

EINFLUSS VON HEISSWASSERBERIESELUNG AUF DIE ÄUSSERE FRUCHTQUALITÄT UND LAGERFÄHIGKEIT BEI DER APFELSORTE 'TOPAZ'

LOTHAR WURM¹, KARL SCHLOFFER² UND MARTINA KIELER¹

¹ Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74
E-Mail: Lothar.Wurm@weinobst.at

² Obstweb
A-8184 Anger, Oberfeistritz 26

Um den Einfluss verschiedener Heißwasserberieselungsvarianten auf die Lagerfähigkeit von Bio-Topaz- bzw. Bio-Red Topaz-Früchten zu testen, wurden diese im Herbst 2014 an der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg mittels eines mobilen Gerätes heißwasserberieselt, kühlgelagert und im Frühjahr 2015 mit den Früchten der unbehandelten Kontrolle verglichen. Berieselung bei 52 °C für 120 Sekunden, 54 °C für 60 Sekunden, bei 'Red Topaz' 58 °C für 15 Sekunden, 54 °C für 30 Sekunden, 54 °C für 15 Sekunden und 56 °C für 15 Sekunden verhinderten Fäulnis effizient und führten kaum zu Verbrennungen, sodass nach ca. sechsmonatiger Lagerung ein Anteil von 79 % bis 55 % gesunder, vermarktungsfähiger Früchte erzielt wurde.

Schlagwörter: Heißwasserberieselung, 'Topaz', Gloeosporiumfäule

Influence of hot water rinsing on the outer fruit quality and shelf life of 'Topaz' apples. To test the effect of various hot water rinsing variants on the shelf life of organically grown 'Topaz' or 'Red Topaz' fruit, these were rinsed with hot water at the Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau Klosterneuburg by means of a mobile device in the autumn of 2014; after cool storage these fruit were compared in spring 2015 with the fruit of the untreated control variant. Rinsing at 52 °C for 120 seconds, 54 °C for 60 seconds with 'Topaz', and 58 °C for 15 seconds, 54 °C for 30 seconds, 54 °C for 15 seconds and 56 °C for 15 seconds with 'Red Topaz' prevented rot efficiently and hardly caused burns, so that after about six months of storage, a share of 79 % to 55 % of sound, marketable fruit were achieved.

Keywords: hot water rinsing, 'Topaz', Gloeosporium rot

Die wirtschaftlich wichtigste Bio-Apfelsorte 'Topaz', in Österreich (Bio-Apfelproduktionsfläche: 847 ha) werden auf 271 ha 'Topaz' produziert (BADER und KRIESEL, 2013), ist aufgrund ihrer hohen Anfälligkeit gegenüber Gloeosporium-Fäule nur begrenzt haltbar. Gloeosporium-Fäulen an Äpfeln werden durch die Erreger *Neofabraea alba* (Guthrie), synonym als *Pezicula alba* (Guthrie) bekannt, und verwandte Arten hervorgerufen (PERSEN et al., 2005). Die Sporen der Krankheitserreger werden von Rindenbrandstellen durch Niederschläge auf die Früchte geschwemmt. Die Anfälligkeit der Früchte steigt mit zunehmender Reife, weshalb Niederschläge im Sommer und vor der Ernte Infektionen begünstigen. Die charakteristischen Symptome, runde, hellbraune, von Lentizellen oder Wunden ausgehende Faulstellen, treten erst nach längerer Lagerung in Erscheinung. WURM et al. (2008) berichten über Ausfälle durch Gloeosporiumbefall nach nur ca. fünfmonatiger Lagerung von 20 bis 35 % bei Bio-Topaz-Früchten, obwohl diese mit verschiedenen Bio-Strategien gegen Gloeosporium behandelt worden waren. Abschlussbehandlungen gegen Lagerfäulen sind im Bio-Anbau also kaum wirksam. Nur Myco-Sin, ein schwefelsaures Tonerdepräparat, kann bei achtmaliger Sommeranwendung den Gloeosporiumbefall ähnlich gut eindämmen wie viermalige Myco-Sin-Anwendungen in Kombination mit dem Heißwassertauchverfahren (ZIMMER, 2010). Myco-Sin kann wegen seines niedrigen pH-Wertes nicht mit Granuloseviruspräparaten oder Calciumpräparaten als Tankmischung ausgebracht werden, wodurch die ohnehin hohe Behandlungsanzahl im biologischen Apfelanbau und damit die Kosten weiter steigen und die Nachhaltigkeit dieser Produktionsmethode in Frage gestellt wird. Eine Alternative zu dem wenig effizienten und künftig zu reduzierenden Einsatz von Kupferpräparaten und dem aufwändigen Einsatz von Myco-Sin ist das Heißwasser-Tauchverfahren (KLOPP und MAXIN, 2002), das allerdings sehr energieintensiv und kostspielig ist. Hinweise, dass Äpfel durch Tauchen in heißes Wasser an Haltbarkeit gewinnen, finden sich schon bei Apicius, einem römischen Autor der Antike (MAIER, 1991). HARMER (2005) untersuchte den Einfluss des Tauchverfahrens bei nach IP- und verschiedenen Biostrategien behandelten Florina- und Topaz-Früchten und stellte ebenfalls einen deutlichen fäul-

