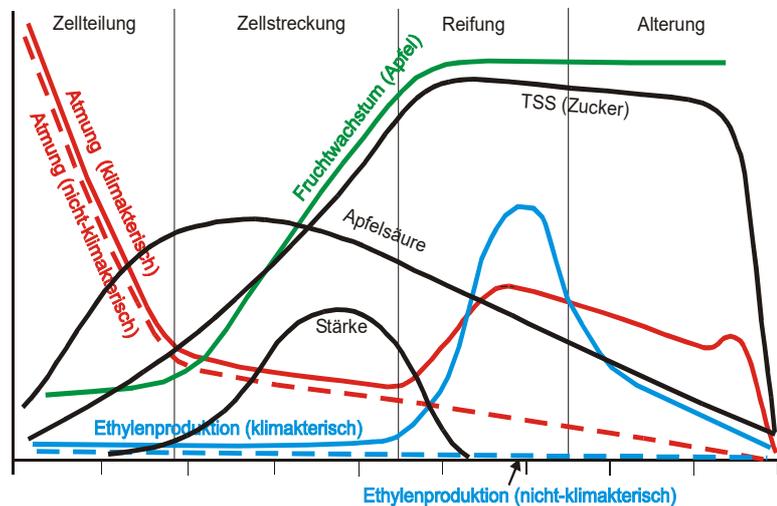


Atmung und Pflückzeitpunkt





Veränderung der Inhaltstoffe



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

29



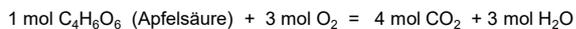
Atmungsstoffwechsel - Atmungssubstrate

Glukose (Zucker) - aerob (10-14%)



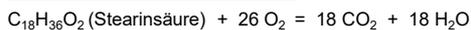
Respirationskoeffizient RQ = 1 (mol CO_2 /mol O_2)

Apfelsäure (Malat) (0.5-1.5%)



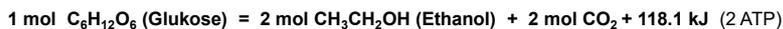
Respirationskoeffizient RQ = 1.33 (mol CO_2 /mol O_2)

Stearinsäure (Fettsäure) (%)



Respirationskoeffizient RQ = 0.69 (mol CO_2 /mol O_2)

Glukose (Zucker) anaerob

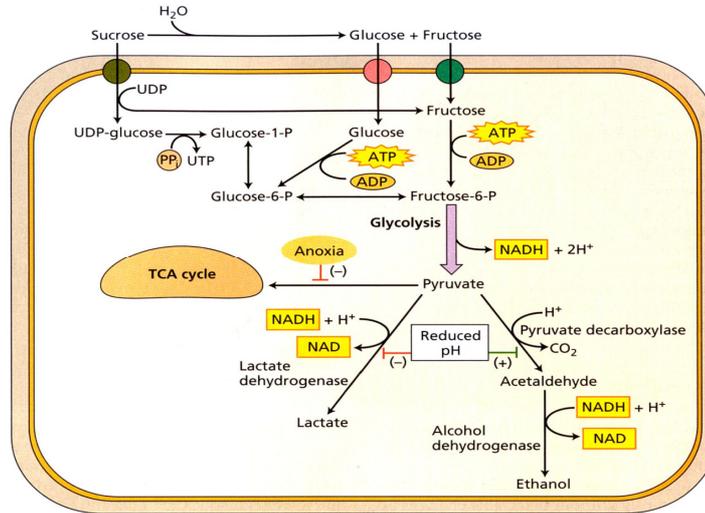


Respirationskoeffizient RQ = ∞

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

30

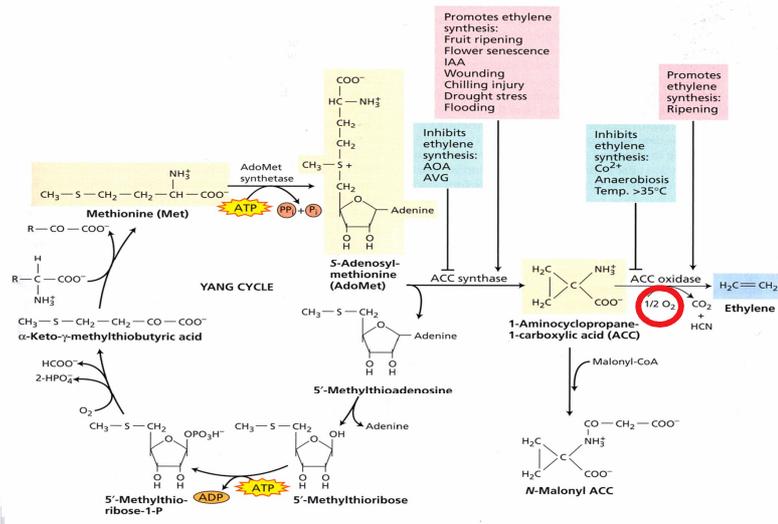
Anaerobe Energiegewinnung



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

31

Ethylensynthese



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

32



Erntezeitpunkt, Reduktion der Atmung und der Ethylenbildung

4. NACHERNTECHNOLOGIE



Physiologische Reife: Reifemerkmale und Reifebestimmung

Vollentwicklung

Stellt eine *Mindestausprägung* der Frucht dar in *morphologischer* und *biochemischer* Hinsicht, was Fruchtgrösse, Form und Inhaltsstoffe (Zucker, Säuren, Calcium usw.) zum Zeitpunkt der physiologischen Pflückreife anbetrifft.

Physiologische Pflückreife

Kennzeichnet den *physiologischen Alterungszustand* der Frucht, messbar anhand von Atmungskurven, Äthylenanstieg und Sekundärphänomenen der Reifung wie Aromabildung, Entgrünung, Weichwerden usw.

Unreife

Haut oder Fruchtfleisch zu grün, Textur zu hart, Geruch und Geschmack grasig, zu sauer, ungeniessbar, Aromabildung fehlt

Pflückreife

Fruchtfleisch entgrünt, Festigkeit des Fruchtfleisches im Optimum für Lagerung, Zucker und Säuren i.O., Aromastoffe nur bei Frühsorten entwickelt

Esreife

Harmonie in Zucker, Säuren und Aromastoffen, Fruchtfleisch knackig-saftig, nicht mehr zähe (Stärketest für Herbstvermarktung)

Überreife

Haut abnorm verfärbt, Textur saftarm, trocken-mehlig, Geruch und Geschmack abnorm oder fade, Säure abgebaut, oft Altersstörungen

Pflückzeitpunkt

- 1) Der Pflückzeitpunkt ist im Leben eines Apfels der Übergang vom Vorernte zum Nacherntebereich.
- 2) Der Pflückzeitpunkt ist für die Qualität des Endproduktes äusserst entscheidend.
- 3) Was ist Qualität? Äusseren (Ausfärbung, Grösse, Form, Schäden, ...) und Innere Qualität (Zucker, Säure, Festigkeit).
- 4) Diese Kriterien sind entscheidend für die Übernahme eines Erntepostens eines Obstbaubetriebes durch den Handel und die Bezahlung (Qualitätsnormen, abgestufte Preise, ...).
- 5) Weitere Kriterien (Vitamingehalt, Gehalt an sekundären Inhaltsstoffen, Aromastoffen, Allergenen, etc.) können für Bekömmlichkeit und Attraktivität des Konsumproduktes (Apfel) ebenfalls wichtig sein, sind aber ökonomisch zur Zeit nicht relevant.

