

KOMPETENZZENTRUM
OBSTBAU-BODENSEE



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschafts-
departement EVD

**Forschungsanstalt
Agroscope Changins-Wädenswil ACW**

Abschlussbericht Interreg III A- Projekt

“Bessere Qualitätserhaltung von Obst durch Reifesteuerung“

01.07.2005 – 31.06.2008



**SmartFresh-
Behandlung**



**Sensor für DCA-
Lagerung**



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
Gefördert durch Finanzhilfen des
Schweizer Bundes



Interreg IIIA

Alpenrhein·Bodensee·Hochrhein

EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT
Gefördert aus dem Europäischen Fonds
für Regionale Entwicklung



Inhalt

1	Ausgangslage	4
2	Ziele des Projektes	7
3	Inhalte des Projektes	8
4	Phasen des Projektes	9
5	Projektpartner	10
6	Durchgeführte Untersuchungen während des Projektverlaufes	12
6.1	Grundlagenuntersuchungen zur Wirkung von 1-MCP	12
6.1.1	Terminierung der 1-MCP-Anwendung bei verschiedenen Sorten	12
6.1.2	Stielgrubenverbräunungen bei `Topaz` und `Cox Orange`	13
6.1.3	Einfluss von 1-MCP auf den Vitamin C-Gehalt von gelagerten Äpfeln`	14
6.1.4	Untersuchungen zur Veränderung einzelner Zucker- und Säurekomponenten bei unterschiedlichem Reifeverhalten von `Golden Delicious` in verschiedenen Lagerbedingungen	15
6.1.5	Untersuchungen zum Ertragszuwachs bei verzögerter Ernte	16
6.1.6	Mineralstoffuntersuchungen zur Prognose des Reifeverhaltens und physiologischer Erkrankungen der Äpfel im Lager	18
6.2	Praxisuntersuchungen zur Wirkung von 1-MCP	19
6.2.1	Wirksamkeitsuntersuchungen von 1-MCP bei Praxis-Anwendungen	19
6.2.2	Untersuchungen zur Verminderung von Schalenbräune nach 1-MCP Behandlung bei verschiedenen Sorten	20
6.2.3	Eignung neuerer Apfelsorten für 1-MCP Behandlung	22
6.2.4	1-MCP-Behandlung mit nachfolgendem Lagervergleich Kühl- bzw. CA-Lager	23
6.2.5	Möglichkeit der Anwendung von 1-MCP bei der Birnenlagerung	23
6.3	Umfrage bei 1-MCP Anwendern in der Praxis	25
6.4	Verkostungen von 1-MCP behandelten Äpfeln mit Verbrauchern	25
6.5	Versuche zu dynamischer CA Lagerung (DCA)	27
6.5.1	Grundlagenuntersuchungen zur DCA-Lagerung am ACW und KOB	27
6.5.2	Versuche zur Wirkung der DCA-Lagerung auf Fruchtverbräunungen	28
6.5.3	Vergleich moderner Lagertechnologie: 1-MCP gegenüber dynamische CA Lagerung	29

7 Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit.....	31
7.1 Vorträge und Veranstaltungen von beiden Projektpartnern in zeitlicher Reihenfolge	31
7.2 Posterpräsentationen bei Fachveranstaltungen	36
7.3 Veröffentlichungen in angewandt- und grundlagenorientierten Fachzeitschriften	36
7.4 Gemeinsame Veranstaltungen und Treffen der Projektpartner zur Koordinierung der Projektarbeit.....	38
8. Erfahrungen mit der grenzüberschreitenden Kooperationsstruktur	40

Bessere Qualitätserhaltung von Obst durch Reifesteuerung

1 Ausgangslage

Die qualitäts- und umweltbewusste Produktion von Obst ist ein wichtiger Wirtschaftsfaktor des gesamten Bodenseeraumes. Es ist ein Hauptanliegen der Akteure des Obstmarktes auf deutscher, österreichischer und schweizerischer Seite, die Konkurrenzfähigkeit des Obstanbaus im Bodenseeraum langfristig zu sichern. Die klimatischen und produktionstechnischen Voraussetzungen sind ziemlich identisch, so dass es nahe liegt, Problemlösungen in arbeitsteiliger Zusammenarbeit innerhalb der Projektregion anzugehen.

Mit modernen Lagerverfahren lassen sich Äpfel über Monate nahezu erntefrisch halten. Nach Lagerende, während der Vermarktungsphase („Shelf-life“) und beim Verbraucher setzt jedoch oftmals ein beschleunigter Reife- und Qualitätsabbau der Früchte ein. In den letzten 5 Jahren wurde in der gartenbaulichen Wissenschaft im Zusammenhang Lagerung von Obst und Gemüse mit 1-MCP (1-Methyl-Cyclo-Propen) eine Substanz diskutiert, die die Lagertechnik in den kommenden Jahren einschneidend verändern dürfte.

Mit der heute üblichen CA- bzw. ULO-Lagerung kann die Ethylenbildung bzw. die Ethylenwirkung zumindest während der Lagerung mehr oder weniger gut verzögert werden. Eine völlige Ausschaltung von Ethylen über einen längeren Zeitraum war jedoch bisher auch unter Zuhilfenahme weiterer technischer Hilfsmittel, wie z.B. durch den Einsatz von Ethylenabsorbentien nicht möglich. Weil Ethylen nur durch Bindung mit spezifischen Rezeptoren in den Membranen der Zellen das Reifesignal weitergeben kann, wurden Ethylen-Hemmstoffe entwickelt, deren Wirkung auf der Basis der Rezeptorblockierung beruht (siehe Abbildung 1). Diese Substanzen können äußerst effektiv die Ethylenwirkung und damit die Reife und Alterung verhindern. Unter mehreren möglichen Substanzen erwies sich 1-Methyl-Cyclo-Propen (1-MCP) als besonders gut und lang andauernd wirksam. 1-MCP ist unter dem Handelsnamen „SmartFresh™“ weltweit und auch in Europa in den wichtigsten obstproduzierenden Ländern zugelassen. Mit dem Ethyleninhibitor 1-Methylcyclopropen (=1-MCP) kann die Ethylenbildung und Ethylenwirkung und damit die Reife und Seneszenz von Äpfeln während dieser kritischen Phasen nachhaltig verzögert 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 Fruchtreife mit nachteiligen Folgen für die Aromabildung, die Saftigkeit und für weitere verbraucherrelevante Fruchteigenschaften kommen.

Bildung und Wirkung von Ethylen

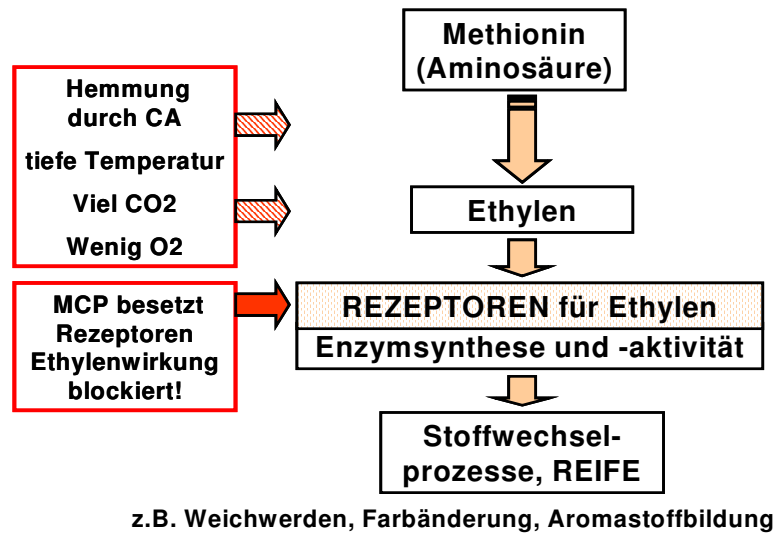


Abbildung 1: Bildung und Wirkung von Ethylen und deren Beeinflussung durch Lagermaßnahmen bzw. 1-MCP

Der Reifehemmstoff 1-MCP (Handelsname ‚1-MCP‘) ist weltweit bereits in den wichtigsten apfelexportierenden Ländern zugelassen und ist inzwischen auch in vielen europäischen Ländern registriert. In Deutschland wird 1-MCP seit dem Jahr 2005 in der Praxis angewandt.

Die Vorteile bzw. der Mehrwert durch 1-MCP sind für alle Beteiligten in der „Food Chain“ sehr hoch. Die Kernobsterzeugung in der Region Bodensee/Thurgau ist durch einen hohen Anteil an langzeitlagerfähigen Sorten geprägt. Für die Erzeugung und Vermarktung von Obst in der Region ist es daher entscheidend, bei der breiten Einführung von 1-MCP in die Praxis dabei zu sein, um nicht Marktanteile und Absatzmöglichkeiten an Mitbewerber aus Übersee zu verlieren.

Als wesentliche Vorteile bzw. entscheidende Impulse für die breite Nutzung der 1-MCP-Anwendung dürften beispielhaft für Obst in den einzelnen Produktions- und Vermarktungsstufen u.a. folgende Bestimmungsgründe wirken:

Erzeugung:

- Verringerung von Lagerkosten für 30 – 50 % der Ernte
- Höhere Qualität des Produkts, besserer Direktabsatz
- Höhere Erträge und bessere Fruchtgrößen durch Verschiebung des Erntetermins um ca. 10-14 Tage
- Größere Flexibilität im Erntetermin, arbeitswirtschaftliche Entlastungen

Vermarktung:

- Einsparung von Lagerkosten
- Verringerung von Lagerschäden
- Kosteneinsparungen durch Mehrfachnutzung technischer Einrichtungen
- Bessere Qualitätserhaltung während Lagerzeit
- Optimale Belieferung des Handels

Fruchthandel/Lebensmitteleinzelhandel

- Längere Haltbarkeit im Verkaufsregal
- Höhere Qualität; frischere Farbe und Knackigkeit des Fruchtfleisches
- Höhere Kundenzufriedenheit und Wiederkauftrate

Verbraucher:

- Bessere Haltbarkeit der Früchte in der Wohnung
- Höhere Attraktivität; frischere Farbe und Knackigkeit des Fruchtfleisches

Gesellschaft

- Energieeinsparung
- Bessere Versorgung mit haltbaren Früchten
- Höherer Apfelkonsum

Untersuchungen in der Südhemisphäre sowie USA haben bislang gezeigt, dass 1-MCP aufgrund chemischer Formulierung, Wirkungsweise und Konzentration hinsichtlich Toxizität und sonstigen Umweltwirkungen keinerlei Probleme bereitet.

Neben 1-MCP hat eine weitere Neuerung im Bereich der Obstlagerung in den letzten Jahren auf sich aufmerksam gemacht. Es handelt sich dabei um die Dynamische CA-Lagerung (DCA), bei der die Lageratmosphäre ‚dynamisch‘ an den Reifegrad der Früchte angepasst wird. Neueste Entwicklungen von Stress-Sensoren (Chlorophyll-Fluoreszenz) eröffnen dabei die Möglichkeit einer gegenüber der herkömmlichen CA-Lagerung (CA=Kontrollierte Atmosphäre) verbesserte Reifesteuerung im Obstlager. Diese Methode der dynamisch kontrollierten Atmosphäre (DCA) wird in der Lagerpraxis zunehmend auch als ‚nicht-chemische‘ Alternative zur 1-MCP-Anwendung gesehen. Zur objektiven Beurteilung der Vor- und Nachteile beider Verfahren wurden in diesem Projekt in Parallelversuchen die 1-MCP- und DCA- Technik verglichen.

Um die Obstbaupraxis auf den fachlich richtigen Einsatz von 1-MCP und eventuell DCA-Technik vorzubereiten, insbesondere damit die Vorteile dieser Verfahren auch qualitätserhaltend im Sinne des Verbrauchers genutzt werden können, sind eine ganze Reihe von Fragen hauptsächlich in praxis-, aber auch grundlagenorientierten Untersuchungen zu klären. Dazu wurden in diesem Projekt die Aufgaben in Kooperation der beiden Forschungsanstalten FAW und KOB angegangen.

Für den erfolgreichen Einsatz von 1-MCP und eventuell DCA in der Praxis ist weiter entscheidend, dass die Beratungseinrichtungen in der Region eingebunden werden. Der Transfer der im Forschungsbereich gewonnenen Erkenntnisse zu den Erzeugern bzw. Lagerhaltern sowie der Rückfluss der beim praktischen Einsatz gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse kann am zweckmäßigsten über die mit der Praxis in engem Kontakt stehenden Obstbauberater geleistet werden. Der Zusammenarbeit mit den Beratern kam daher im Rahmen des Projektes große Bedeutung zu.

