

Report

Neuigkeiten zur Obstlagerung: die Tagung 2019 am Versuchszentrum Laimburg

Fruit storage novelties: the conference 2019 at the Laimburg Research Centre

Novità dalla frigoconservazione frutticola: il convegno 2019 al Centro di Sperimentazione Laimburg

Angelo Zanella¹, Auri Brackmann², Ines Ebner¹, Max Facchini¹, Oswald Rossi¹, Marc Sellwig³, Stefan Stürz¹, Martin Thalheimer¹

¹ Versuchszentrum Laimburg

² Universidade Federal de Santa Maria - Brasilien

³ Kompetenzzentrum Obstbau-Bodensee

CITE ARTICLE AS

Zanella Angelo, Brackmann Auri, Ebner Ines et.al. (2019). Fruit storage novelties: the conference 2019 at the Laimburg Research Centre. Laimburg Journal 01/2019

CORRESPONDING AUTHOR

Angelo Zanella
Laimburg 6, Pfatten, I-39040 Auer (BZ),
Italien
angelo.zanella@laimburg.it
+390471969691

KEYWORDS

Apple, Malus x domestica, storage, postharvest biology, postharvest technology, postharvest quality, ripening, optimum harvest window

EINLEITUNG

Kurz vor Beginn der Ernte- und damit auch zum Auftakt der Lagerungssaison fand am Freitag, den 2. August 2019 die Lagerungstagung am Versuchszentrum Laimburg statt. Ziel der alljährlich stattfindenden Tagung ist es, Fachpersonen des Bereichs Obstlagerung und Obstqualität, aber auch der interessierten Öffentlichkeit Einblick in laufende Versuche zu bieten, aktuelle Forschungsergebnisse der von Angelo Zanella geleiteten Arbeitsgruppe „Lagerung und Nacherntebiologie“ vorzustellen, aber auch über neue Entwicklungen des Sektors zu informieren (Abb. 1).

Das breit gefächerte Programm der Tagung reichte von der Energieeinsparung bei der Lagerung über Erfahrungen mit neuen Lagerungstechnologien und Erkenntnissen zum Lagerverhalten neuer Sorten bis hin zum Einfluss der Witterung auf die Obstqualität.

AKTUELLES ZUR ENERGIEEINSPARUNG IN DER LAGERUNG

Marc Sellwig (Kompetenzzentrum Obstbau-Bodensee) deckte die verschiedenen technischen Aspekte zur Energieeinsparung in der Obstlagerung ab, was Thema seiner Promotion an der Universität Hohenheim war. Oberstes Ziel bleibt, die Fruchtqualität bestmöglich über die Lagerperiode zu erhalten. Steigende rechtliche Anforderungen an die technischen Komponenten der Kühl- und Lüftungstechnik und wirtschaftliche Gesichtspunkte, wie stetig steigende Stromkosten, erfordern den Einsatz hocheffizienter Technik und

lagerstrategischer Maßnahmen zur Energieeinsparung. Außerdem ist zum effizienten Einsatz der Lagertechnik die Raumgestaltung wichtig, was Raummaße, Stapelplan sowie die Position des Luftkühlers und dessen Ventilatoren betrifft. Eine weitere Stellschraube ist eine an die Fruchtphysiologie angepasste Regelung der Kälteanlage.

Die Anforderungen an die Lüftung bei der Einlagerung (Abkühlphase) und während der Lagerphase unterscheiden sich stark durch



Abb. 1: Aufmerksam verfolgten zahlreiche Tagungsteilnehmer die Informationen über die neuesten Entwicklungen in der Apfellagerung. // Many participants followed with interest the latest news on apple storage techniques. // Numerosi partecipanti alla conferenza hanno seguito con attenzione le ultime novità nella conservazione delle mele.

die eingebrachte Feldwärme der frisch geernteten Früchte. Grundsätzlich sollte diese Wärme den Früchten zeitnah entzogen werden, damit der Reife- und Abbauprozess verlangsamt wird. Im Gegensatz zu Kälteanlagen mit Direktverdampfern als Luftkühler haben die indirekten oder Zwei-Kreislauf-Kälteanlagen den Vorteil einer sehr geringen Kondensation. Außerdem lässt sich mit ihnen viel GWP- (engl. global warming potential) relevantes Kältemittel einsparen. Dazu ist eine in der Praxis übliche Luftumwälzungsrate des 40- bis 50-fachen Leerraumvolumens je Stunde gängig. Die Luftgeschwindigkeiten am Produkt sollten für Obst und Gemüse bei 0.01 bis 0.2 m/s liegen. Je nach Zeit, Produkt und Sorte sind die Anforderungen an die Kälte- und Lüftungsleistung sehr unterschiedlich. Die Anlage muss aber nach der maximal anfallenden Kältelast in der Abkühlphase ausgelegt werden. Dies führt dazu, dass die Anlagen während der Lagerphase überdimensioniert sind, da die Früchte dann nur noch einen geringen Kühlbedarf haben.