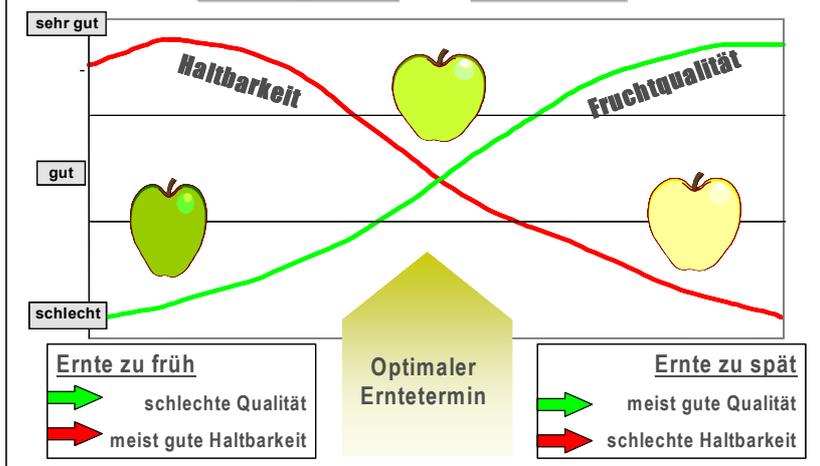
Wie bestimmt man den optimalen Pflückzeitpunkt?

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

35



Zusammenhang zwischen Fruchtqualität und Haltbarkeit



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

36



Fruchtfleischfestigkeitsmessung



**Stärkeabbau
(Jodtest 1 – 10)**



Reifebestimmung

Zuckermessung
Lösliche Trockensubstanz Refraktometer
(Brix)



**Reifeindex (Streif) =
Festigkeit/(Zucker x Stärkeabbau)**



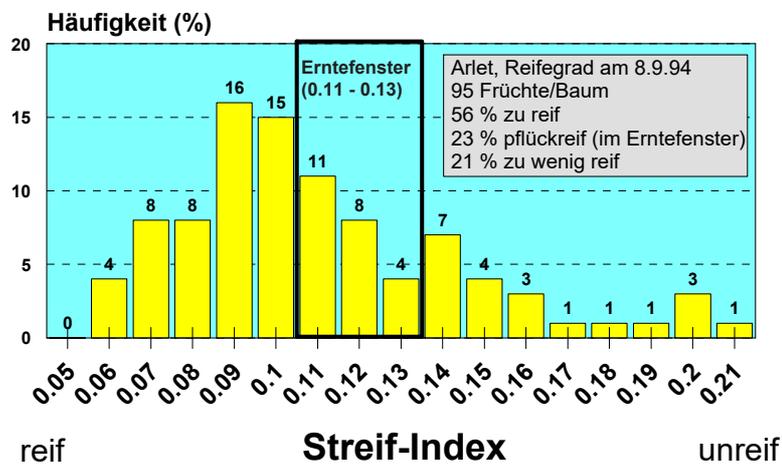
Reiferichtwerte und Erntefenster

	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



Nicht alle Äpfel sind gleich reif! - Überpflücken

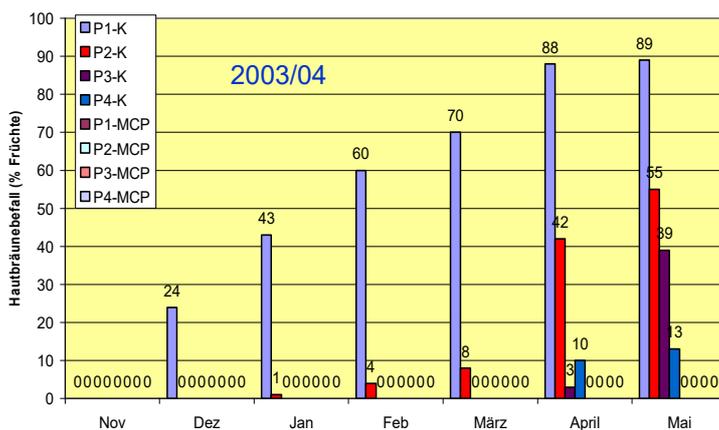


Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

39



Folgen bei falschem PZP: Hautbräune mit zunehmender Lagerdauer

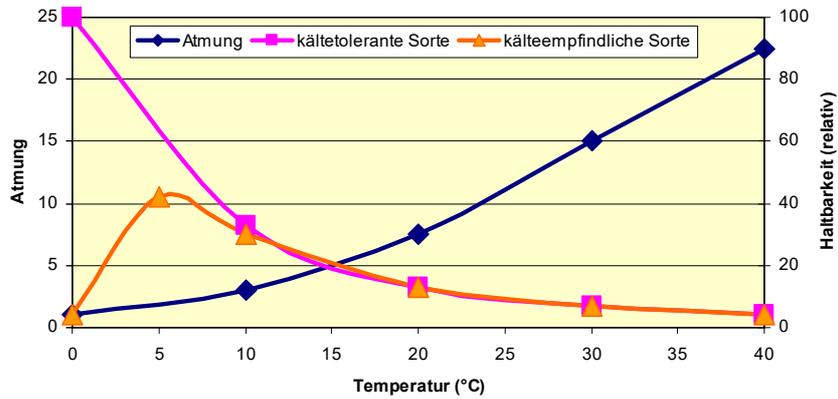


Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

40



Atmung und Temperatur



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

41



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

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

42

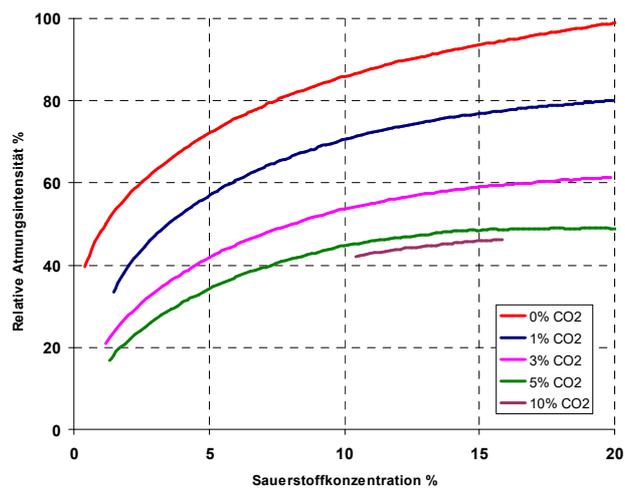
Atmung bzw. Lagertemperatur und Chlorophyllabbau



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

43

CO₂-/O₂-Konzentration vs. Atmungsintensität



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

44

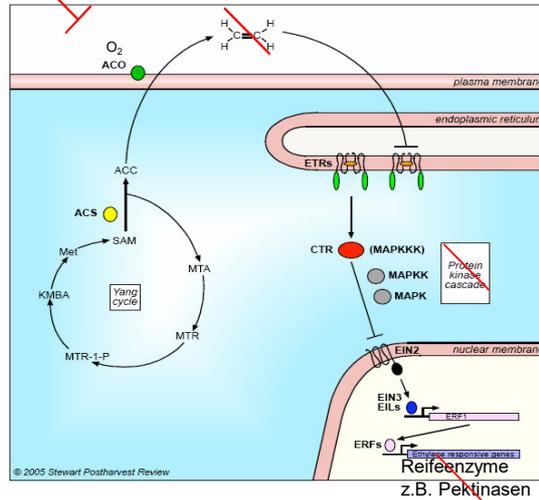
Ethylen: Hemmung der Synthese

CA Lagerung

Methionin
SAM
ACC
Ethylen

Wirkung

Bindung an
Rezeptoren (ETR's)
Aufhebung der
Inhibition der EIN2
Aktivierung von
„Reifegenen“