nisreduzierenden Effekt fest. Das Tauchverfahren wurde zur weniger energieaufwändigen Heißwasserberieselung (Heißwasserdusche) und dem Kurz-Heißwassertauchen (MAXIN und WEBER, 2014a) weiterentwickelt. Zusätzliche Vorteile der Heißwasserdusche sind der raschere Wärmetransport und die exaktere Steuerungsmöglichkeit der Temperatur (SCHLOFFER, 2013).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Effizienz verschiedener Heißwasserberieselungsvarianten zur Reduktion von Gloeosporiumfäule zu testen.

MATERIAL UND METHODEN

Dazu wurde im Obstverarbeitungstechnikum der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau im Herbst 2014 mit einem mobilen Heißwasserberieselungsgerät (Möstl Anlagenbau, Passail, Österreich) ein Versuch gestartet. Sämtliche Pflege- und Pflanzenschutzmaßnahmen im Versuchsquartier 051 des Versuchsgutes Haschhof (2011 gepflanzte Topaz- und Red Topaz-Spindeln) wurden auf der Grundlage der EU-Bio-Verordnungen 834/2007 und 889/2008 (BIO-AUSTRIA, 2015) unter Berücksichtigung nationaler Bestimmungen (AGES, 2015) durchgeführt, wobei ab Mitte Juni mit Ende des Schorf-Ascosporenfluges keine im Bio-Anbau erlaubten Fungizide mehr appliziert wurden, um einen möglichst starken Gloeosporium-Infektionsdruck aufzubauen. Dafür begünstigend wirkten sich zudem auch die im Vergleich zu der Niederschlagsperiode 1971 bis 2000 (ZAMG, 2015) überdurchschnittlich hohen Juli- (85/68 mm), August- (75/58 mm) und Septemberriederschläge (176/54 mm) aus (Abb. 1). Ab Austriebsbeginn bis Mitte Juni erfolgten je nach Witterung in sieben- bis zehntägigem Abstand in erster Linie gegen die pilzlichen Schaderreger Schorf und Mehltau drei Kupfer-Behandlungen (Cuprofor flüssig; Kwizda Agro, Wien, Österreich), zwei Netzschwefelbehandlungen (Thiovit Jet; Syngenta Agro, Wien, Österreich), drei Schwefelkalkbehandlungen (Schwefelkalk; Biohelp, Wien, Österreich) und eine Kaliumhydrogencarbonatbehandlung (Vitsan; Biohelp, Wien, Österreich). Zur Bekämpfung tierischer Schaderreger wurden Paraffinöl (Austriebs-spritzmittel 7E; Kwizda Agro, Wien, Österreich), ein *Bacillus thuringiensis*-Präparat (XenTari; Sumitomo Chemical Agro

Europe, Saint Didier au Mont d'Or, Frankreich), ein Azadirachtin-Präparat (Neem Azal; TrifolioM, Lahnau, Deutschland) und gegen Apfelwickler Granulosevirus (Capex; biohelp, Wien, Österreich) in Kombination mit Verwirrungsmethode (Dispenser Isomate C+; Zorn, Pischelsdorf, Österreich) eingesetzt.

Die am 29. 9. 2014 in 20-kg-Plastikobstkisten geernteten Bio-Topaz-Früchte sowie Bio-Red Topaz-Früchte wurden ins Kühllager gebracht und am 16. 10. 2014 in fünffacher Wiederholung pro Variante mit unterschiedlichen Temperaturen unterschiedlich lange mit Heißwasser berieselt und teilweise rückgekühlt. Einige Varianten wurden direkt aus dem Kühllager kommend heißwasserberieselt, die meisten erst nach eintägiger Lagerung bei Raumtemperatur (Tab. 1). Anschließend wurden die Varianten bei Kühllagerbedingungen (ca. 5 °C) gelagert und zur Auslagerung am 18. 2. 2015 durch visuelle Bonitur der Anteil von Gloeosporium- und von anderen Erregern befallenen Früchten (in erster Linie Moniliafäule) sowie von Früchten mit Verbrennungsschäden mit der nicht berieselten Kontrolle verglichen. Früchte mit Faulstellen wurden ausgeschieden, gesunde Früchte und Früchte mit Verbrennungsschäden wurden weitergelagert.