2 Ziele des Projektes

Ziel des Interreg-Projektes war es, die Erhaltung der Fruchtqualität von Äpfeln durch Nutzung der reifeverzögernden Eigenschaften von modernen Lagerverfahren, wie der Anwendung von 1-MCP und DCA, zu fördern, um durch

- einen späteren Erntetermin und damit besser ausgereiften Früchten die Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Apfelproduktion zu stärken
- die Lagerhaltung der Äpfel effektiver und ökonomischer zu gestalten
- den Handel mit besser haltbarem Obst zu beliefern

- dem Verbraucher die geschmackliche und ernährungsphysiologische Wertigkeit der Äpfel über einen längeren Zeitraum zu sichern

Mit dem Einbezug der Beratung sollte die Implementierung der 1-MCP-Technik in die Praxis optimiert und mögliche Alternativen durch die DCA-Technik aufgezeigt werden

3 Inhalte des Projektes

Die Projektinhalte waren im Wesentlichen in zwei Arbeitsbereiche gegliedert, wobei im ersten durch Untersuchungen zur Physiologie der Fruchtreife und der Qualitätsbildung die wissenschaftliche Basis für den zweiten Arbeitsbereich geschaffen werden sollte. Im zweiten, sehr praxisorientierten Arbeitsbereich sollten in Kooperation mit der Obstwirtschaft und Beratungseinrichtungen Anwendungsstrategien zum Einsatz von 1-MCP und alternativ zur DCA-Technik entwickelt und erprobt sowie die Reaktion der Verbraucher in Geschmackstests und Verkostungen evaluiert werden.

Gleichzeitig wurden in Seminaren und Fortbildungsveranstaltungen allen an der Produktion, Lagerung und Vermarktung beteiligten Personengruppen die Zusammenhänge zwischen Reife, Qualitätsbildung und Qualitätserhaltung von Obst vermittelt und so die Grundlage zum sachgemäßen Einsatz von 1-MCP und zur DCA-Technik geschaffen.

Im Einzelnen waren folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- Grundlegende Untersuchungen zur Bedeutung des Erntetermins für die Bildung der Fruchtqualität bei 1-MCP-behandelten Äpfeln. Folgende Reife- und Qualitätsmerkmale sollten untersucht werden: Respiration, Ethylenproduktion, Aroma- und Fettsäurebildung, Energiestoffwechsel, Zucker-Säure-Werte, Vitamin C-Gehalt sowie Veränderungen von Festigkeit und Farbe der Früchte.
- Lagerversuche von unterschiedlicher Dauer und unterschiedlicher Intensität beim Einsatz möglicher Lagerfaktoren wie Temperatur, Luftfeuchte und Zusammensetzung der Lageratmosphäre in Kombination mit 1-MCP-Behandlungen.
- Modifizierung des Reifeindex für verschiedene Apfelsorten analog dem ‚Streif-Index‘, mit dem die optimale Fruchtreife für die vorgesehene Lagerdauer bei Anwendung von 1-MCP in der Obstbaupraxis bestimmt werden kann.

- Absicherung der Laboruntersuchungen durch Apfelverkostungen mit verschiedenen Testpanels bestehend aus geschulten Experten- bzw. Konsumentengruppen.
- Versuche mit 1-MCP-Behandlungen im Praxismaßstab unter Berücksichtigung der in den Grundlagenuntersuchungen erarbeiteten Vorgaben mit verschiedenen marktrelevanten Apfelsorten.
- Parallelversuch mit 1-MCP-Behandlung und DCA-Sensortechnik: Untersuchungen zur Auswirkung beider Verfahren auf Fruchtqualität und Haltbarkeit im Lager sowie während einer simulierten Vermarktungsperiode.
- Evaluierung und Verbesserung der Lagerstrategie sowie Ausdehnung auf weitere Apfel- und Birnensorten.
- Untersuchung ökonomischer Fragen in Zusammenhang mit der Anwendung von 1-MCP und DCA auf den Ebenen der Obsterzeugung und –vermarktung.
- Bildung von grenzübergreifenden Arbeitsgruppen
- Durchführung von Fortbildungsseminaren zu den Themen Reife, Qualitätsbildung und Qualitätserhaltung von Obst
- Konsumentenbefragungen und –verkostungen zur Einschätzung der Akzeptanz des 1-MCP-Einsatzes beim Verbraucher, Bereitstellung von Grundlagen für die Verbraucherinformation und für das Marketing.

4 Phasen des Projektes

Folgende Projektphasen sollten realisiert werden:

- I. Grundlagenuntersuchungen zur 1-MCP- und DCA- Anwendung, Dauer über den gesamten Projektzeitraum. Die Technik der DCA-Lagerung entwickelte sich im Verlauf des Projektes zur Praxisreife und wurde daher erst im späteren Verlauf in das Untersuchungsprogramm aufgenommen.
 1. Untersuchungen zur Qualitätsbildung und Reifephysiologie
 2. Lagerversuche im Anschluss an 1-MCP-Behandlungen ergänzt durch einen Parallelversuch mit DCA-Lagerung in der Lagersaison 2007/08
 3. Entwicklung eines Reifeindex für verschiedene Apfelsorten

4. Verkostungen mit geschulten Testpanels und Verbrauchern
- II. Praxisversuche, Gesamtdauer 20 Monate. Dafür wurden folgende Arbeitsschritte vorgesehen:
 1. Pilotphase I mit 1-MCP-Behandlungen im Praxismaßstab mit drei marktrelevanten Apfelsorten und anschließender Evaluierung.
 2. Pilotphase II mit 1-MCP-Behandlungen im Praxismaßstab mit den wichtigsten Apfelsorten und anschließender Evaluierung.
- III. Betriebs- und marktwirtschaftliche Analysen zum 1-MCP- bzw. DCA-Einsatz, Gesamtdauer 2 x je 6 Monate plus 1 x 1 Monat, ergänzt durch Befragung zur Akzeptanz der Verfahren bei den Anwendern.
- IV. Fortbildung der Beratungskräfte, Landwirte und Vermarkter, Dauer während der gesamten Projektlaufzeit
- V. Dokumentation der Ergebnisse in Berichten und Veröffentlichungen, beginnend nach dem ersten Versuchsjahr bis zum Abschluss des Projektes.
- VI. Öffentlichkeitsarbeit in regelmäßigen Abständen

5 Projektpartner

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der am Projekt beteiligten Partner sowie deren Rolle im Projekt. Insgesamt waren zwei Forschungseinrichtungen beteiligt, das KOB auf deutscher und ACW auf schweizerischer Seite. Desweiteren zählten zu den Projektpartnern in der Schweiz Vertreter aus Beratung sowie Vermarktung. In Deutschland waren zudem Berater der an der Stiftung KOB beteiligten Landkreise Ravensburg, Bodenseekreis und Konstanz sowie Vermarktungseinrichtungen BaWa und Marktgemeinschaft Bodenseeobst involviert.

Tabelle 1: Projektpartner sowie deren Rolle im Projekt

Projektpartner	Ansprechpartner	Rolle im Projekt und Kurzbeschreibung des Projektpartners
Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee	Dr. Manfred Büchele, Geschäftsführer der Stiftung KOB Tel: + 49 751 7903-0; Fax Tel: + 49 751 7903-322; buechele@kob-bavendorf.de Dr. Josef Streif, Leiter Arbeitsbereich Nacherntephysiologie am KOB Tel: + 49 751 7903-0; Fax Tel: + 49 751 7903-322; streif@kob-bavendorf.de	Laborversuche und Koordination bzw. Auswertung Praxisversuche in Deutschland
Agroscope FAW Wädenswil	Dr. Franz Gasser, Arbeitsgruppe Früchte- und Gemüsetechnologie Tel.: +41 44 783 6423 franz.gasser@acw.admin.ch	Laborversuche und Koordination bzw. Auswertung Praxisversuche in der Schweiz
LBBZ Arenenberg	Peter Konrad, Leiter Fachstelle Gemüse-Beerenbau, Tel. 0041 (0) 71 663 33 00 Fax 663 33 19; E-Mail peter.konrad@tg.ch	Mitarbeit an Versuchsanstellung, Überwachung und Auswertung in Zusammenarbeit mit der FAW, KOB und Obstbaupraxis
Landwirtschaftliches Zentrum St. Gallen	Richard Hollenstein, 0041 71 39453-23; -55; richard.hollenstein@lzsg.ch	
Strickhof Fachstelle Obst	Klaus Gersbach, Leiter Fachstelle Obst, Tel. +41 52 354 9821; Fax +41 52 354 9890; klaus.gersbach@vd.zh.ch	
Charles Füglistner AG	Roman Füglistner, Charles Füglistner T: +41 44 746 56 23; Fax: +41 44 746 5646; E-Mail: roman@fueglistner.ch	Durchführung der Reifetests aller eingehender Posten Eingabe in Datenbank, Teilnahme an Koordinierungsveranstaltungen
Tobi Tafelobst AG	Ruedi Brüllhardt, Geschäftsführer Tel.: +41 71 424 72 71; Fax: +41 +71 424 72 97; info@tobi-fruechte.ch	
Obstkühlhaus St. Margarethen AG	Herr F. Dürst OKHSM@freesurf.ch	

6 Durchgeführte Untersuchungen während des Projektverlaufes

6.1 Grundlagenuntersuchungen zur Wirkung von 1-MCP

6.1.1 Terminierung der 1-MCP-Anwendung bei verschiedenen Sorten

Ziel dieses Versuches war die genauere Untersuchung des Behandlungs- sowie des Erntetermins auf die Wirkung von 1-MCP. Dabei stand vor allem die Fragestellung im Vordergrund, in wie weit sich die Wirkung von 1-MCP verändert, wenn die Äpfel zu einem späteren Termin als vom Hersteller empfohlen behandelt werden. In der Lagerpraxis bereitet es oftmals größere Probleme, einen Lagerraum innerhalb einer Woche – wie es vom 1-MCP Hersteller gefordert wird - mit Äpfeln zu füllen und die Behandlung durchzuführen. Zur Klärung dieser Frage wurden in drei Jahren umfangreiche Untersuchungen mit den Sorten `Elstar`, `Topaz`, `Gala` und `Jonagold` durchgeführt. Die Qualität der Früchte wurde nach der Lagerung untersucht. Zudem erfolgte eine mehrtägige Nachlagerung der Äpfel bei 20°C, um Verkaufsbedingungen zu simulieren und das Shelf-Life der Früchte zu beobachten. Während dieser Phase wurden Atmungs- sowie Ethylenmessungen durchgeführt.

Bei den Sorte `Elstar` und in abgeschwächter Form auch bei `Gala` war bei einer 1-MCP- Applikation auch drei Wochen nach der Ernte noch eine gute Wirkung zu beobachten, wobei tendenziell ein früherer Behandlungstermin die Wirkung verbesserte. Wie aus Abbildung 2 zu erkennen ist hat ein späterer Erntetermin bei der Sorte `Elstar` die Wirkung von 1-MCP auf den Erhalt der Fruchtfestigkeit nicht wesentlich verschlechtert.

Die beiden anderen Sorten `Topaz` und besonders `Jonagold` sollten dagegen möglichst bald nach der Ernte in dem von der Herstellerfirma angegebenen Zeitfenster von 7 Tagen behandelt werden, um eine möglichst gute Wirksamkeit von 1-MCP zu erzielen. Dies gilt besonders, wenn das Fettigwerden von `Jonagold` verhindert werden soll.

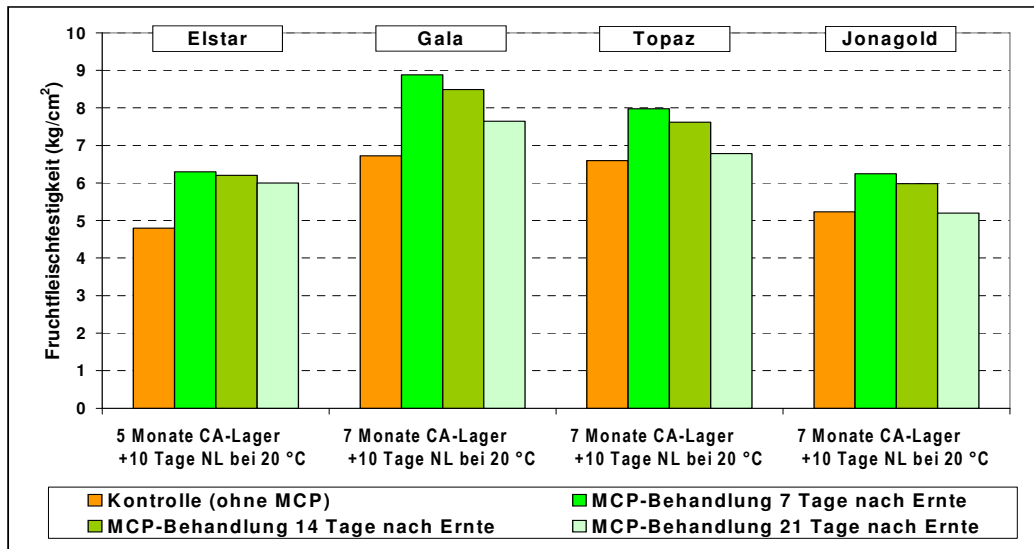


Abbildung 2: Wirkung von MCP auf die Fruchtfestigkeit verschiedener Apfelsorten nach Lagerung in CA-Bedingungen plus 10 Tagen Nachlagerung bei 20 °C. Die Äpfel wurden nach 7, 14 und 21 Tagen nach der Ernte mit MCP behandelt.

6.1.2 Stielgrubenverbräunungen bei `Topaz` und `Cox Orange`

Bei den Sorten `Cox Orange` und `Topaz` können nach Behandlung mit 1-MCP Verbräunungen im Bereich der Stielgrube auftreten. In Neuseeland führte dies im Jahr 2003 bei Cox Orange sogar zu einem Verlust von 10% auf dem englischen Markt. Um die Ursachen für das Auftreten dieser Symptome zu erforschen, wurden am KOB in Bavendorf im Zuge des Interregprojektes umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurde im ersten Versuchsjahr unter anderem der Einfluss der Beschaffenheit der Wachsschicht der Früchte, der Lagerbedingungen sowie der 1-MCP-Anwendungstechnik auf das Auftreten der Verbräunungen untersucht. Zudem erfolgten Untersuchungen zu Antioxidantien an geschädigten Früchten und Kontrollfrüchten (frei Radikale schädigen Zellmembrane?)



