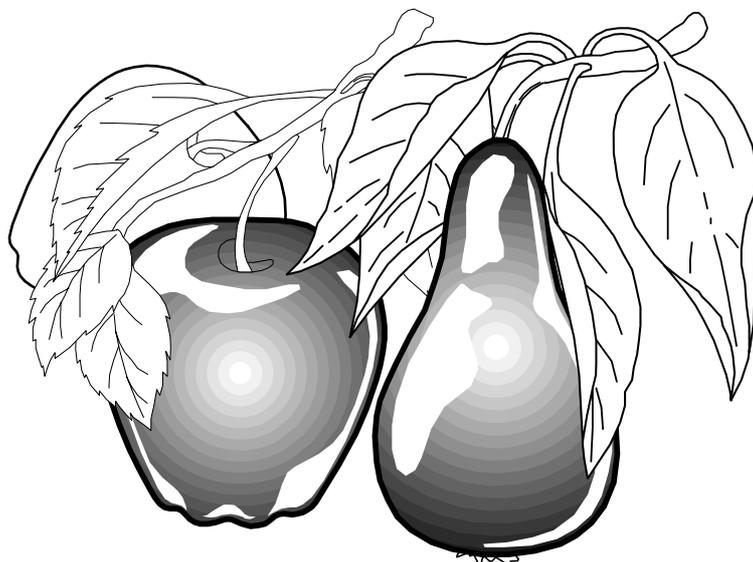


Lagerhaltertagung 2004

Dienstag, 15. Juni 2004



In Zusammenarbeit mit:



Impressum

Lagerhaltertagung 2004

Herausgeber:

Ernst Höhn, Agroscope FAW Wädenswil
Franz Gasser, Agroscope FAW Wädenswil
Petra Sieghart, Qualiservice GmbH

Auflage: 150 Exemplare, Juni 2004.

Vertrieb:

Agroscope FAW Wädenswil
Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau
Postfach 185, CH-8820 Wädenswil, Telefon 01 783 61 11, Telefax 01 783 62 24
e-mail: info@faw.admin.ch
www.faw.ch

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Bedeutung des Erntetermins beim Einsatz von MCP zur Verbesserung der Haltbarkeit von Äpfeln	1
<i>Josef Streif und Haibo Xuan</i>	
MCP-Behandlung und Hautbräune bei Maigold	9
<i>Ernst Höhn, Franz Gasser, Sibylle Mattle und Werner Naunheim</i>	
Alternative Lagerungstechnologien für Äpfel: dynamische CA-Lagerung oder Anwendung von 1-MCP	17
<i>Angelo Zanella</i>	
Luftbefeuchtungssysteme für die Lagerung	20
<i>Urs Bédert</i>	
Kirschen Lagerungsversuche 2003	33
<i>Franz Gasser, Sibylle Mattle und Ernst Höhn</i>	
Erntezeitpunkt: Optimales Erntefenster bei Braeburn	42
<i>Jean Pierre Siegrist</i>	
Kurzinformationen:	
<i>Einfluss von Retain[®] auf Reife und Fruchtqualität bei "Elstar" Äpfeln</i>	48
<i>Josef Streif und Haibo Xuan</i>	
Lagerversuche mit Beeren in CA	49
<i>Jean Pierre Siegrist</i>	
Rückblick Kernobstqualität 2003/2004	53
<i>Petra Sieghart</i>	

Vorwort

Die Lagerhaltertagung 2004 richtet sich an Lagerhalter, Handel, Berater sowie Kreise, welche an der Lagerung von Obst und dem Qualitätserhalt nach der Ernte interessiert sind. Ziel ist es, auf dem Gebiet der Obstlagerung neue Entwicklungen bekannt zu machen sowie Probleme aus der Praxis zu behandeln. Ein Schwerpunktthema ist 1-MCP (1-Methylcyclo-propen) der neue Wirkstoff oder Reifehemmer, der in Übersee in der Kernobstlagerung seit 2003 in grossem Umfang eingesetzt wird. Im US-Staat Washington wurde mehr als die Hälfte der Apfelernte 2003 und in anderen US-Staaten beträchtliche Mengen damit behandelt. Die Beiträge von zwei Referenten aus dem nahen Ausland gewähren Einblick in das internationale Geschehen der Lager- und Obstwirtschaft. Im ersten Referat wird der Einfluss von MCP auf die Geschmacksqualität von Äpfeln vorgestellt. Anschliessend werden Ergebnisse aus einem FAW-Versuche über die MCP-Behandlung von Maigold zur Bekämpfung der Hautbräune gezeigt. Neue Erkenntnisse zur Anwendung der dynamische CA-Lagerung (DCA) unter Praxisbedingungen im Südtirol werden in einem weiteren Referat dargelegt. Die MCP-Behandlung und die dynamische CA-Lagerung verhinderten das Auftreten von Hautbräune an Granny Smith im gleichen Masse. Im Weiteren konnte durch die DCA eine verbesserte Erhaltung der Fruchtfleischfestigkeit bei Golden Delicious erreicht werden.

Die Luftbefeuchtung ist der zweite Schwerpunkt, der an der Lagerhaltertagung 2004 behandelt wird. Verschiedene Befeuchtungssysteme, Möglichkeiten der Wasseraufbereitung, Anforderungen an die Wasserqualität sowie die damit verbunden Betriebskosten werden dargelegt.

Eine kurzfristige Lagerung von Kirschen scheint vermehrt auf Interesse zu stossen. Resultate der ersten Lagerversuche an der FAW im Sommer 2003 werden vorgestellt und über die Möglichkeiten der Kirschenlagerung in modifizierter Atmosphäre orientiert.

An der nur alle vier Jahre stattfindenden internationalen Tagung „International Postharvest Symposium“ der „International Society for Horticultural Science“ (ISHS) werden jeweils die neuesten Erkenntnisse aus Forschung und Praxis der CA-Lagerung von Obst und Gemüse präsentiert. Die fünfte Tagung in dieser Reihe hat im Juni 2004 in Verona stattgefunden. An der Lagerhaltertagung 2004 wird über Neuigkeiten vom Kongress „Postharvest 2004“ in Verona und über den Stand sowie die weltweit laufenden Entwicklungen im Bereich der Lagerung informiert.

In einem weiteren Beitrag werden neue Aspekte der Lagerung von Braeburn beleuchtet. Der Einfluss des Erntezeitpunktes und der Lagermethoden auf Lagerkrankheiten und Qualität wird dargelegt und es werden Empfehlungen für die Praxis formuliert. Die Lagerung von Braeburn ist noch mit beträchtlichem Risiko verbunden und verlangt ein sachgerechtes Vorgehen auf allen Stufen.

Der abschliessende Block ist Kurzinformationen zu Qualitätsproblemen in der Lagersaison 2003/04, dem Einfluss von Retain® auf Reife und Fruchtqualität bei Elstar Äpfeln, der CA-Lagerung von Beeren und weiteren aktuellen Themen gewidmet.

Ein wichtiges Anliegen dieser Veranstaltung ist die Förderung des Gedankenaustausches zwischen allen Teilnehmern und insbesondere zwischen Praxis und Forschung. Denn nur ein Wissenstransfer von der Forschung zur Praxis und umgekehrt ermöglicht eine gewinnbringende Tätigkeit in beiden Bereichen, welche zum Ziele hat, die Schweizerische Obstwirtschaft für alle Beteiligten langfristig konkurrenzfähig und gewinnbringend zu erhalten.

Die Herausgeber

Bedeutung des Erntetermins beim Einsatz von MCP zur Verbesserung der Haltbarkeit von Äpfeln

Josef Streif und Haibo Xuan

Kompetenzzentrum für Obstbau – Bodensee, D-88213 Ravensburg,
Deutschland

E-Mail: streif@uni-hohenheim.de

Allgemeine Einführung

Im Bereich der Obstlagerung ist der schnelle Qualitätsabbau von Langzeit-gelagerten Äpfeln während der Vermarktung problematisch. Mit modernen Lagerverfahren lassen sich Äpfel zwar über Monate nahezu erntefrisch halten, nach Lagerende, während der Vermarktung („Shelf-life“) und beim Verbraucher setzt aber ein beschleunigter Reife- und Qualitätsabbau ein, verursacht in erster Linie durch das Reifegas Ethylen.

Der Reifehemmstoff 1-MCP

Mit dem Ethyleninhibitor 1-Methylcyclopropan (= 1-MCP, Handelsname Smartfresh®) wird die Wirkung von Ethylen für einige Zeit blockiert, so dass der Qualitätsabbau und die Alterung von Äpfeln während der Lagerung nachhaltig verzögert werden kann. Das macht sich besonders in einer besseren Fruchtfestigkeit, geringerem Säureverlust und einer frischeren Fruchtfarbe bemerkbar. Auch können Fruchterkrankungen wie Schalenbräune wirksam verhindert werden.

Zu erwartende Vorteile

Der Mehrwert durch 1-MCP ist für alle am Obstmarkt Beteiligten sehr hoch.

- Produktion: Höhere Qualität des Produkts, besserer Direktabsatz
 Spätere Ernte, damit höhere Erträge und bessere Fruchtgrößen
 Größere Flexibilität im Erntetermin
- Vermarktung: Geringere Kosten für die Erstellung und Unterhaltung von Obstlagern
 Bessere Qualitätserhaltung, Verringerung spezifischer Lagerschäden
- Einzelhandel: Längere Haltbarkeit im Verkaufsregal
 Höhere Kundenzufriedenheit
- Verbraucher: Bessere Geschmacksqualität und besserer Erhalt wertgebender Inhaltsstoffe
- Gesellschaft: Energieeinsparung, bessere Versorgung mit haltbaren Früchten

Toxizität und Umweltverträglichkeit

1-MCP wird von seiner Umweltverträglichkeit und Toxizität als sehr günstig beurteilt und ist ohne negativen Einfluss auf die Ozonschicht und gegenüber Erd- oder Wasserorganismen. Es ist nicht mutagen, nicht krebserregend und nicht schädlich für die Fortpflanzung. Außerdem bleiben

durch die nur einmal notwendige Anwendung von MCP mit sehr geringer Konzentration (bei Apfel 0,625 ppm) die Rückstände sehr niedrig (unter 0,01ppm).

Zulassungssituation

Weltweit ist MCP in allen wichtigen fruchteproduzierenden Ländern zugelassen (z.B. Argentinien, Brasilien, Chile, Israel, Mexiko, Neuseeland, Südafrika, USA). In Europa ist das Mittel bereits in England, Holland und im Zuge eines Gleichstellungsabkommens auch in Österreich zugelassen. Für 2004 soll es außerdem in Frankreich, Belgien, Spanien die Registrierung erhalten. Für Deutschland und die Schweiz läuft das Zulassungsverfahren, eine Registrierung wird aber nicht vor 2005 erwartet. Im Sinne eines fairen Wettbewerbs zwischen den Erzeugerländern wäre es aber unbedingt notwendig, dass die Zulassung allgemein und etwa zeitgleich in allen europäischen Ländern erfolgt.

Versuche zum Einfluss des Termin der MCP-Anwendung auf die Qualitätsentwicklung der Früchte

Entscheidend für die Intensität der Reifehemmung durch 1-MCP ist der Entwicklungszustand der Früchte, in dem die MCP-Behandlung erfolgt. Das Reifwerden von klimakterischen Früchten ist im Wesentlichen ein durch das Phytohormon Ethylen gesteuerter Prozess. Dieses wird von den Früchten bei Reifebeginn in schnell ansteigenden Konzentrationen selbst gebildet, wobei Ethylen seine eigene Biosynthese beschleunigen kann (autokatalytische Bildung).

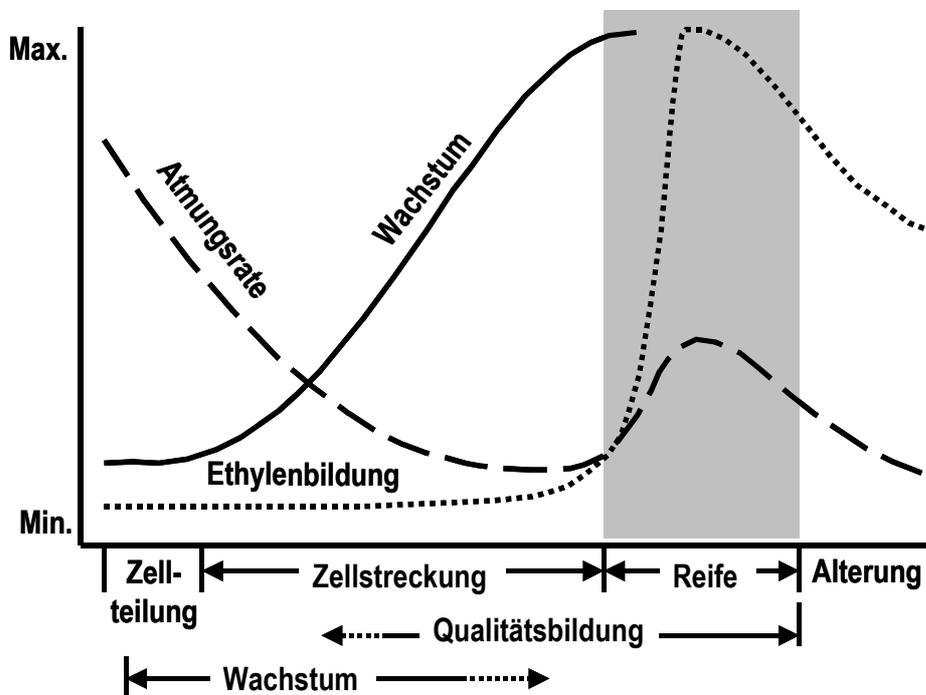


Abb. 1. Entwicklungsphasen sowie Verlauf der Atmung und Ethylenbildung

Die Ethylenbildung kann bei Früchten, die bereits in einem frühen Reifestadium mit 1-MCP behandelt werden, in dem die Ethylenbildung gerade erst einsetzt (präklimateisch), durch

Blockierung der Rezeptoren besonders wirksam gehemmt werden. Das hat zur Folge, dass die Blockierung von Ethylen bei entsprechenden Lagerbedingungen über Monate anhalten kann. In Abhängigkeit von den Lagerbedingungen und Reifezustand wird Ethylen nach einigen Tagen bis Wochen wieder wirksam. Bei zu früh geernteten und unter ULO-Bedingungen gelagerten Äpfeln besteht jedoch die Gefahr, dass die Äpfel durch eine permanente Hemmung der Ethylenbildung gar nicht mehr genussreif werden. Neben den, von Seiten der Vermarktung besonders gewünschten sehr günstigen Auswirkungen auf Qualitätseigenschaften wie bessere Fruchtfestigkeit und frischere Fruchtfarbe, kann es aber bei nicht termin- und sachgerechter Anwendung auch zu einer zu starken Hemmung der der Fruchtreife mit nachteiligen Folgen für die Aromabildung, die Saftigkeit und für weitere verbraucherrelevante Fruchteigenschaften kommen. Aus der Praxis der CA-Lagerung ist bekannt, dass bei langer ULO-Lagerung einige Geschmackskomponenten in Äpfeln wie die Festigkeit, Saftigkeit, Zucker- Säure-Gehalt sehr günstig beeinflusst werden, während vor allem die Bildung der sortentypischen Aromastoffe stark eingeschränkt wird. Dies ist u.a. eine Folge der Ethylenhemmung durch den erhöhten CO₂- und verringerten O₂-Gehalt bei CA-Bedingungen. Allerdings werden die verschiedenen Qualitäts- und Geschmackskomponenten durch Ethylen nicht alle gleich stark beeinflusst. Besonders empfindlich auf Ethylen reagieren beim Apfel u.a. die Atmung, der Festigkeitsabbau, das Gelbwerden, die Fettsäurebildung (Fettigwerden der Schale) und die Aromastoffbildung.

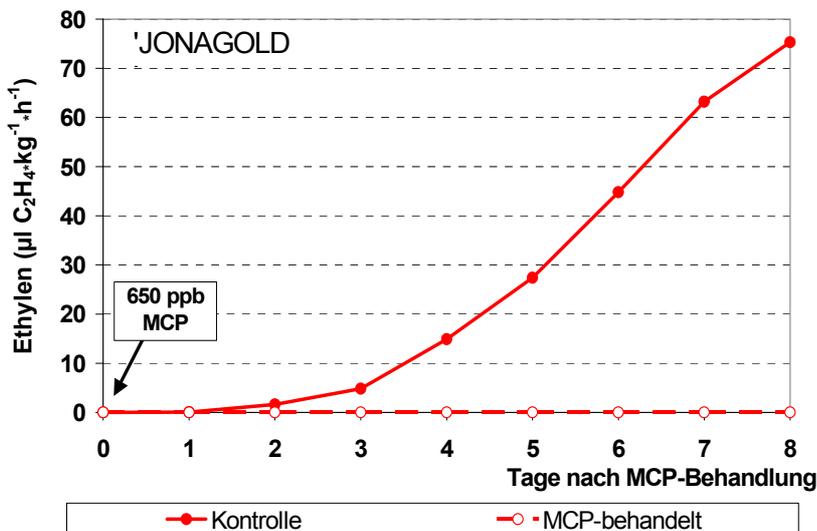


Abb.: 2
Ethylenbildung von präklimakterischen ‚Jonagold‘ Äpfeln während 8 Tagen Nachlagerung bei 20 °C unmittelbar nach der Ernte und MCP-Behandlung

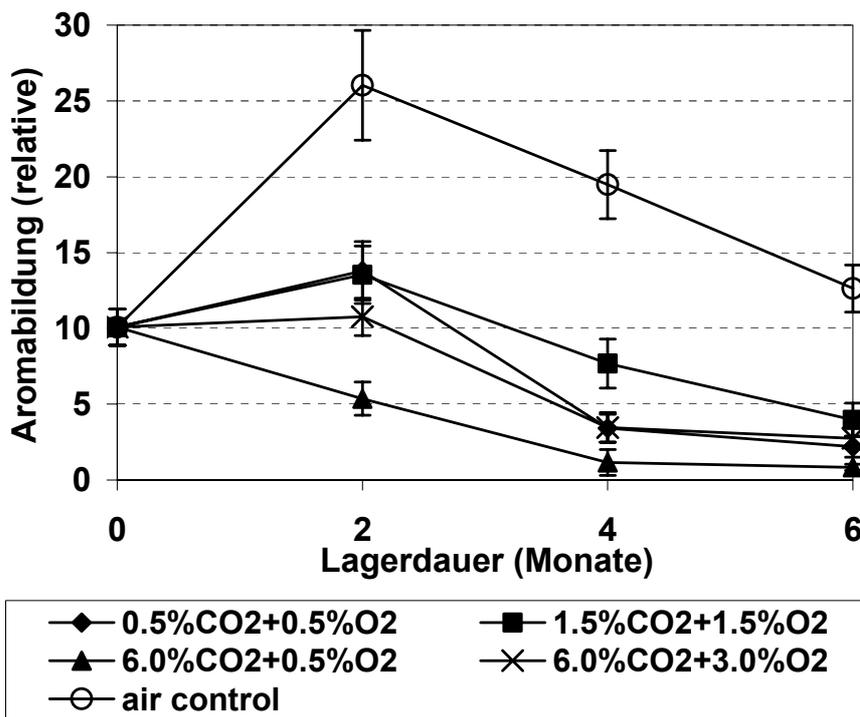


Abb.: 3
 Beispiel der verminderten Aromabildung von Jonagold Äpfeln während der CA-Lagerung

Untersuchungen bei verschiedenen Apfelsorten mit einem frühen und späten Erntetermin, die mit MCP behandelt und dann unter verschiedenen Lagerbedingungen 5 Monate gelagert wurden, ergaben die in der Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse. Es ist zu erkennen, dass der Unterschied in den Qualitätsmerkmalen zwischen früher und später Ernte bei Lagerende nur gering waren. Außerdem zeigte die MCP-Behandlung auch bei reiferen Früchten noch eine deutliche Wirkung, vor allem im Erhalt der Festigkeit bei den Äpfeln im Kühllager sowie bei den weichfleischigeren Sorten Elstar und Rubinette im CA-Lager.

		Festigkeit kg/cm ²		Grundfarbe H°		Refr. Wert %		Titr. Säure g/l	
		früh	spät	früh	spät	früh	spät	früh	spät
ELSTAR	Kühllager	3,4	3,3	96	91	14,0	13,7	6,2	5,8
	Kühl+MCP	5,8	5,7	97	92	13,4	14,6	6,9	6,5
	CA-Lager	5,9	5,5	101	95	13,4	13,5	6,7	6,5
	CA+MCP	6,2	6,2	104	99	13,4	13,7	7,6	7,2
	ULO-Lager	6,1	5,6	102	94	14,0	13,3	7,0	6,2
	ULO+MCP	6,4	5,8	104	97	13,4	14,6	7,4	7,5
GALA	Kühllager	5,8	5,7	keine Daten		13,2	12,8	3,4	2,7
	Kühl+MCP	7,8	7,3			13,0	13,8	3,9	3,7
	CA-Lager	7,5	7,7			12,9	13,0	3,6	3,8
	CA+MCP	8,4	7,6			13,1	12,8	3,8	3,9
	ULO-Lager	7,7	7,5			12,8	13,2	3,7	3,6
	ULO+MCP	8,4	7,7			13,2	13,9	4,0	4,0
RUBINETTE	Kühllager	3,2	3,7	99	94	15,4	15,9	5,9	6,7
	Kühl+MCP	5,3	5,5	98	96	15,7	16,0	7,6	7,9
	CA-Lager	4,7	4,9	101	99	15,2	15,6	6,6	7,0
	CA+MCP	6,6	6,2	104	100	14,6	15,7	7,2	7,4
	ULO-Lager	6,1	6,3	103	100	15,6	15,9	6,8	7,2
	ULO+MCP	6,7	6,7	105	99	16,2	15,7	7,5	7,6

Tabelle 1. Qualitätsmerkmale von Apfelsorten von zwei Ernteterminen und drei Lagerbedingungen nach 5 Monaten CA-Lagerung. Die Äpfel wurden sofort nach der Ernte mit 625 ppb 1-MCP behandelt. Der H°-Wert der Grundfarbe gibt den Winkel im Farbkreis an, wobei höhere Zahlen mehr Grün und niedrige Zahlen mehr Gelb bedeuten.

