

Leistungsprüfung verschiedener Apfelsorten bei biologischer und integrierter Produktion unter Berücksichtigung unterschiedlicher Baumstreifenpflege Teil 3: Innere Fruchtqualität und Lagerverhalten

LOTHAR WURM, ANGELA HARMER, PETER DARNHOFER und MARTINA LIPPITZ

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74
E-mail: Lothar.Wurm@hblawo.bmlfuw.gv.at

In einem siebenjährigen Anbauversuch wurde in Klosterneuburg (Niederösterreich) die Leistungsfähigkeit von zehn schorffresistenten und schorfanfälligen Sorten unter Bedingungen der biologischen beziehungsweise integrierten Anbauweise getestet. 2002, 2003 und 2004 wurden Fruchtanalysen und Lagerversuche an biologisch und integriert produzierten Früchten aus immer der gleichen Baumstreifenpflegevariante durchgeführt. Die Fruchtfleischfestigkeit schwankte in Abhängigkeit von Sorte und Jahr, der Gehalt an gelöster Trockensubstanz und an Fruchtsäuren in Abhängigkeit von Sorte, Jahr und Behangsdichte. Ein direkter Einfluss der Pflanzenschutzbehandlungsstrategien auf diese Parameter war nicht gegeben. In Lagerversuchen erwiesen sich biologisch produzierte Früchte der Sorten 'Pinova' und 'Topaz' als sehr anfällig gegenüber Gloeosporiumfäule. Durch mehrmalige Sommerbehandlungen mit Schwefel und Kupfer (3kg bzw. 0,2 kg pro ha), CA-Lagerung und Heißwasserbehandlung konnte eine Befallsreduktion erreicht werden.

Schlagwörter: Apfel, Biologische Produktion, Integrierte Produktion, Fruchtqualität, Lagerung

Efficiency test of different apple varieties under organic and integrated production conditions with respect to various tree row management methods. Part 3: Inner fruit quality and storage behaviour. In a seven-year cultivation experiment in Klosterneuburg (Lower Austria) the efficiency of ten scab resistant and scab susceptible apple varieties was tested under conditions of organic and integrated production. In the years 2002, 2003 and 2004 fruit analyses and storage experiments were carried out with apples produced under organic and integrated conditions with the same tree row management methods. Fruit compactness varied depending on variety and year, contents of soluble dry substance and fruit acids depending on variety, year and fruiting density. A direct impact of plant protection strategies on these parameters was not found. In storage experiments organically produced apples of the varieties 'Pinova' and 'Topaz' proved to be very susceptible towards Gloeosporium. Repeated treatments with sulphur and copper (3 kg and 0.2 kg per ha, resp.), CA storage and hot water treatment resulted in a reduction of Gloeosporium infection.

Key words: apple, organic production, integrated production, fruit quality, storage

Contrôle du rendement de différentes variétés de pommes dans le cas des méthodes de production biologique et intégrée en tenant compte de l'entretien de l'interligne. 3ème partie : qualité intérieure des fruits et comportement au stockage. Dans le cadre d'un essai de culture de sept ans, la capacité de rendement de dix variétés résistantes et prédisposées à la tavelure a été testée à Klosterneuburg (Basse-Autriche) dans des conditions de production biologique et/ou intégrée. En 2002, 2003 et en 2004, on a effectué des analyses des fruits et des essais de stockage avec des fruits produits selon les méthodes biologique et intégrée, la variante de l'entretien de l'interligne étant toujours la même. La fermeté de la pulpe variait en fonction de la variété et de l'année, la teneur en matière sèche dissoute et en acides des fruits variait en fonction de la variété, de l'année et de la densité des fruits. Il n'a pas été trouvé d'influence di-

recte des stratégies de protection des plantes sur ces paramètres. Dans le cadre des essais de stockage, les fruits biologiques des variétés 'Pinova' et 'Topaz' se sont avérés très prédisposés à la pourriture due au gloeosporium. Il a été possible de réduire l'infestation grâce à plusieurs traitements au soufre et au cuivre en été (3 kg et 0,2 kg par ha respectivement), au stockage en atmosphère contrôlée (AC) et à un traitement à l'eau chaude.

Mots clés: pomme, production biologique, production intégrée, qualité des fruits, stockage

Im ersten Teil des Artikels (WURM und PIEBER, 2004) wird die Ertragsleistung von zehn schorfresistenten und schorfanfälligen Sorten unter Bedingungen der biologischen (BIO) beziehungsweise integrierten Produktionsweise (IP) dargestellt und diskutiert. Berücksichtigt man die Ertragsentwicklung während des sechsjährigen Versuchszeitraumes, erscheint der biologische Anbau der Sorten 'Goldrush', 'Pinova', 'Pilot', 'Idared', 'Golden Delicious' und 'Florina' in Hinblick auf deren Ertragshöhe wirtschaftlich. Äpfel der Sorten 'Goldrush', 'Pilot' und 'Florina' kommen in erster Linie für Direktvermarkter in Frage. Die Sorten 'Topaz', 'Jonagold' und 'Rubinola' sind aus unterschiedlichen Gründen nur bedingt für die biologische Produktion geeignet. Der Anbau der Sorte 'Reanda' kann nicht empfohlen werden.

Im zweiten Teil des Artikels (WURM und PIEBER, 2005) werden die Auswirkungen biologischer und integrierter Produktionsweise auf die für Frischvermarktung wesentlichen Parameter der äußeren Fruchtqualität behandelt. Der Anteil von schalenfehlerfreien Früchten (Klasse I) war unter integrierten Produktionsbedingungen bei allen Sorten höher als unter biologischen Bedingungen. Als wesentliche Sorteneigenschaft zur Erzielung eines hohen Anteils an Klasse I-Früchten, speziell im Bio-Anbau, kristallisierte sich ein jährlich hoher Blütenknospensatz sowie geringe Neigung zur Alternanz heraus. Hauptursachen für häufige Schalenfehler sowohl bei integrierter als auch biologischer Produktionsweise waren Hagel und Stippe. Schäden, hervorgerufen durch Apfelsägewespe, diverse Raupen (Frostspanner, Eulen, Knospwickler, Schalenwickler), Rüsselkäfer und schädliche Wanzen sowie stärkere Berostung (und in feuchten Jahren Fruchtschorfbefall bei 'Golden Delicious' und 'Jonagold') beschränkten sich auf das Bio-Quartier. Unter der Voraussetzung, dass auch hinkünftig Bio-Äpfel als Qualitätsklasse II zu kostendeckenden Preisen frisch vermarktet werden können, deuten die Ergebnisse der Qualitätssortierung darauf hin, dass ein wirtschaftlicher Anbau nach biologischen Richtlinien möglich ist.

Im Folgenden werden die Auswirkungen biologischer und integrierter Produktionsweise auf Parameter der inneren Fruchtqualität, der Lagerfähigkeit und der Lagersicherheit behandelt.

Material und Methoden

Versuchsstandort

Der Versuchsstandort Haschhof liegt am nordwestlichen Rand Wiens auf einer Anhöhe des Wienerwaldes in knapp 400 m Seehöhe. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt ca. 9,5 °C, die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge erreicht in trockenen Jahren kaum 600 mm, in feuchteren Jahren bis zu 800 mm. Die Braunerdeböden kennzeichnet eine nur geringe Mächtigkeit von ca. 30 cm sowie hoher Ton- und Steinanteil. Insgesamt ist der Standort auf Grund der geringen Niederschlagsmengen, der meist schlechten Verteilung der Niederschläge und der geringen Wasserspeicherfähigkeit der Böden als wuchsschwach einzustufen. Die beiden Versuchspartzellen 042 und 051 weisen eine knapp 10 %ige Hangneigung in Richtung Süd-Süd-Ost auf und sind durch eine Windschutzpflanzung voneinander getrennt.

Versuchsvarianten

Die Versuchspflanzung wurde im Frühjahr 1998 entsprechend einem „split-plot design“ angelegt. Je Variante standen drei Wiederholungen zu je vier Bäumen pro Wiederholung, also insgesamt zwölf Bäume pro Variante zur Verfügung. Im Bioversuchsquartier wurden die ersten drei Versuchsreihen für extensiven Pflanzenschutz nach Bio-Richtlinien und Reihe 4 bis 6 für intensiveren Pflanzenschutz vorgesehen. Innerhalb der beiden Bio-Pflanzenschutzblöcke fand die Aufteilung entsprechend der Baumstreifenpflegevarianten in eineinhalb Reihen mechanische Baumstreifenpflege und eineinhalb Reihen Kompostbedeckung des Baumstreifens statt. Somit ergaben sich für die in Teil 1 und 2 publizierten Ergebnisse vier Bio-Varianten (Bio-Extensiv mit Kompost, Bio-Extensiv ohne Kompost, Bio-Intensiv mit Kompost, Bio-Intensiv ohne Kompost) und drei IP-Varianten (IP mit Kompost, IP ohne Kompost und IP Herbizid). Alle Sorten wurden auf der Unterlage 'M9' als Schlanke Spindel mit einer Reihenweite von 3,8 m und einem Pflanzabstand von 1 m in der Reihe erzogen. Pflege und Pflanzenschutz im Bio-Quartier orientierten sich an der EU-Verordnung 2092/

91 (EU, 1991) für biologischen Anbau und berücksichtigten nationale Besonderheiten etwa in der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln, im IP-Quartier an der jeweils aktuellen heimischen Fassung der IP-Richtlinien. Apfelwickler wurde in beiden Bio-Quartierteilen in gleicher Weise bekämpft.

Die für Fruchtanalysen und Lagerversuche vorgesehenen Früchte wurden zu einem für mehrmonatige Lagerung geeigneten Zeitpunkt geerntet. Dazu wählte man schalenfehlerfreie Früchte einer Sorte gleicher Größensortierung (70 bis 80 mm) und Ausfärbung von Bäumen mit vergleichbarer Behangsdichte aus mehreren Wiederholungsblöcken einer Variante aus. Um mögliche Wechselwirkungen mit den Baumstreifenpflegevarianten auszuschließen, wurden Früchte der verschiedenen Pflanzenschutzbehandlungsstrategien nur aus der Baumstreifenpflegevariante „mechanisch ohne Kompost“ entnommen. Aus Kapazitätsgründen wurde darauf verzichtet, Einflüsse unterschiedlicher Baumstreifenpflege auf die innere Fruchtqualität und Lagerfähigkeit festzustellen. 2002 wurden die Pflanzenschutzvarianten Bio-Extensiv (keine Sommerbehandlungen), Bio-Intensiv (Sommerbehandlungen mit Schwefelkalk) und IP (eine Abschlussbehandlung mit Euparen) bei 'Golden Delicious', 'Topaz', 'Pinova', 'Pilot', 'Florina' und 'Goldrush' untersucht.