Diese Überdimensionierung der Luftkühler hat zur Folge, dass der größte Wärmeeintrag in der Lagerphase oftmals durch die Abwärme beim Betrieb der Ventilatoren verursacht wird. Eine nicht fachgerechte Lagerführung mit bedarfsunabhängiger Zwangsbelüftung und Dauerventilation verstärkt dies noch. Gleiches gilt für die Regelung des Luftkühlers, wenn dieser nur von einer Lufttemperaturmessstelle gesteuert wird. Dabei bleibt die Temperatur an der Frucht ebenso außen vor wie die Verteilung im Raum. Die durch eine nicht fachgerechte Klimaregelung verursachten höheren Energiekosten als notwendiges Übel abzutun, ist ein Trugschluss. Denn eine lange Ventilationszeit erfordert häufigere Kühltakte und führt somit unweigerlich auch zu Produktverlusten durch Transpiration und Kondensation. Letztere begünstigt zudem das Pilzwachstum.

Somit verursachen die Ventilatoren beziehungsweise die Motoren der Lüfter während der Lagerphase den größten Wärmeeintrag. Durch den Einsatz effizienter Motoren mit hohem Wirkungsgrad zwischen Leistungsaufnahme und erzeugtem Luftvolumen ist daher ein enorm hohes Einsparpotenzial gegeben. Wichtig ist dabei ein hoher Wirkungsgrad im Teillastbereich, da die Ventilatoren während der Lagerphase mit reduzierter Leistung betrieben werden.

Dies kann über verschiedene Wege erfolgen. Die einfachste Variante ist das zeitweise Abklemmen einzelner Ventilatoren. Das hat jedoch aus strömungstechnischer Sicht große Nachteile. Es ist daher besser eine Leistungsregelung vorzunehmen. Bei vorhandenen Luftkühlern mit installierten Ventilatoren kann ein Frequenzumrichter vorgeschaltet oder eine Phasenschnittregelung angeschlossen werden. In bestehenden Obstlagern kann durch Einsatz von Frequenzumrichtern ein hohes Einsparpotenzial von rund 40% des Energieverbrauchs der Lüfter erreicht werden ohne Einfluss auf die Fruchtqualität. Durch den geringeren Wärmeeintrag war in Versuchen gleichzeitig die Kühlleistung um 10-15% geringer.

Betrachtet man nun die Luftführung, ist die Raumgeometrie, insbesondere der Stapelplan, und Luftkühler entscheidend für eine homogene Luftgeschwindigkeitsverteilung im Raum, da die Luftvolumenleistung der Ventilatoren von den Druckunterschieden direkt abhängt. Eine zu geringe Luftströmung führt zu einer inhomogenen Temperaturverteilung, was erhöhten Atmungsverlust und Verderb der Früchte zur Folge haben kann. Die Verteilung des bei der CA-Lagerung veränderten Luftgemisches (Stickstoff, Sauerstoff und Kohlendioxid) erfolgt durch Diffusion und nicht durch eine erzwungene Luftströmung, wie im Falle der Temperatur und Luftfeuchte.

Einen großen Einfluss auf die Luftführung im Lager hat der Stapelplan. Die Luftbewegung in einer Großkiste wird nicht durch ein Durchströmen des von den Ventilatoren erzeugten Luftstroms hervorgerufen. Vielmehr erzeugt jene die Kisten umströmende Luft ein Druckgefälle zwischen dem Kisteninneren und dem Freiraum in Form von vertikalen und horizontalen Spalten zwischen den Kisten. Dabei sollten alle Abstände zwischen den Reihen sowie zur Wand hin gleich sein. Ansonsten verläuft die Luftströmung nur in den größeren Spalten zwischen Wand und Stapelreihe. Dabei sind Abstände von 7 oder besser 10 cm einzuhalten. Das unterstützt die Ausbildung einer Luftwalze. Bei Stapelung im Block war die Luftströmung in den unteren Kisten geringer und die Abkühlung im gesamten Raum benötigte etwa 15% mehr Zeit. Je höher der Raum ist, desto größer sollten die Abstände zwischen Luftkühler und Wand beziehungsweise zwischen Stapel und Wand sein. Dies gilt insbesondere auch für die dem Luftkühler gegenüberliegende Seite.