Was die geschmackliche Beurteilung der MCP-behandelten Äpfel betrifft, so wurden von allen drei bewerteten Sorten die später geernteten Früchte im Aroma und in der allgemeinen Akzeptanz besser beurteilt als die früh geernteten. Die Werte für die Festigkeitsbeurteilung waren etwa gleich, außer bei Rubinette, wo die später geernteten MCP-Äpfel im Kühllager deutlich schlechter beurteilt wurden als die früh geernteten (Abb. 4). Zwischen den mit MCP behandelten und den unbehandelten Äpfeln gab es bei der Fruchtfestigkeit ein deutlich besser Beurteilung zu Gunsten der MCP-Früchte bei beiden Ernteterminen. In der Beurteilung der Aromastoffe schnitten die unbehandelten Früchte jedoch besser ab als die MCP-behandelten, wobei beim späten Erntetermin der Abstand zwischen MCP-behandelt und unbehandelt deutlich geringer wurde. Generell war die Akzeptanz der MCP-Äpfel vom späten Erntetermin besser als von früh geernteten.

Zusätzliche Aromastoffuntersuchungen bei der Sorte Jonagold bestätigen das Ergebnis der sensorischen Beurteilung (Abb. 5).

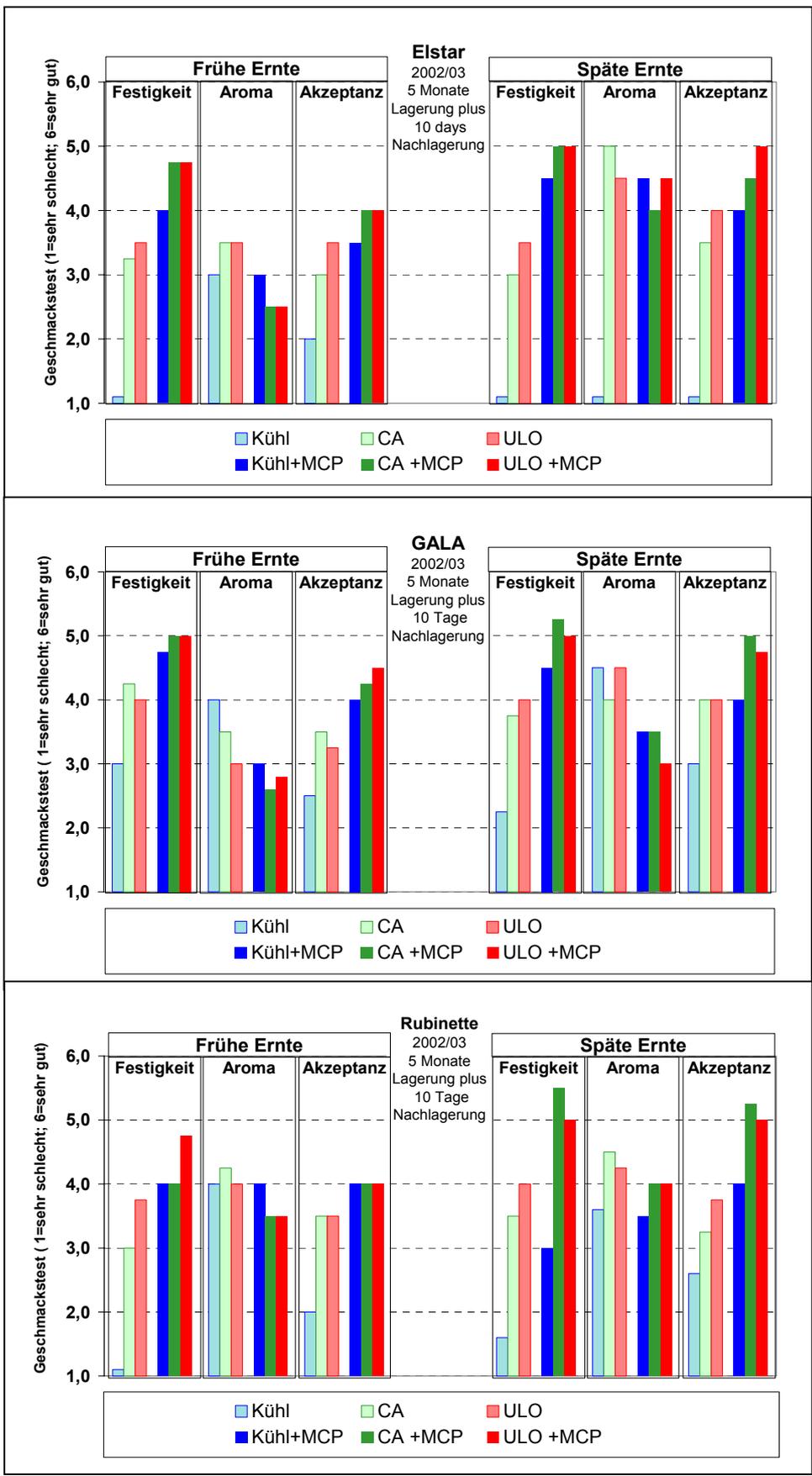


Abb. 4: Geschmacksbeurteilung von MCP-behandelten Äpfeln von verschiedenen Ernteterminen und Lagerbedingungen

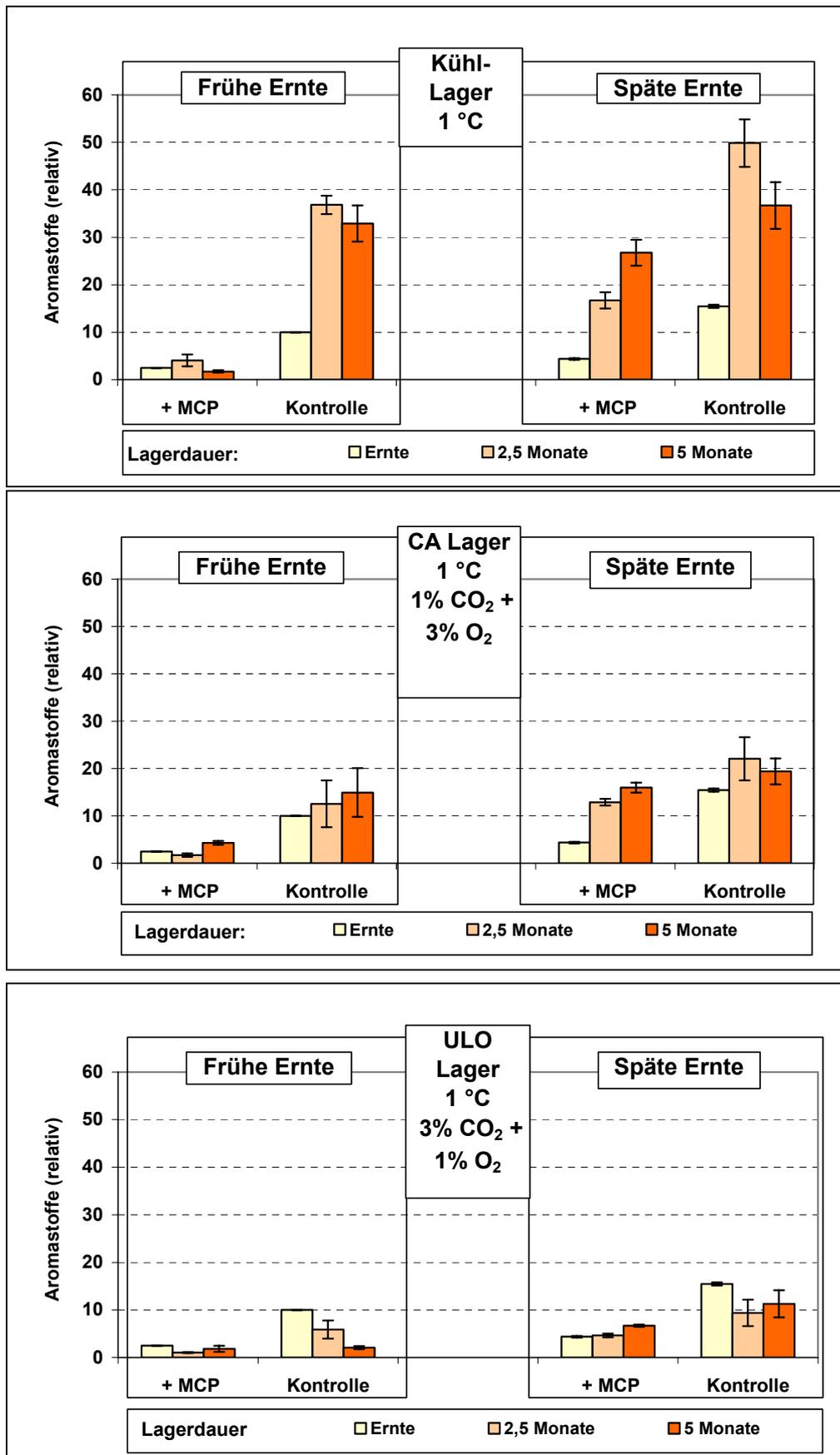
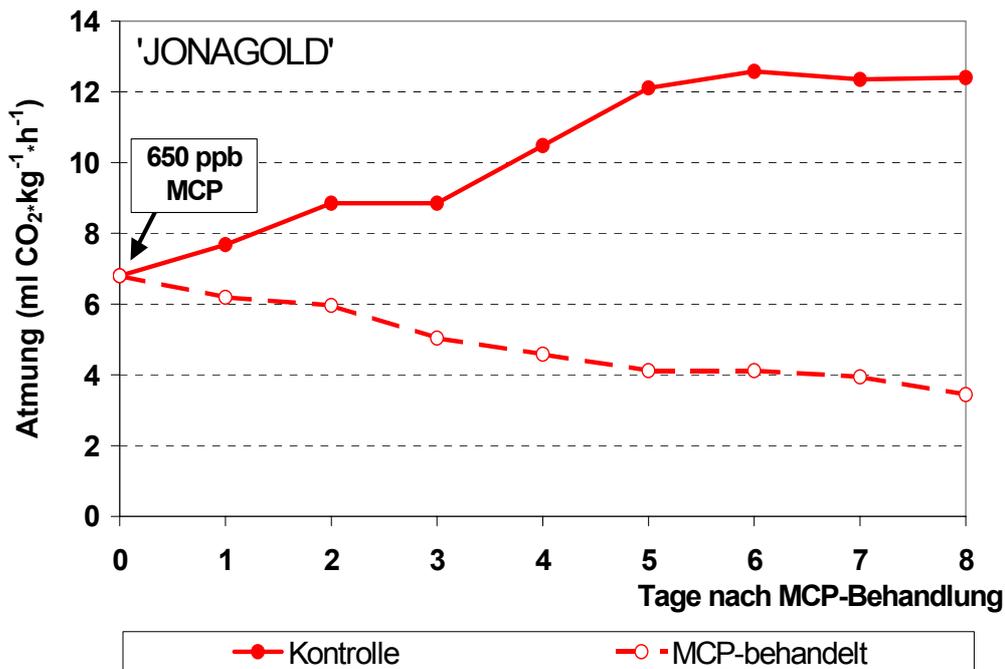


Abb. 5: Veränderungen in der Aromastoffbildung von MCP-behandelten Jonagold Äpfeln von zwei Ernteterminen und drei Lagerbedingungen im Verlauf von 5 Monaten Lagerung



Abb, 6: Atmung von ‚Jonagold‘ Äpfeln während 8 Tagen Nachlagerung bei 20 °C unmittelbar nach der Ernte und MCP-Behandlung

Das Defizit in der Aromastoffbildung bei früh geerntete und mit MCP-behandelten Äpfeln ist möglicherweise auf die starke Verminderung der Atmung der Früchte nach MCP-Behandlung zurückzuführen die z.T. auf unter 1/3 der Atmungsintensität der Kontrollfrüchte abfällt. In Abb. 6 ist zu erkennen, dass die Wirkung von MCP bereits unmittelbar nach der Behandlung einsetzt. Dagegen zeigten die unbehandelten Kontrollfrüchte den für Äpfel typischen klimakterischen Atmungs- und Ethylen-Anstieg. Auch während der folgenden mehrmonatigen Lagerung blieben die Unterschiede in der Atmung und Ethylenbildung zwischen den MCP-behandelten und unbehandelten ‚Jonagold‘ Äpfeln erheblich, wobei die MCP-Früchte etwa nur halb so viel wie die Kontrollfrüchte atmeten bzw. überhaupt kein Ethylen bildeten. Bei den MCP-Äpfeln im Kühllager konnte jedoch nach 5 Monaten Lagerung eine deutlich nachlassende Reifeblockierung festgestellt werden, was auch an einer einsetzenden Ethylenbildung erkennbar wurde.

Reifer geerntete Äpfel werden durch eine MCP-Anwendung zwar auch in ihrem Atmungsverhalten beeinflusst, die Atmungshemmung ist aber deutlich geringer als bei den früh geernteten Früchten. Eine Verbindung zwischen der Höhe der Aromastoffbildung und Atmungsintensität ist offensichtlich über die Energiestoffwechsel gegeben. Die Bildung von Aromastoffen erfolgt aus Fettsäuren, die wiederum unter Energiezufuhr aus einfacheren Verbindungen aufgebaut werden. Ist die Atmung zu gering, wird zu wenig Energie gebildet um die Biosynthese von Fettsäuren und Aromastoffen zu ermöglichen. Dieser Zusammenhang kann auch leicht am veränderten ‚Fettigwerden‘ (Bildung von Fettsäuren auf der Schale) von Äpfeln aus dem Kühl- bzw. CA-Lager erkannt werden.

MCP-Behandlung und Hautbräune bei Maigold

Ernst Höhn, Franz Gasser, Sibylle Mattle und Werner Naunheim
Agroscope FAW Wädenswil, Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und
Gartenbau, 8820 Wädenswil
e-mail: ernst.hoehn@faw.admin.ch

Zusammenfassung

In den letzten Jahren wurden vermehrt Fälle von Hautbräunebefall an Maigold gemeldet. In einigen Fällen konnte die Hautbräune auf Lagerfehler zurückgeführt werden, beispielsweise zu hohe O₂-Gehalte in der Lageratmosphäre oder zu hohe Luftfeuchtigkeit. In einigen Fällen konnten keine offensichtlichen Fehler gefunden werden. Ungeklärt ist auch welcher Hautbräunetyp (α , β , γ , δ) bei Maigold auftritt. In diesen Versuchen im Erntejahr 2002 bzw. in der Lagersaison 2002/03 wurde der Einfluss des Pflückzeitpunktes (Reifegrad), eines Lagerungsverzuges (7 Tage bei 18°C) und einer 1-MCP-Behandlung auf das Auftreten von Hautbräune abgeklärt. Die 1-MCP Behandlung verzögerte den Hautbräunebefall von Maigold und verlangsamte den Fruchtfleischfestigkeits- und den Säureabbau. Im Zuckergehalt ergaben sich keine Unterschiede zwischen Kontrollfrüchten und mit MCP behandelten Früchten. Die 1-MCP-Behandlung muss im richtigen Reifestadium der Früchte und kurz nach der Ernte durchgeführt werden. Eine Behandlung bei zu fortgeschrittenem Reifegrad zeigte nur eine eingeschränkte oder keine Wirkung. Aufgrund dieses ersten Versuchs entsprach der optimale Reifegrad von Maigold für die CA-Lagerung auch dem angemessenen Reifegrad für die 1-MCP-Behandlung. Insgesamt scheint 1-MCP eine ganze Anzahl von Vorteilen für die Lagerpraxis, Detailhandel und den Verbraucher zu bieten. Besonders zu nennen wäre die bessere Qualitätserhaltung bei der Vermarktung, dem Transport, im Verkaufsregal und beim Verbraucher.

Einleitung

In den letzten Jahren hat der Ethylenhemmstoff 1-Methylcyclopropan (1-MCP) viel von sich Reden gemacht. Eine Vielzahl von wissenschaftlichen Untersuchungen wurden und werden über die Wirkung von 1-MCP auf das Reifeverhalten von verschiedenen Früchten und Gemüse durchgeführt (Streif et al, 2002). Äpfel, die mit 1-MCP behandelt wurden, zeigen eine bessere Erhaltung der Fruchtfleischfestigkeit im Kühllager und im CA-Lager. Die Fruchtfleischfestigkeit und Saftigkeit bleiben insbesondere nach der Auslagerung sehr gut erhalten. Positiv soll sich eine 1-MCP-Behandlung auch auf die Hautbräune auswirken. Gemäss Literaturangaben soll 1-MCP die gleiche reduzierende Wirkung gegen Hautbräune wie Diphenylamin (DPA), einem Antioxidans, aufweisen. Dieses wird in Übersee und in einigen europäischen Ländern zur Verhinderung von Hautbräune in Nacherntebehandlungen (in der Schweiz verboten) eingesetzt. In den letzten Jahren wurden vermehrt Fälle von Hautbräunebefall an Maigold gemeldet. In einigen Fällen konnte die Hautbräune auf Lagerfehler zurückgeführt werden, beispielsweise zu hohe O₂-Gehalte in der Lageratmosphäre oder zu hohe Luftfeuchtigkeit. In einigen Fällen konnten keine offensichtlichen Fehler gefunden werden. Ungeklärt ist auch welcher Hautbräunetyp (α , β , γ , δ) bei Maigold auftritt. In diesen Versuchen sollte abgeklärt werden welcher Hautbräunetyp an Maigold auftritt und wie der Pflückzeitpunkt, ein Lagerungsverzug, die Lagerdauer und eine 1-MCP-Behandlung das Auftreten von Hautbräune beeinflusst.

Vorgehen

Herkunft der Proben und Versuchsbedingungen:

- a) Sorte: Maigold,
- b) Herkunft: Betrieb Stäheli, Kümmerthausen, TG
- c) Erntetermine: 4 (25.9.02, 2.10.02, 9.10.02, 16.10.02)
- d) Lagerungsverzug: 7 Tage bei 18°C
- e) Lagerung: Lagerhaus FAW, Kühlraum 35.2, Lagertemperatur 2°C, 92% r.F.
- f) Visuelle Kontrollen auf Hautbräune: Während der Lagerung wurde jeden Monat eine visuelle Kontrolle auf Hautbräune vorgenommen: November 02 (Woche 45), Dezember 02 (Woche 49), Januar 03 (Woche 2), Februar 03 (Woche 6), März 03 (Woche 10), April 03 (Woche 14), Mai 03 (Woche 22), Juni 03 (Woche 24).
- g) Auslagerungen: 3 (Januar 03, Woche 2; März 03, Woche 12; Juni 03, Woche 24).
- h) Nachlagerung: 10 Tage abgepackt in Tragtaschen bei 20°C und 50 – 60% r.F.

1-MCP-Behandlungen:

Früchte der Apfelsorte Maigold wurden nach der Ernte sofort auf 4 – 5°C eingekühlt und für 24 Stunden in diesen Temperaturbereich belassen. Die Behandlung mit 1-MCP erfolgt in einer CA-Kleinzelle; Volumen 389L (ca. 0.4 m³) für 24 Stunden bei einer Temperatur von 4°C. Die 1-MCP-Konzentration betrug 625 ppb [400 mg SmartFresh (0.14%)]. Nach 24 Stunden Behandlung wurden die Früchte im Kühllager bei 2°C gelagert. Ein Teil der Früchte wurde vor der Behandlung mit 1-MCP zuerst für eine Woche bei 18°C (Lagerungsverzug) belassen, dann eingekühlt und der 1-MCP-Behandlung unterworfen. Die unbehandelten Kontrollfrüchte und die mit 1-MCP behandelten Früchte wurden dann bei 2°C und 92% r.F. im Kühllager gelagert.

Kontrollen:

Erntewerte: An Proben von 20 Früchten wurden Grösse, Deckfarbe, Einzelfruchtgewicht, Fruchtfleischfestigkeit, der Zuckergehalt (Brix), die titrierbare Säure sowie Stärkeabbau (Jodtest) und Streif-Index bestimmt.

Visuelle Kontrollen auf Hautbräune: Während der Lagerung wurde jeden Monat eine visuelle Kontrolle auf Hautbräune vorgenommen: November 02 (Woche 45), Dezember 02 (Woche 49), Januar 03 (Woche 2), Februar 03 (Woche 6), März 03 (Woche 10), April 03 (Woche 14), Mai 03 (Woche 22), Juni 03 (Woche 24).

Auslagerungen: Es wurden drei Auslagerungen vorgenommen: Januar (4 Monate Lagerung), März (7 Monate Lagerung) und Juni (9 Monate Lagerung). Bei den Auslagerungen wurden die ganzen Posten jeweils auf Hautbräunebefall kontrolliert und dann zwei Proben gezogen. An der ersten Probe wurde nach einer „Auslüftung“ von 24 Stunden bei 20°C nach der Auslagerung die Fruchtgrösse, Deckfarbe, Einzelfruchtgewicht, Fruchtfleischfestigkeit, Zuckergehalt (Brix) und die titrierbare Säure bestimmt. Die zweite Probe wurde jeweils in Tragtaschen abgepackt und 10 Tage bei 20°C nachgelagert. Nachher wurde die Fruchtgrösse, Deckfarbe, Einzelfruchtgewicht, Fruchtfleischfestigkeit, Zuckergehalt (Brix) und die titrierbare Säure bestimmt.