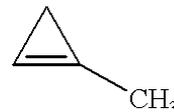


Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

45

Ethylen: Hemmung der Synthese

- 1-MCP = Ethylenblocker



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

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

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

46

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

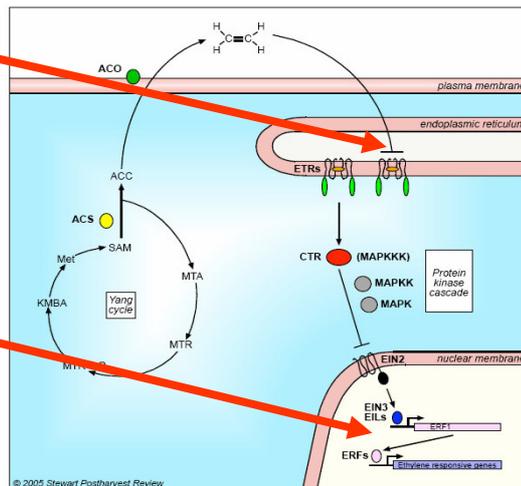
1-Methylcyclopropen: Mechanismus

MCP besetzt die Ethylenrezeptoren (ETRs)

Wirkung

Inhibition der EIN2

Aktivierung von „Reifegenen“ ist unterbunden





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

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

49



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

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

50



Ethylen-Empfindlichkeit von Gemüse

Gemüseart	Empfindlichkeit auf Ethylen	Eigene Produktion von Ethylen
Aubergine	Gross	gering
Blumenkohl	Gross	Gering
Brokkoli	Gross	Gross (bei 23°C bis zu 22.5 ppm)
Chicorée	Gross	Gering
Chinakohl	Gross	Gering
Endivien	Gross	Gering
Gurken	Gross	Mittel
Rot-, Weisskabis	gross	Gering
Wirz	Gross	Gering
Melonen	Mittel	Gross (bis 16.0ppm)
Peperoni	Gross	Mittel
Petersilie	Gross	Gering
Rosenkohl	Gross	Mittel
Salat	Gross	gering
Spinat	Gross	gering
Tomate	Gross	Gross (4.6-12.0 ppm)
Apfel, Birne	Gross	Sehr gross (2-100 ppm)
Stapler mit Verbrennungsmotor (Benzin, Diesel)		Sehr gross (80 ppm)

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

51



Wirkung von Ethylen bei verschiedenen Gemüsearten

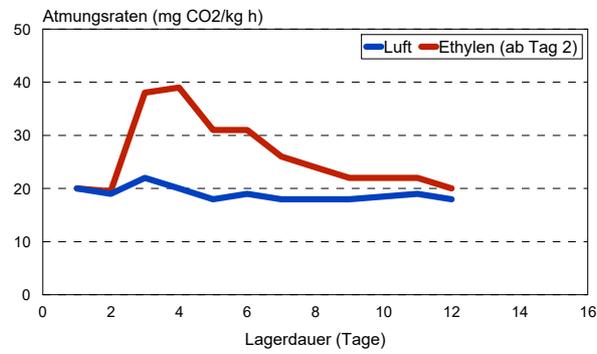
Wirkung	Gemüseart
Beschleunigte Alterung und des Chlorophyllabbaues (grüne Farbe)	Spinat, Gurke, Brokkoli
Beschleunigte Reife	Aubergine
Nichtparasitäre Bräunung (Russetflecken)	Salat
Bitterkeit	Karotte
Ablösen der Umblätter	Kopfkohl
Faserbildung	Spargel

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

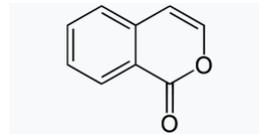
52



Atmung von Karotten: Einfluss von Ethylen



Isocoumarin



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

53



Lagerverluste

Lagerverluste	Lagerschädlinge	Ratten/Mäuse/Insekten
	Lagerkrankheiten	Parasitäre Lagerkrankheiten (Fäulnis)
		Physiologische oder nichtparasitäre Lagerkrankheiten
	Schwund	Wasserverluste (Schrumpfung) Atmungsverluste
	Qualitätsverluste	Grössenminderung
		Abbau Inhaltsstoffe
Geschmacksveränderung		
Fruchtfehler		
	Textur (Weichwerden)	

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

54



Lagerkrankheiten

Parasitäre Krankheiten

Physiologische Krankheiten:

- Stippigkeit
- Bormangel
- Glasigkeit
- Fleischbräune
- Kernhausbräune
- Schalenbräune
- Etc.

Siehe Merkblätter Agroscope



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

55



Lagerfaktoren Kältetechnik, Temperatur, Luftfeuchtigkeit,
Luftzusammensetzung, Luftumwälzung

5. GRUNDLAGEN DER LAGERUNG

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

56

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

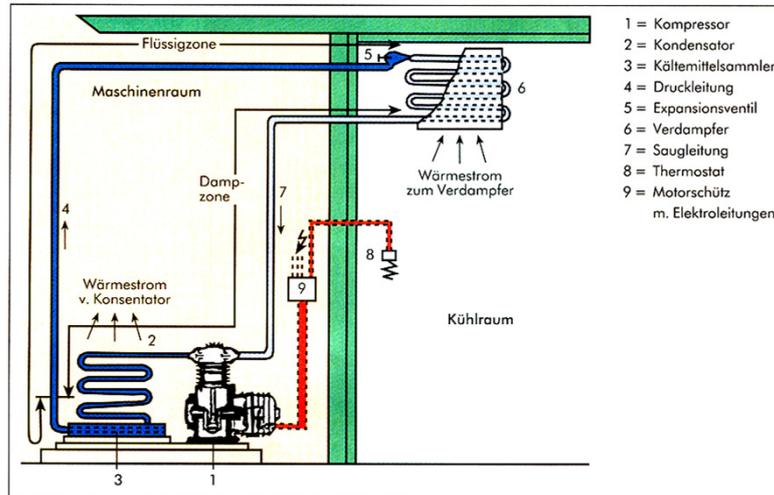
Kälteanlage bzw. Kältetechnik

- Abkühlen vs. Kühlhalten: Der grösste Kältebedarf fällt beim Einlagern an!
- 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)

☐ Kälteanlage



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

59

☐ Lagerfaktor „Temperatur“

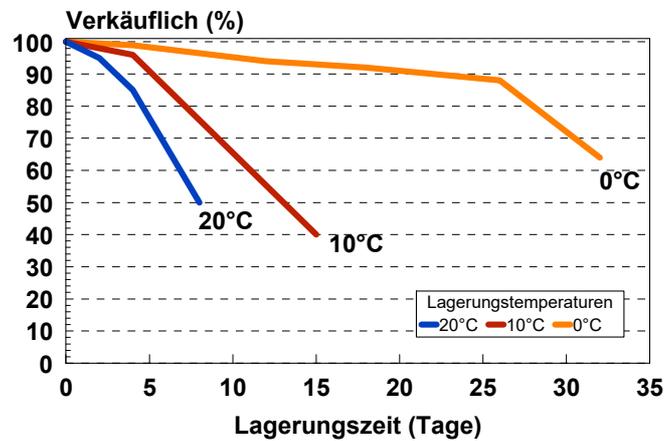
- Einfluss auf **Atmung** & Stoffwechsel
 (Temperaturabsenkung reduziert Atmungsintensität)
 - Einfluss auf Fäulnis (Temperaturabsenkung reduziert Fäulnisgefahr)
- Lagerdauer
 → Haltbarkeit / Qualität

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

60



Temperaturempfindlichkeit von Zwetschgen



Fellenberg

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

61



Temperatur

▪ Temperaturhöhe

- Gefrierpunkt
- Kälteschäden (Tomaten, u.a. bei weniger als 10°C)

▪ Temperaturverlauf

- Einkühlungsdauer und -geschwindigkeit (produktabhängig)
- Temperaturverteilung im Kühlraum

▪ Temperaturschwankungen

- Genauigkeit (± 0.5 °C)
- rel. Luftfeuchtigkeit (*Kondenswasser auf Produkt, Eisbildung auf Verdampfer*)
- Volumen Lagerluft

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

62

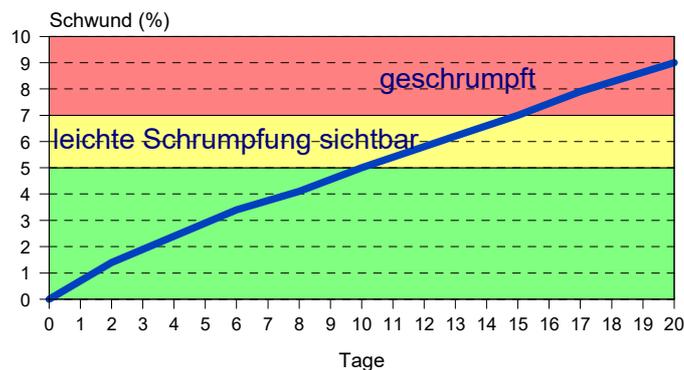
🇨🇭 Lagerfaktor „relative“ Luftfeuchtigkeit

- 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

🇨🇭 Wasserverlust vs. Qualität

Golden Delicious, Wasserverlust und Schrumpfung



Bedingungen: 20°C, 50-60% r.F.