2003 verglich man 'Golden Delicious', 'Topaz', 'Pinova', 'Pilot', 'Florina', 'Idared', 'Jonagold' und 'Goldrush' integriert produziert (eine Abschlussbehandlung mit Euparen), biologisch-intensiv produziert (Sommerbehandlungen mit 3 kg Schwefel und 100 g Reinkupfer pro ha) und biologisch-extensiv produziert (keine Sommerbehandlungen; letzte Schwefelkalkbehandlung im Mai).

Im Jahr 2004 standen drei biologisch produzierte Varianten - „Schwefelkalk“ (Schwefelkalk-Behandlungen im Sommer), „Schwefel/Kupfer“ (3 kg Schwefel und 200 g Reinkupfer pro ha mehrmals im Sommer) und „ohne Sommerbehandlung“ (letzte Kupferbehandlung im Mai) - sowie eine integriert produzierte Variante („IP“; zwei Abschlussbehandlungen mit einem Captan und einem Folpet-Präparat) bei 'Topaz', 'Florina' und 'Goldrush' zur Verfügung.

Fruchtanalysen

Zur Bestimmung des Reifegrades der Frucht wurde 2002 und 2003 unmittelbar nach der Ernte der Stärkeabbauwert ermittelt. Zehn Früchte je Variante wurden entlang des größten Querdurchmessers durchgeschnitten, auf die Schnittstellen Lugol'sche Lösung (Ka-

lium-Jodid-Lösung) gesprüht, nach ca. drei Minuten das violett-blaue Farbmuster an der Schnittstelle mit Farbtafeln von Ctifl (Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, France) verglichen und nach einer Skala von 1 bis 10 bewertet. Boniturnote 1 bedeutet keinen Stärkeabbau (100 % der Schnittfläche violett-blau), Boniturnote 10 vollständigen Stärkeabbau (keine Färbung der Schnittfläche).

Die Fruchtfleischfestigkeit wurde 2002, 2003 und 2004 ebenfalls unmittelbar nach der Ernte mittels eines Penetrometers, bestehend aus dem Teil M1000E, dem kontinuierlichen Vortrieb und dem Teil MFG 500, der eigentlichen Messeinheit (Mecmesin Ltd., Horsham, GB) bestimmt, um gemeinsam mit Stärkeabbauwert und Refraktion den Reifeindex nach Streif berechnen zu können. Pro Variante und Analyse wurden 2002 und 2004 ca. zehn, 2003 45 Früchte jeweils auf der Sonnen- und der Schattenseite untersucht und mit dem Mittelwert aus Sonnen- und Schattenseite weitergerechnet.

Mittels eines Tischrefraktometers (Atago Co., Tokio) wurde 2002 der Gehalt an löslicher Trockensubstanz anhand einer Mischprobe pro Variante bestehend aus etwa zehn Früchten gleicher Größe und Ausfärbung (Refraktometerwert; Messwertangabe in °Brix) festgestellt. 2003 wurden mit einem Handrefraktometer (Reichert GmbH, D-82229 Seefeld) mehrere Früchte pro Baum und mehrere Bäume pro Variante untersucht, um Korrelationen etwa zwischen Gehalt an Trockensubstanz und Baumertrag berechnen zu können. 2004 wurden wie 2002 Mischproben von jeder Variante untersucht.

Fruchtsäuren tragen wesentlich zur Geschmacksqualität bei. Diese wurden 2002, 2003 und 2004 mittels Neutralisationsanalyse bestimmt. Als Neutralisationsmittel wurde Natronlauge (0,1n NaOH) verwendet, mit welcher bis auf pH-Wert 8,1 titriert wurde. Die pH-Wert-Bestimmung erfolgte während der Titration mittels pH-Meter. Der Verbrauch von 0,1n Natronlauge in ml multipliziert mit dem Faktor 0,75 ergibt den Gehalt Weinsäure in g pro Liter Saft. Bei jeder Analyse wurden zwei Säuremessungen durchgeführt und der Mittelwert berechnet.

Lagerung

2002 sollte die Lagereignung der Sorten und der Einfluss des Produktionssystems auf die Lagerfähigkeit festgestellt werden. Zu diesem Zweck wählte man auf Grund beschränkter Lagerraumkapazität die Sorten

'Golden Delicious', 'Topaz', 'Pinova', 'Pilot', 'Florina' und 'Goldrush' aus und bei jeder dieser Sorten die Varianten Bio-Extensiv (keine Sommerbehandlungen), Bio-Intensiv (Sommerbehandlungen mit Schwefelkalk) und IP (eine Abschlussbehandlung mit Euparen). Alle Varianten (Früchte gleicher Größe und äußerer Fruchtqualität; ca. 40 Früchte pro Variante) wurden unter Kühllagerbedingungen (3 °C, 95 % Luftfeuchte, Luft) und unter CA-Bedingungen (3 °C, 95 % Luftfeuchte, 3 % CO₂, 1,5 % O₂) bis April 2003 in Versuchscontainern gelagert. Alle Früchte sämtlicher Varianten wurden am 13. Februar 2003 und 7. April 2003 visuell auf Fäulnis und physiologische Lagerkrankheiten hin untersucht. Bei der Bonitur auf Gloeosporium-Fäule und andere Schadursachen wurde nur zwischen „befallen“ und „nicht befallen“ unterschieden, also die Befallshäufigkeit bestimmt. Eine Bewertung der Befallsstärke etwa durch Berücksichtigung der Zahl und Größe der Faulstellen erfolgte wie auch in den folgenden Jahren nicht.

2003 wurden im Zuge einer Diplomarbeit für einen Lagerversuch die Sorten 'Golden Delicious', 'Topaz', 'Pinova', 'Pilot', 'Florina', 'Idared', 'Jonagold' und 'Goldrush' ausgewählt (Früchte gleicher Größe und äußerer Fruchtqualität; ca. 120 Früchte pro Variante). Von jeder Sorte wurden integriert produzierte Früchte (eine Abschlussbehandlung mit Euparen), biologisch-intensiv produzierte Früchte (Sommerbehandlungen mit 3 kg Schwefel und 100 g Reinkupfer pro ha) und biologisch-extensiv produzierte Früchte (keine Sommerbehandlungen, letzte Schwefelkalkbehandlung im Mai) im Kühllager (3 °C, 95 % Luftfeuchte, Luft) eingelagert. Am 17. Dezember 2003 und am 25. Februar 2004 wurden alle Früchte sämtlicher Varianten visuell auf Fäulnis und physiologische Lagerkrankheiten hin bonitiert.

Im Herbst 2004 wurden im Rahmen von zwei Diplomarbeiten folgende Fragestellungen bearbeitet: Zum einen sollte anhand der Sorten 'Topaz', 'Florina' und 'Goldrush' der Einfluss unterschiedlicher Sommerbehandlungsstrategien auf die Lagerfähigkeit, insbesondere auf die Fäulnis, überprüft werden. Es wurde bei der Auswahl darauf geachtet, dass nur gesunde Früchte, Früchte zwischen einer Größe von 70 und 80 mm und gut ausgefärbte Früchte entnommen wurden. Um auch Wechselwirkungen der Sorte und der Behandlungsstrategie mit der Lagerart herauszufinden, wurden die Früchte sämtlicher Varianten sowohl im Kühl- (3 °C, 95 % Luftfeuchte, Luft) als auch im CA-Lager (3 °C, 2 % CO₂, 1 bis 2 % O₂, 90 % Luft-

feuchte) getestet. Am 31. Jänner 2005 wurden die Früchte ausgelagert und Lagerschäden, speziell die Befallshäufigkeit von Fruchtfäule, festgestellt. Weiters wurde eine für den Bio-Anbau interessante Alternative zu im Integrierten Anbau gegen Lagerkrankheiten üblichen Abschlussbehandlungen ausprobiert - die Heißwasserbehandlung. Für diesen Versuch wurden die auf Fäulnis (insbesondere Gloeosporium) anfällige Sorte 'Topaz' und die am Lager eher als robust geltende Sorte 'Florina' ausgewählt.

Bei beiden Sorten wurden wiederum die Pflanzenschutzvarianten „IP“ (integrierter Pflanzenschutz mit zwei Abschlussbehandlungen), „biologisch-Schwefelkalk“ (Schwefelkalk-Behandlungen im Sommer), „biologisch-Schwefel/Kupfer“ (Kupfer und Schwefel mehrmals im Sommer) und „biologisch-ohne Sommerbehandlung“ (letzte Kupferbehandlung im Mai) untersucht. Nach der Probennahme Anfang Oktober wurde jeweils die Hälfte der Früchte pro Variante einer Heißwasserbehandlung unterzogen (3 min bei 53 °C). Zur Temperierung des Wassers wurde ein Röhrenwärmetauscher (Fa. Fischer, Typ 5, Ebreichsdorf, Österreich), zur Kontrolle der Temperatur ein Temperaturmessgerät mit Schreiber (Fa. Ellab, Typ ctf 84, Kopenhagen) eingesetzt. Anschließend erfolgte die Kühllagerung aller Varianten bei 4 bis 5 °C. An drei Analysenterminen wurde Festigkeit sowie Zucker- und Säuregehalt bestimmt. Fruchtbonituren auf Fäulnis und physiologische Lagerkrankheiten wurden an zwei Terminen durchgeführt.

Datenaufarbeitung

Die statistische Auswertung der Fruchtfleischfestigkeit und, sofern von jeder Variante mehrere Wiederholungen durchgeführt wurden, des Zuckergehaltes erfolgte mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS (Version 11.5). Die Daten wurden nach der multifaktoriellen Varianzanalyse in Verbindung mit einem F-Test aufbereitet, um die Mittelwerte anschließend mittels Grenzdifferenz nach Tukey zu beurteilen, wobei generell mit dem Signifikanzniveau $P < 0,05$ gearbeitet wurde. Auf Varianzhomogenität und Normalverteilung wurde geprüft. Die Korrelationsanalyse erfolgte nach Pearson. Eine Ausreißeranalyse wurde im Zuge der Arbeit mit dem Statistikprogramm SPSS durchgeführt. Zur Verrechnung der Lagerboniturdaten kam das Programm Excel 2000 zur Anwendung.