Resultate

Erntewerte:

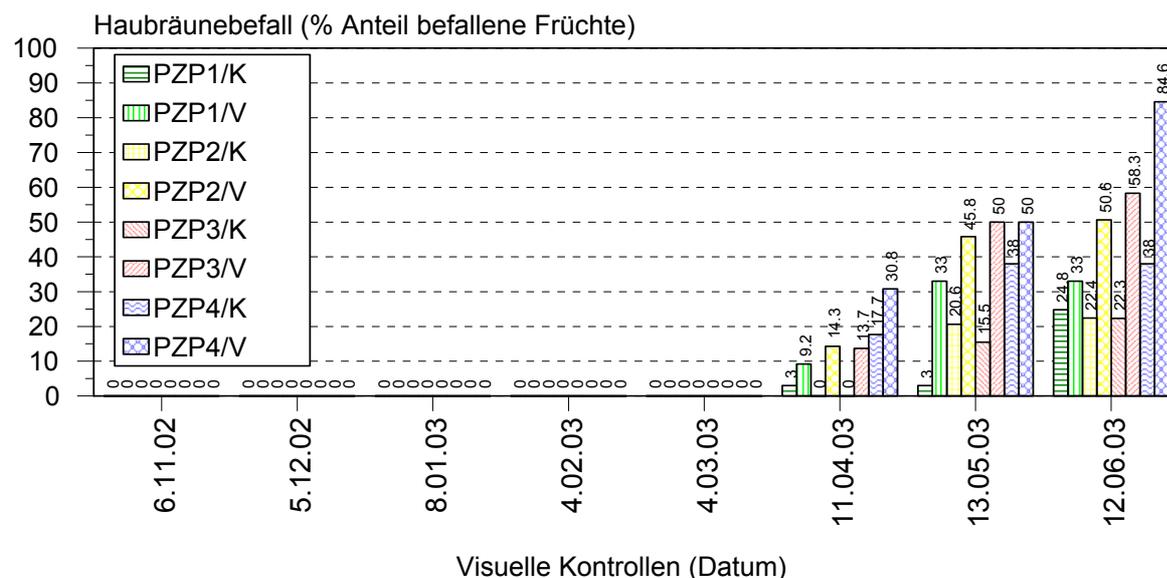
Tab. 1: Erntewerte (PZP = Pflückzeitpunkt, Werte in Klammer nach einer Woche Lagerungsverzug bei 18°C)

PZP	Erntedatum	Fleischfestigkeit (kg/cm ²)	Zucker (°Brix)	Stärkeabbau (Jodtest)	Streif-Index	Titrierbare Säure (g/L)
1	25.9.02	8.5 (7.8)	12.8 (13.4)	4.0 (5.3)	0.181 (0.114)	8.6 (8.3)
2	2.10.02	7.6 (7.2)	12.8 (13.8)	5.0 (8.1)	0.132 (0.064)	8.1 (7.8)
3	9.10.02	7.6 (7.6)	13.0 (13.5)	6.6 (8.8)	0.090 (0.064)	7.5 (7.0)
4	16.10.02	7.1 (7.3)	13.5 (13.8)	8.5 (8.7)	0.062 (0.060)	7.1 (6.4)
Richtwerte	-	8 – 10	11.5 – 13	3 – 4	0.16 – 0.22	-

Aufgrund des Vergleichs der Erntewerte mit den Richtwerten (Tab. 1) lässt sich ableiten, dass der erste Pflückzeitpunkt dem empfohlenen und optimalen Erntetermin entsprach. Die Früchte der Pflückzeitpunkte 2 – 4 waren in der Reife etwas zu weit fortgeschritten. Dies ist ersichtlich aus den Werten für die Fruchtfleischfestigkeit, welche die Richtwerte unterschritten. Im Weiteren zeigte sich dies an den hohen Werten (>4) für den Stärkeabbau (Jodtest) sowie tiefen Werten für den Streif-Index (<0.16). Aus den aufgeführten Werten geht zudem hervor, dass während dem Lagerungsverzug die Früchte merklich reifen. Dies zeigte sich insbesondere auch bei den Säurewerten, welche einen raschen Säureabbau anzeigen.

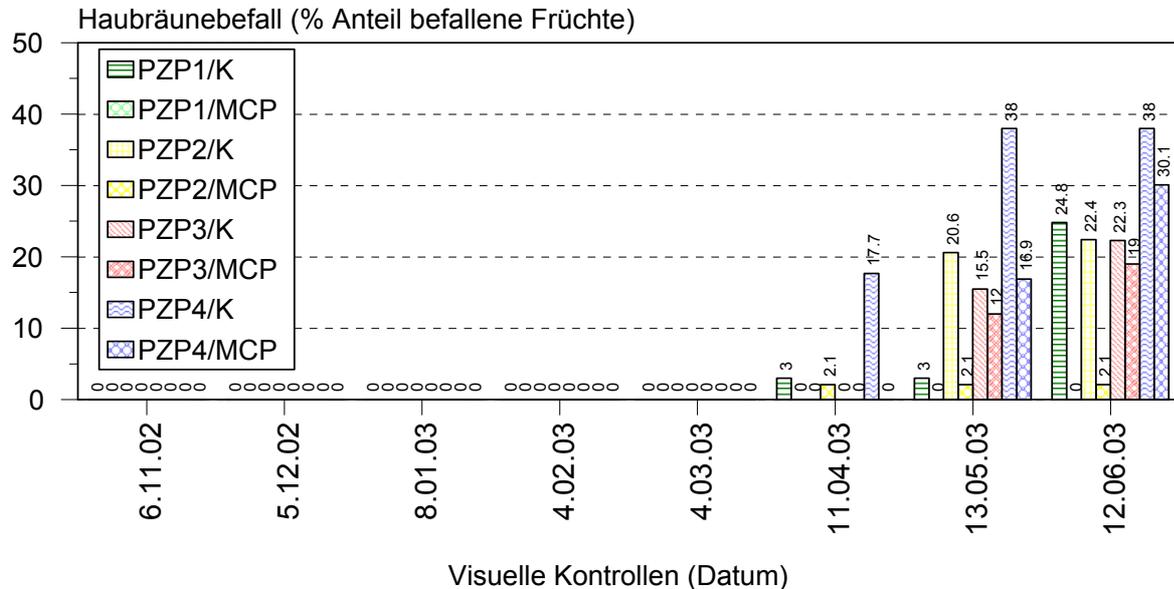
Hautbräune und 1-MCP

Abb. 1: Hautbräune in Abhängigkeit vom Pflückzeitpunkt, Lagerungsverzug und Lagerdauer (PZP = Pflückzeitpunkt, K = Kontrolle; V = Lagerungsverzug)



Der Hautbräunebefall trat an den spät geernteten Früchten (PZP 4) bei der Auslagerung im April und an Behandlung)den früher geernteten Früchten (PZP1-3) erst im Mai auf (Abb. 1). Der Lagerungsverzug förderte die Hautbräune, der Befall wurde im Vergleich zu den sofort eingelagerten Kontrollen ein Monat früher festgestellt. Es lag somit der Hautbräunetyp β oder Altershautbräune vor.

Abb. 2: 1-MCP-Behandlung und Hautbräune (PZP = Pflückzeitpunkt, K = Kontrolle; MCP = 1-MCP-Behandlung)



Die 1-MCP-Behandlung verzögerte das Auftreten der Hautbräune (Abb. 2) in Abhängigkeit vom Pflückzeitpunkt. An den mit 1-MCP behandelten Früchten des PZP1 wurde bei der Auslagerung im Juni noch kein Hautbräunebefall festgestellt. Bei den Früchten des PZP4 wurde die Hautbräune durch die 1-MCP-Behandlung um einen Monat verzögert. Hingegen konnte bei den Früchten des PZP3 keine Verzögerung des Befalls festgestellt werden. Es zeigte sich zudem, dass eine stark verzögernde Wirkung des 1-MCP nur bei den Früchten der ersten beiden PZP's zu beobachten war. Die 1-MCP-Behandlung muss somit, um eine verzögernde Wirkung des Hautbräunebefalls zu zeigen, im richtigen Reifestadium erfolgen. Aus diesen ersten Versuchen kann abgeleitet werden, dass der optimale Reifegrad für die 1-MCP-Behandlung mit dem optimalen Reifegrad für die Langzeitlagerung identisch ist. Bestätigt wurde diese Beobachtungen an den Früchten, welche einem Lagerungsverzug unterworfen wurden. Eine verzögernde Wirkung des 1-MCP konnte nach dem Lagerungsverzug nur bei den Früchten des PZP1 beobachtet werden (Resultate nicht gezeigt).

Fruchtfleischfestigkeit und 1-MCP

Die Fruchtfleischfestigkeit ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal. Für die Sorte Maigold ist ein Mindestwert von 5 kg/cm² zum Zeitpunkt des Konsums erforderlich. Während der Lagerung und insbesondere während dem Verkauf im Detailhandel nimmt die Fruchtfleischfestigkeit ab bzw. werden die Früchte weicher. In vielen Studien wurde gezeigt, dass 1-MCP die Ethylenwirkung vermindert und damit das Weichwerden verzögert. Der Fruchtfleischfestigkeitsabbau von Maigold in Abhängigkeit vom Pflückzeitpunkt (PZP), der Lagerdauer und der 1-MCP-Behandlung ist in Abbildung 3 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass sich die 1-MCP-Behandlung bei den Früchten des PZP1 bis zur Auslagerung im Juni verlangsamernd auf das Weichwerden auswirkte. Bei den Früchten des PZP2 wurde das Weichwerden bis zur Auslagerung im Januar

verlangsamt, bei den späteren Auslagerungen im März und Juni war kein Unterschied in Fruchtfleischfestigkeit zwischen den Kontrollfrüchten und den mit 1-MCP behandelten Früchten festzustellen. Die später gepflückten Früchte des PZP3 und PZP4 sprachen nicht mehr auf die 1-MCP-Behandlung an.

Abb. 3: 1-MCP und Fruchtfleischfestigkeit von Maigold bei der Ernte und nach der Lagerung (PZP = Pflückzeitpunkt, Ausl. Jan = Auslagerung im Januar, Ausl. März = Auslagerung im März, Ausl. Juni = Auslagerung im Juni, K = Kontrollfrüchte, MCP = Früchte behandelt mit 1-MCP)

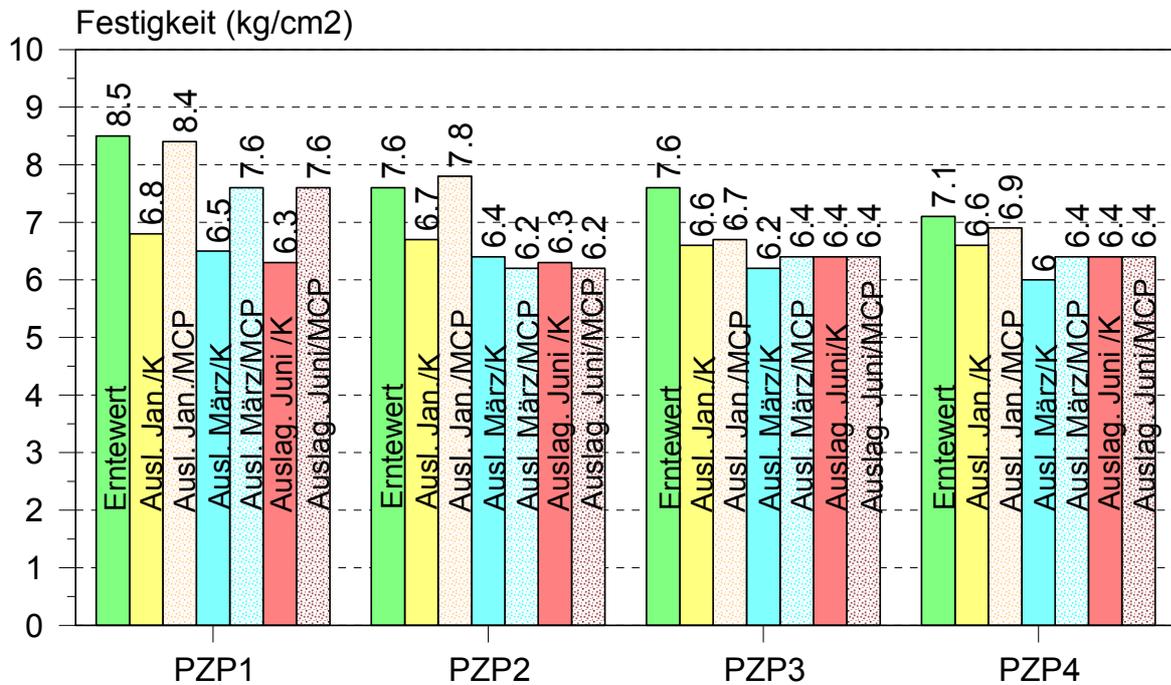
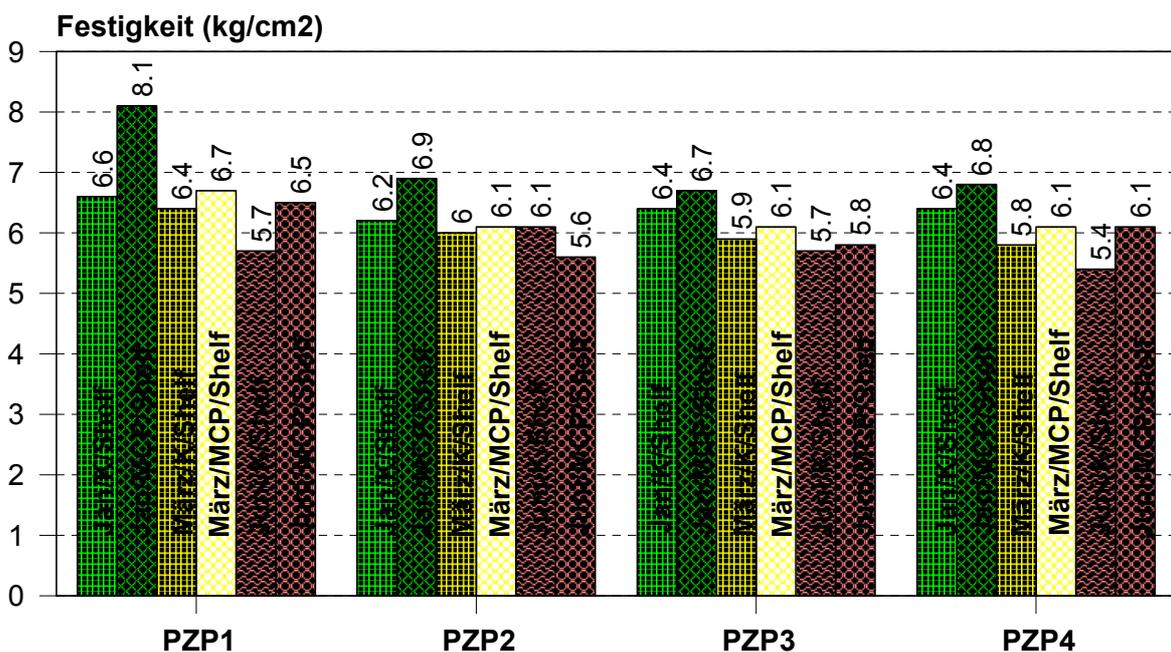


Abb. 4: 1-MCP und Fruchtfleischfestigkeit von Maigold nach der Lagerung und nach 10 Tagen „Shelf Life“ bei 20°C (PZP = Pflückzeitpunkt, Jan = Auslagerung im Januar, März = Auslagerung im März, Juni = Auslagerung im Juni, K = Kontrollfrüchte, MCP = Früchte behandelt mit 1-MCP, Shelf = Aufbewahrung der Früchte in Tragtaschen bei 20° für 10 Tage)



Die 1-MCP-Behandlung wirkte sich auch während des „Shelf Life“ auf die Fruchtfleischfestigkeit aus. Die Früchte wurden nach der Auslagerung in Plastik-Tragtaschen abgepackt und für 10 Tage bei 20°C aufbewahrt. Dies sollte die Aufbewahrungsbedingungen an der Verkaufsf front widerspiegeln. Unter diesen Bedingungen wird die Fruchtfleischfestigkeit rasch abgebaut (Abb. 4). Es ist ersichtlich, dass die Früchte des PZP1, welche mit 1-MCP behandelt wurden eine höhere Fruchtfleischfestigkeit aufwiesen als die unbehandelten Kontrollfrüchte.

Bei den Früchten des PZP2 zeigte sich nur nach der ersten Auslagerung im Januar eine höhere Fruchtfleischfestigkeit. Nach der Lagerung bis im März sowie bis im Juni waren keine Unterschiede zwischen der Fruchtfleischfestigkeit von behandelten und unbehandelten Früchten festzustellen. Bei den Früchten der späteren Erntetermine (PZP3 und PZP4) zeigte die 1-MCP-Behandlung keine Auswirkungen auf die Fruchtfleischfestigkeit. Eine 1-MCP-Behandlung zum richtigen Zeitpunkt verzögert somit das Weichwerden während dem Verkauf, bei dem Äpfel unter Raumtemperaturen aufbewahrt werden.

Zuckergehalt, Säuregehalt und 1-MCP

Tab. 2: 1-MCP und Säuregehalt von Maigold nach der Lagerung und nach 10 Tagen Nachlagerung („Shelf Life“) bei 20°C

Titrierbare Säure		Auslagerung 1 Januar 2003			
		Kontroll - Früchte		1-MCP behandelte Früchte	
Pflückzeitpunkt	Einlagerung (Verfahren)	Auslagerungswert	Nachlagerungswert	Auslagerungswert	Nachlagerungswert
PZP1	sofort	5.7	4.1	6.9	5.9
	Verzug	5.8	4.6	6.3	5.3
PZP2	sofort	5.0	3.7	6.3	4.9
	Verzug	4.7	4.0	5.2	4.4
PZP3	sofort	4.6	3.7	5.2	4.2
	Verzug	4.4	3.9	4.4	4.4
PZP4	sofort	4.7	3.7	5.3	4.1
	Verzug	4.3	3.3	4.6	3.9

Titrierbare Säure		Auslagerung 2 März 2003			
		Kontroll - Früchte		1-MCP behandelte Früchte	
Pflückzeitpunkt	Einlagerung (Verfahren)	Auslagerungswert	Nachlagerungswert	Auslagerungswert	Nachlagerungswert
PZP1	sofort	3.6	2.7	5.5	4.5
	Verzug	3.6	3.2	4.3	3.8
PZP2	sofort	3.2	2.6	4.7	3.5
	Verzug	3.2	2.7	3.6	3.0
PZP3	sofort	2.9	2.0	3.4	2.9
	Verzug	2.9	2.4	3.0	2.5
PZP4	sofort	2.6	2.0	3.3	2.9
	Verzug	3.2	2.3	3.3	2.6

Titrierbare Säure		Auslagerung 3 Juni 2003			
		Kontroll - Früchte		1-MCP behandelte Früchte	
Pflückzeitpunkt	Einlagerung (Verfahren)	Auslagerungswert	Nachlagerungswert	Auslagerungswert	Nachlagerungswert
PZP1	sofort	2.0	1.1	2.9	2.4
	Verzug	2.0	1.5	2.8	1.8
PZP2	sofort	1.3	1.1	2.0	1.8
	Verzug	1.7	1.3	1.8	1.6
PZP3	sofort	1.1	0.9	1.1	1.0
	Verzug	1.2	1.1	1.3	1.2
PZP4	sofort	1.0	0.8	1.1	1.2
	Verzug	1.1	1.1	1.1	1.1

Im Zuckergehalt ergaben sich keine Unterschiede zwischen Kontrollfrüchten und Früchten, welche mit 1-MCP behandelt wurden. Hingegen wurde der Säureabbau durch die 1-MCP-Behandlung verlangsamt (Tab. 2). Mit Ausnahme der Früchte vom PZP3 und PZP4, welche im Juni ausgelagert wurden, wiesen die 1-MCP behandelten Früchte im Vergleich mit den Kontrollfrüchten bei der Auslagerung und nach der Nachlagerung höhere Säuregehalte auf. Der Säuregehalt bestimmt in hohem Masse den Geschmack von Äpfeln. Maigold von akzeptabler Essqualität sollten mindestens 2.5 g Säure/L nach der Nachlagerung bzw. beim Konsum enthalten. Diesen Anspruch erfüllten die Maigold, die im Juni ausgelagert wurden nicht mehr. Dies entspricht der erwarteten Lagerfähigkeit von Maigold. Im Kühllager können Maigold normalerweise bis Ende März gelagert werden (Kellerhals et al., 2003). Bei der Auslagerung im März wiesen die Früchte, die mit 1-MCP behandelt wurden 2.5 g Säure/L oder höhere Werte auf, während die Säurewerte der Kontrollfrüchte des PZP3 und PZP4 unter 2.5 g/L lagen. Daraus lässt sich ableiten, dass der Einsatz von 1-MCP zu einer verbesserten Erhaltung der Essqualität von Maigold beitrug.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Versuche in der Lagersaison 2002/03 ergaben, dass eine 1-MCP Behandlung den Hautbräunefall (Typ β , Altershautbräune) bei Maigold stark verzögerte. Im Weiteren wurde durch 1-MCP der Fruchtfleischfestigkeits- und der Säureabbau verlangsamt. Die 1-MCP-Behandlung muss allerdings im richtigen Reifestadium der Früchte und kurz nach der Ernte durchgeführt werden. Eine Behandlung bei zu fortgeschrittenem Reifegrad oder nach einem längeren Lagerungsverzug zeigte nur eine eingeschränkte oder keine Wirkung. Aufgrund dieser ersten Versuche entsprach der optimale Reifegrad von Maigold für die CA-Lagerung auch dem angemessenen Reifegrad für die 1-MCP-Behandlung.

Es ist darauf hinzuweisen, dass gegenwärtig (April 2004) der Einsatz von 1-MCP in der Schweiz nicht bewilligt ist. Ein Zulassungsgesuch wurde eingereicht und zur Zeit läuft das Bewilligungsverfahren.