Hat man verstanden, wie sich die Luftströmung im Lagerraum in Abhängigkeit von Raumgeometrie, Stapelabständen und Luftkühlern verhält, kann damit während der Lagerphase die Ventilatorleistung angepasst werden. Die untere Grenze der Ventilatorleistung ist dabei durch einen Abbruch der „Luftwalze“ im Raum vorgegeben. Statt einer Vielzahl an Messungen der Luftgeschwindigkeit kann dies in der Praxis anhand der Fruchttemperatur ermittelt werden, denn eine zu geringe Wärmeabfuhr in Teilen des Raumes ist mit einer ungenügenden Luftströmung gleichzusetzen. Die geeignetste Methode zur Feststellung des Ventilationsbedarfs ist die Fruchttemperatur. Folglich kann die Lüfterleistung reduziert werden bis die Temperaturverteilung im Lagerraum inhomogen wird. Grundsätzlich braucht es für einen schnellen Wärmeentzug zwei Dinge: Eine ausreichende Kälteleistung der Kälteanlage und eine homogene Luftströmung, damit das Kältemittel, das durch den Luftkühler (Verdampfer) fließt, ausreichend viel Wärme entzieht (Abb. 2).

GEZIELTE FÖRDERUNG DER GELBEN FARBE BEI GOLDEN DELICIOUS IM LAGER

Die Sorte *Golden Delicious* zählt in Südtirol seit Jahrzehnten zu den Hauptapfelsorten. Charakteristisch für diese Sorte ist unter anderem die goldgelbe Färbung, eventuell abgerundet durch eine rote



Abb. 2: Kühlzellen für Lagerungsversuche in kontrollierter Atmosphäre (ULO). // Cold storage cells for trials with controlled atmosphere (ULO). // Celle frigorifere per esperimenti di conservazione in atmosfera controllata (ULO).

Backe. In den letzten Jahren wurde die Produktion aber immer mehr und mehr Richtung grüner Früchte verschoben, da Absatzmärkte für diese Fruchtqualität vorhanden waren. Neuerdings ist aber am Markt die Nachfrage nach gelben *Golden Delicious* wiederum gestiegen, denn aktuell können weniger Märkte beliefert werden, die säuerliche, grüne Früchte bevorzugen wie z.B. Russland. Diese Marktgegebenheiten führen zu einem Ungleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage, das es auszubalancieren gilt. Dazu werden am Versuchszentrum Laimburg zwei verschiedene Schienen verfolgt, nämlich entweder die Förderung der gelben Farbe bereits im Feld oder aber später, gezielt im Kühllager. Stefan Stürz von der Arbeitsgruppe Lagerung und Nacherntebiologie fokussierte sich in seinem Referat auf die verschiedenen Möglichkeiten zur Farbförderung nach der Ernte.

Die Versuchstätigkeit zielte darauf ab, durch kontrollierte Erhöhung der Lagerungstemperatur und, im Verhältnis dazu, des Sauerstoffgehaltes, gegen Ende der Lagerung in kontrollierter Atmosphäre (CA) die gelbe Farbe der Früchte zu fördern ohne eine ansprechende innere Fruchtqualität zu beeinträchtigen. Wieviel mehr Sauerstoff die erwärmten Äpfel in CA bedurften, wurde mittels des Einsatzes der Chlorophyll-Fluoreszenzsensoren ermittelt, welche sich bereits zur Steuerung der Lagerung in dynamisch kontrollierter Atmosphäre bewährt haben. Die ersten Ergebnisse sind vielversprechend, ist es nämlich gelungen, im Vergleich zu konventioneller CA-Lagerung mit sehr niedrigem Sauerstoffgehalt (ULO) oder zu dynamisch kontrollierter Atmosphäre (DCA-CF), gezielt die gelbe Farbe der Früchte zu fördern, ohne relevante Auswirkungen auf die messbaren inneren chemisch-physikalischen Qualitätsparameter. Um die Praxisrelevanz der applizierten Maßnahmen überprüfen zu können, wurden Qualitäts-Fachleute aus dem Vinschgau an die Laimburg eingeladen und mit der Aufgabe betraut, die gelbe Farbe der Früchte mit dem Auge zu bewerten und drei Varianten mit der optimalen Gelbfärbung auszuwählen. Daraufhin wurde eine Rangliste erstellt. Das Feedback der Experten war positiv, denn die erzielte Farbe war laut ihrer Einschätzung den Qualitätsanforderungen entsprechend. Der Abgleich mit dem von den Forschern verwendeten Farbmessgerät hat ergeben, dass die Experten eher die gelben Früchte, „erzeugt“ durch die gesteuerte Temperaturerhöhung von 17 bzw. 24 Tagen vor der Auslagerung, bevorzugt haben. Laut den Experten ist jedoch jene am Baum entwickelte Färbung intensiver. Anschließend wurden die drei von den Experten aufgrund der Gelbfärbung bevorzugten Variantemittels eines „Dreieckstestes“ verkostet. Hierbei ist es den Verkostern nicht gelungen mit 95% Zuverlässigkeit ($\alpha=0.05$) die ausgewählten Verkostungsmuster zu unterscheiden, obwohl bei einer von den Experten ausgewählten Variante neben der 17-tägigen Temperatur- und Sauerstoffhöhung sogar zusätzlich noch der Reifehemmer 1-MCP (*SmartFresh™*) zum Einsatz kam. Somit konnte insgesamt kein deutlicher Unterschied zwischen den Varianten herausgefunden werden. Somit hat die angewandte Methode zur Förderung der gelben Färbung während der Lagerung keine sensorisch wahrnehmbaren Unterschiede auf die innere Qualität der Äpfel gehabt. Diese ersten Versuche zeigen die Möglichkeit auf, durch Temperaturerhöhung und entsprechender Erhöhung des Sauerstoffgehaltes der kontrollierten Atmosphäre, die gelbe Farbe der Früchte fördern und gleichzeitig eine ansprechende Qualität erhalten zu können. Die Umsetzung aus dem Versuchsmaßstab in handfeste „Rezepturen“ muss gemeinsam mit der Praxis erarbeitet werden.