Relative Luftfeuchtigkeit

▪ Höhe der relativen Luftfeuchtigkeit

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

▪ Schwankungen relative Luftfeuchtigkeit

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

Lagerfaktoren Luftreinheit & Luftumwälzung

▪ Luftreinheit:

- Zusammensetzung der Atmosphäre (CO₂, O₂)
- Saubere Luft (Frischluftezufuhr)
- Filter (Pilzsporen, Sekundärinfektionen)
- 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 !



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

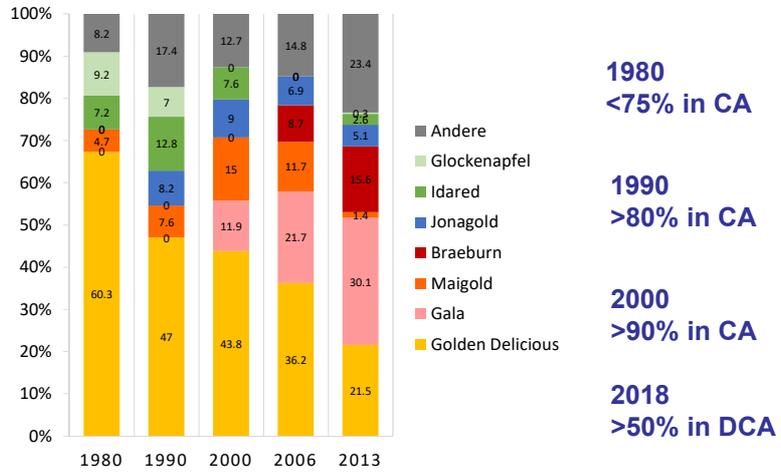
6. LAGERVERFAHREN



Lagerverfahren

Lagermethode	Sauerstoff (O ₂) %	Kohlendioxid (CO ₂) %
Kühlagerung (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

Sortimentsänderungen und Lagermethoden

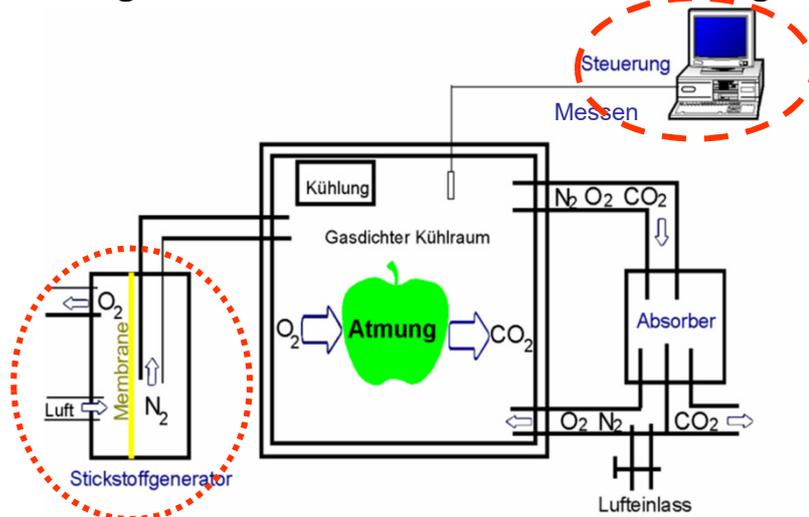


Tafelapfellagerbestand jeweils Ende November: die fünf wichtigsten Sorten

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

69

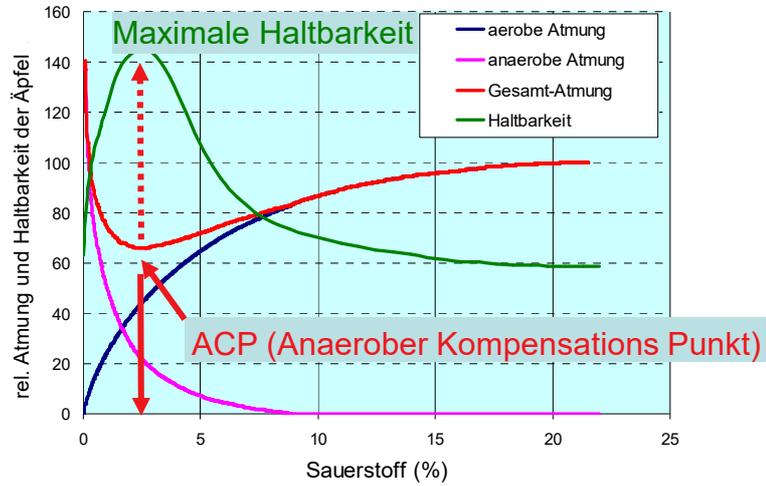
CA-Lagerraum und technische Einrichtungen



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

70

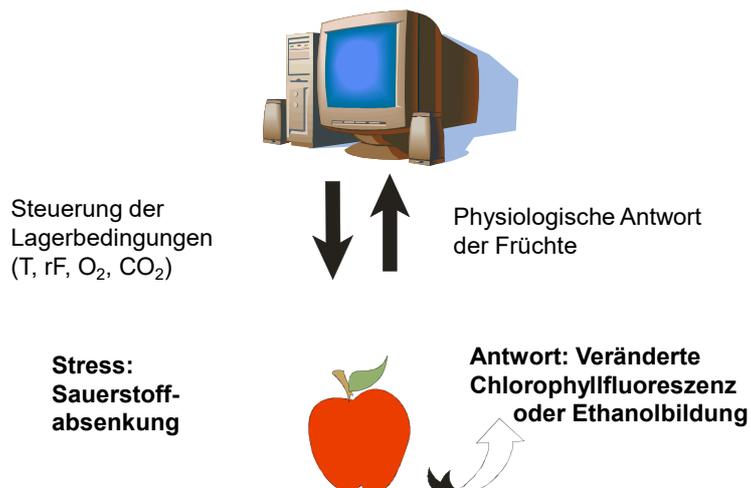
Grundlagen der DCA-Lagerung



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

71

Das Konzept der DCA

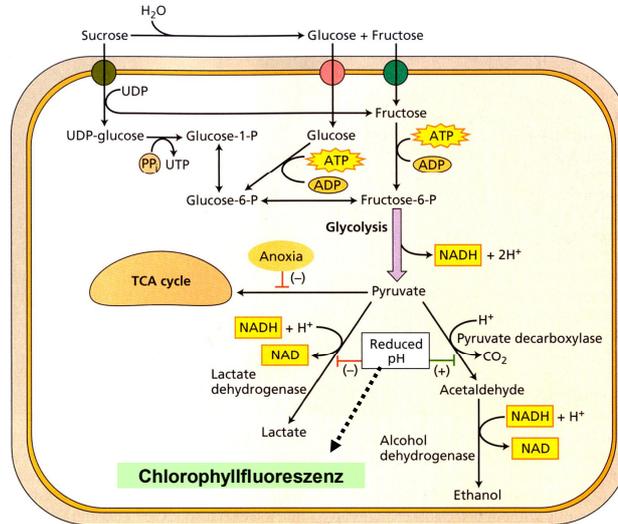


Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

72



Grundlagen der Fluoreszenzmessung



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

73



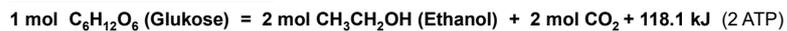
Grundlagen der RQ Messung (CO₂, O₂)