Weitere Versuche zur Wirkung von 1-MCP sind in dieser Lagersaison 2003/04 im Gange. Bisher trat Hautbräune an den Kontrollfrüchten des ersten Pflückzeitpunktes auf. Allerdings wurden diese, im Vergleich zum Erntejahr 2002 viel früher bzw. (zu) früh gepflückt. Daraus lässt sich ableiten, dass an Maigold auch der Hautbräunetyp α (gleicher Hautbräunetyp wie bei Granny Smith) auftreten kann und dies durch zu frühes Pflücken begünstigt wird. Durch die 1-MCP Behandlung konnte der Hautbräunefall bisher verhindert werden. Dies sind erst vorläufige Ergebnisse, die Versuche dauern noch bis Ende Juli 2004 an und können erst dann definitiv ausgewertet werden.

Dank

Für die Unterstützung dieses Projekts und für die zur Verfügungsstellung der Maigoldproben danken wir A. und B. Stäheli, Kümmertshausen, TG.

Literatur .

Streif J., Höhn E. und Gasser F. 2002, 1-Methylcyclopropan (1-MCP): Einsatzmöglichkeiten in der Obstlagerung?, Schweiz. Z. Obst-Weinbau 21, 550-553

Kellerhals M, Rapillard Ch, Röthlisberger K und Rusterholz P. 2003, Obstsorten, 4. Auflage, Verlag LMZ, Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, 3052 Zollikofen

Alternative Lagerungstechnologien für Äpfel: dynamische CA-Lagerung oder Anwendung von 1-MCP

Angelo Zanella

Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum LAIMBURG, Südtirol (I)

angelo.zanella@provinz.bz.it

Ein Fluoreszenz-Meßverfahren, welches den Sauerstoff-Stress an intakten Früchten während der Lagerung anzeigt, hat sich in dreijähriger Versuchstätigkeit am VZ Laimburg bewährt: Zur Vermeidung der gewöhnlichen Schalenbräune bei 'Granny Smith', und zur Optimierung der Lagerfähigkeit bei anderen Apfelsorten, wie etwa 'Golden Delicious'.

Im dritten Versuchsjahr (2003/04) wurden die am VZ Laimburg angereicherten Erkenntnisse zur dynamischen CA mittels Fluoreszenz-Meßverfahren (HarvestWatch™, Satlantic Inc., Canada) erfolgreich in die Praxis umgesetzt. In der Obstgenossenschaft Kaiser Alexander (Leifers, BZ) wurden in einem 150 t fassenden Raum etwa 500 Großkisten 'Granny Smith' (23 verschiedene Partien) mit diesem Verfahren gelagert. Die Signale der Fluoreszenz-Sensoren erlaubten die dynamische Anpassung der kontrollierten Atmosphäre an den physiologischen Zustand der Äpfel. Dadurch war es möglich, diese auch bei üblicherweise riskanten ULO-Bedingungen, mit sehr niedrigen Sauerstoff-Konzentrationen (0,4—0,5 % O₂) zu lagern.

Nach einer Lagerungsperiode von 6 Monaten gelang es ohne jede Nacherntebehandlung, also ohne der üblichen Anwendung von DPA, die Schalenbräune bei 'Granny Smith' völlig zu vermeiden — auch nach einer Nachlagerungsphase von 2 Wochen bei 20°C (Shelf-Life) — und eine hervorragende äußere und innere Fruchtqualität zu erzielen (Abb. 1). Weitere positive Auswirkungen der dynamischen CA zeigten sich etwa bei 'Golden Delicious' in der verbesserten Erhaltung der Fruchtfleischfestigkeit (Abb. 2). Voraussetzungen waren einwandfreie technische Einrichtungen zur Kontrolle der Luft-Atmosphäre, entsprechend dem Stand der Technik, und ein vollständig gasdichter Lagerraum.

Von besonderem Interesse kann das Verfahren für 'Bio-Produkte' sein, da dafür keine Nachernte-Behandlung mit DPA, bzw. in Zukunft mit 1-MCP erlaubt ist.

Als weitere Alternative zur Kontrolle der Schalenbräune wurde in den vergangenen Jahren die Anwendung von 1-Methylcyclopropen (1-MCP), mit der Lagerung in ULO-Atmosphäre und mit einer Nacherntebehandlung mit dem Antioxidans DPA (Diphenylamin) verglichen. Der in einigen europäischen Staaten bereits zugelassene und in Italien zur Registrierung angemeldete Wirkstoff 1-Methylcyclopropen (1-MCP) besetzt die Ethylenrezeptoren der Pflanzen und verhindert somit den Reifungsprozess, auch wenn das Reifungshormon Ethylen produziert wird, oder in der umgebenden Luft vorhanden ist. Die daraus resultierende Hemmung der Reifeabläufe und des Qualitätsabbaues im Lager können die Haltbarkeit von Äpfeln deutlich verlängern und verbessern.

1-MCP (625 ppb) reduzierte, ebenfalls wie die dynamische CA, vollständig die Entwicklung von Schalenbräune. Auch nach 6 Monaten Kühlagerung in Normal-Atmosphäre und anschließendem Shelf-Life blieben beinahe alle 1-MCP-behandelten Früchte gesund, unabhängig von deren Reifezustand. Alle unbehandelten Früchte waren hingegen bereits nach 4 Monaten von Schalenbräune betroffen. Allerdings wurden bei der Auslagerung 2004, zum ersten Mal in 4 Jahren Versuchserfahrung, phytotoxische Auswirkungen von 1-MCP auf 'Granny Smith' beobachtet, die

mit hoher Wahrscheinlichkeit in Zusammenhang mit der heißen Witterung während der Vegetationsphase 2003 stehen.

Verkoster des VZ Laimburg fanden nur geringe, nicht signifikante Unterschiede zwischen den beiden innovativen Technologien, DCA-Lagerung und 1-MCP. Tendenziell wurden die mit 1-MCP behandelten Äpfel als etwas knackiger empfunden, während jene mittels DCA gelagerten Früchte geschmacklich bevorzugt wurden. Somit liegen mit der dynamischen CA beziehungsweise mit 1-MCP zwei neue, vielversprechende Lagerungsmethoden für Äpfel vor, welche erlauben, Früchte höherer äußerer und innerer Qualität auszulagern, und außerdem die Behandlung mit DPA zu vermeiden.

Ein ausführlicher Artikel zu diesem Thema erscheint im Fachmagazin des Südtiroler Beratungsrings 'Obstbau Weinbau'.

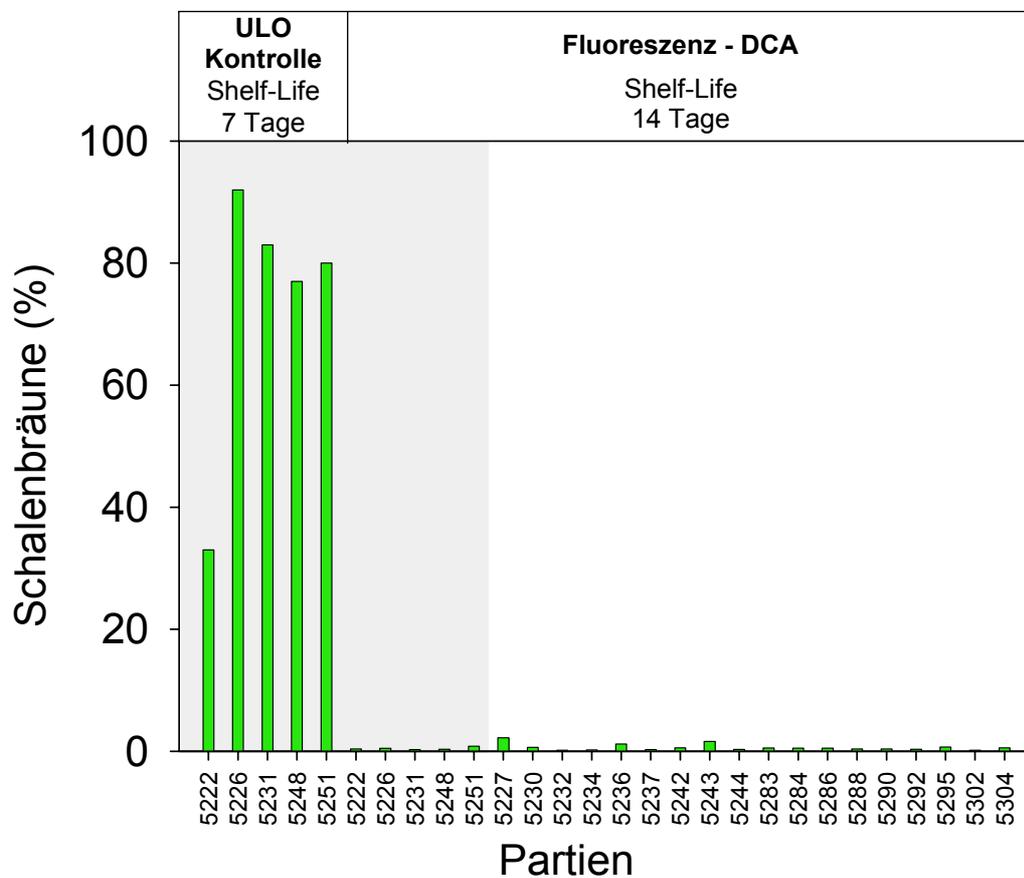


Abb. 1. Reduktion der Schalenbräune-Entwicklung ohne DPA-Anwendung bei 'Granny Smith' durch **DCA**-Lagerung (0,5 % O₂ – 1,3 % CO₂) in einem 150 t Raum (2003/04) mit 23 Partien im Vergleich zur **ULO**-Lagerung (1,0 % O₂ – 1,0 % CO₂); nach 6 Monaten gefolgt von Nachlagerung bei 20°C (Shelf-Life).

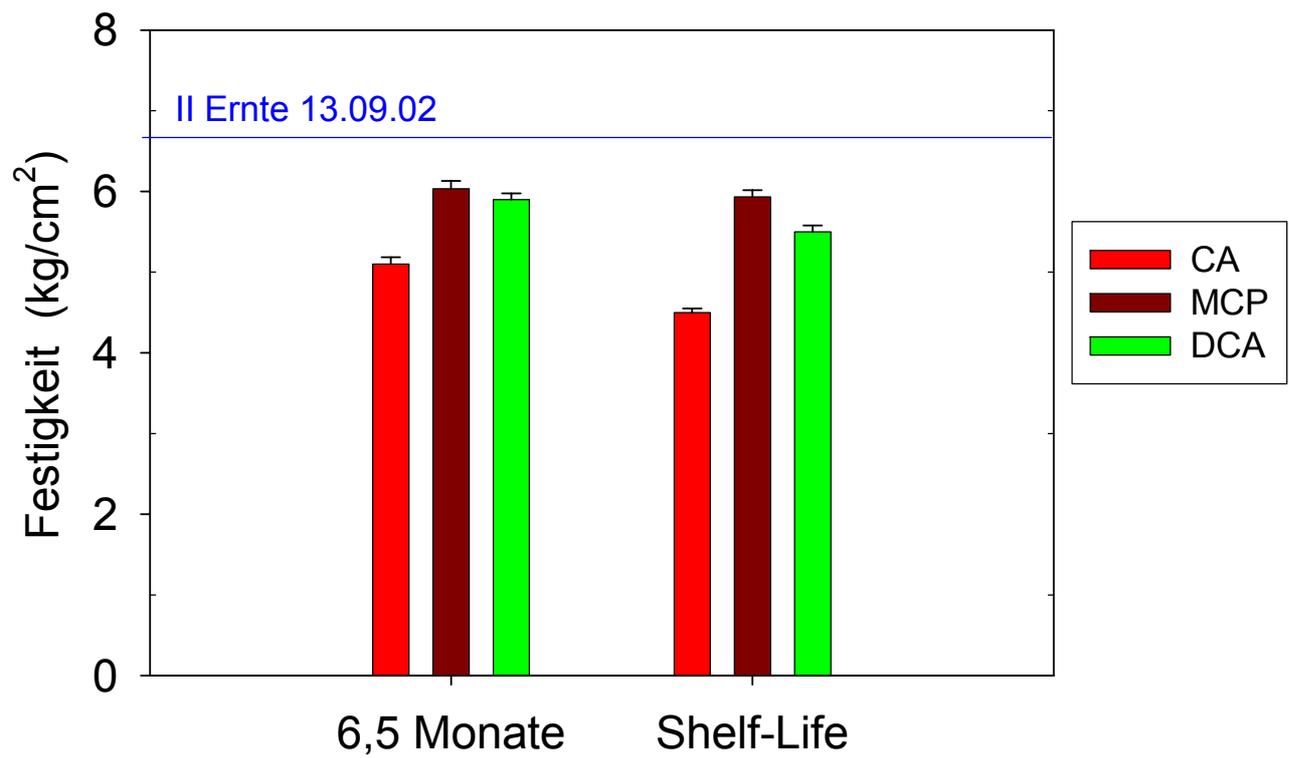


Abb. 2. Optimierte Erhaltung der Fruchtfleisch-Festigkeit von 'Golden Delicious' mittels **1-MCP** (625 ppb) oder **DCA**-Lagerung (0,5 % O₂ - 1,3 % CO₂) im Vergleich zu konventioneller **CA**-Lagerung (1 % O₂ - 3 % CO₂).

Luftbefeuchtungssysteme für die Lagerung

Urs Bédert, Bédert AG, Rüeggisberg, info@bedert.ch

Inhalt

- Luftbefeuchtungssysteme i- konstant = Dampfbefeuchter
- Luftbefeuchtungssysteme h- konstant = adiabatische Befeuchter
- Anwendung und Einsatz der Systeme
- Wasserqualitäten in der Haustechnik
- Hygienische Faktoren in der Wasseraufbereitung und Luftbefeuchtung
- Regulierung und Messung der Luftbefeuchtung
- Betriebskostenvergleich von Luftbefeuchtungssystemen



Prozessdaten der Luftbefeuchtung

Dampfbefeuchter

1) Punktprozess von Luft

		Aussenluft
Temperatur	°C	-11
Rel. Feuchte	%	90
Abs. Feuchte	g/kg	1.394
Dichte feucht	kg/m ³	1.261
Enthalpie feucht	kJ/kg	-7.61
Volumenstrom feucht	m ³ /h	1000
Massenstrom trocken	kg/h	1259.368

2) Heizen der Luft

Leistung	kW	4.234	
		Luft ein	Luft aus
Temperatur	°C	-11	1
Rel. Feuchte	%	90	32.242
Abs. Feuchte	g/kg	1.394	1.394
Dichte feucht	kg/m ³	1.261	1.206
Enthalpie feucht	kJ/kg	-7.61	4.493
Volumenstrom feucht	m ³ /h	1000	1045.773
Massenstrom trocken	kg/h	1259.368	1259.368

3) Befeuchtung von Luft mit Nassdampf 99.000 %

Leistung	kW	2.798	
Befeuchtungsmenge	kg/h	3.787	
Befeuchtungstemperatur	°C	105	
Befeuchtungsenthalpie	kJ/kg	2660.022	
		Luft ein	Luft aus
Temperatur	°C	1	1.467
Rel. Feuchte	%	32.242	97.989
Abs. Feuchte	g/kg	1.394	4.4
Dichte feucht	kg/m ³	1.206	1.202
Enthalpie feucht	kJ/kg	4.493	12.492
Volumenstrom feucht	m ³ /h	1045.773	1052.607
Massenstrom trocken	kg/h	1259.368	1259.368

Kaltwasserbefeuchter

1) Punktprozess von Luft

		Aussenluft
Temperatur	°C	-11
Rel. Feuchte	%	90
Abs. Feuchte	g/kg	1.394
Dichte feucht	kg/m ³	1.261
Enthalpie feucht	kJ/kg	-7.61
Volumenstrom feucht	m³/h	1000
Massenstrom trocken	kg/h	1259.368

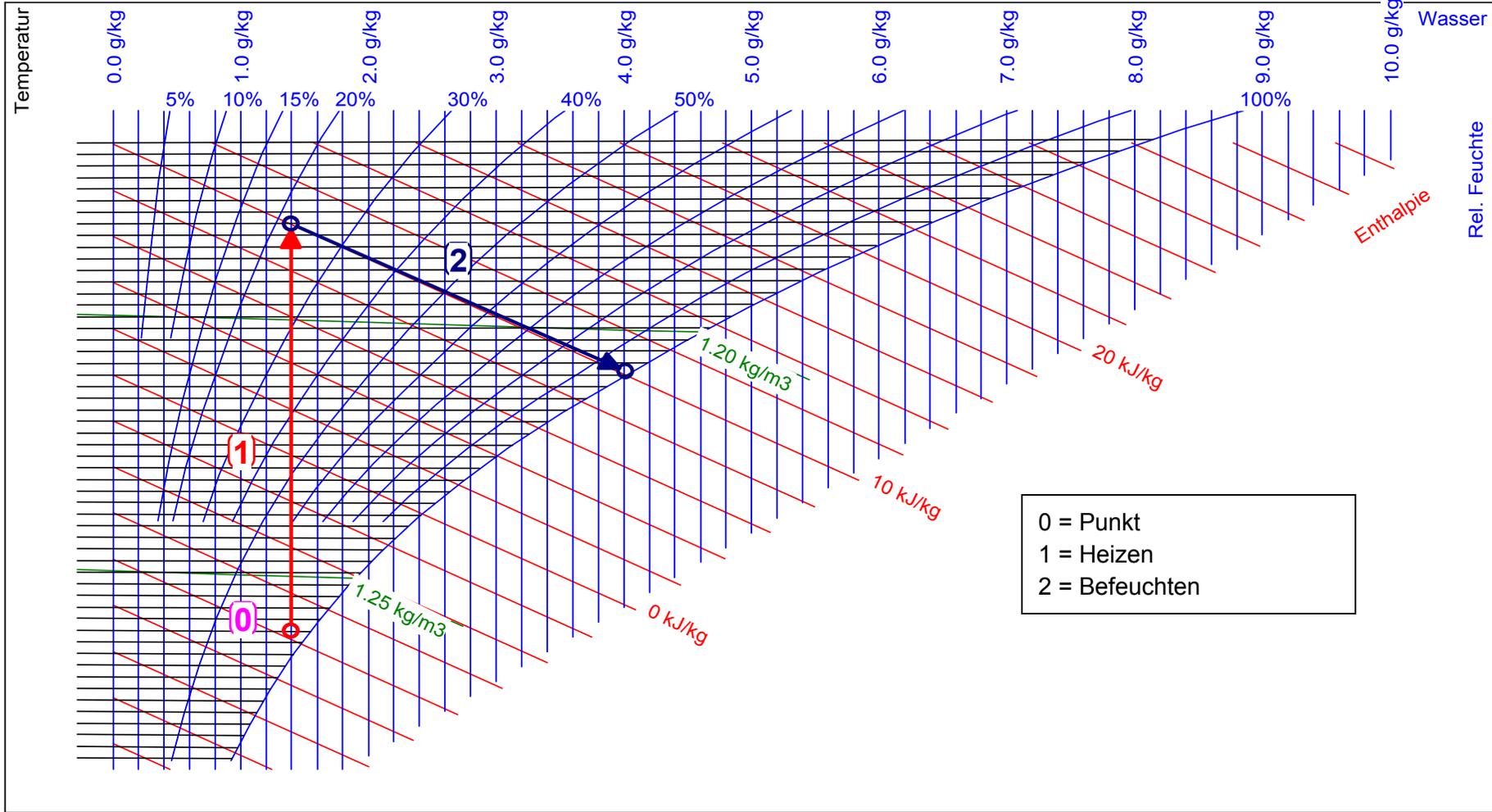
2) Heizen der Luft

Leistung	kW	6.175	
		Luft ein	Luft aus
Temperatur	°C	-11	6.5
Rel. Feuchte	%	90	21.916
Abs. Feuchte	g/kg	1.394	1.394
Dichte feucht	kg/m ³	1.261	1.182
Enthalpie feucht	kJ/kg	-7.61	10.042
Volumenstrom feucht	m ³ /h	1000	1066.753
Massenstrom trocken	kg/h	1259.368	1259.368

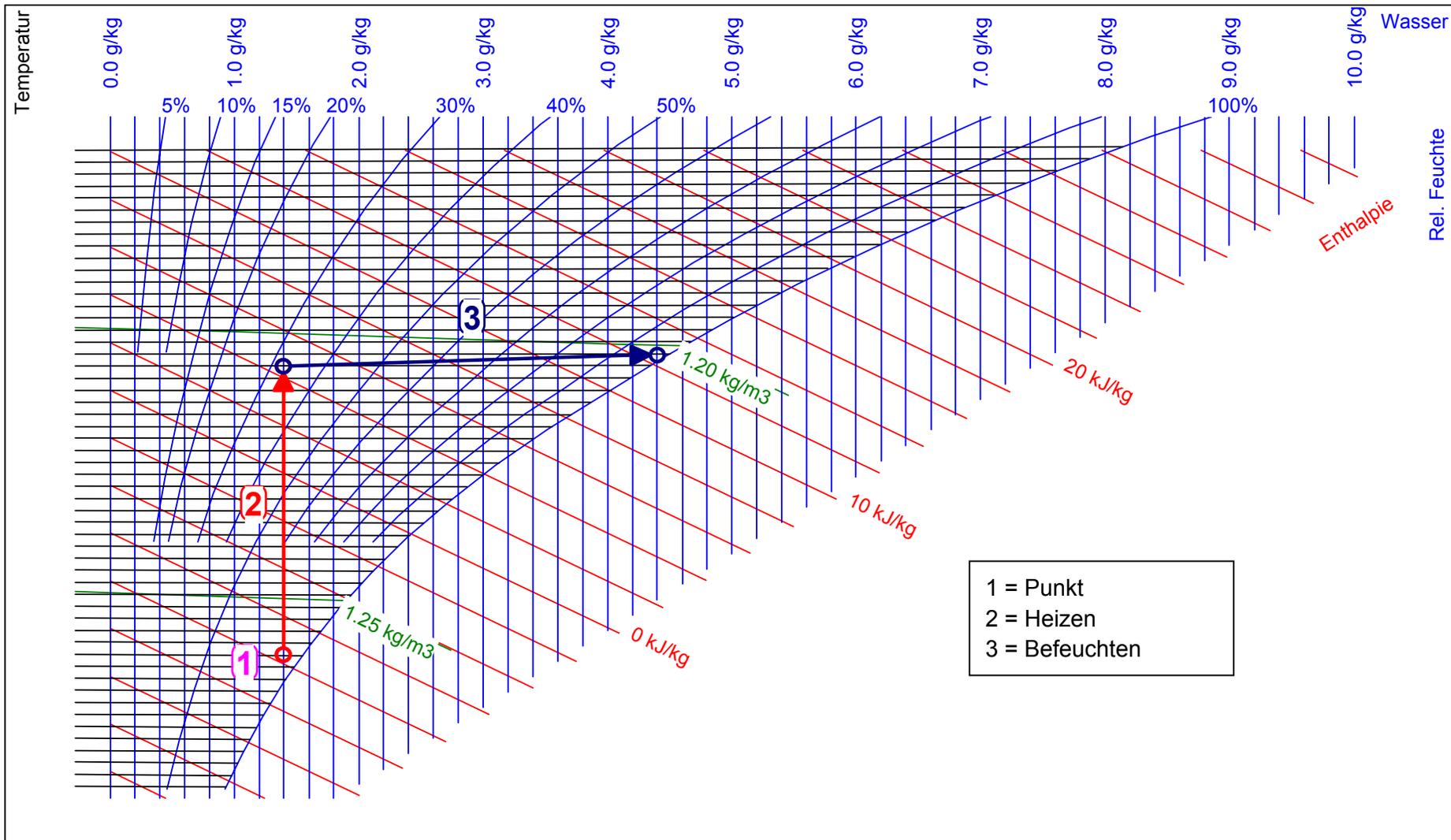
3) Befeuchtung von Luft mit Wasser

Leistung	kW	0.057	
Befeuchtungsmenge	kg/h	3.294	
Befeuchtungstemperatur	°C	15	
Befeuchtungsenthalpie	kJ/kg	62.302	
		Luft ein	Luft aus
Temperatur	°C	6.5	0.177
Rel. Feuchte	%	21.916	98.19
Abs. Feuchte	g/kg	1.394	4.009
Dichte feucht	kg/m ³	1.182	1.208
Enthalpie feucht	kJ/kg	10.042	10.205
Volumenstrom feucht	m ³ /h	1066.753	1047.007
Massenstrom trocken	kg/h	1259.368	1259.368

Luftbefeuchtung mit Kaltwasser = h - konstant...