APFELLAGERUNG BEI EXTREM NIEDRIGEM SAUERSTOFF - EINE WEITERENTWICKLUNG DER DCA-LAGERUNG

Die DCA-Lagerung wurde um das Jahr 2000 eingeführt. Bei dieser Lagerungstechnik wird der Sauerstoff auf etwa 0.5% reduziert. Zurzeit beginnt die nächste Phase der Weiterentwicklung der CA-Lagerung. Es handelt sich um die DCA-Lagerung mit extrem niedrigem Sauerstoff (ELO=Extreme Low Oxygen). Versuche in Belgien, Brasilien, Niederlande und Schweiz zeigen, dass diese Lagerungstechnik mit einem Sauerstoffgehalt zwischen 0.1 und 0.4% möglich ist, und dass diese Technik gegenüber der früheren DCA-Methode weitere Vorteile bringt.

Auri Brackmann von der Universidade Federal de Santa Maria (Brasilien) berichtete in seinen Ausführungen darüber, dass in Brasilien schon seit mehr als 10 Jahren versucht wird, eine neue DCA-Methode zu entwickeln. Diese ermöglicht es, den Stress der Äpfel unter sehr niedrigem O₂-Gehalt zu bestimmen, um somit eine zu hohe anaerobe Atmung zu vermeiden. Allerdings hat sich gezeigt, dass eine anaerobe Atmung mit nur geringer Ethanolbildung zu einer Qualitätserhaltung der Früchte führen kann. So zeigen seine Versuche, dass 500 ppm Ethanol in der CA-Lageratmosphäre die Ethylenbildung und den Abbau der Fruchtfleischfestigkeit stark vermindert. Daraus entstand die Idee, die Äpfel selbst ein wenig Ethanol produzieren zu lassen. Jedoch muss, um den Stress der Äpfel in Grenzen zu halten, die anaerobe Respiration der Früchte im Lager kontinuierlich bestimmt werden. Dafür sind in der Lagerpraxis schon einige Verfahren bekannt, beispielsweise die Messung der Chlorophyllfluoreszenz und die Ethanolbildung in der Lageratmosphäre oder im Fruchtfleisch. Um den O₂-Stress in den Früchten noch besser bestimmen zu können, wurde die RQ-Messung eingeführt. Der RQ (Respirationsquotient) ist die Beziehung zwischen der CO₂-Abgabe und der O₂-Aufnahme der Früchte in einer bestimmten Zeit (5-12 Stunden). Normalerweise liegt der RQ im CA-Lager bei einem O₂-Gehalt über 0.6% zwischen 0.9% und 1.1%. Für eine verbesserte Qualitätserhaltung sollte nach seinen Ergebnissen der RQ zwischen 1.2 und 1.3 liegen. Nur ein RQ-Wert über 2.0 kann bei einigen Apfelsorten zu einem Ethanolgeschmack bei der Auslagerung führen. Nach seiner Methode wird der RQ alle drei Tage gemessen. Wenn der Wert über 1.3 liegt, wird der O₂-Gehalt im Lager etwas erhöht. Wenn der RQ unter 1.3 liegt wird der O₂-Gehalt etwas reduziert. Die RQ-Messung im Lager beginnt mit einer O₂-Anfangskonzentration von 0.7%. Dieser Gehalt geht in einem Monat auf einen O₂-Gehalt von 0.3% bei der Apfelsorte *Gala* und *Elstar* und nach drei Monaten auf etwa 0.1% zurück. Bei andere Apfelsorten (*Golden Delicious*, *Red Delicious*, *Pink Lady*, *Granny Smith*, *Fuji*, *Kanzi*) dauert es zwei Monate länger, bis man auf einen O₂-Gehalt von etwa 0.2% kommt. Bei der Apfelsorte *Braeburn* ist es nicht möglich unter einen O₂-Gehalt von 0.4% zu gelangen.