Glukose (Zucker) - aerob (10-14%)



Respirationskoeffizient RQ = 1 (mol CO₂/mol O₂)

Glukose (Zucker) anaerob



Respirationskoeffizient RQ = ∞

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

74



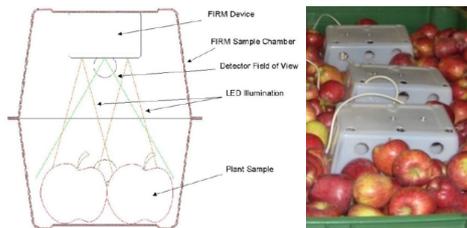
DCA - experimentelle Anlage

Bestimmung des kritischen Sauerstoff-gehaltes:

a) RQ (CO_2/O_2)
(Respirationsmessung)



b) Chlorophyllfluoreszenz



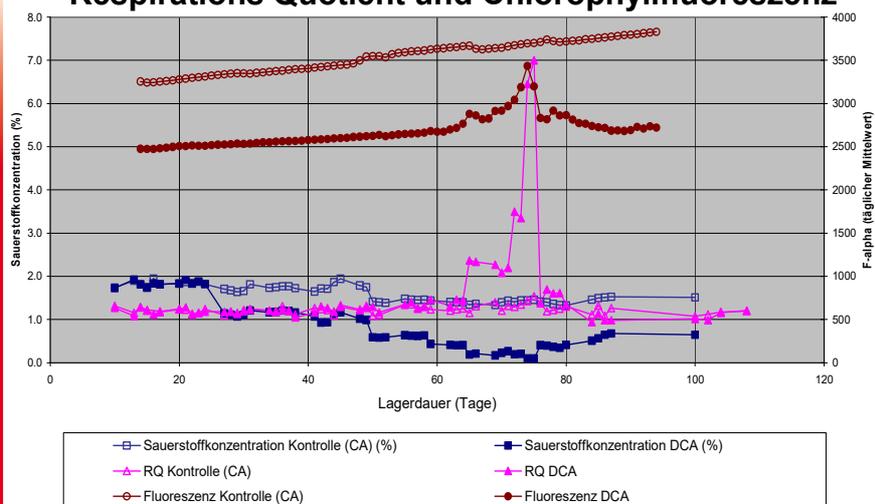
Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

75

Quelle: www.harvestwatch.net



Stufenweise Absenkung der Sauerstoffkonzentration: Respirations Quotient und Chlorophyllfluoreszenz



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

76



ACP-Werte (Versuche 2005 / 2006)

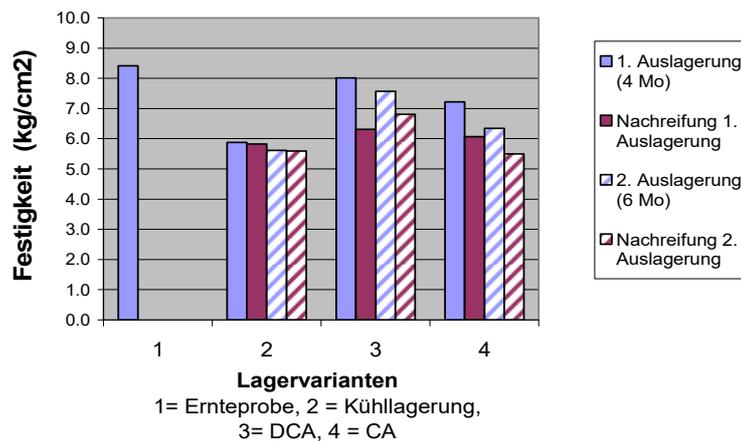
	ACP bestimmt mit RQ (% O ₂)	ACP bestimmt mit Fluoreszenz (F-alpha) (% O ₂)
Elstar	0.28	0.29
Idared	0.28	0.29
Braeburn	0.39	0.40
Maigold	0.26	--

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

77



Festigkeit vs. Lagerverfahren (Sorte Idared)



•Verhinderung der Hautbräune zB Maigold, Granny, Ladina

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

78

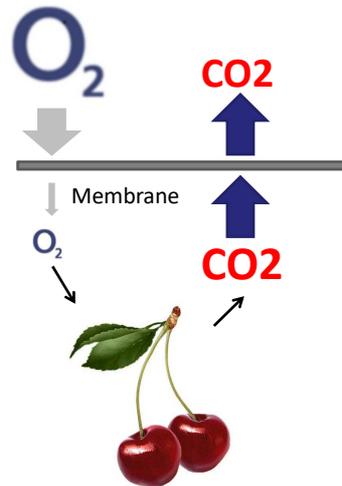
Modifizierte Atmosphäre (MA)

Gas austausch

- LUFT: $O_2 = 20.9\%$ und $CO_2 = 0.03\%$
- Mat Tiempo: $O_2 = 1-5\%$ und $CO_2 = 1-5\%$

Einflussfaktoren für die MA

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



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

79

Das Mat Tiempo Modul

Kunststoff Paloxe:

- Volumen : **610 Liter** (oder 430 Liter)
- Industrieller Typ (verstärkt mit drei Querverstrebungen)
- Material HDPE (High-density polyethylene)

Deckel Tiempo Cap

- Deckel mit integrierter Membran (selektiv durchlässig für CO_2 und O_2)
- Septum für Messungen der Atmosphäre
- Dichtung für sicheren Verschluss des Deckels

Verbrauchsmaterial: Septum, Dichtung



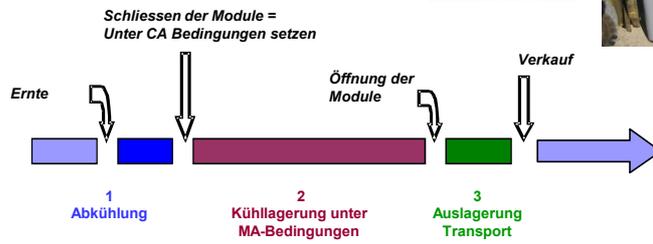
Membrane: Beständig und wieder verwendbar, kann mit Wasser ohne Druck gereinigt werden.

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

80



Einsatz MA



Zu vermeiden:

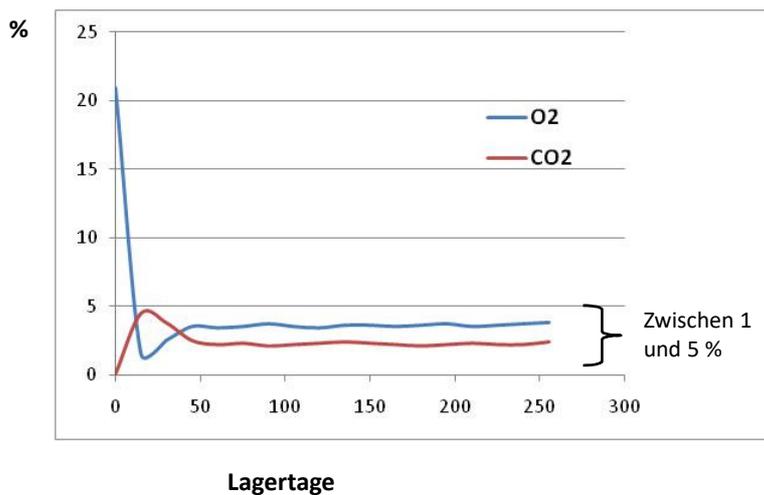
- Zu frühe oder zu späte Ernte.
- Ungenügende Abkühlung der Früchte vor dem Schliessen des Moduls
- Nichteinhalten der empfohlenen Lagertemperatur.
- Tiempo Cap Deckel nicht korrekt aufgesetzt.
- Nicht einhalten der CA Lagerungsvorschriften (empfohlene Lagerdauer)