Luftbefeuchtung mit Dampf = i – konstant...



1 = Punkt
 2 = Heizen
 3 = Befeuchten

1 = nicht möglich
 2 = bedingt möglich
 3 = möglich
 4 = empfehlenswert

1 = nicht notwendig
 2 = notwendig Enthärtung
 3 = notwendig entmineralisiert
 4 = Einsparung Betriebsk.

Luftbefeuchtungssysteme für Kühlräume

Dampfbefeuchter i-konstant	Investitions- kosten	Betriebs- kosten	Einsatz	Wasseraufbereitung
<i>Drucklose Dampfbefeuchter</i>				
Elektroden Dampfbefeuchter	niedrig	hoch	3 / 4	1
Widerstands Dampfbefeuchter	mittel	hoch	3 / 4	1 / 4
<i>Druckdampfbefeuchter</i>				
Dampferzeuger				
Elektrischbeheizte Dampfentwickler	hoch	hoch	2 / 3	1 / 4
Gasbeheizte Dampfentwickler	hoch	mittel - hoch	2 / 3	1 / 4
Ölbeheizte Dampfentwickler	hoch	mittel - hoch	2 / 3	1 / 4
<i>Dampfverteiler</i>				
Schönmann	mittel	mittel	2 / 3	
Armstrong	mittel	mittel	2 / 3	
Eigenbau	mittel	mittel	2 / 3	
<i>Adiabatische Befeuchter h-konstant</i>				
Zweistoffdüsen	mittel	mittel - hoch	3 / 4	1 / 2 / 3 / 4
Scheibenzerstäuber	niedrig	niedrig	3 / 4	1 / 2 / 3 / 4
Ultraschallbefeuchter	mittel - hoch	niedrig	3 / 4	3
Verdunstungsbefeuchter	niedrig	tief	1 / 2	1 / 2 / 3 / 4
Luftwascher	mittel - hoch	tief	1 / 2	1 / 2 / 3 / 4
<i>Einphasen Systeme</i>				
B-four System	mittel	tief	4	2 / 3
Condair Dual	mittel	niedrig	1 / 2	3
Unelco	mittel	niedrig	1 / 2	3
Cold Fog	mittel	niedrig - tief	2 / 3	3
Kaltdampfgeneratoren	mittel - hoch	niedrig	1 / 2	3

Die einzelnen Luftbefeuchtungssysteme sind je nach Befeuchtungsmenge und Einsatz zu prüfen.

Die Investitions- und Betriebskosten verändern sich sehr stark und sind abhängig von der Grösse und Anzahl der Kühlräume.

Wasserqualitäten in der Haustechnik

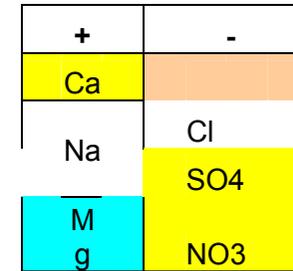
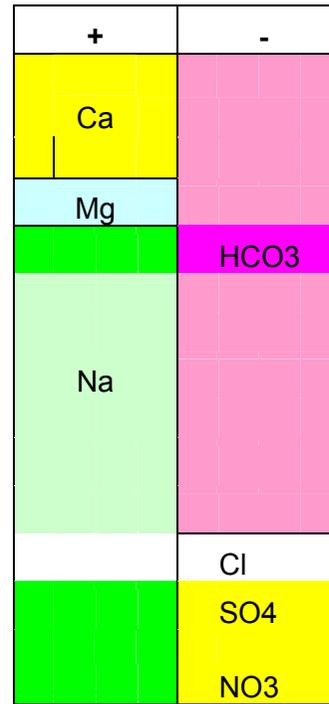
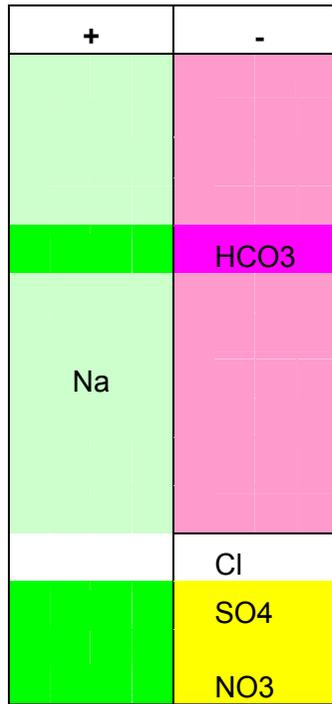
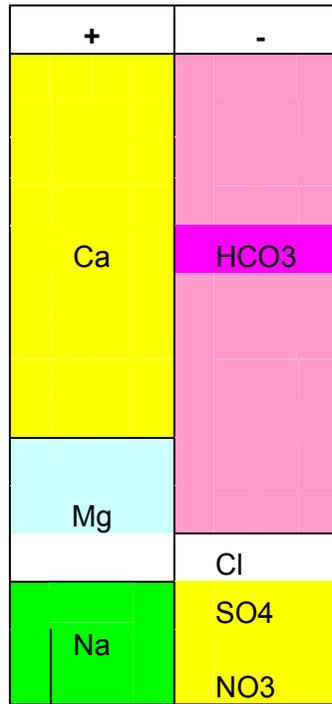
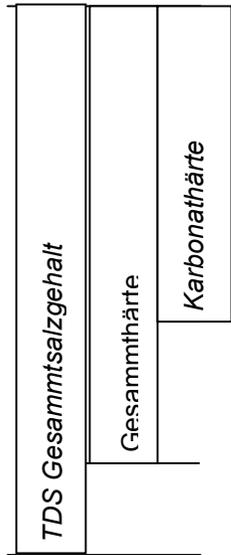
Rohwasser

Enthärtetes
Wasser

Teilenthärtes
Wasser

Permeat
Umkehrosrose

Vollentsalztes
Wasser
Ionentauscher



Gesamthärte

38 °fH

0 °fH

5 - 8 ° fH

0 - 1 °fH

0 °fH

Gesamtsalzgehalt

400 mg/l

400 mg/l

400 mg/l

0.4 - 5 mg/l

< 1 mg/l

elekt. Leitfähigkeit

700 yS/cm

700 yS/cm

700 yS/cm

10 - 20 yS/cm

0.5 - 1 yS/cm

Kationen +

Calcium Ca
Magnesium Mg
Natrium Na
Kalium K

Anionen -

Bikarbonat HCO₃
Sulfat SO₄
Chlorid Cl
Nitrat NO₃

1 °fH entspricht ca. 10 mg Ca + Mg

1° fH entspricht 0.56° d Härte

1° dH entspricht 1.79° f Härte

Wasseraufbereitung

- Die Rohwasserqualitäten haben in der Schweiz eine sehr unterschiedliche Gesamthärte und elektrische Leitwerte.
- Bei allen Befeuchtersystemen werden die Mineralsalze (siehe Tabelle Wasserqualitäten in der Haustechnik) freigesetzt.
- Für den Entscheid ob eine Wasseraufbereitung notwendig ist oder nicht muss man sich folgende Fragen stellen:
 - Anforderung an die Staubfreiheit im befeuchteten Raum oder Lüftungskanal.
 - Welche Anforderung stellt das gewählte Befeuchtungssystem.

Wasserenthärtungsanlagen

Regenerationen erfolgen mit Salz. Enthärtungsanlagen gibt es in verschiedensten Grössen (Leistungen). Sie unterscheiden sich in zwei Modelle. Die Enthärtung erfolgt über chemischen Basenaustausch.

Die Einsäulen- Enthärtungsanlage

Bei diesen Modellen ist zu beachten, dass während der Regeneration die Befeuchter mit Rohwasser betrieben werden.

Die Pendel- Enthärtungsanlage

Bei diesen Modellen steht immer enthärtetes Wasser zur Verfügung. Die Pendel- Enthärtungsanlage besteht aus zwei Säulen, die im Wechselbetrieb enthärtetes Wasser produzieren.

Umkehrosmose (Teilentsalztes Wasser 95 -98 %)

Umkehrosmosen gibt es in verschiedensten Leistungen. Das Wasser nach der UO nennt man Permeat oder teilentsalztes Wasser. Der Restsalzgehalt ist 2 - 5 %. Die Mineralsalzentfernung erfolgt über eine Membrane rein mechanisch ohne Chemie.

Grundsätzlich können Umkehrosmosen nur mit enthärtetem Wasser betrieben werden. Für kleine Leistungen bis 25 l/h gibt es einige Fabrikate die mit Rohwasser betrieben werden können.

Ionentauscher

Ionentauscher gibt es in verschiedensten Grössen (Leistungen) und Modellen.

Das vollentsalzte Wasser wird über Kationen- und Anionenharze produziert.(chemischer Vorgang)

Die Ionentauscher müssen mit Salzsäure und Natronlauge beim Lieferanten regeneriert werden.

Hygiene

Für die Hygiene bei Wasseraufbereitungs- und Luftbefeuchtungsanlagen sind in der Schweiz die SUVA und die Kantonschemiker zuständig. Gemäss SUVA darf das Wasser egal ob als Dampf oder Aerosol die Keimzahl 1000 pro ml nicht überschreiten.

3 Stufenmodell der SUVA

Keimzahl kleiner 1000 pro ml

keine Massnahmen notwendig

Keimzahl zwischen 1000 bis 10000 pro ml

Massnahmen prüfen und ausführen

Keimzahl Grösser 10000 pro ml

Massnahmen sofort veranlassen

Die hygienischen Probleme beginnen meistens bei der Wasseraufbereitung: Die Enthärtungsanlagen werden zu gross ausgelegt und haben zwischen den einzelnen Regenerationen eine zu lange Standzeit.

Die Umkehrosmosen sind sehr gute hygienische Filter.

Bei den Lagertanks für das entmineralisierte Wasser ist zu beachten, dass diese aus lichtundurchlässigem Material mit sehr glatter Oberfläche bestehen. Sehr wichtig ist, dass die Wasseraufbereitungsanlagen in einem kühlen Raum aufgestellt sind. Je wärmer der Raum um so besser können sich die Bakterien und Viren entwickeln.

Bei den Wasserleitungen gilt, je kleiner der Querschnitt desto kleiner die Wassermenge und grössere Fließgeschwindigkeit. Dadurch wird das Verschmutzen des Wassers in den Wasserleitungen wesentlich verringert.

Wenn trotz oben aufgeführten Massnahmen eine Verkeimung stattfindet gibt, es folgende Möglichkeiten zur Verbesserung.

UVC Lampen

SUVA empfohlen

Silberionisierung

SUVA empfohlen

Chemische Produkte

SUVA nicht empfohlen

Regulierung

Die Regulierung der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur sollten zueinander abgestimmt sein.

Der Standort der Temperatur und Feuchtefühler muss genau studiert und festgelegt werden.

Luftströmung und die Temperatur im Kühlraum sind auf Schichtungen zu prüfen.

Die Stapelung des Lagergutes im Raum muss ebenfalls berücksichtigt werden

Ein spezielles Augenmerk ist den Zeitkonstanten der Fühler und den Messbereichen zu schenken.

Die Wasserdampf- und Aerosolverteilung muss über den ganzen Raum gewährleistet sein. Da wir in den meisten Fällen tiefe Temperaturen und hohe Luftfeuchtigkeit haben, d.h. nahe am Taupunkt liegen, ist die Dampfdruckverteilung sehr träge.

Die Feuchtefühler sind sehr heikel. Im Einsatz nahe beim Taupunkt müssen diese mindestens 1 bis 2 mal pro Jahr gereinigt und geeicht werden.

Betriebskostenvergleich von Luftbefeuchtungs-Systemen

Dampfbefeuchter, Zweistoffdüsen, Ultraschall und B-four Einphasenhochdruck

Objekt:	Beispiel	Anlage:	Kühlraum
Auslegungsdaten			
Zweistoffdüsenysteme	7 Stück	0.9 Nm ³ /Düse	6.3 Nm ³ /h
Raumvolumen	2667 m ³ /h		
Dichte:	1.125		
Delta x:	6.0 g/kg		
Entfeuchtungsleistung durch Kühlung	3.00 kg/h		
Befeuchtungsleistung / h	21.00 kg/h	Befeuchtungsleistung	55.04 m ³ /a
Betriebsstunden/ t	24 h		
Betriebstage / woche	7 tage		
Betriebswochen / a	52 Wochen	Anlage - Betriebsstunden	8736 h/a
Befeuchtervollbetriebsstunden	30%	2620.8	h/a
Stromkosten:	SFr. 0.12 kWh		
Druckluft:	SFr. 0.056 Nm ³		
Wasserhärte Rohwasser:	30 °frH	Regenerationssalz	0.021 kg/°frh/m ³
Rohwasserpreis:	SFr. 4.50 m ³		Totalkosten /a
Kühlenergie	SFr. 0.23 kWh		SFr. 247.69
Verdunstungsenergie:	0.790 kW/l	16.59 kW/h	43484 kWh/a
Zweistoffdüsen			
Betrieb mit enthärtetem Wasser			
Befeuchtungsleistung	21.00 kg/h	l/h an Düsen	
Abschlammwasser	3%	0.63 kg/h	
Total Wasserverbrauch	21.63 kg/h	56.69 m ³ /a	à SFr. 7.54 SFr. 427.19
Druckluft	6.30 Nm ³ /std	16511.04 Nm ³ /a	à SFr. 0.056 SFr. 916.36
Elektrische Energie	0.25 kW/h	655 kWh/a	à SFr. 0.12 SFr. 78.62
Wartungsaufwand/a	10 Std.		à SFr. 111.00 SFr. 1'110.00
Materialaufwand			SFr. 200.00
Total	Betrieb mit enthärtetem Wasser		SFr. 2'732.18
Verdunstungsenergie Kühlung	16.59 kW	43483.73 kWh/a	à SFr. 0.23 SFr. 10'001.26
Betriebskosten mit Berücksichtigung der Verdunstungskühlung			-SFr. 7'269.08

Zweistoffdüsen		Betrieb mit Rohwasser				
Befeuchtungsleistung		21.00 kg/h				
Abschlammwasser	3%	0.63 kg/h				
Total Wasserverbrauch		21.63 kg/h	56.69 m ³ /a	à	SFr. 4.50	SFr. 255.12
Druckluft		6.30 Nm ³ /std	16511.04 Nm ³ /a	à	SFr. 0.056	SFr. 916.36
Elektrische Energie		0.25 kW/h	655.2 kWh/a	à	SFr. 0.12	SFr. 78.62
Wartungsaufwand/a		14 Std.		à	SFr. 111.00	SFr. 1'554.00
Materialaufwand						SFr. 250.00
		Total Betriebskosten mit Rohwasser				SFr. 3'054.11
Verdunstungsenergie Kühlung		16.59 kW	43483.73 kWh/a	à	SFr. 0.23	SFr. 10'001.26
		Betriebskosten mit Berücksichtigung der Verdunstungskühlung				-SFr. 6'947.15
Ultraschallbefeuchter		mit entmineralisiertem Wasser				
Befeuchtungsleistung		21.00 kg/h				
Abschlammwasser	2%	0.42 kg/h	1.10 m ³ /a			
Autom. Entleerung	0%	0.00 l	0.00 m ³ /a			
Total Wasserverbrauch		21.42 kg/h	56.14 m ³ /a	à	SFr. 20.32	SFr. 1'140.63
Elektrische Energie		1.07 kW	701.79 kWh/a	à	SFr. 0.12	SFr. 84.22
Wartungsaufwand/a		4.5 Std.		à	SFr. 111.00	SFr. 499.50
Materialaufwand allg.						SFr. 60.00
Piezoschwinger Auswechslung		9.54 a	26 Stück	à	SFr. 135.00	SFr. 367.96
Arbeit		4.00 Std.	0.42 Std./a	à	SFr. 111.00	SFr. 46.55
		Total Betriebskosten /a				SFr. 2'198.85
Verdunstungsenergie Kühlung		15.52 kW	40676.55 kWh/a	à	SFr. 0.23	SFr. 9'355.61
		Betriebskosten mit Berücksichtigung der Verdunstungskühlung				-SFr. 7'156.75
B-four Einphasendüsen-System		Betrieb mit enthärtetem Wasser				
Befeuchtungsleistung		21.00 kg/h				
Abschlammwasser	1%	0.21 kg/h				
Total Wasserverbrauch		21.21 kg/h	55.59 m ³ /a	à	SFr. 7.54	SFr. 418.90
Elektrische Energie		0.50 kW	1310.4 kWh/a	à	SFr. 0.12	SFr. 157.25
Wartungsaufwand/a		12.0 Std.		à	SFr. 111.00	SFr. 1'332.00
Materialaufwand						SFr. 250.00
		Total Betriebskosten mit entmineralisiertem Wasser				SFr. 2'158.15
Verdunstungsenergie Kühlung		15.52 kW	43483.73 kWh/a	à	SFr. 0.23	SFr. 10'001.26
		Betriebskosten mit Berücksichtigung der Verdunstungskühlung				-SFr. 7'843.11

Dampfbefeuchter (drucklos)		Dampf	0.74kWh/kg	Abschlammwasser	0.1kWh/kg
Befeuchtungsleistung		21.00kg/h			
Abschlammwasser	25%	5.25kg/h			
Total Wasserverbrauch		26.25kg/h	68.80m3/a	à	SFr. 4.50 SFr. 309.62
Elektrische Energie Dampf		15.54kW	40732kWh/a	à	SFr. 0.12 SFr. 4'887.79
Elektrische Energie Abschl.		0.55kW	1431kWh/a	à	SFr. 0.12 SFr. 171.73
Wartungsaufwand/a		6Std.		à	SFr. 111.00 SFr. 666.00
Materialaufwand		4Stk.	Dampfzylinder	à	SFr. 400.00 SFr. 1'600.00
Total Betriebskosten mit Rohwasser					SFr. 7'635.14
Verdunstungsenergie Kühlen		15.52kW	43483.73kWh/a	à	SFr. 0.23 SFr. 10'001.26
Betriebskosten mit Berücksichtigung der Verdunstungskühlung					SFr. 17'636.40

Wasserkostenberechnung

Enthärtungsanlage

Rohwasser:		1m3			SFr. 4.50
Regenerationswassermenge	6%	0.06m3			SFr. 0.27
Regenerationssalz:		0.64kg/m3	SFr. 0.35		SFr. 0.23
			Total		SFr. 5.00
Weichwasserverbrauch		56.69m3/a		Total/a	SFr. 283.19
Elektrische Energie	5W/h	8760h/a		à	SFr. 0.12 SFr. 5.26
Wartungsaufwand		1.25Std./a		à	SFr. 111.00 SFr. 138.75
Totalkosten /a zu UO					SFr. 427.19

Weichwasserpreis: für Umkehrosmose **SFr. 7.54 m3**

Entmineralisiertes Wasser mit Umkehrosmose

Weichwasser		1m3			SFr. 7.54
Abschlammwasser:	30%	0.3m3			SFr. 2.26
			Total		SFr. 9.80
				56.14m3/a	SFr. 549.96
Elektrische Energie:	2.00kW/m3	56.14m3/a	112.3kWh	SFr. 0.12	SFr. 13.47
Wartungsaufwand:	0.2Std/W	26W/a	5.2Std./a	SFr. 111.0	SFr. 577.20
Totalkosten entmineralisiertes Wasser / a					SFr. 1'140.63

Entmineralisiertes Wasser Preis: **SFr. 20.32 m3**

Betriebskosten pro Jahr		ohne Verdunstungs- kühlung	mit Verdunstungs- kühlung
Zweistoffdüsen	Betrieb mit enthärtetem Wasser	SFr. 2'732.18	-SFr. 7'269.08
Zweistoffdüsen	Betrieb mit Rohwasser	SFr. 3'054.11	-SFr. 6'947.15
Ultraschallbefeuchter	mit entmineralisiertem Wasser	SFr. 2'198.85	-SFr. 7'156.75
B-four Einphasendüsen-System	Betrieb mit enthärtetem Wasser	SFr. 2'158.15	-SFr. 7'843.11
Dampfbefeuchter (drucklos)	Betrieb mit Rohwasser	SFr. 7'635.14	SFr. 17'636.40



Kirschen Lagerungsversuche 2003

Franz Gasser, Sibylle Mattle, Ernst Höhn, FAW
Agroscope FAW Wädenswil, Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und
Gartenbau, 8820 Wädenswil
e-mail: franz.gasser@faw.admin.ch

Im Rahmen des Arbeitsprogramms 2004-2007 wird an der FAW das Projekt „Lagerung von Kirschen in modifizierter Atmosphäre“ bearbeitet. Dabei soll untersucht werden, ob sich Kirschen in modifizierter Atmosphäre während rund 3 Wochen mit einer vertretbaren Qualität lagern lassen. Im Sommer 2003 wurden mit den drei Kirschensorten Star, Kordia und Regina erste Versuche durchgeführt.