Bei der Verfolgung der Ethanolbildung erkennt man, dass sich die Äpfel langsam an den niedrigen O₂-Gehalt anpassen, wobei die Früchte weniger atmen und weniger Ethylen und Ethanol bilden. Außerdem zeigen diese Äpfel während der Nachlagerung nach einer Langzeitlagerung auch eine Verzögerung der Ethylenbildung bei Raumtemperatur, so ähnlich wie bei einer 1-MCP-Behandlung. Wie schon erwähnt, hemmt eine niedrige Ethanolbildung die Reifung der Früchte, außerdem stimuliert sie die Bildung der wichtigsten Aromastoffe der betreffenden Apfelsorte, ohne dass ein Ethanol-

geschmack entsteht. Während der Nachlagerperiode wird das vorhandene Ethanol in Aromastoffe umgewandelt. Da die Lagerung unter sehr niedrigem O₂-Gehalt den Stoffwechsel der Früchte stark hemmt, ist es möglich die Lagertemperatur um etwa 2 °C zu erhöhen, was das Auftreten von Kälteschäden bei einigen Apfelsorten vermindert. Anhand der Temperaturerhöhung bei der Kühlung können bis zu 30% Strom eingespart werden. Des Weiteren kann durch den extrem niedrigen O₂-Gehalt der 1-MCP Einsatz im Öko-Anbau ersetzt werden. Der extrem niedrige O₂-Gehalt erhält eine höhere Fruchtfleischfestigkeit und reduziert Schalen- und Fruchtfleischbräune, sowie einige Fäulen.

In Brasilien wurden schon über mehrere Jahre zahlreiche Praxisversuche mit extrem niedrigem O₂ in DCA-Lagerräumen mit einem Fassungsvermögen von bis zu 500 t durchgeführt. Zurzeit werden die neuen DCA Methoden in Lagerversuchen in Deutschland und in Italien getestet und an die automatische Steuerung der DCA-Lagerräume angepasst.

NACHERNTEERFAHRUNGEN MIT FYSIUM®, EINEM NEUEN 1-MCP PRODUKT

Im Jahr 2018 wurden in den Südtiroler Obstgenossenschaften erstmals einige Apfelsorten mit einem neuen 1-MCP Produkt behandelt, nachdem das Patent der Firma AgroFresh für diesen Antagonisten des Reifehormons Ethylen und somit das alleinige Verkaufsrecht des Wirkstoffes, aber nicht des Produktes *SmartFresh™*, abgelaufen ist. Der Handelsname des neuen Produktes ist *Fysium®*, es wird von der



Abb. 3: Anwendung von 1-MCP mit dem Handelsprodukt *Fysium®*. // Use of 1-MCP with the commercial product *Fysium®*. // Applicazione di 1-MCP con il prodotto commerciale *Fysium®*.

belgischen Firma Janssen Pharmaceutica hergestellt und in Italien von der Firma Retarder vertreten. *Fysium®* unterscheidet sich von *SmartFresh™* sowohl in der Konzentration des Wirkstoffes als auch in der Anwendung auf die geernteten Äpfel.

Die 1-MCP Konzentration von *Fysium®* beträgt 0.65 ppm, während *SmartFresh™* eine Konzentration von 1.00 ppm 1-MCP aufweist. Das 1-MCP wird bei *Fysium®* vor Ort erzeugt, mittels einer chemischen Reaktion von drei verschiedenen Komponenten, die in einem strombetriebenen Generator miteinander reagieren. Der Generator, der sich außerhalb der Zelle befindet, bleibt ca. 2.5 Stunden lang durch einen Luftschlauch an die Zelle angeschlossen. Anschließend werden 24 Stunden lang die Ventilatoren laufen gelassen, um die bestmögliche Verteilung des 1-MCP in der Zelle zu gewährleisten. Nach der Behandlung wird die Zelle wieder geöffnet und gelüftet (Abb.3).