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

81



Normale Einstellung der MA



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

82

Hauben-Systeme (z.B. Palistore)



- Abdeckhaube verbunden mit Aluminiumrahmen
- Verbindung Haube mit Platte mittels Schnellspannverschlüssen
- Abheben der Haube durch 2 Personen



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

83

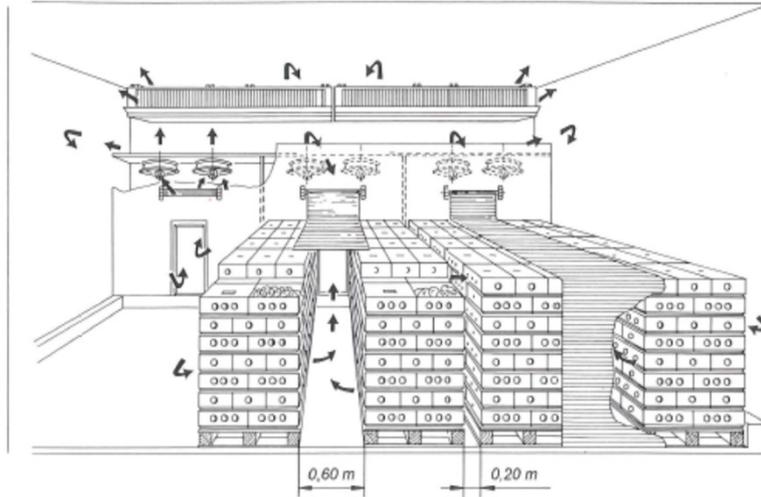
Spezielle Lagerverfahren: Vorkühlmethoden

Vorkühlmethode	Vorteile	Nachteile
Luftkühlung	<ul style="list-style-type: none"> • billig • alles Gemüse kann gekühlt werden • einfache Bedienung 	<ul style="list-style-type: none"> • langsame Abkühlung (bis zu mehreren Tagen) • hohe Qualitätsverluste während Abkühlung • hohe Wasserverluste während Abkühlung
Durchflusskühlung	<ul style="list-style-type: none"> • kostengünstig (bestehende Kühlräume können mit wenig Aufwand eingerichtet werden) • schnelle Abkühlung • verminderte Qualitätsverluste • verminderte Wasserverluste • relativ einfache Bedienung • für fast alle Gemüse anwendbar 	<ul style="list-style-type: none"> • zusätzliche Aufwendungen im Vergleich mit der Normalkühlung
Wasserkühlung (Hydrocooling)	<ul style="list-style-type: none"> • schnelle Abkühlung innerhalb einer Viertelstunde • kein Feuchteverlust 	<ul style="list-style-type: none"> • das Produkt und die Verpackung werden nass • das Wasser wird schmutzig • hoher Energiebedarf • zusätzlicher Lagerraum erforderlich • einige Produkte bekommen Risse (Tomaten) • Pilzbefall erhöht auf nassen Produkten
Vakuunkühlung	<ul style="list-style-type: none"> • Schnelle Abkühlung innerhalb 20 Minuten • Auch Waren, die in Folien (perforiert) verpackt sind, können gekühlt werden • Die ganze Ladung wird gleichmässig gekühlt 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Investitionskosten • Hoher Energiebedarf • Nur zu verwenden für Blattgemüse und Rosenkohl • Bedienung stellt hohe Anforderungen • Zusätzlicher Lagerraum ist erforderlich • Der Feuchteverlust beträgt etwa 3% (abhängig von vorgängiger Benetzung mit Wasser) • Nur kleine Mengen können auf einmal gekühlt werden
Eiskühlung	<ul style="list-style-type: none"> • Schneller Wärmeentzug 	<ul style="list-style-type: none"> • Lagerung des Eises aufwändig • Hohe Investitionen bei Flüssigeisanlagen

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

84

Beispiel Durchflusskühlung



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

85

Beispiel Vakuump Kühlung



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

86



Zukünftige Herausforderungen, Pflanzenschutz, Pilze Hefen

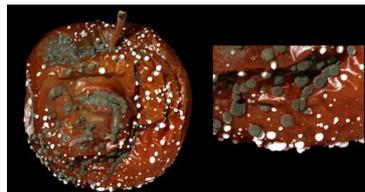
7. MIKROBIELLE LAGERSCHÄDEN



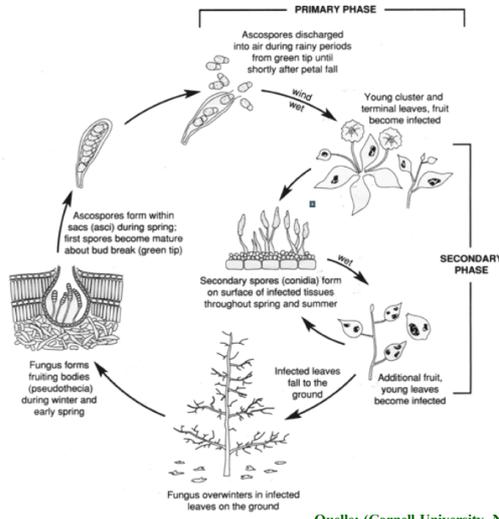
Lagerkrankheiten

Parasitäre Krankheiten:

- Schorf
- Gloeosporium
- Penicillium
- Etc.



Schorf, *Venturia inequalis*



Quelle: (Cornell University, NYSAES, Geneva, NY.)

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

89

Schorf: Infektionsmodell und Management

- Verschiedene Fungizidklassen zugelassen



- Infektionsmodell
- Reduziert Anzahl Applikationen

- Züchtung Resistenter Sorten
 - GMO/ Cisgenetics/ CRISPR

New set of differential hosts (adapted from Biss et al., 2005)

Host	Accession	Origin of the plant material	R-gene(s) (donors)
			Historical name
			New name ^a
h0	'Galá'	ACW	None known
h1	'Golden Delicious'	ACW	V9
h2	'TREx4715	ACW	V92
h3	'Q1'	Plant and Food Research	V92.1
h4	'TREx4720	DSRA	V94
h5	'p-AR47196	DSRA	V96
h6	'P9601a'	DSRA	V7
h7	'F1_McIntosh/Inde 812'	ACW	V95
h8	'842'	Plant and Food Research	V96
h9	'214'	Plant and Food Research	V99
h10	'A-752-0'	ACW	V9
h11	'M. boonei/Jackii'	ACW	V91
h12	'Hansen's boonei P2	ACW	V9
h13	'Thimble di Puff'	DCA	V9
h14	'Hillemann'	DSRA	-
h15	'Kawaguchi'	DSRA	-
h16	'OMAL-1473	ACW	V92

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

90



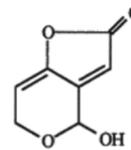
Lentizellenfäule, *Gloeosporium/ Neofabrea*

- Epidemiologie?
- Infektionsmodell?
- Sorteneffekt teilweise
- Sprays, vs biocontrol



Penicillium/ Botrytis

- Nur Sekundärinfektionen im Lager
- Produziert Mykotoxine
 - Schäden an Leber, Niere und Gastrointestinaltrakt



Structure of Patulin (4-Hydroxy-4H-furo[3,2-c]pyran-2(6H)-one).