Tabelle 1:

Festigkeit (kg pro cm²), Stärkeabbauwert (1-10), gelöste Trockensubstanz (°Brix), durchschnittlicher Baumertrag (kg) und Streifindex biologisch extensiv (Bio ext), biologisch intensiv (Bio int) und integriert (IP) produzierter Sorten 2002

Sorte	Variante	FFF	SAW	°Brix	kg pro Baum	Streifindex
Golden	Bio ext	6,99	6,7	15,0	4,4	0,07
	Bio int	7,10	6,1	14,5	7,1	0,08
	IP	6,97	8,0	12,0	12,2	0,07
Jonagold	Bio ext	6,85	7,0	15,0	5,5	0,07
	Bio int	6,84	7,4	15,5	8,9	0,06
	IP	6,16	8,0	13,0	11,7	0,06
Pinova	Bio ext	7,03	6,0	14,5	4,2	0,08
	Bio int	6,54	6,1	13,5	11,4	0,08
	IP	7,00	6,0	13,5	8,1	0,09
Topaz	Bio ext	8,04	7,0	14,0	5,2	0,08
	Bio int	8,35	4,9	15,0	3,0	0,11
	IP	7,75	7,0	13,0	9,0	0,09
Idared	Bio ext	7,31	6,1	13,5	4,1	0,09
	Bio int	7,23	5,1	13,5	4,0	0,11
	IP	6,13	7,2	12,5	8,9	0,07
Florina	Bio ext	8,46	7,1	14,5	4,0	0,08
	Bio int	8,04	6,2	14,0	2,7	0,09
	IP	7,51	9,0	12,5	11,2	0,07
Pilot	Bio ext	8,72	6,9	15,5	4,9	0,08
	Bio int	7,51	6,7	15,5	1,7	0,07
	IP	7,89	7,7	13,5	11,1	0,08
Goldrush	Bio ext	9,08	6,8	14,0	16,6	0,10
	Bio int	8,78	7,3	14,0	18,7	0,09
	IP	9,10	5,7	14,5	13,4	0,11

Ergebnisse und Diskussion

Fruchtanalysen 2002

Die Früchte wurden zwischen Mitte September und Ende Oktober geerntet und danach sofort untersucht. Die Ergebnisse der Fruchtanalysen sind in Tabelle 1 dargestellt.

Neben den drei genauer untersuchten Sorten 'Topaz', 'Pinova' und 'Jonagold' wurden auch bei den anderen Versuchssorten zur Ernte Parameter der inneren Fruchtqualität bestimmt. Besonders hohe Festigkeit zur Ernte wiesen mit 8,78 bis 9,10 kg/cm² die 'Goldrush'-Varianten auf. Ebenfalls eine für Langzeitlagerung ausreichende Ausgangsfestigkeit des Fruchtfleisches von über 7 kg/cm² wurde bei den Varianten von 'Pilot', 'Florina' und 'Topaz' festgestellt. Die Varianten 'Idared' IP, 'Pinova' Bio-Intensiv und alle drei 'Jonagold'-Varianten erreichten die Marke von 7 kg/cm² nicht. Die 'Golden Delicious'-Varianten lagen in Bezug

auf Fruchtfleischfestigkeit knapp unter bzw. über dieser Marke. Einen für Langzeitlagerung weit fortgeschrittenen Stärkeabbau zeigten alle Varianten. Besonders hohe Stärkeabbauwerte wurden bei 'Golden' IP, 'Jonagold' IP, 'Florina' IP und 'Pilot' IP beobachtet. Der Gehalt an gelöster Trockensubstanz überschritt bei allen Sorten die für gute Qualität geforderten Mindestwerte von 12 bis 13 °Brix. Die tendenziell höhere Behangsdichte der Sorten im IP-Quartier dürfte eine Verringerung des Trockensubstanzgehaltes der IP-Varianten bewirkt haben. Versucht man anhand der Streif-Indices den Reifezustand zu beurteilen, so waren die Varianten 'Goldrush'-IP, 'Goldrush'-Bio-Extensiv, 'Idared'-Bio-Intensiv und 'Topaz'-Bio-Intensiv mit einem Wert von 0,1 oder höher in der Reife weniger weit fortgeschritten, während bei 'Jonagold'-Bio-Intensiv und 'Jonagold'-IP mit einem Indexwert von nur 0,06 der optimale Erntetermin für Langzeitlagerung schon deutlich überschritten worden war. STEINBAUER (2003) kommt zu dem Schluss, dass biologisch produzierte Ware höheren Trockensubstanzgehalt und höhere Festigkeit aufweise als integrierte und konventionelle Ware und beurteilt die biologische Produktion als hinsichtlich Qualität des Produktes und Qualität der Produktion bestes System. Auf den Einfluss von Behangsdichte, Fruchtgröße oder Reifezustand geht er nicht näher ein.

Lagerversuch Ernte 2002

Entwicklung der Fruchtfleischfestigkeit im Kühllager und im CA-Lager

Der stärkste Festigkeitsverlust wurde unabhängig von der Lagerungsart bei Früchten der Sorte 'Golden Delicious' aus dem IP-Quartier festgestellt (Tab. 2). Diese hatten auch zur Ernte mit 8 (Tab. 1) einen deutlich höheren Stärkeabbauwert als die Früchte der Bio-Varianten mit 6,1 bzw. 6,7, waren also in fortgeschrittenerem Reifezustand eingelagert worden. Am 7. April 2003, nach ca. siebenmonatiger Lagerung ('Goldrush' ca. sechs Monate), lagen alle Varianten mit einer Festigkeit von knapp über bzw. unter 4 kg/cm² unter dem für ein optimales Geschmacksempfinden geforderten Wert von 5 bis 6 kg/cm² (Tab. 2). Die CA-Lagerbedingungen brachten keine Verzögerung der Festigkeitsabnahme. 'Pinova' wurde ebenfalls wie die 'Golden'-Varianten mit einer Ausgangsfestigkeit von etwa 7 kg/cm² eingelagert. Der weitere Festigkeitsverlauf ist gekennzeichnet durch eine scheinbare Festigkeitszunahme von der Einlagerung bis zum ersten Auslagerungstermin (13. Februar 2003) bei den Varianten Bio-Extensiv-CA und

Bio-Intensiv-CA, vom ersten zum zweiten Auslagerungstermin bei den Varianten Bio-Extensiv-CA und Bio-Extensiv-Kühllager. Wahrscheinlich war es auf Grund höherer Transpirationsverluste verstärkt durch die Schalenberostung - einige Früchte machten einen zähen, elastischen Eindruck, ohne dass die Wasserverluste durch Runzelig-Werden der Schale sichtbar geworden wären - zu einer Festigkeitszunahme gekommen. Jedenfalls überschritten alle Varianten zur Auslagerung das Festigkeitsniveau von 5 kg/cm². Das bestätigt die Aussage von BAAB und RÖNN (1997), dass 'Pinova' hinsichtlich des für das Geschmackempfinden wesentlichen Qualitätsparameters "Fruchtfleischfestigkeit" eine gut zu lagernde Sorte, gleichzeitig aber auch empfindlich für Welkeverluste ist. Obwohl die 'Topaz'-Varianten mit einer höheren Ausgangsfestigkeit als beispielsweise 'Pinova' eingelagert worden waren, kam es bis zum ersten Auslagerungstermin am 13. Februar 2003 (nach ca. 5 Monaten Lagerung) zu einem überproportional starken Festigkeitsabfall auf knapp über bzw. unter 5 kg/cm². Dieser Festigkeitsabfall fiel zwar bei den CA-Varianten nicht so stark aus, der Effekt des CA-Lagers blieb aber gering. Die Festigkeitsabnahme bis zum 7. April 2003 war nicht mehr ganz so hoch, sodass sich die Festigkeit der Varianten zum zweiten Auslagerungstermin auf einen Wert zwischen 4,18 bis 4,85 kg/cm² einpendelte. Letztendlich schnitten die CA-Varianten nur etwas besser ab als die Kühllager-Varianten. KIEM und ERSCHBAMER (2003) stellen den starken Festigkeitsverlust von 'Topaz' während der Lagerung in Zusammenhang mit den ab Februar stark zunehmenden Fäulnisverlusten her und betonen die Bedeutung des optimalen Erntetermins. Ähnlich wie bei 'Topaz' kam es bei 'Florina' trotz hoher Ausgangsfestigkeit von der Einlagerung zur ersten Auslagerung zu einem massiven Festigkeitsverlust von 8 kg/cm² auf rund 5 kg/cm². Dies entspricht einem durchschnittlichen monatlichen Festigkeitsverlust von etwa 0,75 kg/cm². Interessanterweise nahm die Festigkeit anschließend bis zum 7. April 2003 kaum noch ab, sodass zu diesem Auslagerungstermin noch 4,07 bis 4,92 kg/cm² erreicht werden konnten. Die CA-Bedingungen führten zu der erwarteten Verzögerung der Festigkeitsabnahme, der Effekt blieb aber wie bei 'Topaz' gering. Auch die Festigkeit der Variante 'Pilot'-Bio-Intensiv-Kühllager und -weniger deutlich - der Varianten Bio-Intensiv-CA und IP-Kühllager nimmt scheinbar zu, ein Phänomen, das schon bei 'Pinova' beobachtet worden war. Möglicherweise hatten die Transpirationsverluste bzw. das Zähwerden einiger Früchte einen ansteigenden Festigkeits-

verlauf bewirkt. Zum ersten Auslagerungstermin (13. Februar 2003) zeigten alle CA-Varianten noch höhere Festigkeit als die Kühllagervarianten. Zum zweiten Termin (7. April 2003) kehrte sich die Situation praktisch um, ein Indiz dafür, dass die Früchte im Kühllager höhere Transpirationsverluste erlitten hatten, zäh und elastisch geworden waren und so scheinbar an Festigkeit gewannen. 'Pilot' kann wie 'Pinova' als Sorte eingestuft werden, die bei hoher Festigkeit zur Ernte am Lager kaum an Festigkeit verliert, aber sehr anfällig für Transpirationsverluste und Zähwerden ist (BAAB und RÖNN, 1997; FISCHER, 2003; WURM, 2003). Am deutlichsten von allen Sorten konnte bei 'Goldrush' der erwartete CA-Lagereffekt beobachtet werden. Besonders während des Zeitraums vom Einlagern bis zum ersten Auslagerungstermin fällt die Fruchtfleischfestigkeit aller drei Varianten unter CA-Bedingungen kaum ab, während unter Kühllagerbedingungen eine Differenz von etwa 2 kg/cm² festgestellt wurde. Zum zweiten Termin hin nahm die Festigkeit der CA-Varianten und der Variante Bio-Intensiv-Kühllager leicht zu, die der beiden anderen Kühllagervarianten leicht ab. Wie bei 'Pinova'

Tabelle 2:

Fruchtfleischfestigkeit zur Ernte, am 13. Februar 2003 und am 7. April 2003 biologisch extensiv (Bio ext = keine Sommerbehandlungen), biologisch intensiv (Bio int = Sommerbehandlungen mit Schwefelkalk) und integriert (IP = eine Abschlussbehandlung) produzierter Sorten im Kühllager und CA-Lager (CA)