Abbildung 3: Stielgrubenverbräunungen bei `Topaz`

Im zweiten Versuchsjahr standen vor allem die Bedeutung der Temperatur und der Lageratmosphäre während und nach 1-MCP-Behandlung im Mittelpunkt der Untersuchungen. Außerdem erfolgten Infiltrationen mit Ascorbinsäure. Es zeigte sich, dass die Stielgrubenverbräunungen vor allem durch tiefe Temperaturen und wenig Sauerstoff im Anschluss an die 1-MCP-Behandlung verhindert werden konnten (Abbildung 4). Dagegen hat Ascorbinsäure nur eine geringere Bedeutung zur Verhinderung von Verbräunungsreaktionen. Die Frage, warum einzelne Sorten bräunefähig sind und andere nicht könnte durch weiterführende Untersuchungen zum Phenolmuster verschiedener Sorten möglicherweise geklärt werden.

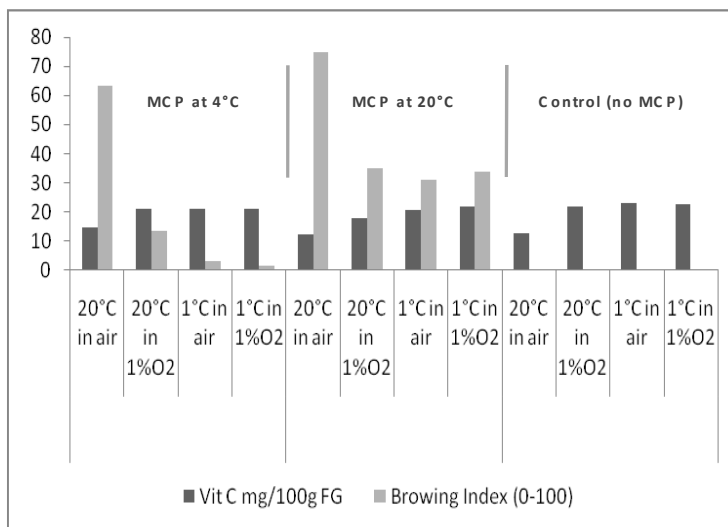


Abbildung 4: Einfluss der Temperatur bei der 1-MCP Applikation sowie den Temperaturen und Sauerstoffbedingungen im Lager auf die Stielgrubenverbräunung bei 'Topaz'

6.1.3 Einfluss von 1-MCP auf den Vitamin C-Gehalt von gelagerten Äpfeln`

Der Vitamin C-Gehalt (~ Ascorbinsäure) ist ein wichtiger, gesundheitsrelevanter und daher vom Konsumenten besonders geschätzter Inhaltsstoff bei Äpfeln. Im Verlauf der Fruchtreife erreicht der Vitamin C-Gehalt in den Äpfeln etwa zum optimalen Erntetermin ein Maximum. Im Lager erfolgt dann in Abhängigkeit der Lagerbedingungen ein unterschiedlich schneller Abbau.

Table 2: Durchschnitt der Ascorbinsäure-Konzentrationen in 'Jonagold' Äpfeln von 3 Ernteterminen (29/09; 07/10, 14/10) in 2006-06. Die Früchte wurden mit/ohne 1-MCP innerhalb 2 Tagen nach der Ernte behandelt und 6 Monate in verschiedenen Lagerbedingungen gehalten. (Kühlager: 1 °C in Luft; CA: 0,8% CO₂ + 3% O₂; ULO: 3% CO₂ + 1% O₂). Lagerproben wurden nach 2, 4, and 6 Monaten genommen.

Ernte	Lager-Dauer	Lagerbedingungen ± 1-MCP			
		Kühlager		ULO Lager	
		Kontrolle	MCP	Kontrolle	MCP
früh	2 Monate	3.0	3.9	3.8	5.0
	4 Monate	3.0	3.3	4.0	4.1
	6 Monate	1.9	1.8	2.1	2.6
mittel	2 Monate	2.0	3.4	3.1	4.9
	4 Monate	3.3	3.1	3.0	3.5
	6 Monate	2.1	2.0	2.3	2.8
spät	2 Monate	2.7	3.4	3.0	4.1
	4 Monate	2.2	2.4	3.0	3.1
	6 Monate	1.6	1.7	2.0	2.9

Untersuchungen an verschieden reif geernteten und gelagerten 'Jonagold' Äpfeln ergaben, dass nach MCP-Behandlung der Vitamin C-Abbau langsamer verläuft und auch bei Lagerende ein etwas höherer Vitamin C-Gehalt zu finden ist.

6.1.4 Untersuchungen zur Veränderung einzelner Zucker- und Säurekomponenten bei unterschiedlichem Reifeverhalten von 'Golden Delicious' in verschiedenen Lagerbedingungen

Der Zuckergehalt wird bei Früchten näherungsweise meist als Refraktometerwert angegeben. In dieser Untersuchung wurde bestimmt wie sich einzelne Zuckerkomponenten im Verlauf der Reifeentwicklung im Lager verändern. Abbildung 5 zeigt für 'Golden Delicious', dass sich der Gesamtzucker beim Reifwerden der Äpfel nur wenig verändert, einzelne Zuckerkomponenten jedoch deutlich. So nimmt der Saccharose-Gehalt stark ab, während sich Fruktose zuerst etwas erhöht, im späteren Teil der Lagerung aber auch abfällt. Glucose und Sorbitol bleiben über den gesamten Verlauf der Lagerung ziemlich konstant. Die Lagervarianten unterscheiden sich im Zuckergehalt kaum. Es ist jedoch auffallend, dass während der ganzen Lagerzeit die Lagervarianten einen umso niedrigeren Saccharose- und andererseits umso höheren Glukosegehalt aufweisen, je niedriger die Sauerstoffkonzentration im Lager war.

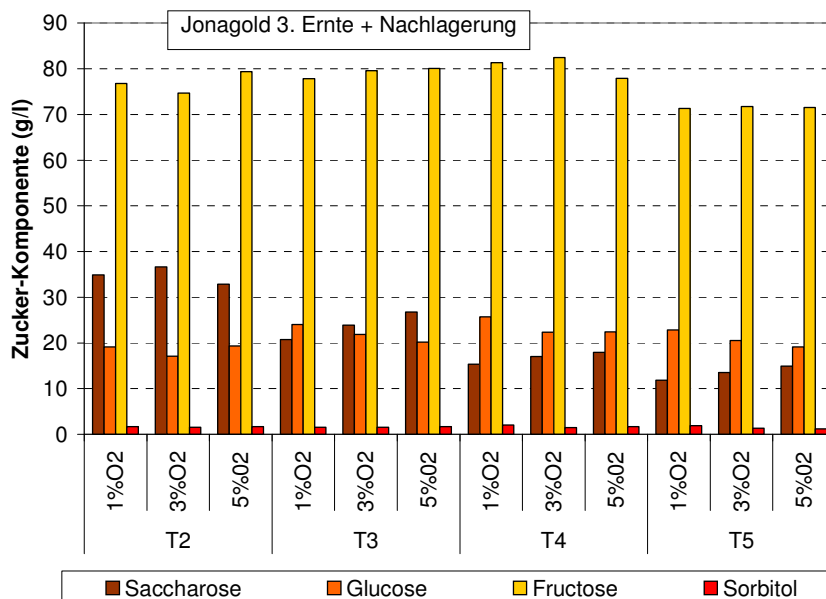


Abbildung 5: Veränderung einzelner Zuckerkomponenten im Verlauf der Fruchtreife unter verschiedenen Lagerbedingungen. Die Daten beziehen sich auf die Sorte ‚Golden Delicious‘ späte Ernte (3, Erntetermin) gelagert unter drei verschiedenen Lagerbedingungen plus 10 Tage Nachlagerung bei 20 °C. Probenahme war nach 2 Monaten =T2; 4 Monaten =T3; 6 Monaten =T4; 7 Monaten =T5.

6.1.5 Untersuchungen zum Ertragszuwachs bei verzögerter Ernte

Um eine ausreichende Aromabildung und optimale geschmackliche Qualität zu erreichen, wird für 1-MCP behandelte Ware eine Verzögerung des praxisüblichen Erntetermins um 7 bis 10 Tage empfohlen. Da die Verzögerung des Erntetermins mit einem Zuwachs der Fruchtgröße verbunden sein könnte, sollte in einem Versuch am KOB untersucht werden, in wie weit durch den Ertragszuwachs bei verzögerter Ernte ein Teil der Kosten für die 1-MCP- Behandlung gedeckt werden kann. Dazu wurde in 2006 an Früchten der Sorten `Gala`, `Elstar`, `Topaz`, `Jonagold`, `Golden Delicious` und `Fuji` während eines mehrwöchigen Zeitraumes zweimal wöchentlich der Fruchtdurchmesser am Baum bestimmt.

Tabelle 3: Ertragszuwachs bei verzögerter Ernte verschiedener Sorten (2006)

Sorten	Gewicht Zunahme pro Frucht pro Tag	Gewicht Zunahme als Prozentanteil	Fruchbehängdichte (als Guckymessung)
Gala	1.5 g	0.9 %	8.8
Elstar	1.5 g	1.0 %	6.5
Topaz	1.3 g	0.8 %	9.1
Golden	1.2 g	0.6 %	6.0
Jonagold	1.4 g	0.5 %	7.7
Fuji	1.0 g	0.5 %	7.6

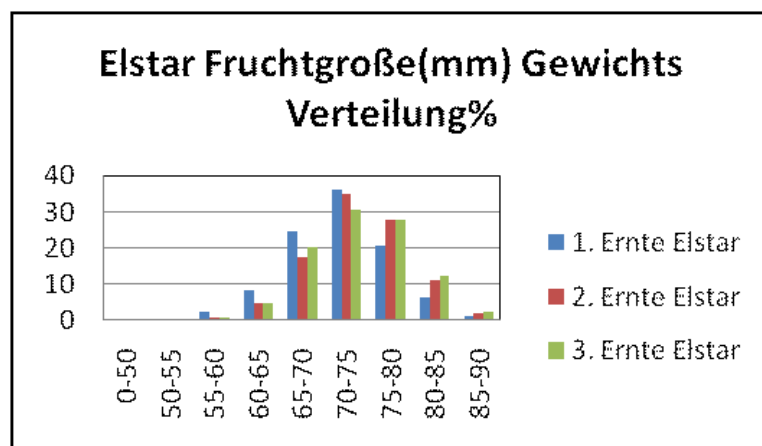


Abbildung 6: Veränderte Gewichtsverteilung bei 'Elstar' Äpfeln bei Ernteverzug

In Tabelle 2 sind die täglichen Zuwächse für verschiedene Sorten angegeben, wobei bei 'Gala' und 'Elstar' bei 10 Tagen Ernteverzug mit ca. 10 % Ertragszuwachs zu rechnen ist. Das würde bei einem ha-Ertrag von 40 t immerhin 4 t Mehrertrag und bei 30 Cent/kg Äpfel ca. 1200 € höheren Erlös bedeuten. Außerdem wird durch die verbesserte Fruchtgröße nicht nur das Erntegewicht, sondern auch die Größensortierung verbessert. Siehe dazu Abbildung 4

Um zum Größenzuwachs zudem eine Aussage über eine eventuell verbesserte Ausfärbung der Äpfel treffen zu können wurde im darauffolgenden Jahr von verschiedene Sorten jeweils eine Großkiste Äpfel zu einem frühen und eine weitere Großkiste zu einem späteren Termin (7-10 Tage später) geerntet und über die Sortiermaschine Größe und Gewicht ermittelt. Wie zu erwarten, waren durch den um eine Woche verzögerten Erntetermin die Früchte nicht nur größer, sondern zeigten

eine deutlich bessere Ausfärbung, sowie gegenüber der Kontrolle erhöhte Zuckerwerte.

6.1.6 Mineralstoffuntersuchungen zur Prognose des Reifeverhaltens und physiologischer Erkrankungen der Äpfel im Lager

Die Qualität und das Reifeverhalten beim Apfel wird nicht nur durch Nacherntemaßnahmen sondern auch durch Vorerntefaktoren wie der Mineralstoffversorgung der Früchte bestimmt. So kann die Versorgung mit Calcium das Reifeverhalten und das Weichwerden von Äpfeln entscheidend beeinflussen. In dieser Untersuchung sollte geklärt werden, inwieweit mit Hilfe von Mineralstoffanalysen bei der Ernte eine Prognose zur Reifeentwicklung und Haltbarkeit der Früchte im Lager erstellt werden kann. Damit könnte das Potential für eine nacherntebedingte Reifesteuerung besser abgeschätzt werden.

Für den Versuch wurden ‚Braeburn‘ Äpfel aus verschiedenen Praxisbetrieben, in denen zum Teil häufig, zum Teil keine Lagerprobleme auftraten, geerntet, die Mineralstoffe bestimmt und in weiteren Lagerversuchen das Auftreten von physiologischen Krankheiten untersucht.