Nach circa vierwöchiger Nachlagerung bei Raumtemperatur wurden am 19. 3. 2015 die Früchte ein weiteres Mal visuell auf Gloeosporium- und Moniliafäule bonitiert, wobei wiederum nur die Befallshäufigkeit

bestimmt wurde, verschiedene Befallsstärken wurden nicht differenziert.

Zur Dokumentation des Reifeverlaufs wurde die Fruchtfleischfestigkeit an vier Terminen, am 22. 10. und 9. 12. 2014 sowie 11. 2. und 17. 3. 2015 gemessen. Für die Bestimmung der Festigkeit wurde von jeder Variante und Wiederholung von je einem Apfel die Schale an zwei einander gegenüberliegenden Stellen (wenn möglich Sonnen- und Schattenseite) mit einer Fläche von etwa 2 cm² entfernt. An diesen Stellen wurde der Stempel des Festigkeitsmessgeräts (Advanced Force Gauge AFG 500N; Mecmesin, West Sussex, UK) 8 mm in das Fruchtfleisch gedrückt. Die Fläche des Stempels betrug 1 cm². Das Ergebnis konnte in kg/cm² am Display abgelesen werden (HÖHN et al., 1999; OECD 2005).

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS (Version 22.0; IBM, Wien, Österreich). Die Daten wurden mittels 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. Eine Ausreißeranalyse wurde im Zuge der Arbeit mit dem Statistikprogramm SPSS durchgeführt.

Tab. 1: Variantenbezeichnung, Klon, Berieselungstemperatur, 1-Tag-Lagerung bei Raumtemperatur vor Berieselung, Berieselungsdauer und Rückkühlung nach Berieselung

Variantebezeichnung	Klon	Berieselungs- temperatur (°C)	1-Tag-Lagerung bei Raumtemp. vor Berieselung	Berieselungs- dauer (sec)	Rückkühlung nach Berieselung
Kontrolle Rt	Topaz	-	Ja	-	-
Kontrolle Kl	Topaz	-	Nein	-	-
52°C 120 Sek. gekühlt aus Kl	Topaz	52	Nein	120	Ja
52°C 120 Sek.	Topaz	52	Ja	120	Nein
52°C 120 Sek. gekühlt	Topaz	54	Ja	120	Ja
54°C 15 Sek. gekühlt	Topaz	54	Ja	15	Ja
54°C 30 Sek. gekühlt	Topaz	54	Ja	30	Ja
54°C 60 Sek. gekühlt	Topaz	54	Ja	60	Ja
56°C 15 Sek. gekühlt	Topaz	56	Ja	15	Ja
58°C 15 Sek. gekühlt	Topaz	58	Ja	15	Ja
R. Topaz 58°C 15 Sek. gekühlt	Red Topaz	58	Ja	15	Ja
R. Topaz 60°C 15 Sek. gekühlt	Red Topaz	60	Ja	15	Nein
R. Topaz 60°C 15 Sek. gekühlt	Red Topaz	60	Ja	15	Ja
R. Topaz 62°C 15 Sek. gekühlt	Red Topaz	62	Ja	15	Ja