Sorte	Variante	Ernte 2002	Fruchtfleischfestigkeit			
			13. 2. 2003		7. 4. 2003	
			KL	CA	KL	CA
Golden	Bio ext	6,99	5,20	4,59	4,19	3,93
	Bio int	7,10	4,93	4,63	3,81	3,81
	IP	6,97	3,76	3,85	3,62	3,33
Pinova	Bio ext	7,03	6,06	7,29	6,84	8,02
	Bio int	6,54	6,18	7,16	5,17	6,50
	IP	7,00	5,41	6,22	5,18	5,94
Topaz	Bio ext	8,04	4,86	5,30	4,40	4,79
	Bio int	8,35	4,86	5,31	4,35	4,85
	IP	7,75	4,96	5,13	4,18	4,33
Florina	Bio ext	8,46	4,32	4,65	4,07	4,70
	Bio int	8,04	n.e.	5,01	n.e.	4,92
	IP	7,51	4,31	5,08	4,36	4,54
Pilot	Bio ext	8,72	7,77	8,23	7,73	7,20
	Bio int	7,51	7,19	7,88	8,36	7,25
	IP	7,89	7,22	7,46	7,59	7,24
Goldrush	Bio ext	9,08	6,77	8,66	6,44	8,94
	Bio int	8,78	7,02	8,79	7,35	9,10
	IP	9,10	7,18	8,36	7,00	9,15

und 'Pilot' handelt es sich bei 'Goldrush' um eine Sorte mit hoher Ausgangsfestigkeit, geringem Festigkeitsverlust am Lager, aber auch hoher Welkeempfindlichkeit (JANICK, 2001; WURM, 2003). Anders als 'Pinova' und 'Pilot' könnten biologisch produzierte 'Goldrush'-Früchte jedoch wegen ihrer geringen Fäulnisempfindlichkeit bei nahezu 100 % Luftfeuchte gelagert werden, ohne massive Fäulnisverluste befürchten zu müssen.

Säureabbau während der Lagerung

Mit 6,6 g Säure pro Liter lag, wie in Tabelle 3 ersichtlich, die Variante 'Golden'-Bio-Extensiv zur ersten Säurebestimmung am 30. Dezember 2002 deutlich über den Werten der beiden Vergleichsvarianten. Der Säureabbau schritt rasant voran, sodass alle Varianten am 10. April 2003 weniger als 5 g/l aufwiesen und die Variante IP-Kühllager sogar auf 2 g/l gefallen war. CA-Lagerung verlangsamte den Säureabbau entscheidend. Auch die Säureausgangswerte der 'Pinova'-Varianten waren sehr unterschiedlich. Bio-Extensiv lag bei 8 g/l, Bio-Intensiv bei 7,2 g/l und IP bei 5,5 g/l (ber. als Weinsäure). Am 18. Februar 2003 waren die Säurewerte der Kühllagervarianten im Durchschnitt um etwa 1 bis 1,5 g niedriger als die Vergleichswerte der CA-Varianten. Zum zweiten Auslagerungstermin betrug der Unterschied zwischen den CA- und Kühllagervarianten sogar 2 bis 2,5 g pro Liter. Die 'Topaz'-Varianten kennzeichnete ein vergleichsweise hoher Säuregehalt zur ersten Bestimmung von 9,4 g bis 12,8 g pro Liter. 'Topaz'-IP wies deutlich geringere Säuregehalte auf als die beiden Bio-Varianten. Der Säureabbau verlief bei 'Topaz' mit relativ konstanten Abbauraten ohne deutlichen CA-Lagereffekt. Für das Geschmacksempfinden ist der starke Säureabbau eher vorteilhaft, da von vielen Konsumenten kurz nach der Ernte 'Topaz' als zu säurereich empfunden wird, bei späteren Verkostungen hingegen nach einem gewissen Säureabbau meist als geschmacklich hervorragend bewertet wird (KEPPEL, 2003). Als geschmacklich milde Sorte wies 'Florina' zur ersten Messung nur Säurewerte zwischen 5,9 g und 7,3 g pro Liter auf. Sowohl am 18. Februar 2003 als auch am 10. April 2003 zeigte sich unter CA-Bedingungen ein geringerer Säureabbau als unter Kühllagerbedingungen. Wie 'Topaz' erreicht 'Pilot' überdurchschnittlich hohe Säurewerte und schmeckt zu Beginn der Lagersaison noch unharmonisch sauer (BAAB und RÖNN, 1997; Fischer, 2003). Ein besonders hoher Wert wurde mit 12,1 g/l bei Bio-Extensiv gemessen, während die IP-Variante nur auf 8,3 g Säure pro Liter kam. Bis zum 10. April 2003 nahm der Säuregehalt auf 6,2 bis 8,8 g/l ab, wobei zu diesem Termin die

CA-Varianten deutlich höhere Werte als die Kühllagervarianten erzielten. Mit 9,9 g bis 11,1 g Säure pro Liter kann 'Goldrush' wie 'Topaz' und 'Pilot' zu den säurereichereren Sorten gezählt werden. Am 18. Februar 2003 hatte sich die Säure auf etwa 8 g/l abgebaut. Bis zum 10. April 2003 kam es nur bei den Varianten IP-CA und Bio-Extensiv-Kühllager zu einem nennenswerten Säureabbau. Die CA-Lagerung brachte bei 'Goldrush' keinen eindeutigen Effekt.

Tabelle 3:

Säuregehalt berechnet in g Weinsäure pro Liter Saft am 30. Dezember 2002, am 18. Februar 2003 und am 10. April 2003 biologisch extensiv (Bio ext = keine Sommerbehandlungen), biologisch intensiv (Bio int = Sommerbehandlungen mit Schwefelkalk) und integriert (IP = eine Abschlussbehandlung) produzierter Sorten im Kühllager und CA-Lager (CA)

Sorte	Variante	Säuregehalte					
		30. 10. 2002		18. 2. 2003		10. 4. 2003	
		KL	CA	KL	CA	KL	CA
Golden	Bio ext	6,6	6,6	4,6	5,9	3,0	4,6
	Bio int	5,2	5,2	3,8	5,4	2,9	4,1
	IP	4,7	4,7	2,9	4,5	2,0	3,7
Topaz	Bio ext	12,5	12,5	10,1	n.e.	7,9	8,6
	Bio int	12,8	12,8	10,4	9,8	8,3	7,5
	IP	9,4	9,4	7,1	7,1	5,9	6,7
Pilot	Bio ext	12,1	12,1	9,5	8,8	7,3	8,8
	Bio int	1,4	10,4	8,8	9,6	7,4	7,9
	IP	8,3	8,3	n.e.	7,2	6,2	6,7
Pinova	Bio ext	8,0	8,0	5,2	6,2	3,7	5,8
	Bio int	7,2	7,2	4,9	6,5	4,0	5,7
	IP	5,5	5,5	3,5	4,9	3,5	5,9
Florina	Bio ext	6,3	6,3	5,2	6,9	5,3	6,0
	Bio int	7,3	7,3	n.e.	6,4	n.e.	5,6
	IP	5,9	5,9	4,3	5,0	2,9	5,6
Goldrush	Bio ext	10,4	10,4	7,9	n.e.	6,8	7,9
	Bio int	9,9	9,9	7,9	7,5	8,1	7,7
	IP	11,1	11,1	n.e.	7,9	6,6	7,2

Ausfall durch parasitäre Lagerkrankheiten

Die hohe Niederschlagsmenge im Sommer 2002 hatte latente Infektionen der Früchte durch Fäulniserreger, in erster Linie Gloeosporium-Fäule, begünstigt, ohne dass bereits zur Ernte Symptome sichtbar gewesen wären. So schlugen sich die Infektionen auch nicht im Ergebnis der Qualitätssortierung nieder. Im Lagerversuch zeigte sich zur Bonitur am 11. Februar 2003 jedoch ein differenziertes Bild. Bei 'Golden Delicious', 'Florina' und 'Goldrush' konnten in keiner Variante gloeosporiumbefallene Früchte entdeckt werden. 'Pinova', 'Topaz' und

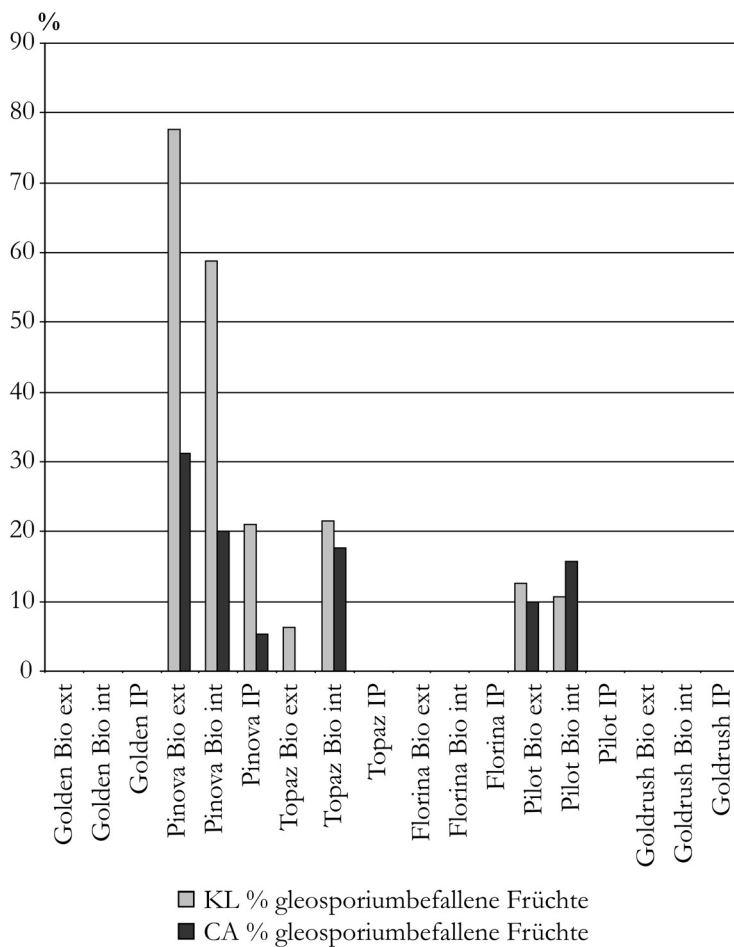


Abb. 1: Prozentanteil von Früchten mit Gloeosporiumbefall am 11. Februar 2003 biologisch extensiv (Bio ext = keine Sommerbehandlungen), biologisch intensiv (Bio int = Sommerbehandlungen mit Schwefelkalk) und integriert (IP = eine Abschlussbehandlung) produzierter Sorten im Kühllager (KL) und CA-Lager (CA)