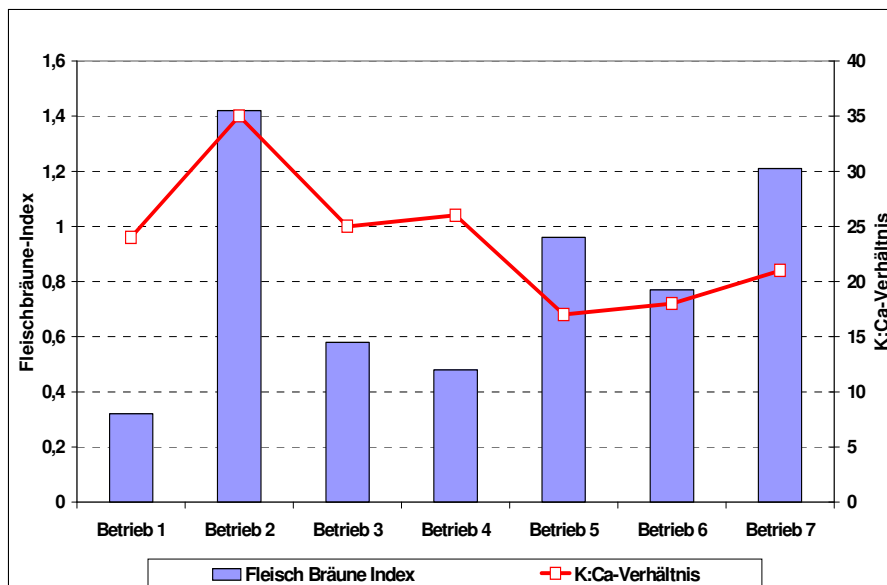


Abbildung 7: Kalium-Calcium-Verhältnis von ‚Braeburn‘ Äpfeln aus verschiedenen Betrieben bei der Ernte und das Auftreten von Fleischverbräunungen nach 6 Monaten Lagerung unter CA-Bedingungen.

Die Grafik Abbildung 7) zeigt den Zusammenhang zwischen dem Fleischbräunefall und dem K:Ca-Verhältnissen von den Äpfeln der ausgesuchten Betriebe. Allerdings konnte in diesem Fall keine enge Beziehung zwischen beiden Parametern festgestellt werden, was in diesem Versuch eine Prognose mittels Kalium-Calcium-Verhältnis kaum erlaubt. Um besser abgesicherte Aussagen machen zu können sind allerdings weitere Untersuchungen auf einer breiteren Datenbasis erforderlich.

6.2 Praxisuntersuchungen zur Wirkung von 1-MCP

6.2.1 Wirksamkeitsuntersuchungen von 1-MCP bei Praxis-Anwendungen

Im Zuge dieses Projektes wurde auf schweizerischer sowie auf deutscher Seite die Wirksamkeit der Anwendung von 1-MCP bei verschiedenen Apfelsorten in Zusammenarbeit mit Erzeugern sowie Vermarkterorganisationen getestet. Die mit 1-MCP behandelte Gesamtmenge an Äpfeln im Bodensee-, Oberrheintal- und Heilbronner Gebiet betrug in der Saison 2005/ 2006 ca. 8500 Tonnen. Die ca. 90 Proben stammten insgesamt aus 62 verschiedenen Lagerräumen. In der Saison 2006/ 2007 wurden im süddeutschen Raum in etwa 100 Behandlungen in ca. 50 Betrieben durchgeführt. 2007 war eine Steigerung der Anzahl an behandelten Lagerräumen gegenüber dem Vorjahr um ca. 30% festzustellen. Der Schwerpunkt der Untersuchungen auf deutscher Seite lag in den drei Versuchsjahren bei den Sorten `Elstar`, `Jonagold`, `Topaz`, `Gala`, `Golden Delicious`, `Idared`, `Pinova`, `Rubinette`, `Boskoop` und `Fuji` (Kiku).

Die Behandlung der Früchte mit 1-MCP und die nachfolgende Lagerung erfolgten bei den Betrieben. Unmittelbar nach Behandlung sowie bei Ende der Lagerung wurden Fruchtproben und unbehandelte Vergleichsproben entnommen und auf deutscher Seite am Kompetenzzentrum für Obstbau (KOB) bzw. auf schweizerischer Seite bei Agroscope Changin-Wädenswil (ACW) nach verschiedenen Qualitätskriterien wie Fruchtfleischfestigkeit, Zuckergehalt, Gehalt an titrierbarer Säure und Schalenfarbe sowie der Ethylenproduktion untersucht.

Insgesamt war bei 1-MCP behandelten Früchten ein verbesserter Erhalt der Fruchtqualität während der Lagerung, aber vor allem während der Shelf-Life- Phase festzustellen. Es zeigte sich zudem, dass der Reifegrad der Früchte einen limitierenden Faktor für die Wirkung von 1-MCP darstellt. So ist bei vielen Sorten bei zu später Applikation keine oder eine nur geringe Wirkung der Behandlung festzustellen.

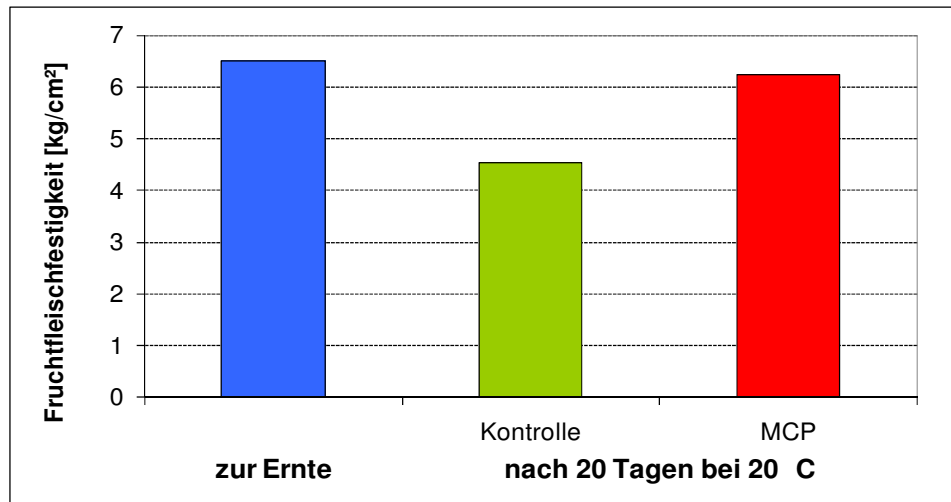


Abbildung 8: Durchschnittliche Fruchtfleischfestigkeit der Sorte `Elstar` unmittelbar nach der Ernte sowie an mit 1-MCP behandelten und unbehandelten Früchten nach 20 Tagen Lagerung bei 20°C. Die Mittelwerte der Fruchtfestigkeit wurden errechnet von 35 Betrieben mit 1-MCP Anwendung in Süddeutschland.

6.2.2 Untersuchungen zur Verminderung von Schalenbräune nach 1-MCP Behandlung bei verschiedenen Sorten

Versuche mit `Fuji` (Kiku) an den Obstgroßmärkten Salem-Neufrach und Oberkirch

Zusammen mit den beiden Vermarkterorganisationen OGM in Oberkirch sowie mit dem Markt Wielatt in Salem-Neufrach wurden 2005/2006 sowie 2006/ 2007 Großkistenversuche mit der `Fuji`-Mutante Kiku durchgeführt. Die Äpfel wurden in Oberkirch bzw. Neufrach in Großkisten mit 1-MCP behandelt und zusammen mit einer unbehandelten Kontrolle unter Praxisbedingungen gelagert. Die Ergebnisse in Abbildung 9 und 10 zeigen, dass bei der Sorte `Kiku` der Befall mit Schalenbräune zwischen verschiedenen Herkünften stark variieren kann und dass die Anwendung von 1-MCP das Auftreten der Schalenbräune erheblich reduziert. Gleichzeitig konnte in den Untersuchungen die 1-MCP Behandlung den Säureabbau in den Früchten etwa um 1/3 vermindern, was zu einer besseren Geschmacksqualität bei den behandelten Früchten führt.

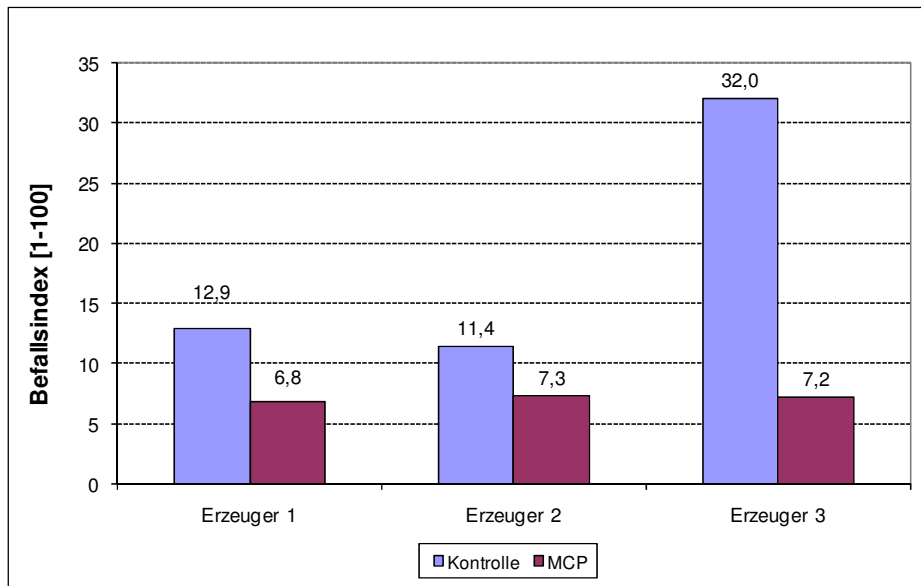


Abbildung 9: Befall mit Schalenbräune bei 'Kiku' mit und ohne 1-MCP Behandlung

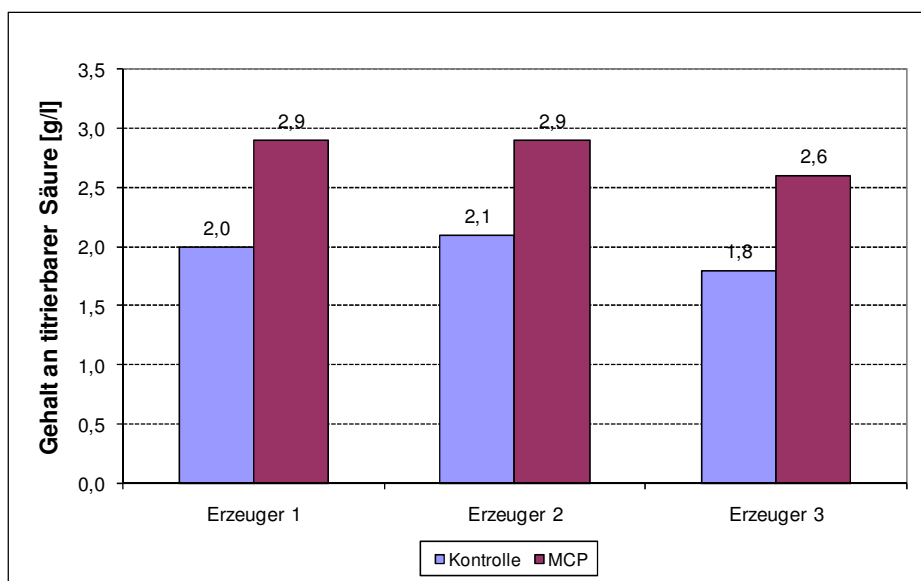


Abbildung 10: Gehalt an titrierbarer Säure bei 1-MCP behandelten sowie unbehandelten Früchten von 'Kiku' nach 6 Monaten CA-Lagerung und anschließender 2-wöchiger Nachlagerung bei 18 °C

Versuche mit 'Maigold' und 'Grany Smith' in der Schweiz

Ähnlich den am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee durchgeführten Versuchen mit der Sorte 'Fuji' wurde in der Schweiz an 'Grany Smith' sowie 'Maigold' die Wirkung von 1-MCP zur Verhinderung von Schalenbräune getestet. Dabei stand vor allem der Einfluss des Erntetermins, des Behandlungstermins sowie der Lagerbedingungen im Mittelpunkt der Untersuchungen.

An `Maigold` wurde zudem getestet, wie lange nach der Ernte die 1-MCP Behandlung noch wirksam war. Die Früchte wurden nach 1, 10 und 20 Tage nach der Ernte behandelt und im Kühllager gelagert. Es hat sich gezeigt, dass nur die rasche Behandlung nach der Ernte eine nachhaltige Wirkung hatte.

6.2.3 Eignung neuerer Apfelsorten für 1-MCP Behandlung

`Pinova`, `Diwa`, `Idared`, `Kiku`, `Rubens` und `Topaz`

Zur Abklärung der Eignung der Apfelsorten `Pinova` und `Topaz` für den Einsatz von 1-MCP zur Reifesteuerung wurde jeweils ein gesamter Lagerraum (ca. 120 t) bei der Marktgemeinschaft Bodensee (MaBo) und am Obstgroßmarkt Kressbronn (BayWa) mit den entsprechenden Sorten gefüllt. Nach der 1-MCP-Behandlung sowie bei Ende der Lagerung erfolgten am KOB in Bavendorf Reife- und Qualitätsuntersuchungen an den Früchten.