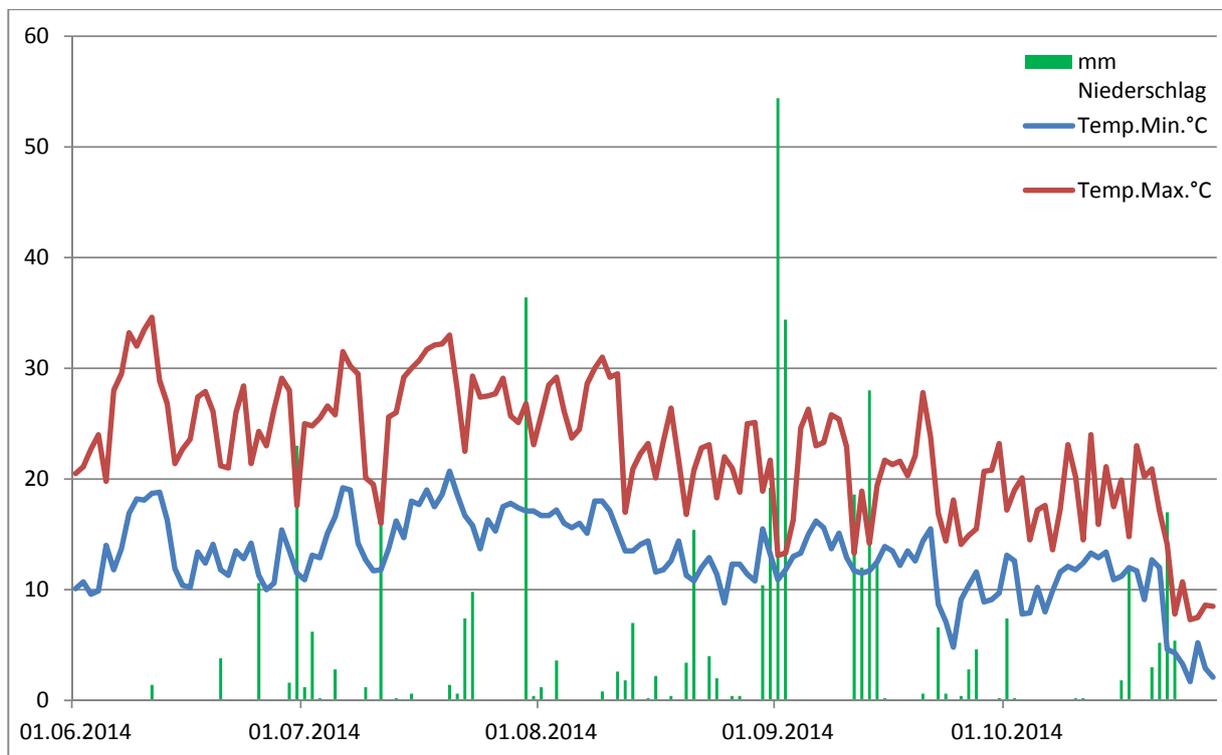


Abb. 1: Tageshöchsttemperatur (Temp.Max.°C), Tagesminimumtemperatur (Temp.Min.°C) und Tagesniederschläge (mm) von Anfang Juni 2014 bis Ende Oktober 2014 am Versuchsstandort Haschhof

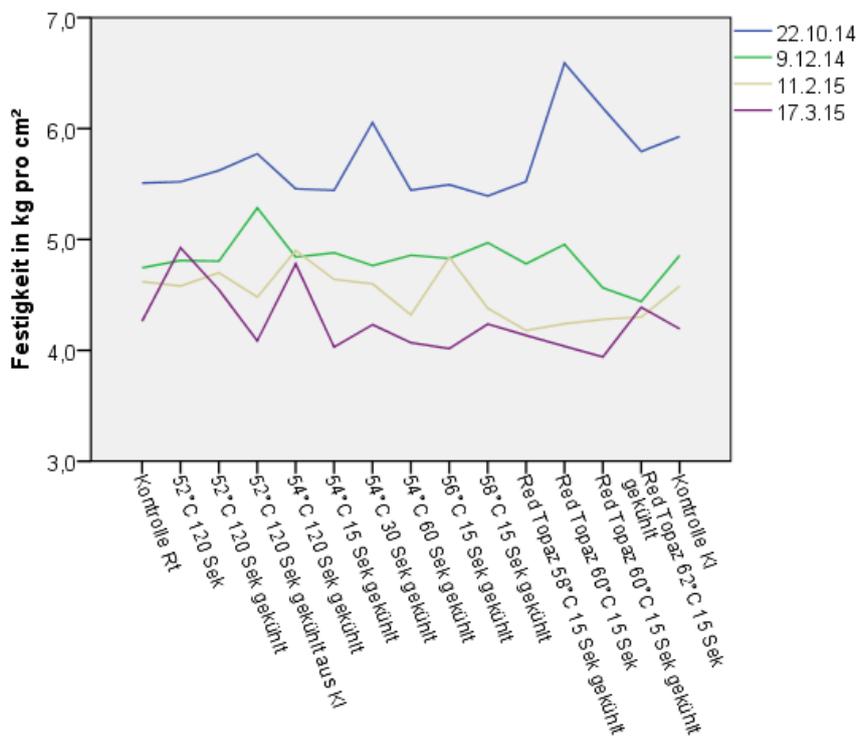


Abb. 2: Durchschnittliche Fruchtfleischfestigkeit der Varianten in kg/cm² am 22. 10. und 9. 12. 2014 sowie 11. 2. und 17. 3. 2015

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

ENTWICKLUNG DER FRUCHTFLEISCHFESTIGKEIT

Die durchschnittliche Ausgangsfestigkeit der Topaz-Früchte der behandelten Varianten zur ersten Messung am 22. 10. 2014, also sechs Tage nach der Heißwasserbehandlung, lag zwischen 5,5 bis 6,6 kg/cm² (Abb. 2). Bis zur letzten Messung am 17. 3. 2015 fiel die Fruchtfleischfestigkeit auf 4 bis 4,9 kg/cm² ab. Bei allen vier Terminen der Festigkeitsmessungen unterschieden sich die Varianten statistisch nicht signifikant voneinander. Der scheinbare Festigkeitsanstieg zur letzten Messung der Variante „52°C 120 Sek.“ ist somit auf einen zufälligen Fehler bei der Fruchtauswahl zurückzuführen.