Verhinderung Lagerschäden Vorernte

Applikation an *Golden Delicious* (PJ 2002); Wanner Parzellensprüherät SZA, 250 l/ha *mKh, 25 Bäume/ je Wdh., 4 fach wdh., Ernte 250 Früchte/ Wdh. Lagerung bei 2-3°C bis Anfang März, zweite Bonitur ca. 14 Tage später, Bestimmung einzelner Lagerfäulen: Lagerschorf, Gloeosporium, Monillia, u.a. ; Aufwandsmengen je ha*mKh: Cuprozin progress (0,25 l bzw. 0,5 l), Sergomil (0,75 l), Luna Experience (0,25 kg), Consist Plus (0,625 kg), Armicarb (2,22 kg), Bellis (0,267 kg), Flint (0,05 kg), Mycosin (4 kg)

Gloeosporium

VG	35	28	21	14	7	3	(Befall in UB) /Wirkungsgrad
1 (unbehandelt)							30 %
2		Mycosin	Mycosin	Mycosin	Mycosin	Mycosin	75 %
5		Sergomil	Sergomil	Sergomil	Sergomil	Sergomil	62 %
7		Merpan	Merpan				32 %
8		Merpan	Merpan	Flint	Flint		59 %
10	(0,25 l)	Cuprozin Progr.	28 %				
11	(0,5 l)	Cuprozin Progr.	42 %				
Datum		4.9.	11.9.	18.9.	25.9.	28.9.	

Scheer, KOB, DE

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

93

Agroscope



Verhinderung Lagerschäden Nachernte

52°C 2min Heiswasser

Sorte	Versuchsvariante	Lagerschorf (%)			Total Lagerfäulen (%)			Heiswasser- Schäden (%)		
		2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Bio	Bio	0.0	0.0	0.0	1.4	3.0	2.6	--	0.0	--
	Bio HW	--	0.0	--	--	1.1	--	--	0.0	--
Ariane	IP-low-input	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	5.7	--	0.0	--
	IP-low-input HW	--	0.0	--	--	1.1	--	--	0.0	--
	IP-intensiv	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	--	--	--
Bio	Bio	0.8	10.1	53.8	3.8	2.2	2.2	--	0.0	--
	Bio HW	--	3.5	--	--	1.3	--	--	6.4	--
Golden Delicious	IP-low-input	1.0	5.3	11.5	0.7	0.9	1.2	--	0.0	--
	IP-low-input HW	--	1.6	--	--	1.0	--	--	11.9	--
	IP-intensiv	0.0	1.0	0.0	0.9	0.9	1.3	--	--	--
Bio	Bio	0.0	0.0	0.0	4.9	21.6	4.2	--	0.0	--
	Bio HW	--	0.0	--	--	9.9	--	--	76.1	--
Otava	IP-low-input	0.0	0.0	0.0	1.2	21.6	4.9	--	0.0	--
	IP-low-input HW	--	0.0	--	--	7.8	--	--	52.7	--
	IP-intensiv	0.0	0.0	0.0	0.5	5.1	1.2	--	--	--
Bio	Bio	0.0	0.0	0.0	19.3	14.6	12.6	0.0	0.0	--
	Bio HW	0.0	0.0	--	0.0	2.8	--	0.0	0.3	--
Topaz	IP-low-input	0.0	0.0	0.0	27.2	15.7	7.2	0.0	0.0	--
	IP-low-input HW	0.0	0.0	--	4.8	4.1	--	0.0	0.4	--
	IP-intensiv	0.0	0.0	0.0	4.6	2.3	1.6	--	--	--



Good et al. SZOW 24/12

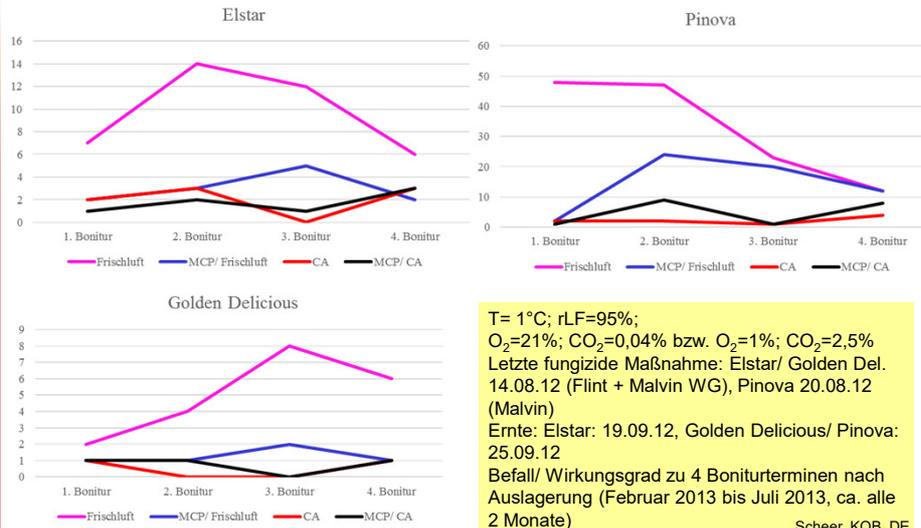
Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

94

Agroscope



Verhinderung Lagerschäden im Lager



T= 1°C; rLF=95%;
 O₂=21%; CO₂=0,04% bzw. O₂=1%; CO₂=2,5%
 Letzte fungizide Maßnahme: Elstar/ Golden Del.
 14.08.12 (Flint + Malvin WG), Pinova 20.08.12
 (Malvin)
 Ernte: Elstar: 19.09.12, Golden Delicious/ Pinova:
 25.09.12
 Befall/ Wirkungsgrad zu 4 Boniturterminen nach
 Auslagerung (Februar 2013 bis Juli 2013, ca. alle
 2 Monate)

Scheer, KOB, DE

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

95



Herausforderungen

- Beispiel Glyphosat auch im Obstbau
- NAP EU/ BLW
- Ersatz synthetischer Fungizide
- Züchtung Sortenprüfung
- Alternative Behandlungsmethoden



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

96



Alternative Behandlungsmethoden

▪ Low Input Strategien

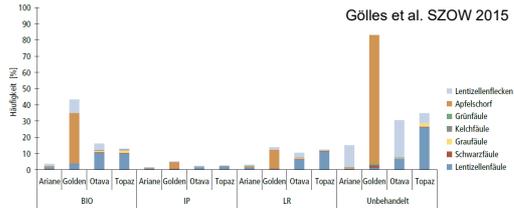
▪ Mycosin

▪ Boni Protect

▪ Biocontrol



	Austrieb	Vorbüte	Blüte	Nachblüte	Sommer	Abschluss
	Schorf-Primärsaison (Ascosporen)			Schorf-Sekundärsaison (Konidien)		
fb	1x Delan	2x Anilino-pyrimidine	2x Strobilurine (Qol)	2x Triazole (SSH)	4 - 6x Captan	3 Wochen
LR	1x Delan	2x Anilino-pyrimidine	1x Triazol (SSH)	5-6x Bicarbonat + Schwefel	2-3x Tonerde + Schwefel	1x Bicarbonat 8 Tage
BIO	1x Kupfer	3-4x Tonerde + Schwefel	5-6x Bicarbonat + Schwefel	2-3x Tonerde + Schwefel	1x Bicarbonat 8 Tage	Bme



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

97



Mikrobiom des Apfels

▪ Klassische Mikrobiologie

▪ Metagenomik

▪ Quantify good guys vs. bad guys

▪ Wissen in die Praxis weitergeben



wash



DNA extraction



Fragmentation



DNA sequencing

```
>seq1
GCCGTAGTCC...
>seq2
TATGCCGTA...
>seq3
...
```

Database comparison

```
>seq1
Aureobasidium
>seq2
Penicillium
>seq3
....
```



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

98



Danke für Ihre Aufmerksamkeit



Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

99



Lagerempfehlungen, Herbstbrief, sortenspezifische Lagerung

8. LAGERUNG VON KERNOBST

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

100

Empfehlungen für Lagerbedingungen - Herbstbrief

- Sortenspezifische Angaben zur Kühlung, CA-, LO- sowie ULO-Lagerung
- Temperatur (°C) (kälteempfindliche Sorten)
- Luftfeuchtigkeit (% r.F.) (Wasserverlust bzw. Schwund)
- CO₂-Gehalt (CO₂ empfindliche Sorten), O₂-Gehalt
- Hinweise zu Lagertechnologie, Pflückzeitpunkt, MCP-Behandlung, etc.