Einleitung

Die Ernte von Kirschen fällt in der Schweiz innerhalb von rund 8 Wochen an, wobei je nach Klimabedingungen und Sorten sehr hohe Erntespitzen, aber auch Mangelperioden typisch sind. Um die Angebotsschwankungen auszugleichen, bietet sich die Kühllagerung in normaler oder modifizierter Atmosphäre an. Mit diesen Methoden kann, aufgrund der heutigen Erkenntnisse, eine Lagerdauer von rund 3 bzw. 6 Wochen erreicht werden. Die Lagerung wäre besonders für Kirschen der Klassierung EXTRA (Mindestdurchmesser 23 mm) wünschenswert. Ziel der Versuche war es, das Lagerverhalten von drei verschiedenen Kirschensorten bei der Lagerung in normaler und modifizierter Atmosphäre und daran anschliessend das Nachlagerverhalten („shelf life“) zu vergleichen. Bei der Durchführung der Versuche haben wir uns auf den heutigen Stand der Kenntnisse abgestützt, welcher kürzlich in einer Literaturzusammenfassung (Gasser et. al, 2004) dargestellt wurde.

Material und Methoden

Kirschen aus gedeckter Kultur der Sorten Star (Herkunft Zunzgerberg, BL), Kordia und Regina (Herkunft Wädenswil) wurden an den handelsüblichen Erntezeitpunkten gepflückt und gemäss Tabelle 1 für die Versuche eingesetzt. Zur Qualitätsuntersuchung wurden Fruchtfestigkeit (2mm Kompressionstiefe, gemessen auf zwei entgegengesetzten Seiten der Frucht), Fruchtdurchmesser und –gewicht, Gewicht der Stiele sowie Zucker- (°Brix) und Säuregehalt (Titration bis pH 8.1) bestimmt. Die Bestimmung der visuell wahrnehmbaren Qualität erfolgte unter tageslichtähnlicher und kontrollierter Beleuchtung mit einer Natriumdampf-Hochdrucklampe gemäss Tabelle 2. Für die Beurteilung der Lagerverfahren wurden Kirschen als qualitativ genügend für die Konsumenten betrachtet, wenn nicht mehr als 10% der Kirschen der Kategorien 3 und 4 gemäss Tabelle 2 zugeordnet werden. Für die Beurteilung der Haltbarkeit nach Auslagerung wurde eine Akzeptanzschwelle von 20% der Kirschen in den Kategorien 3 und 4 festgelegt. Die Resultate der Bonitur wurden als prozentualer Anteil der Kirschen in Kategorie 3 und 4 dargestellt.

Tabelle 1: Ablauf der Lagerversuche 2003

Nr.	Ablauf	Parameter	Lageratmosphäre	Sorten		
				Star	Kordia	Regina
1	Ernte	Transport an die FAW innerhalb von 4 Stunden	Luft	23.06.03	30.06.03	07.07.03
2	Vorkühlen	Kühlen über Nacht auf 10°C bei 90-93 % relativer Luftfeuchtigkeit	Luft	X	X	X
3a	Kühlagerung	Lagerung der Kirschen in Kartonschalen in normaler Atmosphäre bei 1°C und bei 90-93 % relativer Luftfeuchtigkeit bis zu 3 Wochen	Luft	X	X	X
3b	Atmungs-messungen	Bestimmung der Atmung der Kirschen (Sauerstoffverbrauch bzw. CO ₂ -Produktion) in verschiedenen Lageratmosphären (Gasser et al, 2003) während 14 Tagen	Varianten (O ₂ + CO ₂): a) Luft b) 10 + 10 c) 10 + 15 d) 10 + 20	X	X	--
3c	CA-Lagerung	Lagerung in verschiedenen Atmosphären bei 1°C und bei 90-93 % relativer Luftfeuchtigkeit bis zu 3 Wochen.		--	X	X
4	Nachlagerung	Nachlagerung von Kirschen der Varianten 3a – 3c bei 20°C und 60% relativer Luftfeuchtigkeit in Kartonschalen bis zu 7 Tagen.	Luft	X	X	X

X = Versuche durchgeführt: -- = keine Versuche durchgeführt. 3a – 3c parallel durchgeführt.

Tabelle 2: Bonitur zur visuellen Beurteilung von Kirschen (Frucht und Stiel)

Qualitätskriterium	Bonitur			
	1	2	3	4
Glanz Frucht	Glänzend frisch	Noch glänzend	Schon matt	Matt geschrumpft
Farbe Stiel	Vorwiegend grün, braune Stellen < 2%	Ansätze von braunen Stellen (3-20%)	Grössere braune Flecken (21-70%)	Mehr als 71% des Stiels braun
Frische Stiel	Frisch	Ansätze von welk	Teilweise eingezogen, deutlich welk	Vertrocknet, verdorrt, „brechbar“
Verderb	Prozentualer Anteil der faulen Früchte			

Resultate

Atmungsintensität

Die Kirschen wurden zu Beginn der Versuche von Umgebungstemperatur (rund 25°C) auf 10°C abgekühlt, über Nacht bei dieser Temperatur gelagert und dann auf 1°C gebracht. Bei jeder Temperaturabsenkung wurde die Atmung um jeweils das zwei- bis vierfache reduziert (Tab. 3).

Tabelle 3: CO₂-Produktion von Kirschen bei verschiedenen Temperaturen in Luft (Mittelwerte von jeweils 2 Atmungskammern)

Temperatur:	CO ₂ -Produktion (mg/kg und Std.)		
	25°C	10°C	1°C
Star	55.0	21.5	8.7
Kordia	63.3	15.8	5.2

Nach Erreichen der Temperatur von 1°C wurden die CA-Bedingungen eingestellt. Diese reduzierten bei der Sorte Star die Atmungsrate von Anfang an um rund 25% (Abbildung 1), während bei der Sorte Kordia am Anfang der Lagerung praktisch keine Reduktion feststellbar war (Abbildung 2). Im Verlaufe der Lagerung zeigte sich ein deutlich positiver Effekt der CA-Bedingungen für beide Sorten: Die Atmung bzw. die CO₂-Produktion von CA-gelagerten Kirschen nahm nur schwach zu, während diejenige von luftgelagerten Kirschen relativ stark anstieg und am Ende der Lagerung nach 14 Tagen mit 13-15 mg/kg·h zwei- bis dreimal höher war als diejenige der CA-gelagerten Früchte. Die drei CA-Varianten waren bezüglich Atmungsintensität praktisch gleichwertig. Die geringste Zunahme der CO₂-Produktion während der Lagerung wurde für beide Sorten bei einer CO₂-Konzentration von 15% erreicht, während bei einer CO₂-Konzentration von 20% die Zunahme der Atmung wieder grösser war. Dies deutet darauf hin, dass eine CO₂-Konzentration von 20% für Kirschen physiologisch doch nicht ganz unbedenklich ist (Gasser et. al., 2003).

Abb. 1: Atmung von Kirschen der Sorte Star in Luft und verschiedenen CA-Bedingungen bei einer Lagertemperatur von 1°C

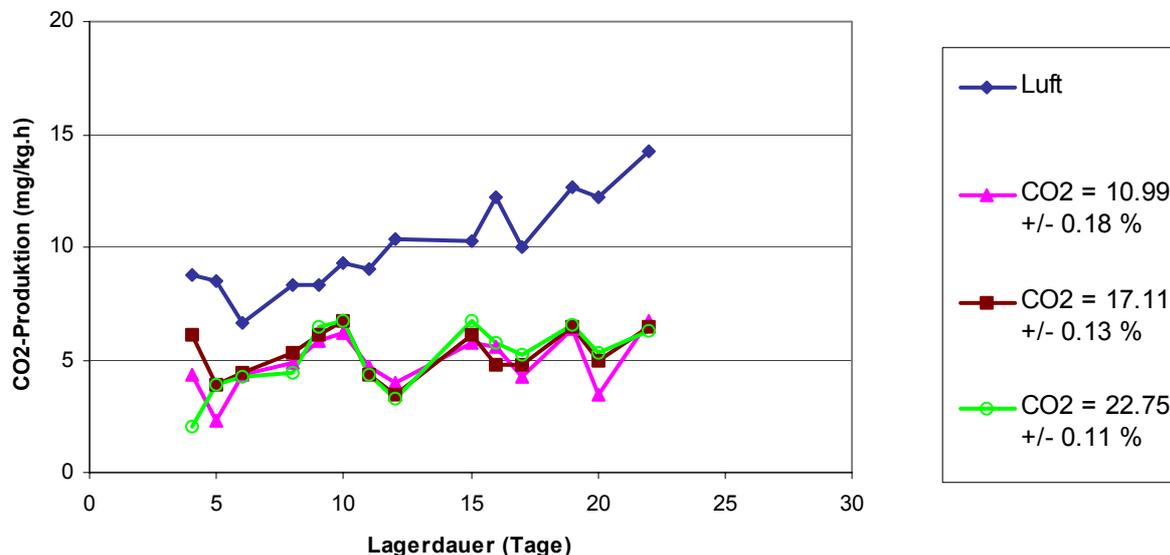
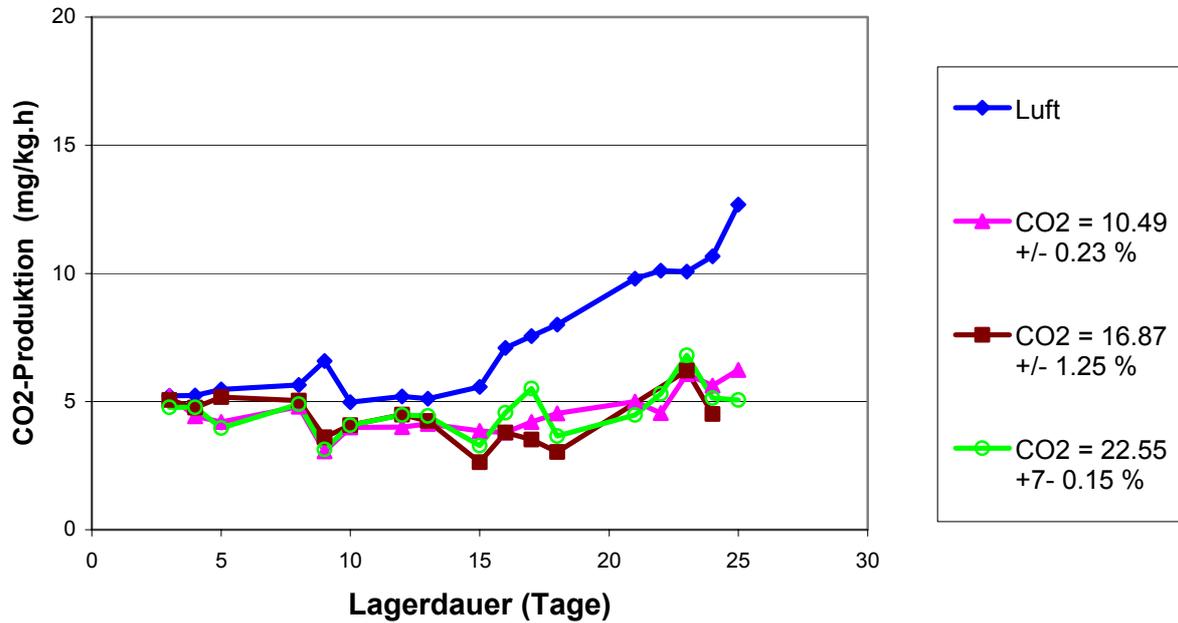


Abb. 2: Atmung von Kirschen der Sorte Kordia in Luft und verschiedenen CA-Bedingungen bei einer Lagertemperatur von 1°C



Der Respirationsquotient bzw. das Verhältnis von CO₂-Produktion zu O₂-Verbrauch blieb während der ganzen Lagerdauer für alle Varianten in einem gewissen Bereich konstant und variierte für die Sorte Star zwischen 1.06 bis 1.26, bei Kordia zwischen 0.81 bis 0.94 (Mittelwerte der Varianten über die ganze Lagerdauer). Daraus lässt sich ableiten, dass die Kirschen auch unter hohen CO₂-Konzentrationen nicht gärten.

Seske (1996) formulierte ein Konzept, nach dem sich die Haltbarkeit von Kirschen – beurteilt aufgrund Fäulnis und Wasserverlust - anhand der Summe der CO₂-Bildung nach der Ernte berechnen lässt. Für diese Berechnung muss der Zeit-Temperaturverlauf nach der Ernte bekannt sein. Da zudem die Atmungsrate nicht konstant bleibt, auch wenn die Temperatur gleich bleibt, muss der tägliche Verlauf der Atmungsintensität bei konstanter Temperatur ermittelt werden.. Geht man von den in dieser Arbeit gemessenen Atmungsintensitäten aus, so kann die Haltbarkeit abschätzt werden (zugrundeliegender Grenzwert für die maximale Summe von CO₂ = 5 mg pro kg Kirschen). Zeit und Temperatur für Ernte, Vorkühlung, Auslagerung und Nachlagerung wurden als fest gegeben betrachtet, die maximale Lagerdauer bemisst sich dann aus der Differenz der daraus resultierenden CO₂-Summe und den Lagerbedingungen.

Tabelle 4: Maximale Lagerdauer von Kirschen, ermittelt aufgrund der Atmungsmessungen und dem Konzept von Seske (1996).

Ablauf	Temperatur (°C)	Dauer (Std.)	Lageratmosphäre (O ₂ + CO ₂)	CO ₂ -Produktion (g/kg)	
				Star	Kordia
Ernte	25	6	Luft	0.330	0.380
Vorkühlung	10	12	Luft	0.258	0.190
Auslagerung	10	6	Luft	0.129	0.095
Nachlagerung	25	36		1.980	2.279
Zwischensumme CO ₂ -Produktion (g CO ₂ /kg Kirschen)				2.697	2.944
<i>Maximal Kühllagerdauer (Tage) bei 1°C in Luft</i>				13	16
<i>Maximal Kühllagerdauer (Tage) bei 1°C in CA (10 + 15)</i>				19	17

Fruchtqualität und Lagerverfahren

Verglichen wurde die normale Kühllagerung bei 1°C mit den verschiedenen Varianten der CA-Lagerung bei 1°C während einer Lagerdauer von bis zu 3 Wochen.

Fruchtgewichtsverlust

Bei allen CA-Lagervarianten war während der Lagerung für die beiden Sorten Star und Regina kein Gewichtsverlust feststellbar, während dieser bei der Sorte Kordia 0.09 bis 0.47 % pro Tag betrug. Bei dieser Sorte war zudem der Gewichtsverlust bei normaler Kühllagerung mit 1.45 % pro Tag deutlich höher als bei der CA-Lagerung. Auch bei den Sorten Regina und Star war der Gewichtsverlust im normalen Kühllager mit 0.26% bzw. 0.08% tendenziell höher als bei der CA-Lagerung, aber geringer als bei Kordia. Die Resultate machen deutlich, dass Kordia mehr als die anderen zwei Sorten zu Schwund neigt. Die Unterschiede zwischen Lagerung in Luft und CA lassen sich damit erklären, dass bei der CA-Lagerung in geschlossenen Behältnissen i.a. besser Feuchtigkeitwerte erreicht werden als in normalen Kühlräumen.

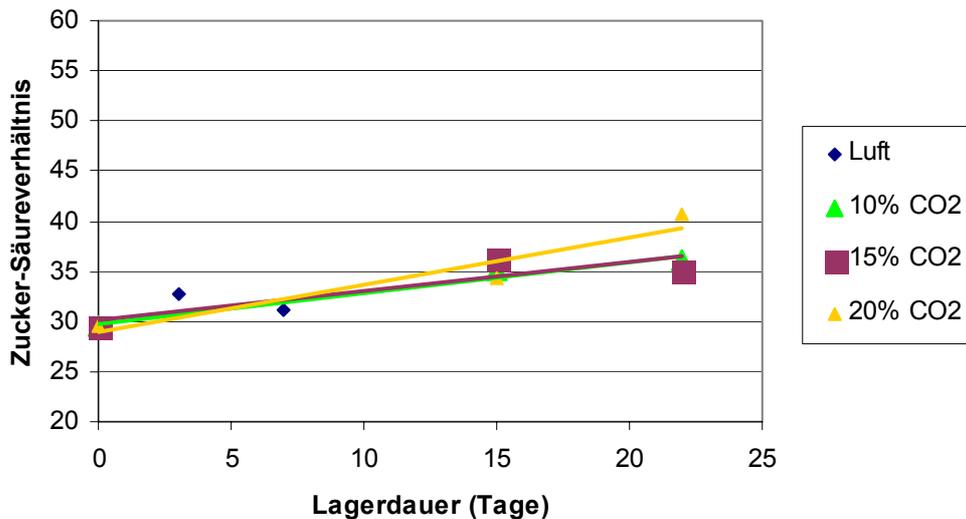
Festigkeitsverlauf

Die Fruchtfestigkeit, ausgedrückt als Kraft für eine Kompression von 2mm, blieb bei der Sorte Star während der Lagerung auf einem tiefen Niveau (rund 500 g) konstant, bei der Sorte Regina nahm sie von 1200 g auf 800 g ab, und bei der Sorte Kordia nahm sie leicht zu von 600 g auf 800 g. Zwischen den Lagerverfahren konnten keine Unterschiede ausgemacht werden, die CA-Varianten ergaben gegenüber der normalen Kühllagerung keine Vorteile. Die Zunahme bei der Sorte Kordia lässt sich durch den starken Wasserverlust bei dieser Sorte erklären.

Zucker- und Säuregehalt

Der Zuckergehalt blieb für alle geprüften Versuchsvarianten während der Lagerung annähernd konstant, und betrug für die Sorte Star rund 17%, die Sorte Regina 19% und die Sorte Kordia 18%. Alle Sorten lagen damit über dem Wert von 16%, welcher als Akzeptanzschwelle für die Beliebtheit bei den Konsumenten ermittelt wurde (Crisosto et al., 2002). Der Säuregehalt nahm dagegen bei allen Sorten, unabhängig vom Lagerverfahren, um rund 15 – 25 % ab, wodurch das Zucker-Säureverhältnis während der Lagerung stark zunahm. Als Beispiel ist in Abbildung 3 der Verlauf des Zucker-Säureverhältnis für Kordia dargestellt.

Abb. 3: Verlauf des Zucker-Säureverhältnis während der Lagerung bei 1°C für die Sorte Kordia



Glanz der Früchte

Die Sorte Star wies schon nach der Ernte einen ungenügenden Glanz auf, bedingt wohl durch die in diesem Jahr ausserordentliche Trockenheit während dem Fruchtwachstum. Die Früchte dieser Sorte büssten zudem während der Lagerung bei allen Lagerverfahren den Glanz schnell ein: Während schon nach 3-4 Tagen 10% der Früchte die geforderten Qualität nicht mehr aufwiesen, erreichte der Anteil ungenügender Früchte bei den Sorten Kordia und Regina erst nach 16 bzw. 21 Tagen CA-Lagerung diesen Wert. Der Glanz der Früchte blieb bei den CA-Varianten tendenziell besser erhalten als bei normal gelagerten Kirschen.

Stielqualität und Lagerverfahren

Einzelstielgewichtsverlust

Die hohen Korrelationskoeffizienten (R^2) für die Beziehung zwischen Stielgewicht und Lagerdauer von grösser als 0.6 illustrieren, dass das Stielgewicht bei allen geprüften Varianten über die Lagerdauer markant abnahm. Der Gewichtsverlust der Stiele war generell bei normaler Kühlung signifikant höher als in CA-Lagerung und betrug 1.65% (Star), 1.68% (Regina) und 5.18% (Kordia) pro Tag, während in CA-Atmosphäre Werte von 0.70 bis 1.07% (Star), 0.54 – 0.89% (Regina) und 0.61 bis 0.92% (Kordia) gemessen wurden. Der Gewichtsverlust der Stiele war damit bedeutend höher als bei den Früchten, und die Sorte Kordia erwies sich wiederum als die empfindlichste Sorte. Die Unterschiede zwischen Lagerung in normaler und CA-Atmosphäre lassen sich wiederum wie oben dargelegt mit der unterschiedlichen Feuchtigkeit erklären. Diese Ergebnisse stimmen gut überein mit denjenigen von Streif et al. (2004), welcher für die Stiele ebenfalls einen starken Gewichtsverlust feststellte, während die Früchte bedeutend weniger Wasser verloren. Im Gegensatz dazu stehen die Angaben von Patterson (1982), welcher darauf hinweist, dass die Kirschen selbst auch schnell Wasser verlieren.