EINFLUSS DES KLONS AUF DIE FRUCHTQUALITÄT

Vergleicht man die bei Raumtemperatur vor der Be-

handlung gelagerten Varianten „58°C 15 Sek. gekühlt“ lassen sich folgende signifikante Unterschiede zwischen 'Topaz' und 'Red Topaz' feststellen: Zum Boniturtermin gleich nach der Auslagerung betrug der Anteil von Früchten mit Verbrennungen (ohne Fäulnis) bei 'Topaz' durchschnittlich ca. 37 % bei 'Red Topaz' nur ca. 5 % (Abb. 3). Der Anteil der Früchte ohne Schaden zu diesem Boniturtermin unterscheidet sich mit 54 % bei 'Topaz' zu 87 % bei 'Red Topaz' ebenfalls signifikant (Tab. 2). Dass die Verbrennungen bei 'Red Topaz' aufgrund der stärkeren Ausfärbung erst später deutlicher sichtbar werden könnten, bestätigte sich beim zweiten Boniturtermin nach dreiwöchiger Nachlagerung bei Raumtemperatur nicht. Ein Klonunterschied in Hinblick auf den Anteil von Faulfrüchten existiert nicht. Ob die Möglichkeit 'Red Topaz' „HochTemperatur-Kurzzeit“ berieseln zu können, einen so wesentlichen Vorteil darstellt, um Standard-Topaz zu ersetzen, hängt natürlich auch sehr stark von der Konsumentenakzeptanz ab; oft werden streifig-deckfärbige Klone als attraktiver bewertet als verwaschen gefärbte Klone.

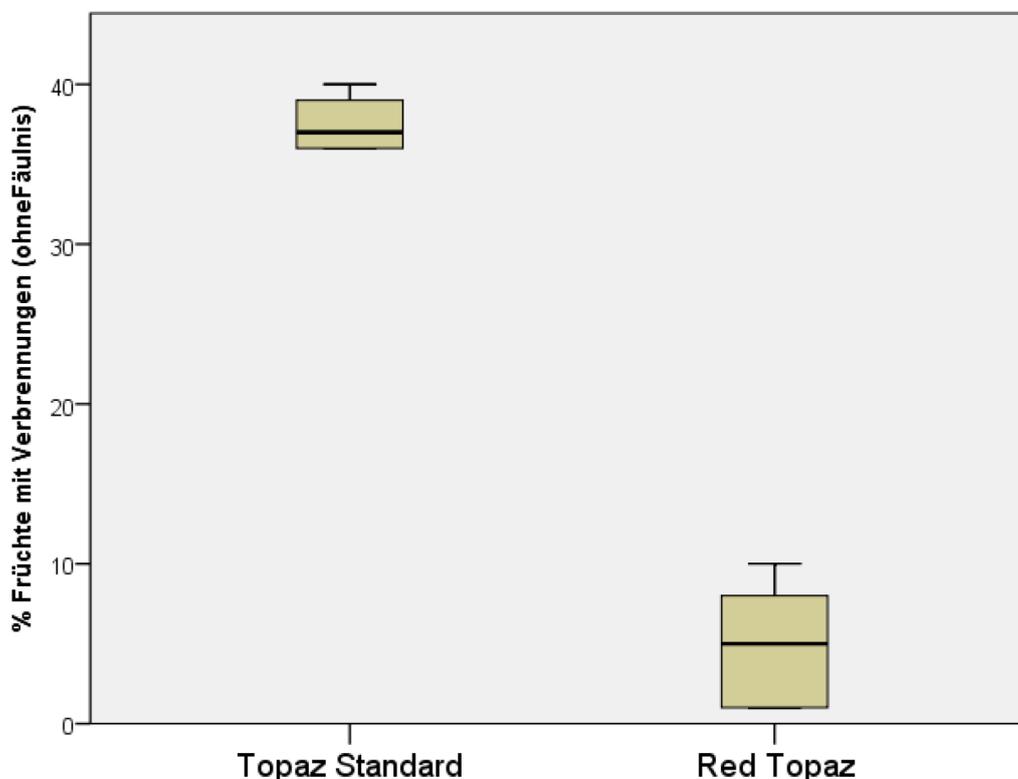


Abb. 3: Durchschnittlicher Anteil (%) von Früchten mit Verbrennungen bei 'Red Topaz' und 'Topaz' zur Auslagerung am 18. 2. 2015 (erster Boniturtermin)

Tab. 2: Früchte ohne Schaden zum ersten und zweiten Boniturtermin (Summe 1. und 2. Bonitur) und Früchte ohne Schaden zum ersten Boniturtermin, Faulfrüchte zum ersten und zweiten Boniturtermin (Summe 1. und 2. Bonitur) und zum ersten Boniturtermin, Gloeosporium- und Monilia-faule Früchte zum ersten und zweiten Boniturtermin und Früchte mit Verbrennungen zum ersten Boniturtermin (in %; Werte einer Spalte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant; erster Boniturtermin am 18. 2. 2015, zweiter Boniturtermin am 19. 3. 2015)