Der schweizerische Projektpartner führte in Wädenswil zweijährige Untersuchungen in Kleinzellen zur Wirkung von 1-MCP bei den Sorten `Diwa`, `Idared`, `Kiku`, `Pinova`, `Rubens` und `Topaz` durch. Außerdem erfolgten zweijährige Untersuchungen bei der Sorte `Rubens` zur Wirkung von 1-MCP auf die Ethylenbildung und die Fruchtfleischfestigkeit sowie den Zucker- und Säuregehalt der Äpfel bei unterschiedlichem Reifegrad. Früchte wurden an zwei verschiedenen Zeitpunkten gepflückt (10 Tage Unterschied) und dann unter Kühllager oder CA Bedingungen gelagert. Ein Teil der Früchte wurde mit 1-MCP behandelt. Im Mai erfolgte jeweils eine sensorische Beurteilung der Äpfel.

Durch die 1-MCP Behandlung wurde die Qualität der Früchte besser erhalten, besonders im Kühllager. Das Weichwerden und der Säureabbau wurden stark verlangsamt. Kernhausbräune war die häufigste Lagerstörung, welche in diesen Versuchen zu verzeichnen war. Sie wurde jedoch nur an den unbehandelten Früchten aus dem Kühllager beobachtet, wobei der Anteil der befallenen Früchte mit zunehmender Lagerdauer anstieg. Durch die 1-MCP-Behandlung oder ULO-Lagerung konnte der Befall verhindert werden.

Aus den sensorischen Daten war ersichtlich, dass die unbehandelten Kühllagerproben deutlich mehlig und wenig knackig bzw. saftig waren. Die Werte für die sensorischen Eigenschaften "grasig" und "fruchtig" weisen darauf hin, dass der erste Pflückzeitpunkt etwas zu früh war, respektive die Früchte noch zu wenig reif waren. Die Früchte, behandelt oder unbehandelt, aus dem ULO-Lager waren noch deutlich grasig und weniger fruchtig als Früchte der anderen Varianten.

6.2.4 1-MCP-Behandlung mit nachfolgendem Lagervergleich Kühl- bzw. CA-Lager

In Zusammenarbeit mit Praxisbetrieben und Kantonen (ZH, SG) wurde an der ACW Wädenswil in den drei Projektjahren untersucht, ob eine 1-MCP-Behandlung im Kühllager eventuell eine CA-Lagerung ersetzen kann.

Dabei wurde die Ethylenbildung sowie einzelne Qualitätskriterien wie die Fruchtfleischfestigkeit und der Gehalt an titrierbarer Säure von 1-MCP-behandelten und unbehandelten Früchten aus dem Kühl- sowie aus dem CA-Lager verglichen. Die Versuche wurden an den Sorten `Elstar`, `Gala`, `Golden Delicious`, `Jonagold`, `Rubens` und `Rubinette` durchgeführt.

Bei den Sorten `Rubinette` und `Gala` wurde der Festigkeitsabbau durch 1-MCP ähnlich den unter CA- Bedingungen gelagerten Früchten verlangsamt. Bei Rubens®-Civni Äpfeln, die am Anfang des Erntefensters gepflückt wurden, wurde der Festigkeitsabbau durch 1-MCP ebenfalls, wie im CA-Lager, verlangsamt. Bei Früchten, die 10 Tage später gepflückt wurden, war das Weichwerden jedoch stärker im Kühllager mit 1-MCP als im CA-Lager. Bei `Golden Delicious` und `Jonagold` war die Lagerung im CA-Lager besser als im Kühllager mit 1-MCP Behandlung.

Bei den meisten Apfelsorten verlief der Säureabbau parallel zur Abnahme der Fruchtfleischfestigkeit. Allerdings scheint die Wirkung von 1-MCP auf den Säureabbau meist etwas stärker zu sein als auf das Weichwerden, insbesondere, wenn die Behandlung der Früchte in einem reiferen Stadium erfolgte.

Bei den Sorten `Gala` und `Golden Delicious` waren weder bei behandelten noch bei unbehandelten Proben Lagerstörungen festzustellen. Bei der Sorte Rubens®-Civni trat nur bei den unbehandelten Proben, welche im Kühllager gelagert wurden, ab Januar Kernhausbräune auf. Bei `Rubinette` waren Fleischverbräunungen und unter ULO-Bedingungen auch kleinste Kavernen zu beobachten. Die Lagerstörungen nahmen mit zunehmender Lagerdauer tendenziell leicht zu. Bei `Jonagold` wurde das Fettigwerden der Haut durch 1-MCP verzögert, aber insbesondere bei der „Kühllagerware“ nicht vollständig verhindert.

6.2.5 Möglichkeit der Anwendung von 1-MCP bei der Birnenlagerung

Ein weiterer Versuch beschäftigte sich mit Möglichkeit der Anwendung von 1-MCP bei der Birnenlagerung. Dabei wurden Untersuchungen an den Birnensorten `Alexander Lucas`, `Packhams`, `Conference` und `Comice` (`Vereinsdechantsbirne`) durchgeführt. Die Anwendung von 1-MCP erfolgte in drei verschiedenen Konzentrationen.

Eine erfolgreiche Anwendung von 1-MCP bei Birnen wäre vor allem aus folgenden Gründen von Vorteil:

- Birnen weisen nur eine bedingte, deutlich geringere Lagerfähigkeit auf als Äpfel
- Bei der Lagerung von Birnen im CA- Lager treten häufig Probleme mit inneren Verbräunungen auf. (1-MCP + Kühllager evtl. als Alternative zu CA-Lager)

Birnen werden auf Grund des schnellen Festigkeitsabbaus im Zuge der Fruchtreife in der Regel in unreifem Zustand geerntet. Dies bringt auf Grund der geringeren Fruchtkaliber eine deutliche Ertragsreduzierung mit sich.

Die durchgeführten Versuche sollten vor allem folgende Fragen klären:

- Wie reagieren Birnen auf eine 1-MCP - Behandlung
- Sind auch später geerntete Birnen lagerfähig (größere Fruchtkaliber)
- Welche 1-MCP-Konzentrationen sind für die jeweiligen Sorten geeignet
- kann eine Kühllagerung in Kombination mit 1-MCP das CA- Lager ersetzen.



Abbildung 11: Birnen ohne MCP sowie mit MCP in drei verschiedenen Konzentrationen

Die Birnenversuche mit den Sorten `Conference` und `Alexander Lucas` ergaben eine hohe Empfindlichkeit der Früchte gegenüber 1-MCP. Die halbe Konzentration (312 ppb) der bei Äpfel üblichen Dosierung war bei Birnen bereits völlig ausreichend. 1-MCP in Verbindung mit Kühllagerung konnte eine 6-monatige CA-Lagerung ersetzen, wobei

die Früchte während der Nachlagerung nicht mehr schmelzend weich wurden, sondern ein festeres Fruchtfleisch behielten.

6.3 Umfrage bei 1-MCP Anwendern in der Praxis

Im Zuge von Umfragen wurden Anwender in der Praxis bezüglich ihrer Zufriedenheit bzw. ihrer Erfahrungen mit 1-MCP sowie der Resonanz von Seitens der Kunden auf die 1-MCP- behandelte Ware befragt.

Die Befragungen wurden sowohl in der Schweiz als auch in Deutschland durchgeführt. Insgesamt konnte eine positive Resonanz seitens der Befragten festgestellt werden. Als Nachteile wurden vor allem die Kosten für eine 1-MCP- Behandlung, die teilweise geringe Aromabildung der Früchte sowie das zum Teil ausbleibende Weichwerden der Früchte genannt.

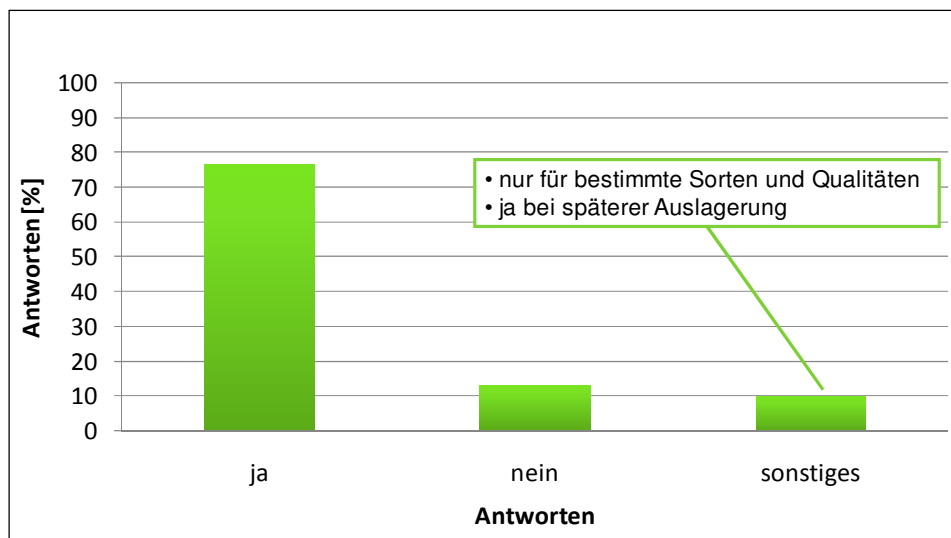


Abbildung 12: Antwort der Befragten auf deutscher Seite auf die Frage: "Würden sie die Qualität der mit 1-MCP behandelten Früchte als besser einstufen als die von unbehandelten?" (2006/ 2007)

6.4 Verkostungen von 1-MCP behandelten Äpfeln mit Verbrauchern

Verkostungen von 1-MCP behandelten Äpfeln wurden mit verschiedenen Sorten, in unterschiedlichem Umfang und zu verschiedenen Zeiten durchgeführt.

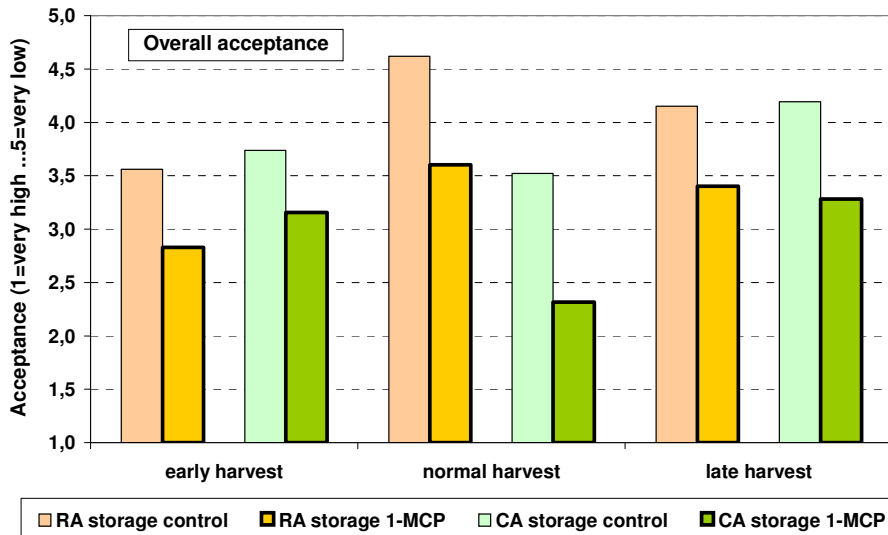


Abbildung 13: Ergebnis einer Verkostung durch ein geschultes Test- Panel von `Jonagold` Äpfeln mit und ohne 1-MCP nach unterschiedlichen Lagerverfahren von 6 Monaten Dauer plus 10 Tagen Nachlagerung bei 20 °C. Bewertung nach dem Schulnotensystem: 1= sehr gut, 5= mangelhaft.

Neben Verkostungen mit einem geschulten Panel sind die Ergebnisse der Konsumententests, die mit Kunden eines Supermarktes sowie mit Besuchern des Wochenmarktes in Ravensburg durchgeführt wurden, besonders aufschlussreich.

Die Ergebnisse in Abbildung 13 zeigen, dass ein geschultes Panel die 1-MCP behandelten Äpfel von allen drei Ernteterminen und nach 6 Monaten Kühl- bzw. CA-Lagerung immer am besten beurteilt hatte. Ein Einfluss des Erntetermins auf das Verkostungsergebnis war dabei nicht klar erkennbar, da sowohl ein früher wie auch ein späterer Erntetermin gegenüber dem normalen Erntetermin schlechtere Bewertungsnoten ergaben.

In Tabelle 3 ist das Ergebnis des Geschmackstests mit Konsumenten wiedergegeben. Die Probanden sollten die Festigkeit sowie den Geschmack der Äpfel beurteilen und angeben, welche der Varianten sie für einen weiteren Kauf bevorzugen würden.

Es fällt auf, dass bei einer frühen Verkostung im Januar die eher zu früh geernteten und mit 1-MCP behandelten Äpfel (Variante B) wegen ungenügender Reife und die reif geernteten ohne 1-MCP Behandlung (Variante C) wegen Überreife abfallend bewertet wurden. Beim späten Verkostungstermin im Mai wurden dagegen alle 1-MCP behandelten Varianten sowohl bei früher Ernte (B) wie auch später Ernte (D) am positivsten bewertet. Die Folgerung daraus ist, dass 1-MCP behandelte Äpfel nicht zu früh vermarktet werden sollten, damit sie sich im Geschmack und der Fruchtfestigkeit ausreichend entwickeln können.