'Pilot' hingegen waren mehr oder weniger stark von diesem Erreger befallen worden (Abb. 1). Gerade bei 'Topaz' wird die Anfälligkeit gegenüber Gloeosporiumfäule, generell Fäuleerregern und physiologischen Krankheiten wie Stippe betont (KIEM und ERSCHBAMER, 2003; WALTL, persönliche Mitteilung 2003; KELDERER, persönliche Mitteilung 2003). Extreme Fäulnisempfindlichkeit nach hohen Sommerniederschlägen wurde auch bei 'Pinova' festgestellt. Im Kühllager fielen zwischen 59 und 78 % der biologisch produzierten Früchte fäulnisbedingt aus und selbst die IP-Variante wies noch 21 % fäulnisbefallene Früchte im Kühllager auf. Das CA-Lager hemmte zwar den Ausbruch der latenten Infektionen et-

was, die Bio-Varianten wiesen aber immer noch zwischen 20 bis 31 %, die IP-Variante hingegen nur 5 % Früchte mit Fäulnisstellen auf. In den Versuchen von PFEIFFER (2002) schritt der Gloeosporiumbefall von 'Pinova'-Früchten noch massiver voran, sodass in der Kontrollvariante Ende März nur mehr 12 % der Früchte symptomlos oder nur schwach befallen waren. Bei 'Topaz' brachte sowohl die CA-Lagerung als auch die Abschlussbehandlung im IP-Quartier eine Befallsreduktion, bei 'Pilot' erwies sich nur die Abschlussbehandlung als wirksames Mittel zur Bekämpfung dieser Lagerkrankheit. Bei beiden Sorten blieb der Befall der Bio-Varianten deutlich unter 25 % und damit auch deutlich unter dem Befallsniveau von 'Pinova'.

'Golden Delicious' war zwar gloeosporiumbefallsfrei geblieben, der zur Ernte noch kaum sichtbare oder als Lentizellenröte erscheinende Spätschorfbefall trat aber umso massiver am Lager in Erscheinung (Abb. 2). Zum Boniturtermin am 11. Februar 2003 waren praktisch alle Früchte der beiden Bio-Varianten schorfbefallen. Die IP-Variante blieb hingegen völlig schorffrei. Die CA-Lagerung hatte ebenso wie die häufigeren Schwefelkalkbehandlungen im Intensivteil des Bio-Quartiers nur eine geringfügige Befallsreduktion gebracht. Während der Niederschlagsphase im Sommer 2002 - im August regnete es fast ohne Unterbrechungen - war allerdings nur einmal im Intensivquartier Schwefelkalk ausgebracht worden, sodass mit einer befallsverhindernden Wirkung

nicht zu rechnen war. Allerdings bestand zum Boniturtermin ein wesentlicher Unterschied hinsichtlich des Befallsgrades zwischen den Bio-Varianten. Die Variante Bio-Intensiv wies nur einige wenige Schorfpunkte auf, während Früchte der Extensivvariante so stark befallen waren, dass die Schorfflecken bereits ineinander übergingen bzw. sich überlappten und so den Eindruck eines flächigen Schorfbefalls vermittelten.

Fruchtanalysen 2003

Die innere Fruchtqualität wurde 2003 maßgeblich durch die mit extremer Hitze kombinierte Sommer-

trockenheit geprägt. Mittels Bewässerung war zwar versucht worden, den extremen Witterungsbedingungen entgegenzuwirken, dennoch konnte speziell bei 'Pinova' im IP-Quartier trotz starker Ausdünnung mangelnde Fruchtgrößenentwicklung nicht verhindert werden (WURM und PIEBER, 2005). Besonders die höhere Bodenverdichtung im IP-Quartier dürfte den Trockenstress weiter verstärkt haben, sodass die Assimilationsleistung dort stärker eingeschränkt wurde.

Die Früchte wurden zwischen Anfang September und Mitte Oktober geerntet und danach sofort untersucht; die Ergebnisse der Fruchtanalysen sind in Abbildung 3 und Tabelle 4 dargestellt.

Wie schon 2002 gab es keinen signifikanten Einfluss der Pflanzenschutzvarianten (Bio-Intensiv, Bio-Extensiv, IP) auf die Fruchtfleischfestigkeit zur Ernte. WEIBEL et al. (2004a) fanden sehr wohl signifikante Unterschiede in Hinblick auf die Fruchtfleischfestigkeit - meist waren die Bio-Varianten fester als die IP-Varianten -, führen dies aber auf die tendenziell geringere Fruchtgröße der analysierten Bio-Früchte zurück. Im vorliegenden Versuch wurden Früchte gleicher Größe verglichen. Eine Zunahme der Fruchtfleischfestigkeit zur Ernte bei durch hohe Behangsdichten sinkender Fruchtgröße stellte LAFER (2002) fest. Vergleicht man wie in diesem Versuch gleich große Früchte von Varianten einer Sorte mit unterschiedlicher Behangsdichte, zeigt sich kein Zusammenhang zwischen Fruchtfleischfestigkeit und Fruchtbehang. Hingegen unterschieden sich die Sorten signifikant. Mit 12 kg/cm² bestätigte 'Goldrush' die beschriebene hohe Fruchtfleischfestigkeit. 'Golden Delicious' war zur Ernte 2003 mit 6,4 kg/cm² am wenigsten fest (Abb. 3). Gemessen am Reifeindex nach Streif unterschieden sich die Sorten bis auf 'Goldrush', der zur Ernte kaum Stärke abgebaut hatte, in ihrem Reifezustand nicht. IP-'Goldrush'-Früchte waren unreifer als Bio-Früchte dieser Sorte. Die Analysen des Säuregehalts bestätigten die schon 2002 festgestellten Sortenunterschiede.

Signifikante Unterschiede im Gehalt an gelöster Trockensubstanz, gemessen in °Brix, waren wie die Unterschiede in der Fruchtfleischfestigkeit in erster Linie sortenbedingt. JANICK (2001) hebt 'Goldrush', FISCHER

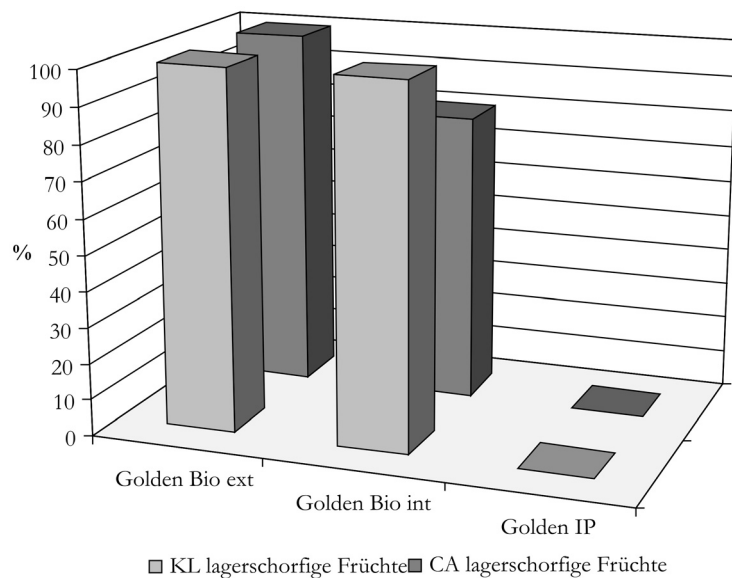


Abb. 2: Prozentanteil von schorrfbefallenen Früchten bei 'Golden Delicious' aus biologisch extensiver (Bio ext = keine Sommerbehandlungen), biologisch intensiver (Bio int = Sommerbehandlungen mit Schwefelkalk) und integrierter (IP = eine Abschlussbehandlung) Produktion am 11. Februar 2003 im Kühllager (KL) und CA-Lager (CA)

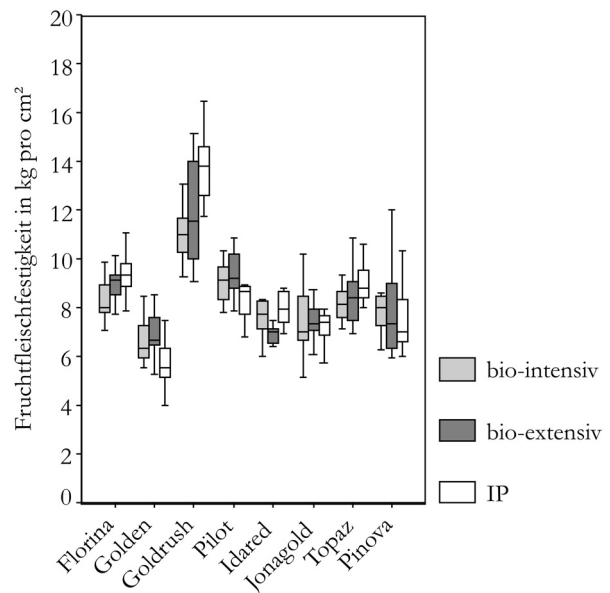


Abb. 3: Fruchtfleischfestigkeit der Sorten 2003 in kg/cm² gruppiert nach Pflanzenschutzbehandlungsstrategien (Bio-Intensiv, Bio-Extensiv, IP)

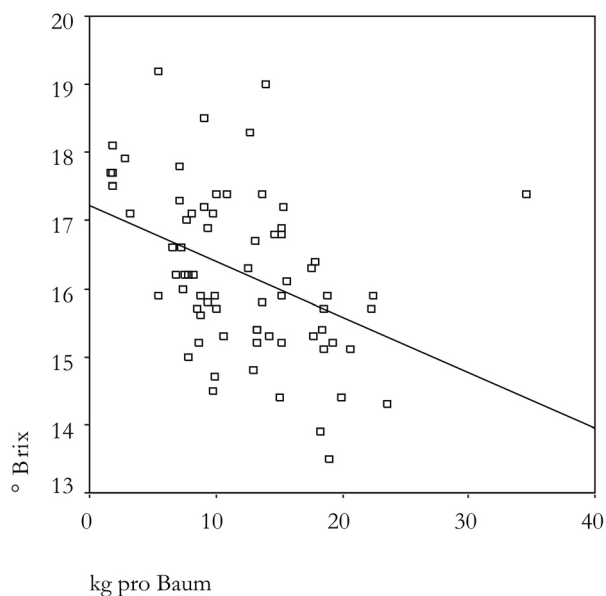


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Gehalt an gelöster Trockensubstanz in °Brix und Baumertrag in kg im Jahr 2003 (signifikant negative Korrelation nach Pearson: -0,41)