Variantenbezeichnung	1. und 2. Bonitur		2. Bonitur		1. Bonitur				
	Früchte ohne Schaden	Faulfrüchte	Gloeo-Früchte	Monilia-Früchte	Früchte ohne Schaden	Früchte mit Verbrennungen	Faulfrüchte	Gloeo-Früchte	Monilia-Früchte
Kontrolle Kl	12 a	88 c	72 c	3 ab	44 b	0 a	56 c	56 d	1 a
54°C 120 Sek. gekühlt	13 a	24 ab	4 a	11 b	13 a	80 d	11 ab	4 abc	7 a
Kontrolle Rt	19 ab	81 c	61 c	3 a	49 bc	0 a	51 c	47 d	4 a
R. Topaz 62°C 15 Sek. gekühlt	22 abc	24 ab	8 ab	8 ab	37 b	54 c	9 ab	4 abc	5 a
58°C 15 Sek. gekühlt	40 bcd	25 ab	9 ab	7 ab	54 bcd	35 b	11 ab	6 abc	5 a
R. Topaz 60°C 15 Sek. gekühlt	45 cde	24 ab	13 ab	3 a	58 bcd	31 b	11 ab	9 abc	3 a
R. Topaz 60°C 15 Sek.	47 cdef	26 ab	13 ab	7 ab	65 cde	27 b	9 ab	2 ab	7 a
56°C 15 Sek. gekühlt	55 defg	41 b	19 ab	7 ab	75 def	4 a	22 b	16 c	6 a
54°C 15 Sek. gekühlt	59 defg	41 b	24 b	4 ab	80 ef	0 a	19 ab	14 bc	6 a
54°C 30 Sek. gekühlt	68 efg	32 ab	19 ab	4 ab	88 f	0 a	12 ab	6 abc	6 a
R. Topaz 58°C 15 Sek. gekühlt	71 fg	24 ab	15 ab	4 ab	87 f	5 a	8 ab	4 abc	4 a
54°C 60 gekühlt	73 g	20 a	6 a	7 ab	85 ef	7 a	8 ab	1 a	7 a
52°C 120 Sek.	77 g	20 a	6 a	8 ab	91 f	3 a	6 a	3 ab	3 a
52°C 120 Sek. gekühlt aus Kl	78 g	21 a	7 a	7 ab	90 f	2 a	8 ab	2 ab	6 a
52°C 120 Sek. gekühlt	79 g	20 a	4 a	9 ab	91 f	1 a	8 ab	2 ab	6 a

EINFLUSS DER RÜCKKÜHLUNG AUF DIE FRUCHTQUALITÄT

Bei den zwei vor der Behandlung bei Raumtemperatur gelagerten Red Topaz-Varianten „60°C 15 Sek.“ wurde der Einfluss der Rückkühlung untersucht. Die Rückkühlung erbrachte keinen Effekt in Hinblick auf den Anteil der Früchte mit Verbrennungen. Schon gleich nach der Auslagerung zeigte sich ein signifikant negativer Einfluss der Rückkühlung auf den Anteil an Früchten mit Gloeosporiumbefall (Tab. 2; gekühlt 9 %; ohne Rückkühlung 2 %), gleichzeitig aber auch ein signifikant positiver Einfluss auf den Anteil Monilia-befallener Früchte (Abb. 4; gekühlt ca. 3 %; ohne Rückkühlung ca. 7 %); ein Monilia-reduzierender Effekt, der auch noch nach der Nachlagerung weiterbestand, sodass letztlich der Anteil der Monilia-Früchte beider Boniturtermine bezogen auf die gesamte Ausgangsfruchtzahl durch Rückkühlung von ca. 13 % auf 5 % gesenkt werden konnte. Der Nachteil der Rückkühlung in Hinblick auf Fäulnis durch Gloeosporium wurde also in Bezug auf Monilia-Fäule mehr als kompensiert. MAXIN und WEBER (2014a) führen die Wirkung des Heißwassertauchens weniger auf eine Keimhemmung der Pilzsporen, als vielmehr auf eine Resistenzinduktion durch den Hitzeschock zurück. Da Heißwassertauchen grundsätzlich

auch gegen Monilia-Fäule wirkt (MAXIN und WEBER, 2014b), könnte dieses Ergebnis bedeuten, dass zur Hemmung der Gloeosporiumfäuleerreger ein „ungebremster“, also nicht durch Rückkühlung verringerter, länger andauernder Hitzeschock nötig ist. Verglichen mit den nicht-Heißwasserberieselten Varianten bestätigt sich die fäulnisreduzierende Wirkung der Heißwasserberieselung mit anschließender Rückkühlung, während die Kompensation optischer Aufhellungen und geringerer Lagerfähigkeit bei Rückkühlung (SCHLOFFER, 2013) nicht festgestellt wurde.