Tabelle 4: Prozentanteil der Testpersonen, mit Kaufpräferenz für unterschiedlich gelagerte ‚Elstar‘ Äpfel an zwei verschiedenen Verkostungs-terminen. Bei den Probeäpfeln handelte es sich um ‚Elstar‘ von zwei Ernteterminen mit und ohne 1-MCP Behandlung nach CA-Lagerung mit jeweils einer Woche Nachlagerung bei 20 °C.
 Legende: **A** = Grün (mehr unreif) ohne MCP , **B** = Grün (mehr unreif) mit MCP
C = Gelb (reif) ohne MCP **D** = Gelb mit MCP

Termin Januar (99 Leute)				
	A	B	C	D
Kauf-Präferenz (%)	34%	16%	16%	33%
Termin Mai (100 Leute)				
	A	B	C	D
Kauf-Präferenz (%)	20%	39%	4%	37%

6. 5 Versuche zu dynamischer CA Lagerung (DCA)

6.5.1 Grundlagenuntersuchungen zur DCA-Lagerung am ACW und KOB

Reiferegulierung und Erhalt der Fruchtqualität erfolgt insbesondere durch verschiedene Arten der Lagerung. Neueste Entwicklungen von Stress-Sensoren (Chlorophyll-Fluoreszenz) im Bereich der CA-Lagertechnologie eröffnen die Möglichkeit einer gegenüber der herkömmlichen CA-Lagerung (CA=Kontrollierte Atmosphäre) verbesserte Reifesteuerung im Obstlager. Diese Methode der ‚dynamisch‘ kontrollierten Atmosphäre (DCA) wird in der Lagerpraxis zunehmend auch als ‚nicht-chemische‘ Alternative zur 1-MCP-Anwendung gesehen.

Bei der dynamischen CA-Lagerung (DCA) von Äpfeln wird der Sauerstoffgehalt in der Lageratmosphäre schrittweise abgesenkt mit dem Ziel, einen möglichst tiefen Sauerstoffwert zu erreichen, um die Qualität der Früchte während der Lagerung möglichst gut zu erhalten. Die Sauerstoffkonzentration darf dabei aber einen kritischen Wert nicht unterschreiten, da die Früchte sonst infolge Sauerstoffmangels geschädigt werden. Um die Vor und Nachteile beider Verfahren objektiv beurteilen zu können, wurden in der Schweiz sowie in Deutschland Parallelversuche zur 1-MCP- und DCA-Technik bei verschiedenen Sorten durchgeführt.

Zwei Methoden, welche auf der Messung des Respirationsquotienten und der Chlorophyllfluoreszenz beruhen, wurden in der Schweiz getestet, um die kritische Sauerstoffkonzentration bei der dynamischen CA-Lagerung (DCA) von verschiedenen Apfelsorten zu erfassen.



Abbildung 14:
Chlorophyll-Fluoreszenz-Sensor
für den Einsatz bei der DCA-
Lagerung in einer Großkiste
positioniert

Beide Methoden ergaben identische Werte. Diese betragen, abhängig von der Apfelsorte, zwischen 0.2% und 0.4% O₂. Nach Erreichen des kritischen Wertes wurde die Sauerstoffkonzentration um rund 0.2% bis 0.3% über die kritische Konzentration erhöht, um eine sichere Lagerung zu gewährleisten.

Mit der DCA-Lagerung lassen sich die bekannten Vorteile einer CA/ULO-Lagerung, das sind vor allem verringerter Fruchtfestigkeitsabbau, Säureverlust und eine längere Erhaltung einer frischeren Grundfarbe, noch weiter steigern. Diese Vorteile bleiben auch nach Lagerende während der Vermarktungsperiode der Äpfel länger als bei normaler CA/ULO-Lagerung erhalten. Im Zuckergehalt von DCA-Früchten sind dagegen kaum höhere Werte gegenüber herkömmlich CA-gelagerten Äpfeln erkennbar.

6.5.2 Versuche zur Wirkung der DCA-Lagerung auf Fruchtverbräunungen

Ein besonderer Vorteil der DCA-Lagerung liegt unter anderem in der zuverlässigen Verhinderung von Schalenbräune ohne chemische Behandlungen, wie vor allem aus Versuchen in der Schweiz hervorgeht. Auch können innere Fruchtfleischverbräunungen, wie sie bei empfindlichen Sorten nach höheren CO₂-Konzentrationen im CA-Lager auftreten, durch eine DCA-Lagerung besser kontrolliert werden.

Bekanntermaßen ist die Apfelsorte `Braeburn` sehr CO₂-empfindlich und zeigt im CA-Lager bei Nichtbeachtung einiger Grundregeln für die `Braeburn` Lagerung erhebliche Probleme mit inneren Verbräunungen, besonders wenn die Äpfel noch mit 1-MCP behandelt werden. In einem Lagerversuch über 9 Monate mit verschiedenen Lagervarianten ergab sich für `Braeburn` ein deutlich geringere Befall mit inneren Verbräunungen im Vergleich zur herkömmlichen CA-Lagerung.

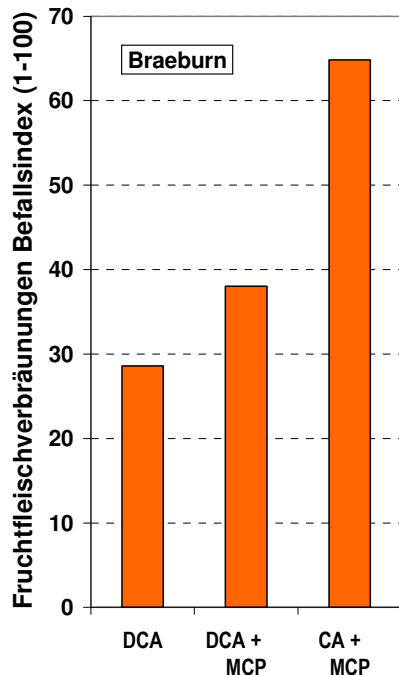


Abbildung 15:

Innere Fruchtfleischverbräunungen bei `Braeburn` nach 8 Monaten Lagerung unter DCA- und CA-Bedingungen mit und ohne MCP

6.5.3 Vergleich moderner Lagertechnologie: 1-MCP gegenüber dynamische CA Lagerung (DCA)

Mit der DCA-Lagerung und dem Einsatz von 1-MCP kann die Qualität und Haltbarkeit von Äpfeln bei Langzeitlagerung gegenüber der herkömmliche CA/ULO-Lagerung besonders im Hinblick auf einen besseren Erhalt der Fruchtfestigkeit und der Vermeidung von Schalenbräune bei einigen Sorten weiter verbessert werden. Dabei handelt es sich um zwei völlig unterschiedliche Lagerverfahren: die DCA-Lagerung, eine Weiterentwicklung der CA/ULO-Lagerung, die MCP-Behandlung, eine chemische Nacherntebehandlung mit einem Ethylenhemmstoff. Beide Verfahren haben eine Reihe von Vor- und Nachteilen, die in Abbildung 16 vergleichend gegenüber gestellt sind. Dabei werden Aspekte der Fruchtqualität, Lagertechnik und Wirtschaftlichkeit bewertet. Beide Verfahren sind in der Summe der Vor- und Nachteile etwa gleichwertig zu sehen. Es kommt aber bei beiden Verfahren über die normalen Lageraufwendungen hinaus zu nicht unerheblichen Zusatzkosten. Bei der DCA-Lagerung sind dies Investitionskosten für eine bessere CA-Technik und die notwendigen Stresssensoren, bei der MCP-Anwendung wiederkehrende Kosten bei der Durchführung der MCP-Behandlungen.























	Reifehemmung	Nachlagerung	Festigkeit	Geschmack	Akzeptanz Konsument	Einfache CA-Technik	Einfache Handhabung	Lager-Sicherheit	Investitions-Kosten	Jährliche Kosten	GESAMT
1-MCP	5 	5 	5 	3 	1 	4 	4 	4 	5 	1 	3,7 
DCA-Lager	5 	3 	5 	3 	4 	1 	2 	2 	1 	4 	3,0 

Abbildung 16. 1-MCP-Anwendung und DCA-Lagerung im Vergleich. Je höher/niedriger die Punktzahl bzw. je grüner/roter die Punkte, umso günstiger/ungünstiger wird das Verfahren bewertet.

Auch werden die Anforderungen an Obstproduzenten und Lagerhalter durch die Notwendigkeit von präziserer Ernteterminbestimmung, einheitlicherer Lagerware, schnellerer Raumbefüllung sowie sorgfältigste Überwachung und Regelung der Lagerbedingungen nicht einfacher. Beide Verfahren haben bereits Eingang in die Praxis gefunden, werden aber zukünftig wohl auf ein kleineres Segment des gesamten Lageraufkommens begrenzt bleiben, wie z.B. für die Lagerung von Sorten mit Schalenbräune-Problemen, für Exportware mit hohen Festigkeitsansprüchen oder für Ware mit besonders langer Lagerdauer. Für das Gros der Apfellagerung wird eine konsequent durchgeführte herkömmliche CA/ULO-Lagerung auch weiterhin von größter Bedeutung bleiben, wobei über eine weitere, mäßige Reduzierung der bisher für ULO empfohlenen Sauerstoffwerte auf durchschnittlich 0,8 bis 1,0 % O₂ ohne die Gefahr von Gärungserscheinungen, wie die Erfahrungen aus der DCA-Lagerung zeigen, nachgedacht werden sollte.

7 Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit

Im Zuge dieses Projektes wurden Fortbildungsseminare sowie Informationsveranstaltungen zu den Themen Reife, Qualitätsbildung und Qualitätserhaltung (Lagerung) von Obst durchgeführt. Zudem wurden die aus den Versuchen gewonnenen Ergebnisse und Erfahrungen zum einen in wissenschaftlich orientierten, zum andern in praxisnahen Fachzeitschriften publiziert oder bei Fachveranstaltungen vorgetragen. Besonders hervorzuheben ist dabei die Anfang November von den deutschen und schweizerischen Projektpartnern durchgeführte zweitägige internationale Tagung über Reiferegulierung und Fruchtqualität, die von ca. 100 Teilnehmern aus Wissenschaft, Beratung, Industrie, und Lagerpraxis besucht wurde.

Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit während des Projektverlaufes aufgeführt:

7.1 Vorträge und Veranstaltungen von beiden Projektpartnern in zeitlicher Reihenfolge

- 25.08.2005 Streif, J: Einsatz von 1-MCP zur Verbesserung der Haltbarkeit von Äpfeln'. Info-Veranstaltung für Lagerhalter und Vermarktungs-einrichtungen, Ravensburg – Bavendorf
- 27.09.2005 Streif, J: Einsatz und Wirkung von reifebeeinflussenden Pflanzenbehandlungs-mitteln. Vorstellung entsprechender Versuche am KOB-Bavendorf. Info- Veranstaltung für Mitarbeiter des Landesamt für Pflanzenschutz, Baden Württemberg am KOB Bavendorf
- 13.10.2005 Streif, J: Einfluss von 1-MCP auf Fruchtreife und Qualitätsentwicklung von Äpfeln. 13. Tagung des AK Blattdüngung 2005 in Frankfurt/M
- 29.11.2005 Streif, J: Lagerung von Obst und Möglichkeiten der Reifesteuerung zur besseren Erhaltung der Fruchtqualität. Vortrag mit Demonstration vor Ort für Studenten der Agrarwissenschaften der Uni Hohenheim im Rahmen einer Exkursion zum KOB-Bavendorf und Vermarktungsorganisationen im Bodenseegebiet
- 08.12.2005 Streif, J: 1-MCP bei der Lagerung von Steinobst- Aktuelles zur Lagerung von Süßkirschen und Zwetschen. Vortrag beim Bundesverband Landw. Fachschulabsolventen, Ahrweiler.
- 14.12.2005 Streif, J: Qualitätsbildung und Qualitätserhaltung von Obst durch Lagerverfahren und andere reifesteuernde Maßnahmen. Unterrichtseinheit im Rahmen einer Fachwartausbildung am KOB Bavendorf
- 14.12.2005 Höhn, E: Stand der 1-MCP Anwendungen. Veranstaltung: Regionales Früchtezentrum Zürich, Markthalle Zürich.