Tabelle 4:
gelöste Trockensubstanz der Sorten in °Brix; homogene Untergruppen (Tukey-HSD)

Sorte	N	Untergruppe		
		1	2	3
Idared	45	15,3		
Florina	45	15,5		
Pilot	45	15,9	15,9	
Topaz	45	16,0	16,0	
Jonagold	45		16,4	16,4
Goldrush	45		16,4	16,4
Golden	45			17,0
Pinova	45			17,0
Signifikanz		0,086	0,619	0,249

(2003) 'Pilot' als zuckerreich hervor. Auch 'Pinova' dürfte zu dieser Gruppe zu zählen sein, während 'Florina' und besonders 'Idared' ein vergleichsweise geringeres Trockensubstanzbildungspotenzial aufweisen dürften. Generell lagen die Werte witterungsbedingt für Äpfel auf hohem Niveau. Die niedrigste Refraktion wurde mit 15,3 °Brix bei 'Idared', die höchste mit 17 °Brix bei 'Pinova' und 'Golden Delicious' gemessen (Tab. 4). Auch in diesem Jahr bestätigte sich der Zusammenhang zwischen Fruchtbehängdichte bzw. Baumertrag und Gehalt an gelöster Trockensubstanz. Im Einzelnen war bei 'Florina', 'Golden Delicious', 'Gold-

rush' und 'Jonagold' eine signifikante negative Korrelation, bei 'Pilot' und 'Idared' ein auf 5 %-Niveau nicht signifikanter negativer Zusammenhang und bei 'Topaz' und 'Pinova' ein auf 5 %-Niveau nicht signifikanter positiver Zusammenhang zwischen Refraktionswert und Baumertrag festgestellt worden. Bei 'Topaz' und besonders bei 'Pinova' dürfte dieses Ergebnis durch den augenscheinlich höheren Trockenstress im IP-Quartier hervorgerufen worden sein. Dieser Stress hatte trotz geringerer Baumerträge keine wesentliche Erhöhung der Assimilateinlagerung zugelassen. Über alle untersuchten Varianten lässt sich aber die signifikante negative Korrelation zwischen Refraktion und Baumertrag nachweisen (Abb. 4). Auch WEIBEL et al. (2004a) führten Unterschiede im Trockensubstanz- und Säuregehalt in erster Linie auf Behängdichtedifferenzen zwischen den Varianten zurück.

Lagerversuch Ernte 2003

Hatte man erwartet, die trockenheiße Sommerwitterung würde Gloeosporiumfäuleinfektionen weitgehend verhindern, wurde man bald eines Besseren belehrt. Zum zweiten Auslagerungstermin am 25. Februar 2004 traten Unterschiede in Hinblick auf Gloeosporiumfäule sehr deutlich in Erscheinung (Abb. 5). Andere Fäulniserreger, vereinzelt trat Monilia-Fruchtfäule auf, spielten nur eine untergeordnete Rolle. Wahrscheinlich hatte die extreme Witterung das Fruchtepidermiswachstum bzw. die entsprechende Ausbildung der Cuticula -die Früchte waren 2003 generell weniger glattschalig und teilweise stärker berostet - beeinträchtigt. Wiederum konnte ein starker Sorteneinfluss festgestellt werden. 'Florina' und 'Goldrush' waren wie im Vorjahr kaum betroffen und auch 'Pilot' und 'Idared' blieben am Lager weitgehend gesund. Hingegen zeigte bei den Bio-Varianten von 'Pinova' beinahe jede zweite Frucht die typischen Fäulnisssymptome. Auch 'Topaz', 'Jonagold' und 'Golden Delicious' faulten überdurchschnittlich stark. Dass die Varianten mit zusätzlichen Behandlungen mit Schwefel und Kupfer (Bio-Intensiv) nicht besser abschnitten als die Varianten ohne Sommerbehandlungen (Bio-Extensiv), ist wohl auf die geringe Kupferdosierung (100 g Reinkupfer pro ha) und auf eine einmonatige Behandlungspause im Juli zurückzuführen. Der Juli 2003 blieb zwar trocken und heiß, kurze Gewitterschauer könnten aber dennoch zu Infektionen der schon etwas berosteten Früchte geführt haben. Die integrierte Fungizidbehandlungsstrategie samt einer Abschlussbehandlung mit Euparen brachte zwar

eine deutliche Reduzierung des Gloeosporiumauftretens am Lager, dennoch war die Wirkung bei den extrem empfindlichen Sorten 'Topaz' und 'Pinova' nicht zufrieden stellend. Diese Sorten müssen selbst im Integrierten Anbau unter die Schalenempfindlichkeit fördernden Witterungsbedingungen mit zusätzlichen Sommerbehandlungen vor Infektionen geschützt werden.

Fruchtanalysen 2004

Die Früchte wurden im Monat zwischen Anfang September und Mitte Oktober geerntet und danach sofort untersucht, die Ergebnisse der Fruchtanalysen sind in den Abbildungen 6 bis 9 dargestellt.

Wie in den Jahren zuvor konnte kein Einfluss der Behangsdichte und der Sommerbehandlungsstrategien (IP, Schwefelkalk, Schwefel und Kupfer, ohne Sommerbehandlung) auf die Fruchtfleischfestigkeit festgestellt werden. Hingegen unterschieden sich die Sorten wieder signifikant.

'Goldrush' erreichte 8,7 kg pro cm², 'Florina' 7,4 und 'Topaz' 6,6 (Abb. 6). Der eher kühle und feuchte Sommer 2004 verhinderte bei 'Goldrush' die vollständige Ausreifung. Zur Ernte war kaum ein Stärkeabbau bemerkbar.

Die Gehalte an gelöster Trockensubstanz lagen witterungsbedingt deutlich unter denen des Vorjahres. Mit 13,7 °Brix wurde bei 'Goldrush' trotz sehr hohen Ertragsniveaus der höchste Wert gemessen (Abb. 7), vergleichsweise wurde 2003 bei 'Idared' mit 15,3 °Brix der niedrigste Wert aller untersuchter Sorten festgestellt. Ein Einfluss der Sommerbehandlungsstrategien auf den Gehalt an gelöster Trockensubstanz war nicht gegeben, allerdings wies die Variante „Schwefel und Kupfer“ tendenziell höhere Werte auf. Dies dürfte allerdings von der geringeren Behangsdichte dieser Variante herrühren. Die Säureanalysen bestätigten 'Topaz' als sehr säurereich, 'Goldrush' als säurereich und 'Florina' als milde, säurearme Sorte. Einen starken Einfluss des Standortes und der Witterung einer Saison auf gesundheits- und geschmacksrelevante Inhaltsstoffparameter lassen auch die Ergebnisse von WEIBEL et al. (2004b) erkennen, wobei biologisch produzierte Früchte als prinzipiell hochwertig hervorgehoben werden. Zur Auslagerung Ende Jänner 2005 zeigte sich nur bei 'Goldrush'

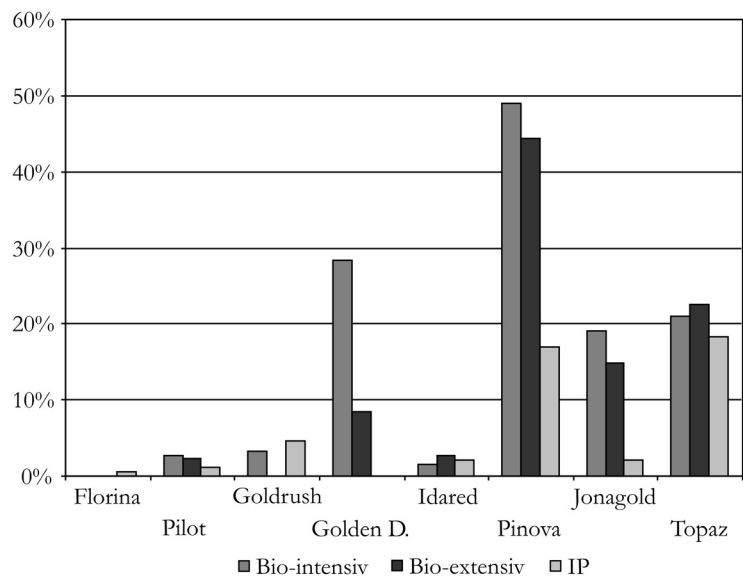


Abb. 5: Prozentanteil von Früchten mit Gloeosporiumfäule am 25. Februar 2004 biologisch extensiv (Bio-Extensiv = keine Sommerbehandlungen), biologisch intensiv (Bio-Intensiv = Sommerbehandlungen mit Schwefel und Kupfer; 3 kg bzw. 0,1 kg pro ha) und integriert (IP = eine Abschlussbehandlung) produzierter Sorten

ein deutlicher CA-Lagereffekt - die Fruchtfleischfestigkeit blieb im CA-Lager praktisch unverändert hoch -, während bei 'Florina' und 'Topaz' auch im CA-Lager wie 2002 hohe Festigkeitsverluste gemessen wurden (Abb. 8). Allerdings konnten aus technischen Gründen erst Ende November CA-Bedingungen eingestellt werden. Bei vier- statt nur zweimonatiger CA-Lagerung bzw. Einstellung der CA-Bedingungen schon kurz nach der Ernte dürfte auch bei 'Topaz' und 'Florina' ein Effekt erzielbar sein. Die Festigkeitsverluste einer Sorte, gruppiert nach den Sommerbehandlungsstrategien, weisen keine Unterschiede auf (Abb. 9). Ebenfalls hoch war bei 'Topaz' der Säureabbau. Ein signifikanter Einfluss der Heißwasserbehandlung auf die Festigkeitsabnahme, Entwicklung des Zuckergehalts und den Säureabbau am Lager konnte nicht festgestellt werden.