EINFLUSS DER EINTÄGIGEN AUSLAGERUNG BEI RAUMTEMPERATUR AUF DIE FRUCHTQUALITÄT

Die Topaz-Varianten „52°C 120 Sek. gekühlt“ wurden sofort aus dem Kühllager kommend behandelt bzw. erst nach eintägiger Lagerung bei Raumtemperatur. Es konnte bei beiden Boniturterminen kein einziger signifikanter Unterschied in Hinblick auf Fäulnis oder Verbrennungen zwischen diesen beiden Varianten festgestellt werden. Dieses Ergebnis bestätigt den von SCHLOFFER (2013) als Vorteil hervorgehobenen raschen Wärmeübergang bei Heißwasserberieselung auch auf gekühlte Früchte direkt aus dem Kühllager.

EINFLUSS UNTERSCHIEDLICH LANGER BERIESELUNGSZEITEN AUF DIE FRUCHTQUALITÄT

Die vor der Behandlung bei Raumtemperatur gelagerten Topaz-Früchte wurden 15 Sekunden, 30 Sekunden, 60 Sekunden und 120 Sekunden lang mit 54 °C berieselt und danach rückgekühlt. Der Anteil von Früchten mit Gloeosporiumbefall von 14 % bei nur 15 Sekunden langer Berieselung (Tab. 2) unterscheidet sich signifikant von den jeweiligen Anteilen bei 30 Sekunden (6 %), 60 Sekunden (1 %) und 120 Sekunden (4 %).

Der Moniliabefall lag hingegen zum ersten Boniturtermin unabhängig von der Berieselungsdauer zwischen 6 und 7 %. Der Anteil von Früchten mit Verbrennungen stieg bei 120 Sekunden langer Berieselung auf 80 %, während die Varianten mit kürzerer Berieselungsdauer mit 7 % bei 60 Sekunden und je 0,4 % bei 30 und 15 Sekunden nicht signifikant differierten (Abb. 5). Das insgesamt beste Ergebnis erzielte zum ersten Boniturtermin mit 88 % Früchten ohne Schaden eine 30 Sekunden dauernde Berieselung (Tab. 2), gefolgt von 60 Sekunden (85 %) und 15 Sekunden (80 %), wobei diese Unterschiede statistisch nicht signifikant waren. Im Gegensatz dazu schnitten Früchte, die 120 Sekunden lang berieselt worden waren, mit einem Anteil von nur 13 % Früchten ohne Schaden signifikant schlechter ab. Beim zweiten Boniturtermin nach der dreiwöchigen Nachlagerung bei Raumtemperatur und nachdem Früchte mit Faulstellen beim ersten Boniturtermin entfernt worden waren, zeigte sich weiter ein signifikanter Einfluss der Berieselungsdauer auf den Anteil von Früchten mit Gloeosporium-Faulstellen. Mit abnehmender Berieselungsdauer stieg der Anteil von 4 % bei 120 Sekunden auf 24 % bei 15 Sekunden (Tab. 2). Nun wurde auch ein signifikanter Effekt auf den Anteil von Früchten mit Moniliabefall sichtbar. Der höchste Monilia-bedingte Ausfall wurde mit 11 % bei 120 Sekunden Berieselung, der niedrigste mit 4 % bei 30 Sekunden verzeichnet. Nachdem eine Wirkung einer Heißwasserbehandlung gegen *Monilia fructigena* grundsätzlich nachgewiesen ist (MAXIN und WEBER 2014b), könnte dieses Ergebnis bedeuten, dass eine 120 Sekunden lange Heißwasserberieselung bei 54 °C die Immunabwehr gegenüber Gloeosporiumfäule-Erregern immer noch stimuliert oder doch auch ein

direkter pilzsporenabtötender Effekt gegeben ist, während bei *Monilia fructigena* die bei dieser Variante starke Gewebeschädigung der Früchte (Verbrennungen) für Infektionen ausschlaggebender ist. Alle fäulnis- und verbrennungsbedingten Ausfälle beider Boniturtermine zusammengenommen blieben bei 60 Sekunden Berieselung 73 %, bei 30 Sekunden 68 % und bei 15 Sekunden 59 % Früchte ohne Schäden (Tab. 2). Diese Werte unterscheiden sich signifikant von den in erster Linie verbrennungsschadenbedingten 13 % Früchten ohne Schäden bei 120 Sekunden Berieselungsdauer. Das aufgrund noch geringerer Verbrennungsschäden bei nicht wesentlich höherem Gloeosporiumbefall etwas bessere Ergebnis der 30 Sekunden-Variante im Vergleich zur 60 Sekunden-Variante zum ersten Boniturtermin konnte also nach der Nachlagerung bei Raumtemperatur wegen der dann mit abnehmender Berieselungsdauer deutlicher werdenden Zunahme der Fäulnisverluste nicht gehalten werden. Eine Minimierung der Lagerverluste könnte daher eventuell bei 54 °C mit einer Berieselungsdauer zwischen 30 und 60 Sekunden erreicht werden.