- 21.01.2006 Höhn, E: 1-MCP Anwendungen beim Apfel: Praxiserfahrungen und Versuchsergebnisse in Österreich und in der Schweiz, Veranstaltung: 5. Schweiz. Obstkulturtage, LBBZ Arenenberg, CH-8268 Salenstein.
- 27.01.2006 E. Höhn, P. Crespo und B. Leuenberger 1-MCP: Praxiserfahrungen – Möglichkeiten – Grenzen. Veranstaltung: Regionale Obstbautagung Bern und Solothurn, Inforama Fachstelle Obstbau Oeschberg.
- 11.02.2006 Streif, J. und Höhn, E.: Bessere Qualitätserhaltung von Äpfeln durch neue Lagerungstechnologien. Internationale Fachmesse Fruchtwelt, Friedrichshafen
- 22.02.2006 Heyn, S.: Einfluss von 1-MCP auf Ethylen- und Aroma-stoffproduktion sowie Fettsäurefraktionen bei ‚Jonagold‘ Äpfeln. Jahrestagung der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft, Potsdam
- 07.03.2006 Streif, J: Chancen und Risiken beim Einsatz von 1-MCP bei der Obstlagerung. Info-Veranstaltung für Lagerhalter, Balingen / Kaiserstuhl (Vortrag: Streif)
- 21.03.2006 Heyn, S.: J: Einfluss von 1-MCP auf die Haltbarkeit sowie auf Atmung, Ethylen- und Aromastoffbildung bei ‚Jonagold‘ Äpfeln. Jahrestagung der Gesellschaft für Qualitätsforschung, Wädenswil, Schweiz
- 21.03.2006 Streif, J.: Qualitätserhaltung bei der Lagerung von Birnen durch 1-MCP (Vortrag: Streif). Jahrestagung der Gesellschaft für Qualitätsforschung, Wädenswil, Schweiz
- 21.03.2006 Höhn, E., F. Gasser, D. Baumgartner, P. Crespo: Methylcyclopropen (1-MCP) und Apfellaagerung. Veranstaltung: 41. Vortragstagung Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) e.V., Wädenswil, Schweiz
- 19.04.2006 Höhn, E: Interview Radio DRS 1 zum Thema 1-MCP und Apfellaagerung. Ausstrahlung am 19.4.06 im Rahmen der Sendung Espresso
- 18.05.2006 Streif, J: Möglichkeiten der Qualitätserhaltung von Obst durch Reifesteuernde Maßnahmen. Vorlesungseinheit für Studenten der Agrarwissenschaften an der Uni Hohenheim. (
- 24.05.2006 Kitemann, D. und Streif, J.: Ergebnisse von Versuchen zur Wirkung von 1-MCP bei der Lagerung von Äpfeln. Berater-Plenum am KOB Bavendorf.
- 15.06.2006 Kitemann, D.: Infoveranstaltung zum Einsatz von 1-MCP in der Lagerpraxis. DCA mit Fluoreszenzsensoren. Möglichkeiten einer äußerst effizienten Reifesteuerung von Äpfeln. Landw. Versuchszentrum Laimburg, Südtirol
- 15.06.2006 Höhn, E.: 1-MCP Anwendungen beim Apfel: Praxiserfahrungen und Versuchsergebnisse in der Schweiz. Lagertagung Laimburg, Versuchsstation Laimburg, Südtirol, Italien
- 15.06.2006 Streif, J.: Ripening and storage of Kiwifruit and what is the impact of ethylene. Vortrag bei der Darstellung von Projektergebnissen, Universidad de Chile, Santiago

- 20.06.2006 Streif, J.: Faktoren einer erfolgreichen Lagerung von Äpfeln. Infoveranstaltung am Grundler, Espasingen
- 06.07.2006 Streif, J.: Frischhaltung und Lagerung von Kirschen. Welche Rolle spielt dabei 1-MCP. Vortrag bei der 45. Tagung des AK Steinobst, Jork
- 22.08.2006 Streif, J.: Überlegungen zur kommenden Apfel-Lagersaison aus biologischer und technischer Sicht. Vortrag beim Lagerseminar in Bavendorf
- 22.08.2006 Kitemann, D.: Praxiserfahrungen zum Einsatz von 1-MCP in Süddeutschland Vortrag beim Lagerseminar Bavendorf
- 24.08.2006 Streif, J.: Überlegungen zur kommenden Apfel-Lagersaison aus biologischer und technischer Sicht. Vortrag beim Lagerseminar in Wülflingen, Schweiz
- 24.08.2006 Kitemann, D.: Praxiserfahrungen zum Einsatz von 1-MCP in Süddeutschland. Vortrag beim Lagerseminar Wülflingen, Schweiz
- 31.08.2006 Streif, J.: Bedeutung von 1-MCP beim Auftreten der Fleischbräune bei `Braeburn` Obstbaufachschule Gleisdorf, Österreich
- 06.09.2006 Streif und Kitemann: Erfahrungen von 1-MCP in der Lagersaison 2005/06 am Bodensee. Obstbaufachschule Gleisdorf, Österreich Streif: Fortschritte in der Obstlagerung. Fortbildungs-veranstaltung für Weinsberger Obstbaumeisterschüler in Bavendorf
- 22.08.2006 Gasser F: Praxiserfahrungen zum Einsatz von 1-MCP in der Schweiz. Vortrag beim Lagerseminar in Bavendorf
- 22.08.2006 Gasser F: Dynamische CA-Lagerung von Äpfeln. Vortrag beim Lagerseminar in Bavendorf
- 24.08.2006 Gasser F: Praxiserfahrungen zum Einsatz von 1-MCP in der Schweiz. Vortrag beim Lagerseminar in Wülflingen, Schweiz
- 24.08.2006 Gasser F: Dynamische CA-Lagerung von Äpfeln. Vortrag beim Lagerseminar in Wülflingen, Schweiz
- 30.01.2007 Höhn E. Nacherntetechnologie von Tafelobst - Stand und Zukunftsperspektiven. Vortrag an der ETH Zürich
- 30.03.2007 Gabioud S. und Höhn E. Lagerresultate und sortenspezifische Ergebnisse mit 1-MCP, Sortentagung Fachstellen Obstbau, Wädenswil
- 29.11.2006 Streif, J.: Apfellaagerung: Ursachen von physiologische Schäden im Lager – Erfahrungen mit 1-MCP. Vortrag bei den Pillnitzer Obstbautagen, Schmochtitz
- 06.12.2006 Streif, J.: Weichobstlagerung und Einsatz von 1-MCP. Vortrag beim Süddeutschen Obstbauseminar, Lindau
- 06.12.2006 Kitemann, D.: 1-MCP – Erfahrungen nach dem ersten Praxisjahr. Vortrag beim Süddeutschen Obstbauseminar, Lindau
- 20.12.2006 Streif, J.: Lagerung von Beerenobst und deren Einfluss auf Inhaltsstoffe. Landratsamt Bodenseekreis, LWA-SG Obst-und Gartenbau, Siggenweiler

- 06.02.2007 Streif, J.: Lagerung von Beerenobst und deren Einfluss auf Inhaltsstoffe und Antioxidantienpotenzial. 4. Bundesbeerenobst-seminar, Weinsberg
- 16.02.2007 Streif, J.: Neue Lagermethoden – Nutzen und Risiken einer 1-MCP-Behandlung von Kernobst. Arbeitskreis Erwerbsobstbau Göppingen
- 21.02.2007 McCormick, R.: The application of a new storage technology: Observation of the impact of 1-MCP user protocols and apple marketing trends. Vortrag bei DGG-Tagung in Erfurt
- 21.02.2007 Heyn, S.: Einfluss von Erntetermin und Lagerbedingungen sowie 1-MCP-Behandlung auf Fruchtreife und Fettsäurefraktionen als Vorstufen der flüchtigen Aromastoffe bei ‚Jonagold‘ Äpfeln. Vortrag bei DGG-Tagung in Erfurt
- 08.03.2007 Streif, J.: Neue Entwicklungen in der Lagertechnik zur Verbesserung des Lagererfolges bei Kern-, Stein- und Beerenobst. Ravensburger Obstbauseminar
- 08.03.2007 McCormick, R.: Kern- und Steinobsterzeugung in Neuseeland; Produktion - Ernte – Lagerung – Vermarktung unter Berücksichtigung von Möglichkeiten der Reifesteuerung. Ravensburger Obstbauseminar
- 16.03.2007 Streif, J.: Facharbeiterkurs I zu Ernte und Lagerung von Obst unter besonderer Berücksichtigung von 1-MCP. Innsbruck Kranebitten
- 30.03.2007 Gabioud S.: Lagerresultate und sortenspezifische Ergebnisse mit 1-MCP, Sortentagung Fachstellen Obstbau, Wädenswil
- 12.04.2007 Gabioud S.: Results 2006/2007 ACW, Meeting Isafruit WP 4.2, Montpellier
- 27.04.2007 Streif, J.: Facharbeiterkurs II zu Ernte und Lagerung von Obst unter besonderer Berücksichtigung von 1-MCP. Fortbildung für Obstbau-Facharbeiter Innsbruck
- 02.05.2007 Streif, J.: Fortschritte in der Obstlagerung. Fortbildungsveranstaltung für polnische Studenten der Uni Krakau während einer Exkursion zum KOB Bavendorf
- 18.05.2007 Streif, J.: Optimierung der Langzeitlagerung, Fortbildung für Lagerhalter, Kressbronn
- 24.05.2007 Streif, J.: Beeinflussung von Fruchtqualität durch Nacherntemaßnahmen. Vorlesung und Übungen. Uni Hohenheim
- 21.06.2007 Gabioud S., Results 2006/2007 ACW, Meeting Isafruit WP 4.2, Bologna
- 16.08.2007 Gasser F: Vergleich von DCA und 1-MCP aus physiologischer, technischer und ökonomischer Sicht. Vortrag beim Lagerseminar in Bavendorf
- 16.08.2007 Höhn E. Entwicklungen in der Obstlagerung – Gestern – Heute - Morgen. Vortrag beim Lagerseminar in Bavendorf
- 16.08.2007 Kitemann, D.: Ergebnis einer Umfrage bei 1-MCP-Anwendern in der Schweiz und in Süddeutschland. Lagerseminar, Bavendorf

- 16.08.2007 McCormick, R.: Wie lässt sich das Erntefenster bei Apfel beeinflussen?
Lagerseminar, Bavendorf
- 16.08.2007 Streif, J.: Aktuelle Informationen zur Mineralstoffversorgung, Reife, Fruchtqualität und Lagerung verschiedener Apfelsorten für die kommende Lagersaison. Lagerseminar, Bavendorf
- 17.08.2007 Gasser F: Vergleich von DCA und 1-MCP aus physiologischer, technischer und ökonomischer Sicht. Vortrag beim Lagerseminar in Wädenswil
- 17.08.2007 Höhn E. Entwicklungen in der Obstlagerung – Gestern – Heute - Morgen. Vortrag beim Lagerseminar in Wädenswil,
- 17.08.2007 Kitemann, D.: Ergebnis einer Umfrage bei 1-MCP-Anwendern in der Schweiz und in Süddeutschland. Lagerseminar, Wädenswil
- 17.08.2007 McCormick, R.: Wie lässt sich das Erntefenster bei Apfel beeinflussen?
Lagerseminar, Wädenswil.
- 17.08.2007 Streif, J.: Aktuelle Informationen zur Mineralstoffversorgung, Reife, Fruchtqualität und Lagerung verschiedener Apfelsorten für die kommende Lagersaison. Lagerseminar, Wädenswil
- 23.08.2007 Streif, J.: Erfahrungen mitneuen Lagertechnologien: 1-MCP und DCA. Vortrag, , Jork
- 19.09.2007 Streif, J.: Presseinformation an Journalisten der Tageszeitung 'Südkurier', Bavendorf
- 28.10.2007 Tag der offenen Tür am KOB-Bavendorf. Sonderschau zum Thema: Ernte und Lagerung – gestern und heute, KOB, Bavendorf
- 10.11.2007 Streif, J.: Wirkung von AVG zur Reifeverzögerung bei Apfel und Birne. Informationsveranstaltung für Vertreter der Firma Valent Biosciences, ,KOB, Bavendorf.
- 13.11.2007 Harb, J.: Aroma volatiles af apples as influenced by ripening and storage procedures. Keynote, Internationale COST Conference, Weingarten.
- 27.11.2007 Streif, J.: Lagerung von Obst und Auswirkung auf Fruchtqualität und Haltbarkeit. Informationsveranstaltung während der Exkursion von Studenten der Uni Hohenheim, KOB, Bavendorf
- 14.01.2008 Kitemann D.: 1-MCP- Anwendung und praktische Erfahrungen mit dem Produkt SmartFresh. Betriebsleiterseminar in Staufen, 14.01.2008
- 15.01.2008 Streif, J.: Reiferegulierung durch Ethylenhemmstoffe und Lagerverfahren. Seminar für Masterstudenten und Doktoranden an der Universidad de Chile in Santiago
- 24.01.2008 Gabioud S. Erfahrung mit dem 1-MCPTM in der Apfellagerung, Agrovina, Martigny
- 28.01.2008 Streif, J.: Welches Erntefenster entspricht der optimalen Frucht reife beim Apfel? Obstbauseminar 2008, Verein der Absolventen landwirtschaftlicher Schulen, Lichtenstern am Ritten, Südtirol.

08.02.2008 Streif, J.: Optimaler Erntetermin und Lagerung von Obst – Was ist für den Hobby –Obstbauern wichtig? Baumwartvereinigung Ulm.