Max Facchini, ein Diplomand der Freien Universität Bozen an der Arbeitsgruppe Lagerung und Nacherntebiologie des Versuchszentrums Laimburg, berichtete über einen Versuch, bei dem am Versuchszentrum und in einigen Obstgenossenschaften Äpfel gelagert wurden, welche zum Teil mit *Fysium®* und zum Teil mit *SmartFresh™* behandelt wurden. Die Wirksamkeit der beiden Produkte wurde an drei Schalenbräune anfälligen Apfelsorten getestet. Es handelte sich um die Sorten *Granny Smith*, *Red Delicious* und *Cripps Pink/Pink Lady®*. Die Ergebnisse zeigten deutlich, dass beide Handelsprodukte die Fruchtfleischfestigkeit der Äpfel sowohl nach über 6 Monaten ULO-Lagerung mit anschließender 14-tägiger Nachreife bei 20 °C (Shelf-Life) als auch direkt nach einfacher Kühlung positiv beeinflusst haben. Ebenso konnte die Schalenbräune-Entwicklung mit beiden Mitteln gehemmt werden, vor allem bei der Sorte *Granny Smith*. Bei *Red Delicious* waren trotz Behandlung mit *SmartFresh™* bzw. *Fysium®* nach 6 Monaten Lagerung und 14 Tagen Shelf-Life einige schalenbraune Äpfel vorhanden (unter 10%), verglichen mit den unbehandelten Äpfeln (bis zu 50%) jedoch in geringem Ausmaß. Auch der Säuregehalt konnte bei *Granny Smith* durch die Behandlung besser erhalten werden als die Kontrolle in ULO. Worauf beide Mittel nur sehr geringen, bzw. keinen Einfluss hatten, war die Fäulnisentwicklung der Äpfel im Lager.

Bei der Erhaltung der Fruchtfleischfestigkeit, des Säuregehaltes, der Hemmung der Schalenbräune und der inneren Schäden wurden mit beiden Mitteln relativ gute Ergebnisse erzielt: Zwischen den beiden Handelsprodukten von 1-MCP war kaum ein Wirkungsunterschied erkennbar, trotz der unterschiedlichen Formulierung und Anwendungsweise.

UPDATE ZUR APP FÜR DIE BESTIMMUNG VON LAGERSCHÄDEN „FRUDISTOR“

Physiologische Schäden und parasitäre Erkrankungen verursachen während der Lagerung teilweise massive Verluste. Das macht es unbedingt notwendig diese Schäden korrekt zu identifizieren, deren Ursachen zu verstehen und geeignete Gegenmaßnahmen ergreifen zu können. Lagerschäden beim Apfel mit dem Smartphone bestimmen und dadurch vermeiden – das ist mit der App *FrudiStor* möglich, jetzt außer auf Deutsch auch in den Sprachversionen Italienisch, Englisch und Niederländisch. Diese betriebssystemunabhängige Web-Applikation konnte dank des dreijährigen Projekts „Entwicklung eines Software-gestützten Bestimmungssystems zur Reduzierung von Lagerschäden im Obstbau“ entwickelt werden. An dem aus Mitteln des Interreg-V-Programms „Alpenrhein, Bodensee,



Abb. 4: Die App *Frudistor* liefert Informationen zu mehr als 40 Lagerschäden. // *The Frudistor app provides information on more than 40 storage disorders.* // *L'app Frudistor fornisce informazioni su più di 40 danni da conservazione.*

Hochrhein“ finanzierten Projekt waren das Versuchszentrum Laimburg, das Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee, die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, die Obstbauversuchsanstalt Jork, die Forschungsanstalt Agroscope Wädenswil, die Marktgemeinschaft Bodenseeobst, die Württembergische Obstgenossenschaft und die Internetagentur Bodensee beteiligt. Die kostenlose Web-Applikation (<http://www.frudistor.de/>) auf Deutsch wurde bei der internationalen Messe INTERPOMA 2018 in Bozen vorgestellt, nun steht sie auch in den Sprachversionen Italienisch, Englisch und Niederländisch zur Verfügung.