Lagerung von verschiedenen Sorten im gleichen Raum (**Mischlagerung**):
Sorten mit ähnlichem Erntetermin und Lagerverhalten können im gleichen Lagerraum gelagert werden. Bei der Mischlagerung sind die Lagerbedingungen der schwächsten Sorte anzupassen, dadurch kann die Lagerfähigkeit (Dauer) der anderen Sorten vermindert werden.



Kirschen, Zwetschen, modifizierte Atmosphäre

9. LAGERUNG VON STEINOBST

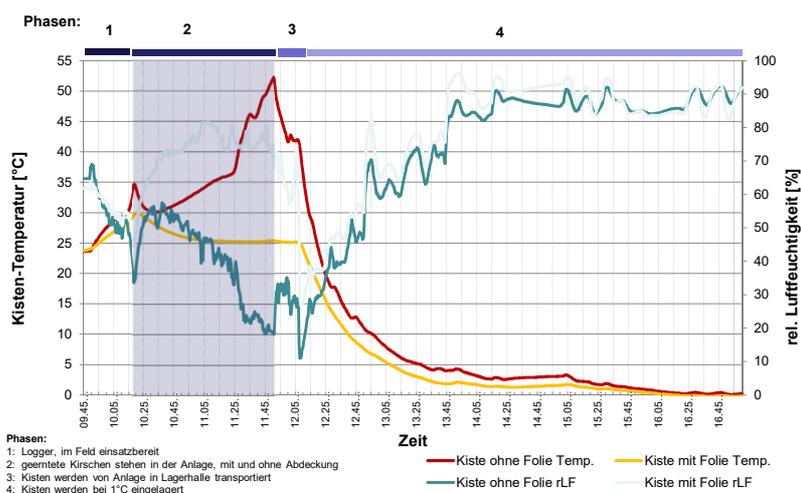
Voraussetzungen für die Lagerung von Steinobst

- Für die Lagerung sind nicht alle Sorten gleich gut geeignet
 - **Kirschen: festfleischige, grosse Sorten (Kordia)**
 - **Zwetschgen: eher späte Sorten**
- Kirschen müssen aus gedecktem Anbau stammen
 - **Einfluss der Regenfälle**
- Früchte müssen zum richtigen Zeitpunkt geerntet werden
 - **Zu späte Ernte erhöht Verderbsanfälligkeit im Lager**
 - **Zu frühe Ernte reduziert Essqualität**
- Die Ernte muss korrekt durchgeführt werden
 - **Früchte sollen nicht der Sonne ausgesetzt sein**
 - **Schneller Abtransport und Kühlung**
 - **Den Stiel abreißen kann Probleme verursachen**

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

103

Einfluss Abdeckfolie auf Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
 Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

104



Einige wichtige Aspekte bei der Lagerung

- Kühlagerung bei 1°C für **Kirschen** und **Zwetschgen** möglich
- Für Lagerung nur Kirschen aus gedecktem Anbau verwenden
- Lageratmosphäre bei Kirschen 15-20% CO₂ und 2-5% O₂
- Grüne Stiele bei Kirschen = frische Früchte!
- Lagerung von festfleischigen Sorten (z.B. Kordia, Regina) bis zu 4-6 Wochen
- **Zwetschgen sind bedeutend verderbsanfälliger als Kirschen**
- Lagerung von **späten Sorten bis zu 4 Wochen**
- Lageratmosphäre bei **Zwetschgen >10% CO₂ möglich, aber nicht bei allen Sorten!!**

MA-Lagerung in Paloxen, Hauben oder Beuteln

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

105



Visuelle Beurteilung der Kirschen



Stielzustand und -farbe, Glanz der Früchte,
Beschädigung, Verderb

Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

106

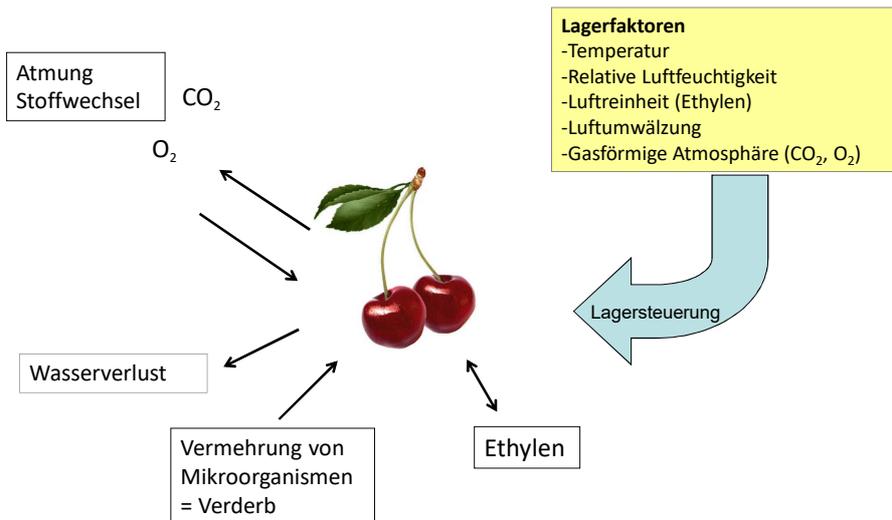
Einfluss der Verpackung auf die Qualität



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

107

Stoffwechsel und Lagerung



Vorlesung Nachernteaspekte im Obst- und Gemüsebau | Hortikultur 1, HS 2018
Andreas Bühlmann, Agroscope Wädenswil

108



Lagerempfehlungen, CA-Lagerung

10. GEMÜSELAGERUNG



Kühlagerung von Gemüse: spezifische Anforderungen

Gruppen	Arten
Wurzelgemüse	Karotten, Sellerie, Schwarzwurzeln, Randen, etc.
Zwiebelgemüse	Zwiebeln, Knoblauch, etc.
Blattgemüse	Kohl, Salat, etc.
Fruchtgemüse Gurken,	Tomaten, Auberginen,

Beispiel: Wurzelgemüse

- Sofortige Abkühlung auf 0 – 1°C.
- Einhaltung dieser Temperatur während der Lagerung.
- Kisten und Paloxen mit Plastikfolien auslegen, um das Austrocknen zu verhindern.
- Durch Zwischenräume zwischen den Paloxen ist eine Luftzirkulation zu ermöglichen.

Beispiel: Zwiebelgemüse

- Nach dem Trocknen sofort im Normalkühllager einlagern.
- Gut abgetrocknete Zwiebeln können auch im Dezember vom Naturlager ins CA-Lager umgelagert werden.
- Lagerung bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80–85% verhindert Pilzkrankheiten und Auskeimen.



Betriebskonzept, Isolation, Kältebedarf, Steuerung

11. BAULICHE ANFORDERUNGEN AN KÜHLRÄUME



Einige Checkpunkte (Auswahl)

- Welche Produkte in welchen Mengen zu welchen Zeitpunkten eingelagert?
- Dauer der Lagerung, Auslagerungsrythmus und Zeitpunkt?
- Produktspezifische Anforderungen an die Lagerung?
- Welche Lagerverfahren? CA-Lagerung oder normale Lagerung?
- Gesetzliche Anforderungen? (Bund, Kanton, Gemeinde)
- Welches Kältesystem? Direkte oder indirekte Kühlung?
- Delta T vs. Oberfläche der Kühlaggregate (Minimierung des Delta T)
- Auswahl der Lieferanten (GU? Einzellieferanten?)