7.2 Posterpräsentationen bei Fachveranstaltungen

- 22.02.2006 Wirkung des Ethylensynthesehemmers Retain auf Ertrag und Fruchtqualität bei Apfel (Poster: Streif)
- 21.02.2007 Streif und Saquet: Kann 1-MCP die Lagerung von Birnen verbessern? Poster bei DGG-Tagung in Erfurt
- 21.02.2007 Kitemann und Streif: Einfluss des Applikationstermins von 1-MCP auf die Erhaltung der Fruchtqualität bei `Elstar`, Poster bei DGG-Tagung in Erfurt
- 21.02.2007 Neuwald, Streif et al.: Nichtdestruktive Verfahren zur Prognose physiologischer Fruchterkrankungen von Äpfeln. Poster bei DGG-Tagung in Erfurt
- 13.11.2007 Kitemann, D.: Influence of 1-MCP application timing on the ripening behaviour of `Elstar` apples after RA- and CA-Storage. Kurzpräsentation mit Poster, Internationale COST Conference, Weingarten.
- 13.11.2007 McCormick, R.: Stem end russet browning of `Cox's Orange Pippin` and `Topaz` apples, an undesired side effect from the application of 1-MCP. Kurzpräsentation mit Poster, Internationale COST Conference, Weingarten.
- 05.05.2007 Neuwald, D.A.: The chlorophyll fluorescence behaviour of 'Braeburn' apples under different CO₂ stress treatments at-harvest. Poster, Internationale COST Conference, Bologna,
- 13.11.2007 Xuan, H.: Effect of 1- 1-MCP on respiration and concentration of ATP/ADP in the fruit tissue of `Jonagold` apple after storage. Kurzpräsentation mit Poster, Internationale COST Conference, Weingarten.
- 04.12..2007 Streif, J.: Regulation of postharvest fruit ripening by innovative storage technology. Keynote, Eurasia Congress, Bangkok

7.3 Veröffentlichungen in angewandt- und grundlagenorientierten Fachzeitschriften

- Streif, J. 2006. Länger frische Äpfel im Regal – Neue Lagerungstechnologien erlauben Ernte in der Genussreife. BW agrar 8, 28.
- Streif, J. 2006. Länger frische Äpfel im Regal mit 1-MCP und DCA. Badische Bauern Zeitung 8, 22.
- Streif, J. 2006. Verderb deutlich verlangsamt. Lebensmittel Praxis 11, 60.
- Streif, J. 2006. Fruchtqualität und Haltbarkeit bei Äpfeln. Monatsschrift 9, 503-505.
- Heyn, S., Streif, J. 2006. Einfluss von 1-MCP auf die Haltbarkeit sowie auf Atmung, Ethylen- und Aromabildung bei , `Jonagold`-Äpfeln. Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung. 28.

- Höhn, E., Gasser F., Siegrist J.-P. 2006. Erste Lagersaison mit 1-MCP™: Sortenempfehlung für die 1-MCP-Behandlung. *Früchte & Gemüse* 28, 19-21.
- Streif, J., Saquet, A.A. 2006. Qualitätserhaltung bei der Lagerung von Birnen durch 1-MCP. *Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung*, 54
- Gasser F., Höhn E., Streif, J., Kitemann, D. 2006. Aktuelle lagertechnische Themen. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 142, 12-13.
- Streif, J., Gasser, F. 2006. 1-MCP und DCA heißen die neuen Zauberformeln. *BW agrar* 41, 20-21.
- Höhn, E., Gasser F. u. Siegrist J.-P. 2006. Obsteinlagerung 2006. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 142 (16), 9-13.
- Heyn, S., Streif, J., Wünsche, J. 2006. Einfluss von 1-MCP auf Ethylen- und Aromastoffproduktion sowie Fettsäurefraktionen bei 'Jonagold'-Äpfeln. *BHGL-Tagungsband* 24, 60.
- Streif, J. 2006. Wirkung des Ethylenssynthesenhemmers Retain auf Ertrag und Fruchtqualität bei Apfel. *BHGL-Tagungsband* 24, 160.
- Streif, J., Saquet, A.A. 2006. Qualitätserhaltung bei der Lagerung von Birnen durch 1-MCP. *Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung*, 54-55.
- Streif, J. 2007. Aktuelles zur Lagerung von Süßkirschen und Zwetschgen. *Besseres Obst*, 7, 22-24.
- Streif, J. und Kitemann, D. 2007. Langzeitlagerung von Äpfeln. *Monatsschrift*, 8, 474-477.
- Höhn, E., Gasser, F., Baumgartner, D., Gabioud, S., Naunheim, W., Eppler, T. 2007. Hautbräuneverhinderung bei 'Maigold'. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 143 (17), 7-10.
- Höhn, E., Naunheim W., Baumgartner D., Schärer H. u. Gasser F. 2007. 'Milwa' – saftig, knackig und gut lagerbar. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 143 (2), 9-12.
- Streif, J. und Kitemann, D. 2007. Damit Äpfel länger topfit bleiben. *Badische Bauern Zeitung*, 43, 19-20.
- Streif, J. und Kitemann, D. 2007. Mit neuer Lagertechnik halten Äpfel länger. *BW-Agrar* 42, 19-20.
- Gabioud, S., Höhn, E., Baumgartner, D., Bühler, A., Naunheim, W., Eppler, T., Gasser, F., Egger, S., Widmer, A., Stadler, W. 2007. Lagerverhalten von 'Rubens@-Civni' in Abhängigkeit von Erntezeitpunkt, Lagerbedingungen und 1-MCP Behandlung. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 143 (13), 9-12.
- Gabioud, S., Höhn, E., Gasser, F., Baumgartner, D., Naunheim, W., Eppler, T., Gersbach, K., Maurer, J. 2007. Kühlagerung plus 1-MCP als Ersatz für CA-Lagerung. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 143 (15), 7-10.
- Streif, J. 2007. Regulation of postharvest fruit ripening by innovative storage technology. *Acta. Hort.* (in press)
- Streif, J. 2007. Internal browning disorders in stored pip fruit. *Acta. Hort.* (in press)
- Streif, J. 2007. Effect of AVG on harvest date, storage and economic return of 'Conference' pears. *Acta. Hort.* (in press).

- Cooper, T., Gargiullo, A., Streif, J. and Retamales, J. 2007. Effects of calcium content and calcium application on softening of 'Hayward' kiwifruit. *Acta Hort.* 753, 297-303.
- Harb, J., Streif, J. and Bangerth, F. 2007. Aroma volatiles of apples as influenced by ripening and storage procedures. *Acta Hort.* (in press).
- Kittermann, D. Rote Farbe ist nicht das einzige Indiz für die Reife. *BW-Agrar* 35, 26.
- Kittermann, D., McCormick, R. and Streif, J. 2007. Influence of 1-MCP application timing on the ripening behaviour of 'Elstar' apples after RA- and CA-Storage. *Acta Hort.* (in press).
- McCormick, R. and Streif, J. 2007. Stem end russet browning of 'Cox's Orange Pippin' and 'Topaz' apples, an undesired side effect from the application of 1-MCP. *Acta Hort.* (in press).
- Neuwald, D.A., Kittermann, D., Brackmann, A. and Streif, J. 2007. Possible prediction of physiological storage disorders in 'Braeburn' apples comparing fruit of different orchards. *Acta Hort.* (in press).
- Neuwald, D.A., McCormick, R.J., Kittermann, D., Streif, J. 2007. The chlorophyll fluorescence behaviour of 'Braeburn' apples under different CO₂ stress treatments at-harvest. *Proceedings of COST924 Novel approaches for the control of postharvest diseases and disorders, Bologna* (in press).
- Saquet, A.A. and Streif, J. 2008. Fermentative metabolism in 'Jonagold' apples under controlled atmosphere storage. *Europ. J.Hort.Sci.* 73, 43-46.
- Xuan, H. and Streif, J. 2007. Effect of 1-MCP on respiration and concentration of ATP/ADP in the fruit tissue of 'Jonagold' apple after storage. *Acta Hort.* (in press).
- Streif, J., 2008. Lagerung von Süßkirschen und Zwetschgen. *Obst und Garten* 7/2008, 250-263.
- Streif, J., R. McCormick und D. Neuwald 2008. Bessere Haltbarkeit und Fruchtqualität durch Fortschritte in der Lagertechnik: CA/ULO pur, DCA pur oder mit MCP? *Besseres Obst* 8/2008, 8-11.

7.4 Gemeinsame Veranstaltungen und Treffen der Projektpartner zur Koordinierung der Projektarbeit

- 24.01.2006: Arbeitstreffen der Projektpartner in Arenenberg mit Informationen zum aktuellen Stand der Arbeiten und Planung für das begonnene Jahr
17.05.2006: Arbeitstreffen in Arenenberg mit Information zum aktuellen Stand und Projektabsprache für die kommende Ernte und Lagersaison
- 22 und 24.08.2006: Lagerseminar in Bavendorf (22.08.) und Wülflingen (24.08.) mit anschließender Besprechung zwischen deutschen und schweizerischen Projektpartnern über Resonanz und weitere Themen-wünsche der Seminarteilnehmer

- 20.11.2006: Arbeitsbesprechung der Projektpartner in Wädenswil
- 13.12.2006: Arbeitsbesprechung der Projektpartner in in Bavendorf zum aktuellen Stand und Planung weiterer Aktivitäten für das Jahr 2007
- 19.02.2007: Arbeitsbesprechung der Projektpartner in Bavendorf
- 20.03.2007: Treffen der Projektpartner mit Firma AgroFresh in Bavendorf
- 26.03.2007: Arbeitsbesprechung der Projektpartner in Arenenberg mit Informationen zum aktuellen Stand der Arbeiten und Planung für das laufende Jahr.
- 03.04.2007: Arbeitsbesprechung der Projektpartner in Güttingen, Schweiz
- 16.04.2007 : Arbeitsbesprechung mit Firma AgroFresh in Wädenswil
- 20.04.2007: Arbeitsbesprechung mit Firma Valent BioSciences
- 15.05.2007: Arbeitstreffen der Projektpartner in Wädenswil, Schweiz zur Planung der internationalen Tagung zur Reiferegulierung und Fruchtqualität in Weingarten, November 2007.
- 20-22.05.07: Besprechung von 1-MCP-DCA-Versuchsanstellern zu bisherigen Ergebnissen und weiterführenden Untersuchungen, Universität Bologna. Bologna
- 21.05.2007: Verkostung von Äpfeln aus unterschiedlichen Lagerverfahren mit Obstbauberatern. KOB, Bavendorf
- 28.06.2007: Projektbesprechung 1-MCP Versuche mit Schweiz. Partner in Oeschberg
- 21.07.2007: Besprechung der Ergebnisse bisheriger Effizienztests und Möglichkeiten zur Vereinfachung und schnellerer Datenübermittlung. Teilnehmer: Vertreter der Firma AgroFresh und des KOB-Bavendorf. Ravensburg-Bavendorf
16. und 17.08.2007: Lagerseminar Bavendorf (16.08.) und Wädenswil (17.08.) mit anschließender Besprechung zwischen deutschen und schweizerischen Projektpartnern über Resonanz und weitere Themenwünsche der Seminarteilnehmer
- 11.-13.11.2007: Internationale Tagung: "Ripening Regulation and Postharvest Fruit Quality" mit anschließender Arbeitsbesprechung .
- 07.11.2007: Besprechung der Projektpartner und zum Verlauf der Ernte und zum Effizienztest nach 1-MCP-Behandlung in der Lagerpraxis. Möglichkeiten zur Neustruktur der Service-Leistungen. Teilnehmer: Vertreter der Firma AgroFresh, und des KOB, Bavendorf.
20. und 21.08.2008: Lagerseminar Wädenswil (20.08.) und Bavendorf (21.08.) mit anschließender Abschlussbesprechung zwischen deutschen und schweizerischen Projektpartnern und Möglichkeiten weiterer Zusammenarbeit .

8. Erfahrungen mit der grenzüberschreitenden Kooperationsstruktur

Durch das Projekt konnte die Zusammenarbeit und der Kontakt mit den schweizerischen Projektpartnern, insbesondere mit der Forschungsanstalt Agroscope Changins - Wädenswil, gefestigt werden. Gemeinsame Projekte, wie das jährlich abgehaltene Lagerseminar auf deutscher sowie schweizerischer Seite oder die Anfang November 2007 von den deutschen und schweizerischen Projektpartnern durchgeführte zweitägige internationale Tagung über Reiferegulierung und Fruchtqualität, erwiesen sich als positive Möglichkeiten zur Ergänzung und zum Austausch gemeinsamer Erfahrungen und Arbeitsschwerpunkte. Auch von der obstbaulichen Praxis war eine positive Resonanz auf die Zusammenarbeit festzustellen, wie die rege Teilnahme an den gemeinsamen Veranstaltungen sowohl in Deutschland, als auch in der Schweiz zeigte.

Die Zusammenarbeit zwischen der Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil und dem Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee eröffnete vor allem auch Synergieeffekte im wissenschaftlichen Bereich durch die Möglichkeit, laufende Arbeiten näher kennen zu lernen, Erfahrungen auszutauschen und künftige gemeinsame Projekte mit verteilten Arbeitsschwerpunkten zu planen. So ist nach Abschluss dieses Projektes bereits eine Kooperation in einem weiteren Interreg-Projekt geplant, ein gegenseitiger Besuch mit der Diskussion laufender Versuche soll jährlich stattfinden und im November 2008 wird ein Mitarbeiter der Arbeitsgruppe des KOB-Bavendorf einen zweiwöchigen Gastaufenthalt am ACW in Wädenswil absolvieren. Auch soll das in den letzten drei Jahren von den Projektpartnern gemeinsam durchgeführte Lagerseminar für die Obstbau- und Lagerpraxis weitergeführt werden. So wurde zum Beispiel bereits im August dieses Jahres erneut ein gemeinsames Lagerseminar zu aktuellen lagertechnischen Themen auf beiden Seiten abgehalten.

Nicht zuletzt erweist sich eine Kooperation zwischen den Projektpartnern auf Grund der ähnlichen obstbaulichen und obstbauwissenschaftlichen Rahmenbedingungen als sehr sinnvoll und gewinnbringend für beide Seiten.