Der Schwerpunkt der App liegt auf den physiologisch bedingten Schäden, da diese sortenspezifisch zu hohen Ausfällen im Lager oder Reklamationen durch den Lebensmitteleinzelhandel führen können. Parasitär bedingte, also durch Pilzsporen verursachte Fäulnis oder andere Schäden, wie Druckstellen oder Sonnenbrand, werden aus Gründen der Abgrenzung und Vermeidung von Verwechslungen ebenfalls aufgeführt. Insgesamt beinhaltet die App Informationen zu mehr als 40 Lagerschäden am Apfel. Mittels Filterfunktionen kann diese Liste an potentiellen Schäden eingegrenzt werden. Über Fotos, Symptombeschreibungen, physiologische Hintergründe, Ursachen und Vermeidungsstrategien, sowie anfällige Sorten und Verwechslungsgefahren wird dann genauer über den Schaden informiert (Abb. 4). Zielgruppe sind Obstproduzenten, Lagerhalter, Qualitätsmanager, Berater, Studenten und alle interessierten Personen, die sich mit der Vermeidung von Lagerschäden auseinandersetzen wollen, aber auch Konsumenten. Eine Aktualisierung und Erweiterung der App mit den Ergebnissen der Forschung von den fünf beteiligten Versuchszentren soll laufend stattfinden.

WEGE ZUR LANGFRISTIGEN LAGERUNG DER NEUEN APFELSORTE *SCILATE/ENVY*®: EINE ZWISCHENBILANZ

Angelo Zanella, Leiter der Arbeitsgruppe Lagerung und Nacherntbiologie am Versuchszentrum Laimburg, berichtete über die neue Apfelsorte *Scilate/Envy*®, welche in Südtirol für die Hügellagen eingeführt wurde. Die Arbeitsgruppe beschäftigt sich seit dem Jahr 2010 mit der Bestimmung des idealen Erntefensters zur langfristigen Lagerung dieser Sorte und den besonderen Ansprüchen während der Lagerung. Dabei wurden die verschiedenen verfügbaren Herkünfte in mehreren Höhenlagen, zu unterschiedlichen Zeitpunkten geerntet. Da diese Sorte einige Anfälligkeiten für physiologische Störungen und andere Ausfälle zeigte, wird intensiv nach

geeigneten Verfahren und Behandlungen zur Verbesserung der Lagerfähigkeit gesucht. Weiters versucht man durch den Austausch des Wissens mit Fachleuten aus Neuseeland, insbesondere mit Jason Johnston (Plant and Food Research - Postharvest Fresh Foods), die bestmöglichen Nachernte-Bedingungen zu definieren.

Zusammenfassend musste man feststellen, dass die Langzeitlagerung von *Scilate/Envy*® momentan noch schwierig ist. Einerseits entwickelte die Sorte während der Lagerung innere Schäden, wie Kernhausbräune und vor allem Fleischbräune (Abb. 5), andererseits gab es Ausfälle durch Lentizellen-Zusammenbrüche, Schrumpfen und Fäulnisse. Während in Neuseeland die inneren Schäden jenen der Sorte *Braeburn* ähneln (BBD - Braeburn Browning Disease), wurden in Südtirol viel mehr Symptome einer diffusen Verbräunung (Diffuse Internal Browning) festgestellt. Nur bei Junganlagen wurde auch BBD festgestellt.

Alle aufgezählten inneren und äußeren Schäden nehmen mit längerer Lagerdauer stark zu. Einfluss auf die Ausfälle haben auch die Erntetermine, bzw. das Reifestadium zur Ernte. Durch die hohen Ansprüche der Vermarktung auf die äußere Qualität der Früchte kann der Erntetermin allerdings nicht beliebig früh gewählt werden.

Die verschiedensten Bedingungen, welche bei den Lagerversuchen getestet wurden haben gezeigt, dass die Sorte einige Eigenheiten aufweist. Die bisher empfohlene Lagerung im Kühllager ohne kontrollierte Atmosphäre hat sich bis zu einer Lagerdauer von 4 Monaten bewährt. Bei einer Lagerdauer über 4 Monaten (aber nicht über 6 Monaten) wird eine Behandlung mit dem Reifehemmer 1-MCP empfohlen. Es muss beachtet werden, dass 1-MCP bei sehr reifen Früchten eventuell weniger gut wirkt. Bisher wird eine Standard-Lagerung unter ULO-Bedingungen nicht empfohlen, wengleich die Versuche in Kombination mit einer stufigen Kühlung interessante Ergebnisse erbrachten. Keinesfalls darf eine Lagerung in kontrollierter Atmosphäre zusammen mit einer Behandlung mit 1-MCP durchgeführt werden. In diesen Fällen wurde bisher stets ein starker Anstieg der inneren Schäden festgestellt. Lagerung bei sehr niedrigem O₂-Gehalt, in dynamisch kontrollierter Atmosphäre mit Hilfe von Fluoreszenz-Sensoren (DCA-CF), erbrachte versuchsweise - auch bei langfristiger Lagerung - bisher die besten Ergebnisse. Diesbezüglich, sowie für ULO-Bedingungen, sind die Ergebnisse allerdings noch nicht abgesichert genug um, eine allgemeingültige Empfehlung auszusprechen.