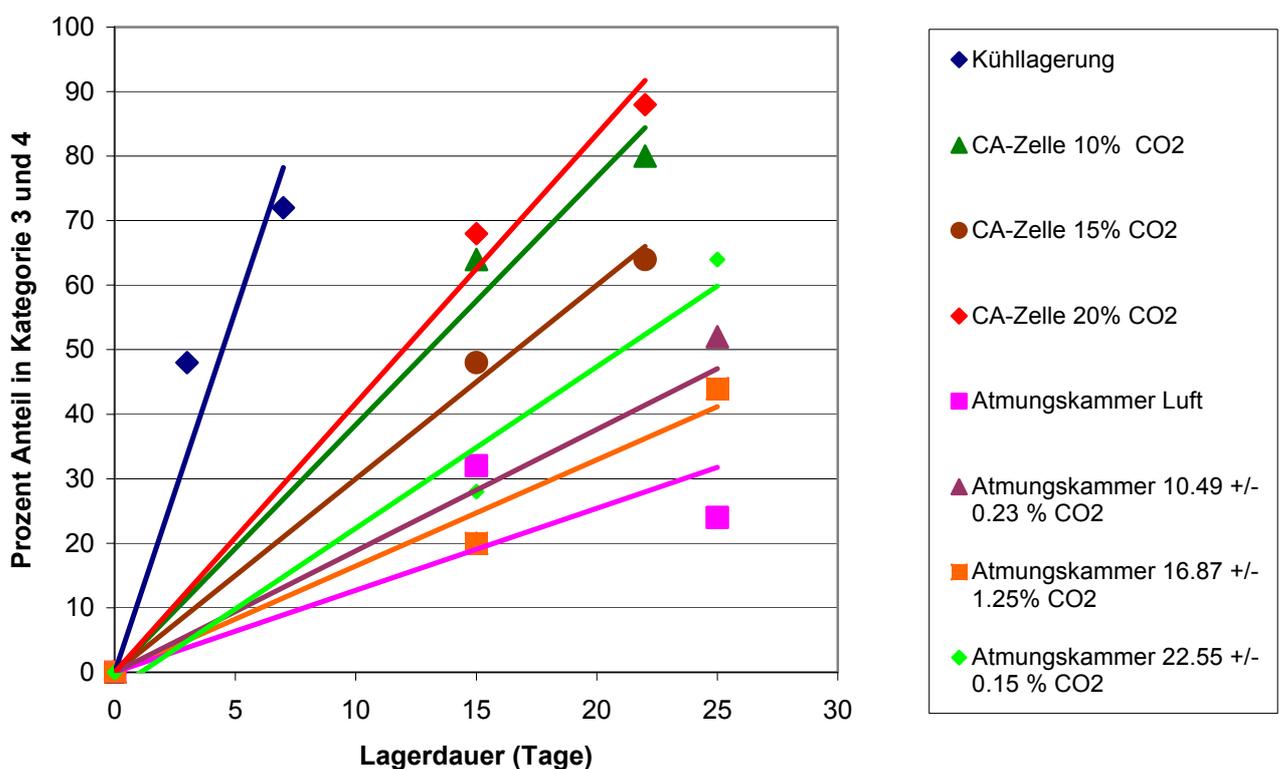
Stielfarbe und Stielzustand

Für die Veränderung der Stielfarbe (Wechsel von grün zu braun) bzw. des Stielzustandes (Wechsel von frisch zu trocken) über die Lagerdauer wurden Korrelationskoeffizienten (R^2) von zumeist rund 0.9 bzw. 0.6 ermittelt, mit wenigen Ausnahmen, welche darunter liegen, was auf einen eindeutigen Trend bezüglich dieser Kriterien während der Lagerung hinweist. Das Braunwerden der Stiele war für alle Sorten bei der normalen Kühlung am ausgeprägtesten

(Abb.4). Bezüglich Sorten gab es kaum Unterschiede, allerdings waren die Stiele der Sorte Regina von Anfang an schon etwas braun und wurden deshalb schlechter bonitiert.

Wie aus der Abbildung 4 hervorgeht, wurde die Stielfarbe in den Atmungskammern am besten erhalten, an zweiter Stelle folgten die CA-Zellen, die Kühlagerung ergab diesbezüglich die schlechtesten Resultate. Bei der Sorte Regina wurde die Stielfarbe in den CA-Zellen ebenfalls besser erhalten als bei der normalen Kühlagerung (Resultate hier nicht aufgeführt). Aus den Resultaten liesse sich der Schluss ziehen, dass die CA-Bedingungen an und für sich der Grund für die bessere Farberhaltung sind. Vergleicht man allerdings die normale Kühlagerung mit der mit Luft betriebenen Atmungskammer in Abbildung 5, so geht daraus hervor, dass die Stiele in der Atmungskammer besser abschnitten. Auch bei der Sorte Star konnte festgestellt werden, dass die Früchte aus der mit Luft betriebenen Atmungskammer tendenziell eine bessere Erhaltung der Stielfarbe aufwiesen als diejenigen in normaler Kühlagerung (Resultate hier nicht aufgeführt). Daraus lässt sich folgern, dass, neben der Lageratmosphäre, sicher auch die relative Luftfeuchtigkeit einen grossen Einfluss auf die Erhaltung der Stielfarbe hat.

Abb. 4: Veränderung der Stielfarbe während der Lagerung bei der Kirschen Sorte Kordia



Die Stiele wurden generell bei normaler Kühlagerung schneller welk als in CA-Atmosphäre, es ergab sich bezüglich Qualitätsverlauf das genau gleiche Bild wie in Abbildung 4 für die Stielfarbe gezeigt. Auch hier lässt sich folgern, dass neben der CA-Atmosphäre sicher die relative Luftfeuchtigkeit einen grossen Einfluss auf den Stielzustand hat.

Geht man von einem Akzeptanzwert für Stielzustand und -farbe von 10% ungenügender Früchte aus (Kategorie 3 und 4 der Bonitierung), so ergibt sich für die Kühlagerung eine Haltbarkeit von rund 1-3 Tagen, für die CA-Lagerung von rund 3-6 Tagen und für die Lagerung in den Atmungskammern von 6-15 Tagen. Vergleicht man die CA-Varianten bezüglich der Erhaltung von Stielfarbe und Stielzustand, so schnitten sowohl in den CA-Zellen als auch in den Respirationskammern die Variante mit hoher CO₂-Konzentration (20%) tendenziell schlechter ab

als die Varianten mit niedrigerer Konzentration, die Varianten mit einer CO₂-Konzentration von 10% und 15% waren diesbezüglich nicht unterscheidbar.

Haltbarkeit nach der Auslagerung (shelf life)

Von allen Lagerverfahren wurden periodisch Proben entnommen, um bei Raumtemperatur die Haltbarkeit zu testen.

Haltbarkeit nach normaler Kühlung

Bei der Sorte Star wiesen schon gleich nach der Auslagerung mehr als 20% der Früchte einen ungenügenden Glanz auf, was auf die Trockenheit zurückzuführen ist. Bei den Sorten Kordia und Regina war der Glanz bis rund 2-3 Tagen nach Auslagerung genügend, unabhängig von der Dauer der vorgängigen Kühlung. Gegenüber der Haltbarkeit gleich nach der Ernte war keine Verschlechterung feststellbar. Stielzustand und -farbe waren bei allen Sorten nur bei der Ernteprobe genügend und erreichten 1-3 Tage nach Ernte den Akzeptanzwert. Nach Auslagerung aus dem Kühlager wiesen alle Sorten mehr als 20% ungenügender Früchte auf, was auf die ungenügende Luftfeuchtigkeit während der Kühlung zurück zu führen ist.

Haltbarkeit nach Lagerung unter CA-Atmosphäre

Die CO₂-Konzentration während der vorgängigen Lagerung hatte keinen Einfluss auf den Qualitätsverlauf während der Nachlagerung. Ebenso wenig war der Qualitätsverlauf während der Nachlagerung abhängig von der vorgängigen Lagerdauer (2 oder 3 Wochen). Die während 2 bzw. 3 Wochen CA-gelagerten Früchte wiesen denselben Qualitätsabbau auf wie die während 1 bis 2 Wochen normal kühlgelagerten Kirschen. Daraus liesse sich vordergründig ableiten, dass die CA-Lagerung einen positiven Einfluss auf das Qualitätsverhalten während der Nachlagerung hat, andererseits haben unsere Versuche gezeigt, dass der Qualitätsabbau nicht von der vorgängigen Lagerdauer abhängig ist.

Schlussfolgerungen

Die Versuche zeigen, dass Stielfarbe und -zustand am schnellsten abgebaut werden. Geht man davon aus, dass die Frische der Kirschen in erster Linie am Zustand des Fruchtstiels beurteilt wird (Streif et al., 2004), sind diese zwei Kriterien als Schlüsselkriterien für die Qualitätskontrolle und die Einstellung der optimalen Bedingungen nach der Ernte zu betrachten. Die CA-Lagerung scheint einen positiven Einfluss auf die Fruchtstiele zu haben, wobei hohe CO₂-Konzentrationen sich tendenziell eher nachteilig auf den Stielzustand auswirken. Mindestens so wichtig ist jedoch auch die relative Luftfeuchtigkeit, welche nach Streif et al. (2004) im Bereich von 95 bis 98% liegen sollte. Solche hohen Werte sind nur mit Abdeckung oder Verpackung der Kirschen erreichbar.

Je nachdem, welches Kriterium für die Bestimmung der Haltbarkeit herangezogen wird, sei es Stielfarbe, Stielzustand oder die Summe der CO₂-Produktion, resultieren verschiedene maximale Haltbarkeiten. Grundsätzlich sollte sich die Haltbarkeit auf diejenigen Kriterien abstützen, welche für die Akzeptanz beim Konsumenten wichtig sind. Das Konzept von Seske (1996) stützt sich auf die Fruchtqualität ab und berücksichtigt den Stielzustand zu wenig, obwohl die Autoren anmerken, dass der Stielzustand für den Handel ein wichtiges Qualitätskriterium sei. Geht man vom Qualitätsabbau der Stiele aus, so resultierte in unseren Versuchen eine maximale Lagerdauer von rund 15 Tagen, bedeutend weniger als wenn sich die Beurteilung auf den Fruchtzustand abstützt (rund 21 Tage).

Geht man davon aus, dass der Abbau der inhaltlichen Qualität während der Lagerung einher geht mit der Atmungsintensität, so sollte aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit der Qualitätsabbau von CA-gelagerten Kirschen geringer sein als von normal kühlgelagerten Kirschen. Weder bei Zucker, Säure noch Festigkeit konnte allerdings ein Unterschied zwischen CA- und normal gelagerten Kirschen festgestellt werden. Bezüglich Zucker und Festigkeit

stimmen die Resultate der vorliegenden Arbeit mit denjenigen von Streif et al. (2004) überein, diese Autoren fanden jedoch für die CA-Lagerung von Kirschen der Sorte Regina, dass CA-Bedingungen mit hohen CO₂-Konzentration von 12% und 18% den Säureabbau reduzierten. Bei diesen Bedingungen betrug der Sauerstoffgehalt allerdings nur 2%, bei unseren Versuchen 10%.

Insgesamt muss festgestellt werden, dass sich kein deutlich positiver Effekt der CA-Lagerung anhand der Qualität von Frucht und Stiel feststellen lässt. Im extrem warmen und trockenen Sommer 2003 war kein mikrobieller Verderb bei den untersuchten Kirschen feststellbar, sollten die Witterungsbedingungen anders sein, könnten sich hohe CO₂-Konzentrationen allenfalls wegen der Hemmung des mikrobiellen Verderbs positiv auf die Haltbarkeit auswirken.

Die äussere Qualitätsbeurteilung der Früchte und Stiele durch Bonitur hat den Nachteil der subjektiven Bewertung. Das Stielgewicht könnte ein weiteres nützliches Kriterium sein, um die visuelle Beurteilung der Stiele mit einer objektiven Messung zu unterstützen. In unseren Versuchen gab es praktische für alle Sorten eine signifikante Korrelation zwischen Stielfarbe bzw. -zustand und dem Stielgewicht (10% Irrtumswahrscheinlichkeit).

Die Lagerung in modifizierter Atmosphäre erfordert gegenüber der normalen Kühllagerung einen zusätzlichen Aufwand an Einrichtungen. Die Anwendung dieser Methode rechtfertigt sich also nur, wenn sie gegenüber der normalen Kühllagerung bezüglich Haltbarkeit und Qualitätserhalt Vorteile aufweist. Wirtschaftliche Betrachtungen werden im weiteren Projektverlauf sicher einbezogen werden.

Literatur

Crisosto, C.H., Crisosto G.M. and Ritenour, M.A. (2002). Testing the reliability of skin color as an indicator of quality for early season "Brooks" (*Prunus avium L.*) cherry. *Postharvest Biology and Technology*, **24**, 147-154.

Gasser F., Dätwyler D., Schneider K., Naunheim W., Höhn E., (2003). Effects of Decreasing Oxygen Levels in the Storage Atmosphere on the Respiration of Idared Apples, Proc. 8th Int. CA Conference, Rotterdam, Acta Hort. 600, 189-192, 2003.

Gasser F., Höhn E., (2004). Lagerung von Kirschen in modifizierter Atmosphäre – ein Überblick, SZWO

Patterson, M.E. (1982). CA storage of cherries, Symposium Series Oregon State University Scholl of Agriculture, **1**, 149-154.

Seske, L. (1996). Respiration and storage potential in Norwegian-grown sweet cherries. Proceedings Internat. Cherry Symposium, *Acta Hort.* **410**, 357-362.

Streif J., Harb J. (2004), Kühlen und Lagern von Süsskirschen, Monatsschrift: Magazin für den Gartenbau-Profi, **4**, 220-222.

Erntezeitpunkt: Optimales Erntefenster bei Braeburn

(Lagerungsversuch Apfelsorte BRAEBURN 2003-2004)

Jean Pierre Siegrist, Centre des Fougères, agroscope RAC Changings

Jean-pierre.siegrist@rac.admin.ch

Versuchsbeschreibung

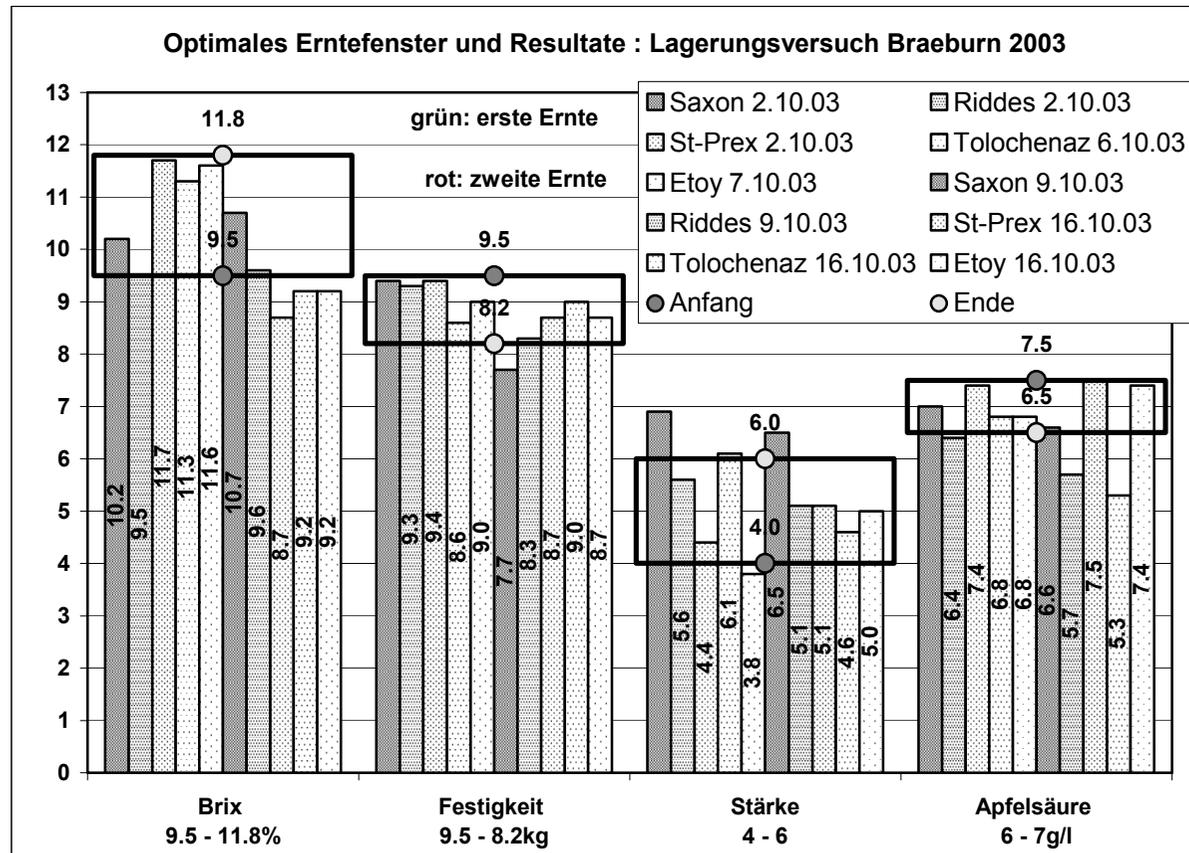
- 2 Erntezeitpunkte (Intervall 7 bis 10 Tage)
- 2 Obstanlagen im Wallis und 3 Obstanlagen im Waadtland
- Richtwerte und Analysen bei Ernte (°Brix, Festigkeit, Stärkewert, Apfelsäure, Temperatursumme)
- Nach Auslagerung, Früchte 7 Tage bei 19°C (Raumtemperatur)
- Versuchskontrollen am 16 März und 27 April 2004
- Lagerungsbedingungen 0.5°C und 92-94% relative Luftfeuchtigkeit
 - Kontrolle : 1% CO₂ & 2% O₂
 - Low Oxygen: (LO) 1% CO₂ & 1.5% O₂

Anwendungen der Kontrollierten Atmosphäre

- Spülung mit Stickstoff (N₂) mit PSA bis zur 5% O₂
- In der Folge mittels Fruchtatmung von 5% auf 1.5% (5 à 6 Tage)
- rasche Absenkung von O₂ vermeiden (Risiko für Kavernenbildung)

Ernterichtwerte und Analysen bei der Ernte : 2003

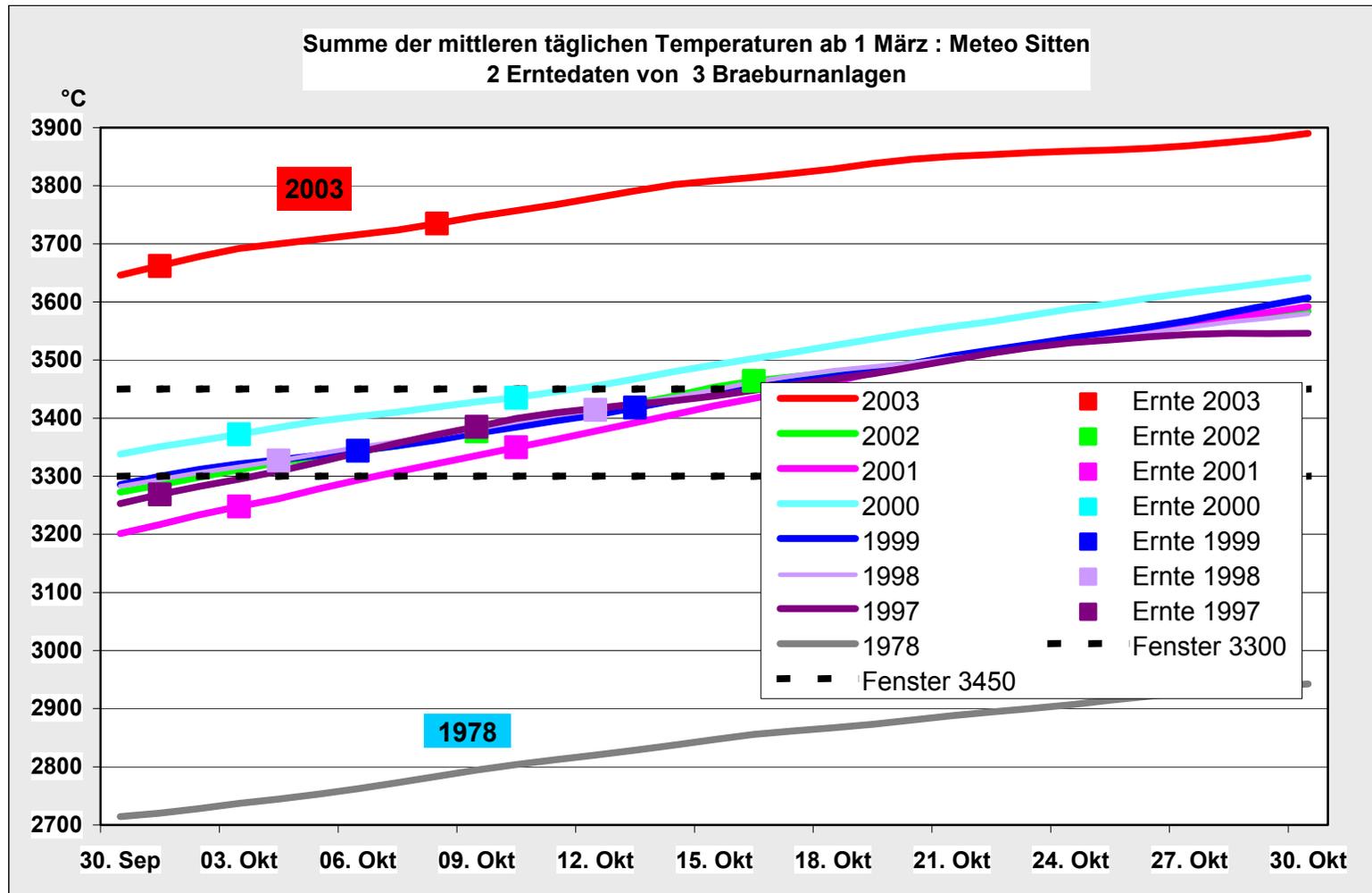
Sorte: BRAEBURN	Brix %	Festigkeit kg	Stärke 1-10	Apfelsäure g
Optimales Erntefenster	9.5	9.5	4	7.5
	11.8	8.2	6	6.5