Lagerverluste durch Fäulnis im CA- und im Kühllager

Die im Vergleich zu 2003 kühlere und feuchtere Witterung im Jahr 2004 förderte Infektionen durch Fäulniserreger wie Gloeosporium nicht (Erklärung siehe Lagerversuch Ernte 2003). Wieder zeigte sich die hohe Anfälligkeit von 'Topaz' und die Robustheit am Lager

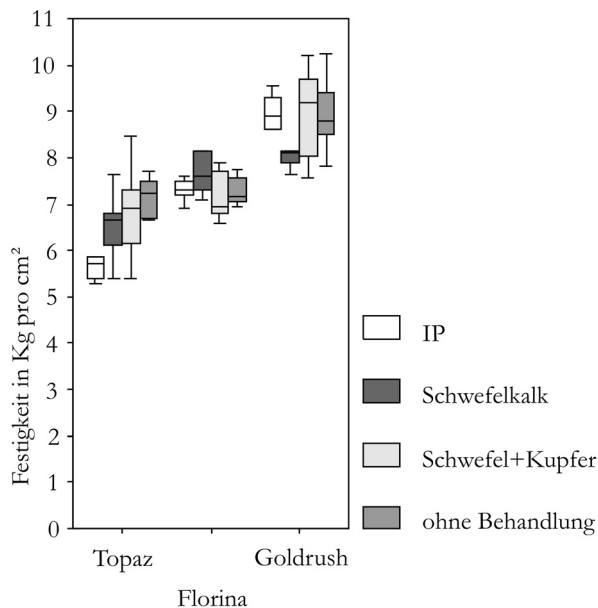


Abb. 6: Fruchtfleischfestigkeit von 'Topaz', 'Florina' und 'Goldrush' zur Ernte 2004 in kg pro cm² gruppiert nach den Sommerbehandlungsstrategien Integrierte Produktion (IP), Schwefelkalkbehandlungen (Schwefelkalk), Behandlungen mit Schwefel und Kupfer (Schwefel und Kupfer) und keine Sommerbehandlungen (ohne Behandlung)

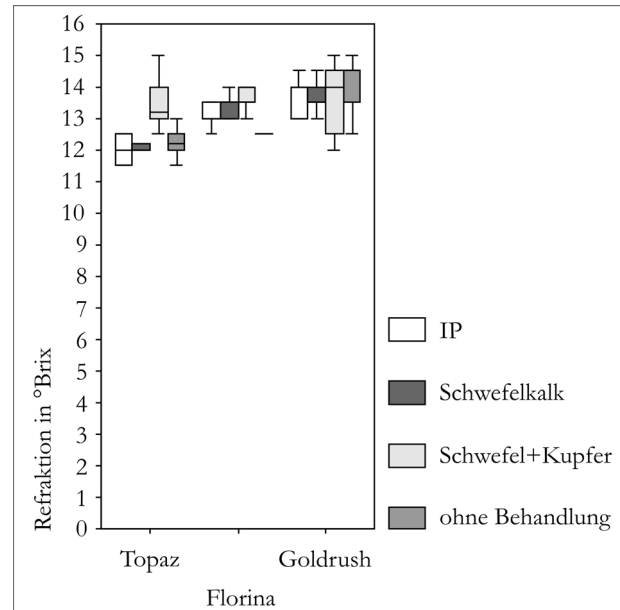


Abb. 7: Gehalt an gelöster Trockensubstanz in °Brix von 'Topaz', 'Florina' und 'Goldrush' zur Ernte 2004 in kg pro cm² gruppiert nach den Sommerbehandlungsstrategien Integrierte Produktion (IP), Schwefelkalkbehandlungen (Schwefelkalk), Behandlungen mit Schwefel und Kupfer (Schwefel und Kupfer) und keine Sommerbehandlungen (ohne Behandlung)

von 'Florina' und 'Goldrush' (Abb. 10). Der Großteil des Fäulnisbefalls konnte als *Gloeosporium*fäule identifiziert werden, vereinzelt trat auch *Monilia*fäule und nicht eindeutig zuordenbare Fäulnis auf. Besonders bei 'Topaz' wurde der fäulnishemmende Einfluss der CA-Lagerbedingungen sichtbar. Im Gegensatz zu 2003 blieben diesmal alle IP-Varianten befallsfrei, offensichtlich eine Folge der geringeren Fungizidbehandlungsabstände im Sommer und der zwei- statt nur einmaligen Behandlungen gegen Lagerfäulen. Auch die häufigeren Behandlungen der Bio-Variante mit Schwefel und Kupfer und die Erhöhung des Kupferanteils auf 200 g Reinkupfer pro ha und Behandlung zeigten diesmal bei 'Topaz' einen fäulnisunterdrückenden Effekt, während die Schwefelkalkvarianten tendenziell gleich schlecht oder schlechter als die Varianten ohne Sommerbehandlungen abschnitten. Im Zuge des Lagerversuches 2002 war ein vergleichbares Ergebnis, also keine Wirkung von Schwefelkalkapplikationen gegen Lagerfäuleerreger, erzielt worden.

Lagerverluste durch Fäulnis mit und ohne Heißwasserbehandlung im Kühllager

Die Heißwasserbehandlung führte bei 'Topaz' zu einer deutlichen Reduktion des Anteils von Früchten mit Faulstellen (überwiegend *Gloeosporium*). Die nicht behandelte 'Topaz'-IP-Variante blieb zwar nicht völlig befallsfrei, prinzipiell präsentiert sich die integrierte Bekämpfungsstrategie aber auch in diesem Jahr als erfolgreich. Bis auf die Variante Schwefel und Kupfer (S/Cu) erreichte man mit der Heißwasserbehandlung eine entscheidende Verbesserung (Abb. 11). Zumindest in der nicht behandelten 'Topaz'-Kontrolle scheint wieder eine fäulnisunterdrückende Wirkung der Schwefel und Kupfer-Variante gegeben zu sein. Schwefelkalkanwendungen wirkten wiederum nicht befallsmindernd. Bei 'Florina' kann auf Grund des geringen Anteils fauler Früchte keine eindeutige Aussage zur Effizienz der Heißwasserbehandlung oder der Sommerbehandlungsstrategien getroffen werden. Bei 'Topaz' führte die Heißwasserbehandlung an einem geringen Prozentsatz

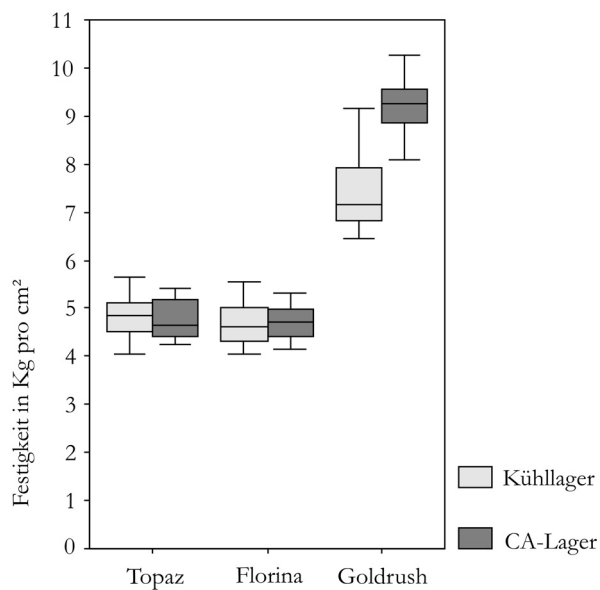


Abb. 8: Fruchtfleischfestigkeit zur Auslagerung Ende Jänner 2005 von 'Topaz', 'Florina' und 'Goldrush' in kg pro cm² gruppiert nach Lagerbedingungen (Kühllager, CA-Lager)

der Früchte auch zu Verbrennungsschäden, sodass der positive Effekt der Fäulnisunterdrückung zum Teil wieder zunichte gemacht wird. Unabhängig von der Behandlung erwies sich 'Florina' als sehr anfällig für Kernhausschimmel. Physiologische Krankheiten, wie Fleischbräune oder Kernhausbräune, traten weder bei heißwasserbehandelten, noch bei nicht behandelten Früchten auf, und auch eine sensorische Beurteilung ließ keinen Einfluss der Heißwasserbehandlung erkennen. Somit können im Wesentlichen die Erfahrungen von SCHIRMER und TRIERWEILER (2002), von KLOPP und MAXIN (2002) und von MAXIN und KLOPP (2004) in Hinblick auf die Wirksamkeit der Heißwasserbehandlung bei fäulnisanfälligen Sorten bestätigt werden.

Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen zur inneren Fruchtqualität bzw. der Fruchtfleischfestigkeit, den Gehalten an gelöster Trockensubstanz und an Fruchtsäuren legen den Schluss nahe, dass indirekte Effekte der Produktionsweise, etwa ob produktionsartbedingte Alternanz vorliegt oder nicht, stärkeren Einfluss entwickeln als direkte Effekte. Jedes Jahr augenscheinlich war allerdings, unabhängig von der Behangsdichte und bei vergleichbaren Streif-Indices, eine frühere Ausfärbung und Grund-

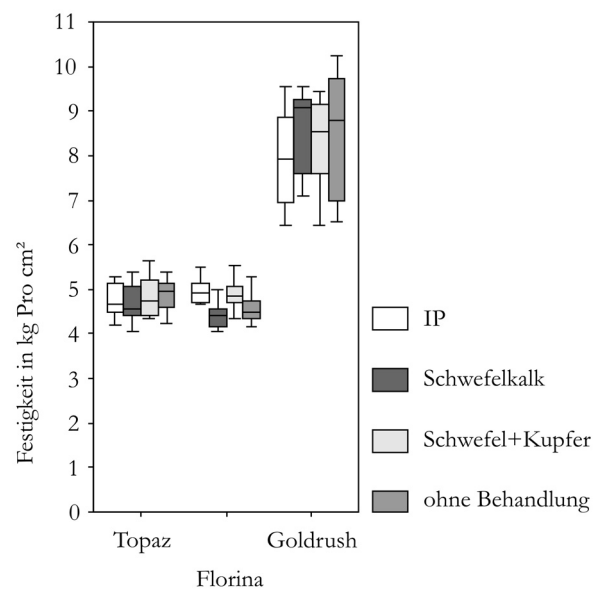


Abb. 9: Fruchtfleischfestigkeit zur Auslagerung Ende Jänner 2005 von 'Topaz', 'Florina' und 'Goldrush' in kg pro cm² gruppiert nach den Sommerbehandlungsstrategien Integrierte Produktion (IP), Schwefelkalkbehandlungen (Schwefelkalk), Behandlungen mit Schwefel und Kupfer (Schwefel und Kupfer) und keine Sommerbehandlungen (ohne Behandlung)

farbenaufhellung der Früchte im Bio-Quartier. Dies ist wahrscheinlich eine Folge des Verzichtes auf mineralische Stickstoffdüngung. In allen Versuchen ließ sich ein deutlicher Jahres- und Sortenunterschied und ein starker Einfluss der Behangsdichte auf den Inhaltsstoffgehalt nachweisen, während eine signifikante Veränderung auf Grund unterschiedlicher Pflanzenschutzstrategien bei den untersuchten Parametern nicht vorlag. Vereinfacht gesagt wird eine geschmacklich nur mittelmäßige Sorte wie 'Idared' durch geringere Erträge bei biologischer Produktion zwar etwas höhere Inhaltsstoffgehalte aufweisen, aber trotzdem nicht an das Niveau geschmacklich hervorragender Sorten wie 'Topaz' herankommen, auch wenn dieser ertragsmäßig überlastet wurde. Unabhängig vom Produktionssystem kann die innere Fruchtqualität einer vorgegebenen Sorte auf einem bestimmten Standort entscheidend durch Vermeiden von zu hohen Erträgen, Behangsregulierung und gleichmäßiges Ertragsverhalten einer Anlage auf mittlerem, dem Standort, der Sorte und dem Anbausystem angepassten Ertragsniveau optimiert werden (BAAB und LAFER, 2005). Im Integrierten Anbau werden wegen