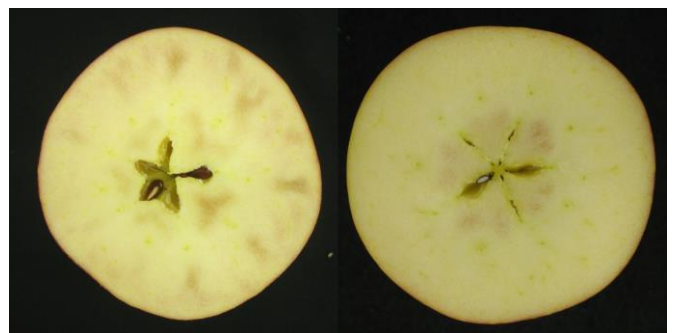


Abb. 5: Innere Verbräunungen bei der Sorte *Scilate* // *Internal browning on Scilate apple variety* // *Imbrunimento interno della varietà Scilate.*



Abb. 6: Frühe Hagelschäden 2019 bereits während der Frostzeit. // *Early hail damage in 2019 during the frost season.* // *Danni precoci causati dalla grandine nel 2019 già durante la stagione delle gelate.*

DIE WITTERUNG 2019

Da die Qualität der Äpfel und damit auch der Erfolg der Lagerung maßgeblich von der Witterung beeinflusst wird, werden an der Wetterstation am Versuchszentrum Laimburg bereits seit Jahrzehnten meteorologische Daten aufgezeichnet und ausgewertet. Über die Besonderheiten der Saison berichtete vor Erntebeginn Martin Thalheimer, Leiter der Arbeitsgruppe Boden, Wasser und Düngung.

Für den Saisonbeginn 2019 boten die relativ milden Temperaturen, sowie die zum Teil recht ergiebigen Niederschläge der Herbst- und Wintermonate des Vorjahres günstige Voraussetzungen, sodass keine Austriebschäden verzeichnet werden mussten.

Nach einem durchschnittlich verlaufenen Frühjahr in den Monaten März und April folgte ein recht kühler und regnerischer Mai. Aufgrund der ergiebigen Niederschläge der Monate Februar, April und Mai sowie als Folge der Schneeschmelze stieg der Grundwasserspiegel deutlich an. Die Summe der Jahresniederschläge 2019 lag Ende Juli leicht über dem Durchschnitt. Aufgrund der guten Bodenfeuchte konnte an grundwassernahen Standorten in der Talsohle gänzlich auf eine zusätzliche Bewässerung verzichtet werden, während diese in Hügellagen öfters notwendig war.

Die Vollblüte der Referenzsorte *Golden Delicious* wurde 2019 am Standort Laimburg am 11. April registriert und lag damit trotz des milden Herbstes und Winters dennoch im langjährigen Trend. Eine Besonderheit des Frühjahres waren sehr frühe Hagelschäden bereits Ende April (Abb. 6), also noch während der Frostzeit. Diesbezüglich standen viele Obstbauern vor dem Dilemma der Entscheidung bezüglich der Schutzmaßnahmen, da eine effektive Frostberegnung nur bei Hagelnetzen in Winterstellung funktioniert, wodurch jedoch Schäden durch eventuelle Hagelschläge in Kauf genommen werden mussten.

Die extreme Hitzewelle der letzten Junitage mit Höchstwerten von bis zu 38.5 °C hatte beträchtliche Sonnenbrandschäden zur Folge, welche zusätzliche Qualitätseinbußen mit sich brachten. Bezüglich der Fruchtentwicklung wurden von Anfang an deutlich geringere Fruchtgrößen beobachtet. Diese gehemmte Fruchtentwicklung ist wahrscheinlich auf die unterdurchschnittlich kühlen Temperaturen von Ende April bis Ende Mai (und somit während der Zellteilungsphase) zurückzuführen.



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung-Nicht kommerziell 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).
 Quest'opera è distribuita con [Licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale 4.0 Internazionale](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).
 This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Für alle Abbildungen und Tabellen ohne Nennung des Urhebers gilt: © Versuchszentrum Laimburg.
 Per tutte le immagini e tabelle senza menzione dell'artefice vale: © Centro di Sperimentazione Laimburg.
 For all figures and tables without mention of the originator applies: © Laimburg Research Centre.