Optimales Reifestadium bei den Ernten : allgemein gut

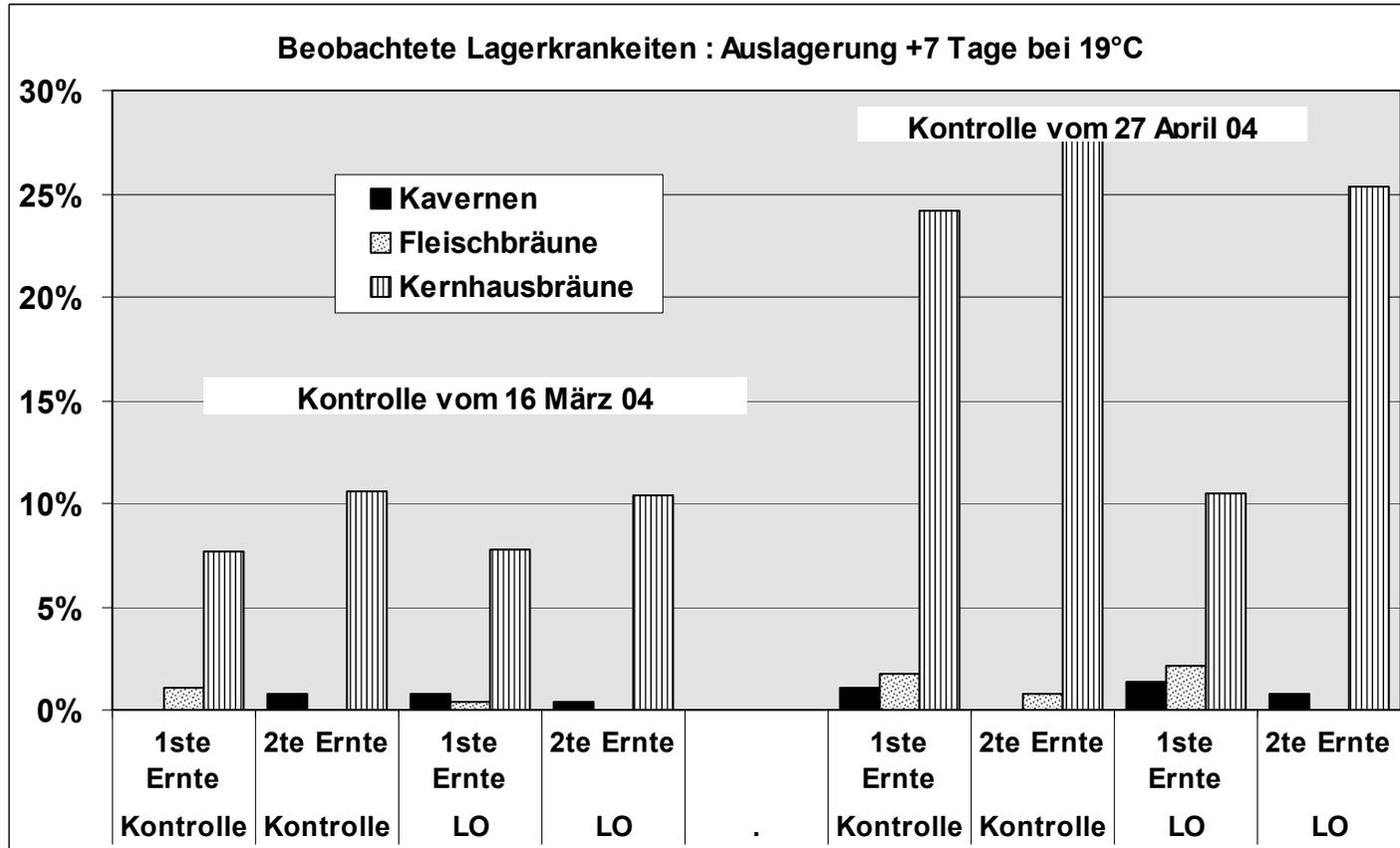
Optimales Klimafenster für Erntezeitpunkte: BRAEBURN 3300 – 3450°C im Wallis

Formel: Summe der mittleren täglichen Temperaturen ab 1 März : Meteo Sitten



Interessante Angaben für Prognose : Ausnahme 2003, weiterzuverfolgen

Auslagerungsergebnisse : Lagerkrankheiten



Leichter Befall

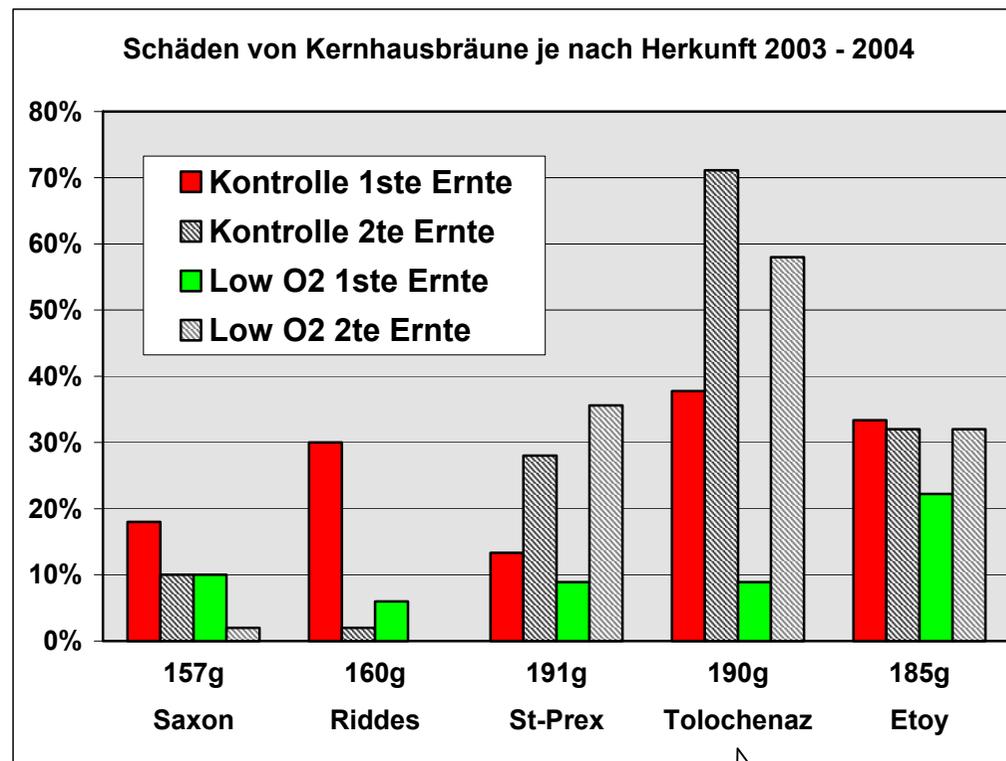
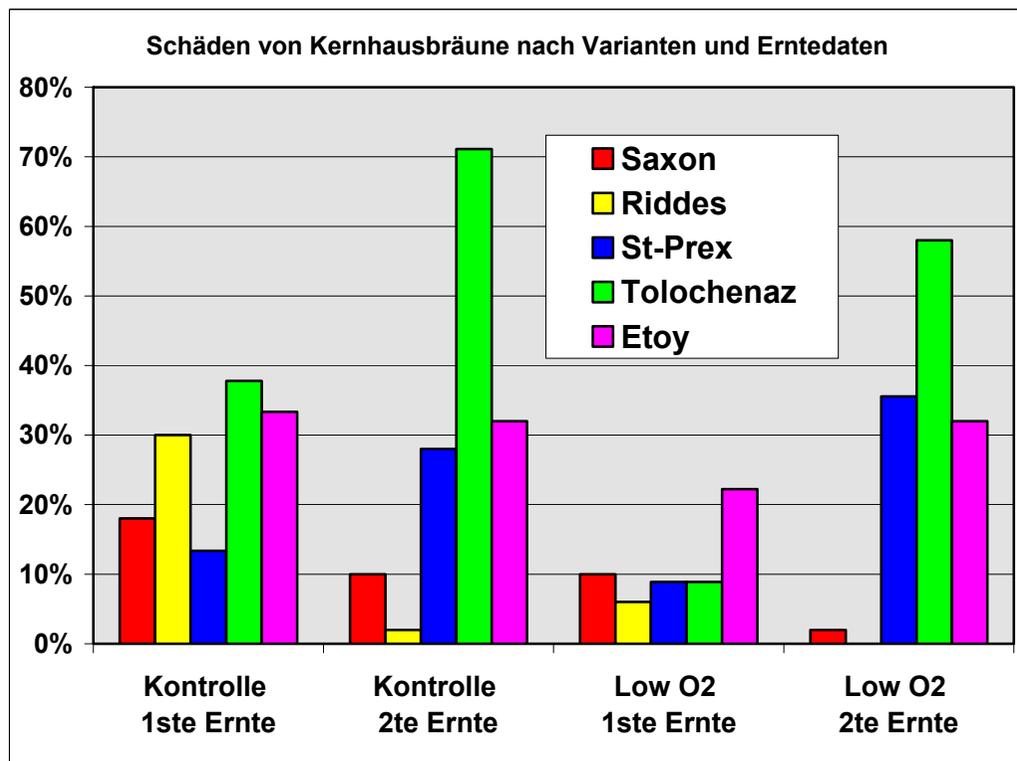


Starker Befall

Sehr wenig Kavernen und Fleischbräune
Kernhausbräune ist die wichtigste Krankheit

LO Variante vermindert Anzahl und Stärke der Schäden

Hauptproblem: Kernhausbräune ab Ende April



Die Variante LO (1.5%) vermindert die Schäden

Die Früchte der ersten Ernten sind im allgemeinen weniger befallen.

Die Unterschiede nach Herkunft sind gross (Pflanzung 1991 à 1994)

Grosse Früchte sind für Kernhausbräune empfindlicher

Früchte gutbehängener Bäume sind weniger anfällig auf Lagerkrankheiten.

Schlussfolgerungen

- **Qualitätsanalysen: keine signifikanten Unterschiede bei den verschiedenen Varianten**
- **Bei LO-Variante : Fruchtfleischfestigkeit etwas besser**
- **Die vorgeschlagenen Ernterichtwerte sind korrekt**
- **Frühgeerntete Früchte haben weniger Lagerkrankheiten**
- **Ein schwacher Baumbehang erhöht das Risiko für Lagerkrankheiten**
- **Die Erntezeitpunkte ändern von Jahr zu Jahr nur wenig**
- **Im Wallis zwischen dem 5. und 15. Oktober (9 auf 10 mal)**
- **Die CO₂-Produktion ist hoch und die Gehalt von 1% in den Lagern ist schwierig zu halten**
- **Der CO₂-Adsorber muss überdimensioniert sein, Spülung der Kohle mit Stickstoff (N₂), ansonsten Anreicherung von Oxygen**
- **Lagerungsempfehlung ab 2004: 1% CO₂ und 1.5% O₂**
- **Lagerungsdauer : Ende April.**

Einfluss von Retain[®] auf Reife und Fruchtqualität bei ,Elstar' Äpfeln

Josef Streif und Haibo Xuan

Kompetenzzentrum für Obstbau – Bodensee, D-88213 Ravensburg,
Deutschland, E-Mail: streif@uni-hohenheim.de

AVG (Aminoethoxyvinylglycin, Handelsname Retain[®]) ist ein Hemmstoff der Ethylen-biosynthese und kann dadurch die Fruchtreife und –qualität beeinflussen. In einem Versuch mit Elstar Äpfeln erfolgte die Spritzbehandlung etwa 4 Wochen vor dem ersten Pflücktermin. Geerntet wurde an drei Terminen in 7-10 Tagen Abstand. Die Äpfel wurden unmittelbar nach der Ernte sowie im Verlauf und bei Ende einer 6-monatigen CA-Lagerung plus 10 Tagen Nachlagerung untersucht:

- AVG hatte keinen Einfluss auf das Ertragsverhalten der Bäume (Fruchtgröße, Erntemenge)
- AVG verzögerte die Reifeentwicklung der Äpfel um etwa 1 Woche, was am verlangsamten Stärke- und Chlorophyllabbau sowie am langsameren Weichwerden der Äpfel feststellbar war.
- Die Rotfärbung der Früchte war um etwa eine Woche verlangsamt.
- AVG-behandelte Früchte waren bei der Ernte um etwa 0,5 kg fester. Dieser Qualitätsunterschied blieb zum Teil auch nach sechs Monaten CA-Lagerung noch erhalten.

Tabelle 1: Reife- und Fruchtqualität von Elstar Äpfeln bei der Ernte und während 6 Monaten CA-Lagerung plus 10 Tage Nachlagerung bei 18 °C. Verschiedene Buchstaben in einer Zahlenspalte und innerhalb eines Untersuchungstermins geben signifikante Unterschiede an.

Elstar		Behandlung	Fest. keit kg cm ²		Refr. Wert %		Tit. Säure g L ⁻¹		Grund-Farbe Hue °h		Deck Farbe Hue °h		Reife Index (Streif)	
Lager- beginn	Ernte 1	Ko	7,8	b	13,2	bc	9,6	a	110,9	a	98,0	a	0,34	b
		AVG	8,6	a	13,0	c	9,9	a	110,8	a	100,9	a	0,46	a
	Ernte 2	Ko	7,1	bc	13,6	b	8,7	b	108,6	a	84,4	b	0,20	c
		AVG	7,3	b	13,3	bc	9,1	b	107,3	a	94,0	ab	0,23	c
	Ernte 3	Ko	6,7	c	14,4	a	9,4	bc	103,3	b	64,2	c	0,14	d
		AVG	7,0	bc	14,1	a	9,0	b	106,7	ab	82,0	b	0,17	cd
3 Monate CA + 10 Tage Nachlager	Ernte 1	Ko	6,4	a	16,3	a	8,1	a	102,2	ab	89,5	a		
		AVG	6,6	a	15,9	a	8,0	a	105,4	a	93,5	a		
	Ernte 2	Ko	6,6	a	16,0	a	7,9	a	102,3	ab	75,7	b		
		AVG	6,8	a	16,3	a	8,3	a	102,4	ab	77,3	b		
	Ernte 3	Ko	6,5	a	16,3	a	7,9	a	98,9	b	65,7	c		
		AVG	6,5	a	16,3	a	8,0	a	102,3	ab	79,6	b		
6 Monate CA + 10 Tage Nachlager	Ernte 1	Ko	6,2	b	15,7	b	6,5	a	104,4	ab	74,7	a		
		AVG	6,6	a	15,9	b	6,8	a	104,8	ab	78,1	a		
	Ernte 2	Ko	6,7	a	15,8	b	6,8	a	102,3	a	70,2	a		
		AVG	6,8	a	15,8	b	7,0	a	103,2	a	72,5			a
	Ernte 3	Ko	6,4	ab	16,4	a	6,7	a	98,0	a	62,9	b		
		AVG	6,8	a	16,3	a	6,6	a	101,7	a	65,3	b		

Lagerversuche mit Beeren in CA

Jean Pierre Siegrist, Centre des Fougères, agroscope RAC Changings,
Jean-pierre.siegrist@rac.admin.ch

- **Schwarze Johannisbeeren**
- Sorten : TENAH

- **Rote Johannisbeeren**
- Sorten : ROVADA

- **Ernte 30. Juni 2003** (in Schalen von 500 g)
- Lagerung : 70 Tage
- Stufenweise Anpassung der Beeren an die Raumtemperatur (1 – 8 – 15 – 22°C; während je 8 Std.)
- Analysen 48 Std. nach Auslagerung
- **QUALITÄTSKONTROLLEN**
- Laboranalysen: %Brix, totale Säure (ml NaOH)
- Gewichtsverlust
- Visuelle Beurteilung: % Fäulnis, Farbe der Rappen
- Sensorische Beurteilung: Säure, Festigkeit < Skala von 1- 9 (9 Personen)

5 Lagerungsverfahren

Lagerungsbedingungen	% CO ₂	% O ₂	Bemerkungen
TP 1°C; HR 90-94%			
Variante NA	Kühlräume		Lüftung
Variante 20% CO₂	20% ± 2%	12.5-15%	Injektion von CO ₂ + Zusatz von CO ₂
Variante 10% CO₂	10% ± 2%	15-16%	Injektion von CO ₂ + Zusatz von CO ₂
Variante CA 20%	20% ± 2%	2%	Reduktion bis 3% O ₂ mit N ₂ Injektion von CO ₂ + Zusatz von CO ₂
Variante CA 10%	10% ± 2%	2%	Reduktion bis 3% O ₂ mit N ₂ Injektion von CO ₂ + Zusatz von CO ₂

Die Beeren absorbieren CO₂ bei Lagerungsbeginn

ROTE JOHANNISBEEREN: Rovada

Resultate nach 70 Tagen Lagerung und 48 Std. Raumtemperatur

Analysen Beurteilungen	bei Ernte	Temperaturen 1°C; relative Feuchtigkeit 90 – 94%				
		NA	20 % CO ₂ ~14% O ₂	10 % CO ₂ ~15%O ₂	20 % CO ₂ 2 % O ₂	10 % CO ₂ 2 % O ₂
Gewicht Verlust (%)	-	9.3 a	1.8 b	2.0 b	3.1 b	4.7 b
Fäulnis Beeren (%)		2.6	0.5	1.3	0.5	0.0
°Brix	11.0	11.6 a	10.6 b	10.8 b	11.1 ab	10.4 b
Total Säure (ml NaOH)	23.0	20.2 b	22.9 a	19.8 b	21.2 ab	21.0 b
Farbe der Rappen	grün	gelb/braun	grün	gelb	grün	grün/gelb
Sensorik: Sauer	-	2.0 b	4.5 ab	3.6 ab	4.2 ab	6.3 b
Sensorik: Festigkeit	-	1.5 a	4.7 b	3.1 ab	5.4 a	5.7 a

Sensorik: 1= gar nicht sauer, 9 = sehr sauer
1= sehr weich, 9 = sehr fest

a, b, c, = signifikante Unterschiede (P<0.05)
 = Beste Variante

SCHWARZE JOHANNISBEEREN: Tenah

Resultate nach 70 Tagen Lagerung und 48 Std. Raumtempertur

Analysen Beurteilungen	bei Ernte	Temperaturen 1°C ; relative Feuchtigkeit 90 – 94%				
		NA	20 % CO ₂ ~14% O ₂	10 % CO ₂ ~15% O ₂	20 % CO ₂ 2 % O ₂	10 % CO ₂ 2 % O ₂
Gewichtverlust (%)	-	7.5 a	1.8 b	3.1 b	1.6 b	1.5 b
Fäulnis Beeren (%)		4.5 a	0.0 b	1.5 ab	0.3 b	0.0 b
Brix (%)	13.5	14.5 a	13.6 ab	13.2 b	14.0 ab	13.2 b
Total Säure (ml NaOH)	23.5	24.2	22.3	23.4	23.1	21.5
Farbe der Rappen	grün	braun	grün	grün/gelb	grün	grün
Sensorik: Sauer	-	2.0 b	3.0 ab	1.9 b	5.3 a	3.3 ab
Sensorik: Festigkeit	-	1.2 b	3.0 ab	1.4 b	5.6 a	4.0 a

Sensorik: 1= gar nicht sauer, 9 = sehr sauer
1= sehr weich, 9 sehr fest

a, b, c, = signifikante Unterschiede (P<0.05)
 = Beste Variante

weitere Informationen Christoph Carlen
 Bereichsleiter :
christoph.carlen@rac.admin.ch

Rückblick Kernobstqualität 2003/2004

Petra Sieghart, Qualiservice GmbH, info@qualiservice.ch

Insgesamt war die Kernobstqualität in der Saison 2003/2004 sehr gut. Infolge der grossen Hitze im Sommer 2003 waren die Früchte allgemein etwas kleiner, mit hohem Zuckergehalt und mässiger Fruchtfleischfestigkeit. Bei den Frühsorten war die Ausfärbung schwach, bei den späteren Sorten besserte die Situation dank kühleren Nächten. Während es mit Schorf wenige Probleme gab, waren vor allem in der Westschweiz erhebliche Hagelschäden zu verzeichnen. Ausfälle gab es auch bei Gala wegen Rissen in der Stielgrube. Teilweise waren diese Risse mit blossen Auge kaum sichtbar, was die Sortierarbeit sehr erschwerte – dafür faulte die Stelle später.

Bei den Birnen waren Conférence stielwärts überdurchschnittlich schrumpflig. Zudem war die Schale beim Auslagern sehr empfindlich und anfällig für Manipulierschäden, die dann schnell schwarz wurden.

Nach der Auslagerung bauten die Früchte schnell ab. Dank guten Abverkäufen konnten einmal offene Lager in der Regel zügig geleert werden. Ein zu grosser Festigkeitsverlust wurde damit verhindert.