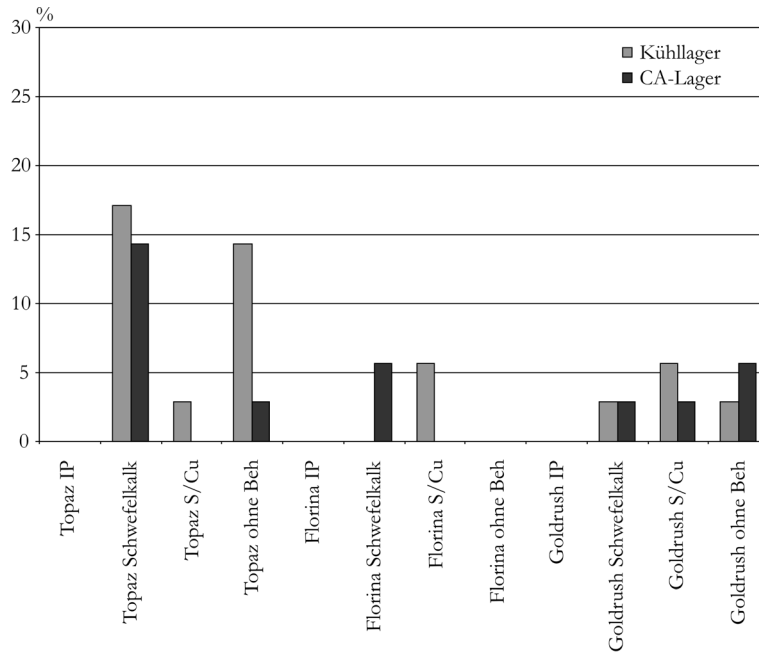


Abb. 10: Prozentanteil von Früchten mit Fruchtfäulesymptomen am 25. Februar 2004 im Kühl- und CA-Lager gruppiert nach den Sommerbehandlungsstrategien Integrierte Produktion (IP), Schwefelkalkbehandlungen (Schwefelkalk), Schwefel- und Kupferbehandlungen (S/Cu) und keine Sommerbehandlungen (ohne Beh)

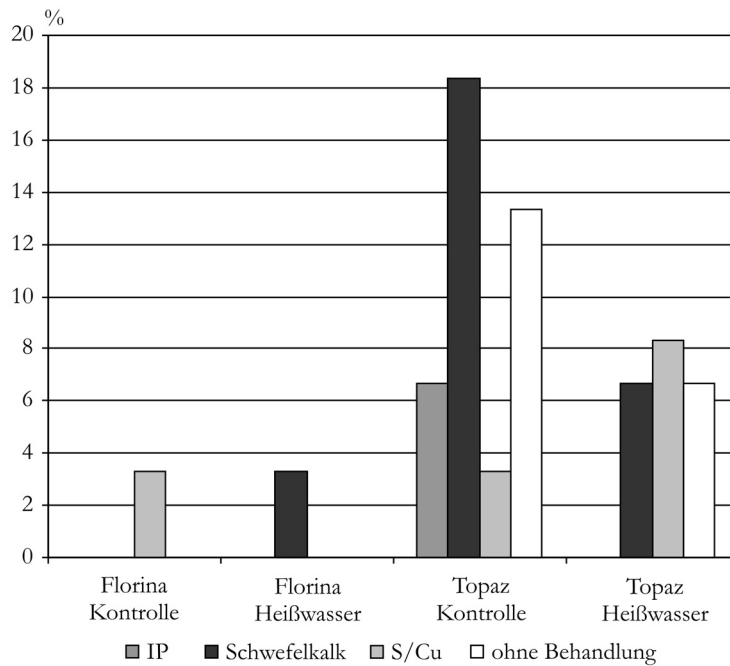


Abb. 11: Prozentanteil von heißwasserbehandelten (Heißwasser) und unbehandelten Früchten (Kontrolle) der Sorten 'Florina' und 'Topaz' mit Fruchtfäulesymptomen am 31. Januar 2005 gruppiert nach den Sommerbehandlungsstrategien Integrierte Produktion (IP), Schwefelkalkbehandlungen (Schwefelkalk), Schwefel- und Kupferbehandlungen (S/Cu) und keine Sommerbehandlungen (ohne Beh)

des starken Preisdrucks eher Fruchtgröße und äußere Fruchtqualität als der Gehalt an wertbestimmenden Inhaltsstoffen als ertragsbegrenzende Faktoren gesehen. Deshalb werden häufig Erträge knapp unter der Grenze zur Alternanz auf Kosten der inneren Fruchtqualität angestrebt. Im biologischen Anbau ist Alternanz schwieriger zu verhindern und führt dann zu verminderter innerer Fruchtqualität, wenn im Tragjahr die händische Ausdünnung zu zaghaft erfolgt und sich im Rastjahr bei extrem niedrigem Fruchtbehang über große, schlecht lagerfähige Früchte ausbilden. Die Lagerfähigkeit hingegen wird entscheidend von der Produktionsweise, speziell den Fungizidbehandlungen im Sommer, geprägt. Hier zeigte sich deutlich, dass im biologischen Anbau nur regelmäßige Kupferbehandlungen mit mindestens 200 g Reinkupfer pro ha und Behandlung Ausfälle durch Lagerfäulen, speziell Gloeosporiumfäule, reduzieren können. Leider sind gerade die auf Grund seiner hervorragenden Geschmacksqualität interessante Sorte 'Topaz' und die extrem alternanzunempfindliche Sorte 'Pinova' besonders anfällig gegenüber Gloeosporiumfäule. Bio-taugliche Methoden der Gloeosporiumfäulebekämpfung wie die Heißwasserbehandlung können speziell für 'Topaz' zwar kurzfristig die Problematik etwas entschärfen, mittel- und langfristig müssen jedoch bio-geeignete, geschmacklich hervorragende Sorten mit geringer Empfindlichkeit gegenüber Fäulnisregenern gefunden werden, will man die Frühjahrs- und Sommervermarktung von biologisch produzierten Äpfeln nicht an Länder der südlichen Hemisphäre verlieren oder fäulnisempfindliche Sorten mit hervorstechend guter innerer Fruchtqualität durch geschmacklich minderwertigere, aber am Lager robustere Sorten ersetzen. Eine weitere Kluft in der zukünftigen Vermarktung von biologisch und integriert produzierten Äpfeln könnte sich durch die kürzliche Zulassung des Ethylenhemmers 1-MCP auf tun, eine Möglichkeit der Reifeverzögerung und Verringerung von Fruchtfleischfestigkeitsverlust bei Langzeitlagerung, die im biologischen Anbau nicht gegeben ist.

Literatur

- BAAB, G. und RÖNN, O. 1997: Bundessortenversuch Apfel. Obstbau 22(8): 392-396
- BAAB, G. und LAFER, G. (2005): Kernobst. Harmonisches Wachstum - optimaler Ertrag. - Leopoldsdorf: Ö. Agrarverlag, 2005

- EU (1991): Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. Amtsblatt der Europäischen Union L 198 vom 22. 7. 1991: 1-15
- FISCHER, C. 2003: Pillnitzer Apfelsorten- Fruchtqualität und Inhaltsstoffe im Vergleich. Obstbau 28(2): 64-66
- JANICK, J. 2001: „GoldRush“ apple. J. Amer. Pomol. Soc. 55: 194-196
- KEPPEL, H. 2003: Ringversuch der öffentlichen Versuchsanstalten Österreichs zur Prüfung schorffresistenter Apfelsorten. Mitt. Klosterneuburg 53(1/2): 61-73
- KIEM, U. und ERSCHBAMER, M. 2003: Zur Bio-Obstbautagung. Obstbau Weinbau (3): 77-79
- KLOPP, K. und MAXIN, P. 2002: Thermo-Therapie im Ökologischen Obstbau. Mitt. OVR 57: 378-384
- LAFER, G. 2002: Fruchtfleischfestigkeit von Äpfeln. Bess. Obst (8): 10-14
- MAXIN, P. und KLOPP, K. 2004: Die Wirkung des Heißwassertauchverfahrens gegen biotische Lagerschäden im ökologischen Obstbau. Mitt. OVR 59(9): 349-356
- PFEIFFER, B. (2002): Results of an experiment on storage diseases at the apple variety Pinova. 10th Int. Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, p. 58-62. - Weinsberg: SLVA für Wein- und Obstbau, 2002
- SCHIRMER, H. und TRIERWEILER, B. 2002: Reduzierung von Gloeosporiumfäule durch Heißwasserbehandlung. Obstbau 27(8): 390-391
- STEINBAUER, L. 2003: Äußere und innere Produktqualität : Konventionell, IP und Bio im Vergleich. Bess. Obst (12): 8-9
- WEIBEL, F., WIDMER, A. und HUSISTEIN, A. 2004a: Systemvergleichsversuch : Integrierte und biologische Apfelproduktion, Teil III: Innere Qualität - Inhaltsstoffe und Sensorik. Schweiz. Z. Obst- und Weinbau 140(7): 10-13
- WEIBEL, F., TREUTTER, D., GRAF, U. und HASELI, A. (2004b): Sensory and health-related fruit quality of organic apples. A comparative field study over three years using conventional and holistic methods to assess fruit quality. 11th Int. Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, p. 185-195. - Weinsberg: SLVA für Wein- und Obstbau, 2004
- WURM, L. 2003: Prüfung schorffresistenter Apfelsorten unter den Bedingungen biologischer Produktion bei Fungizidverzicht - Standort Klosterneuburg. Mitt. Klosterneuburg 53: 41-51
- WURM, L. und PIEBER, K. 2004: Leistungsprüfung verschiedener Apfelsorten bei biologischer und integrierter Produktion unter Berücksichtigung unterschiedlicher Baumstreifenpflege, Teil 1: Ertragsleistung. Mitt. Klosterneuburg 54: 159-185
- WURM, L. und PIEBER, K. 2005: Leistungsprüfung verschiedener Apfelsorten bei biologischer und integrierter Produktion unter Berücksichtigung unterschiedlicher Baumstreifenpflege, Teil 2: Äußere Fruchtqualität. Mitt. Klosterneuburg 55: 38-56

Manuskript eingelangt am 22. August 2005