EINFLUSS UNTERSCHIEDLICHER TEMPERATUREN AUF DIE ÄUSSERE FRUCHTQUALITÄT

Der Temperatureffekt wurde bei Raumtemperatur vorgelagerten, 120 Sekunden lange berieselten, rückgekühlten Topaz-Früchten bei 52 °C und bei 54 °C sowie bei Raumtemperatur vorgelagerten, 15 Sekunden lange berieselten, rückgekühlten Red Topaz-Früchten bei 60 °C und bei 62 °C bestimmt. Bei 'Topaz' stieg zum ersten Boniturtermin durch die Temperaturerhöhung von 52 °C auf 54 °C bei zweiminütiger Berieselungsdauer der Anteil von Früchten mit Verbrennungsschäden von 1 % auf exorbitante 80 %, bei 'Red Topaz' durch die Temperaturerhöhung von 60 °C auf 62 °C bei nur 15 Sekunden langer Berieselungsdauer von 31 % auf 54 % (Tab. 2). Sowohl bei 'Topaz' als auch bei 'Red Topaz' brachte die Temperaturerhöhung zum ersten Boniturtermin keine statistisch relevante Verringerung des Gloeosporiumbefalls als auch des Moniliabefalls. Erst beim zweiten Boniturtermin nach der Lagerung bei Raumtemperatur zeigte sich ein negativer Einfluss der Temperaturerhöhung bei 'Red Topaz', indem der Anteil von Monilia-befalle-

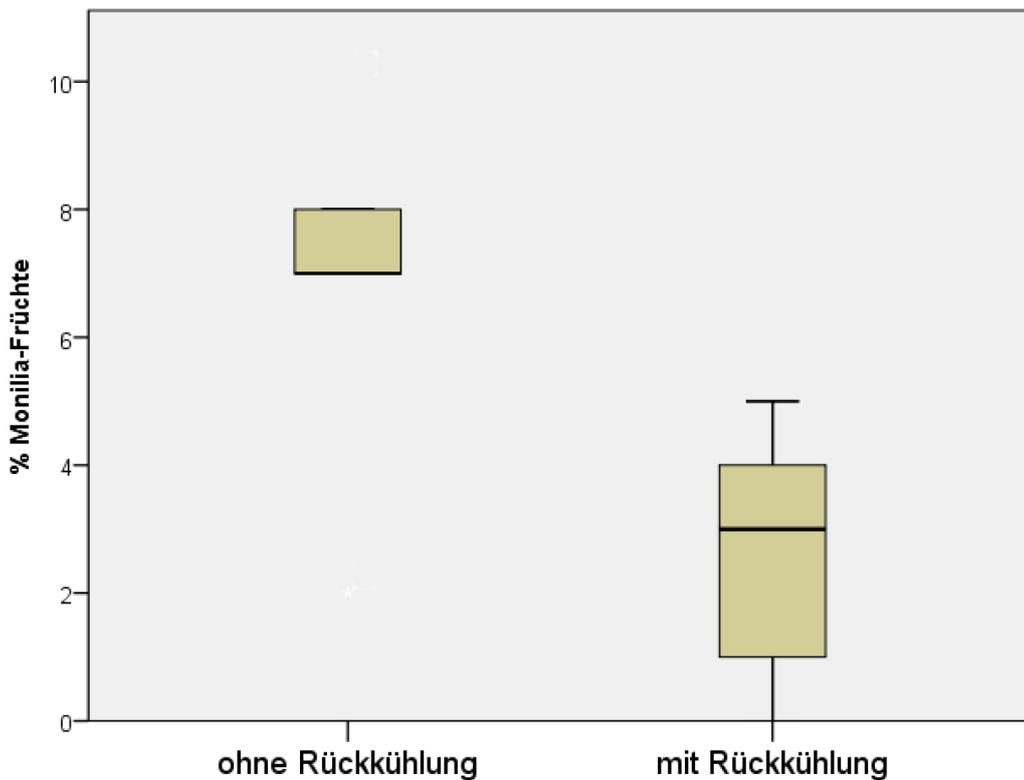


Abb. 4: Durchschnittlicher Anteil (%) Früchte mit Monilia-Fäule mit und ohne Rückkühlung zur Auslagerung am 18. 2. 2015 (erster Boniturtermin)

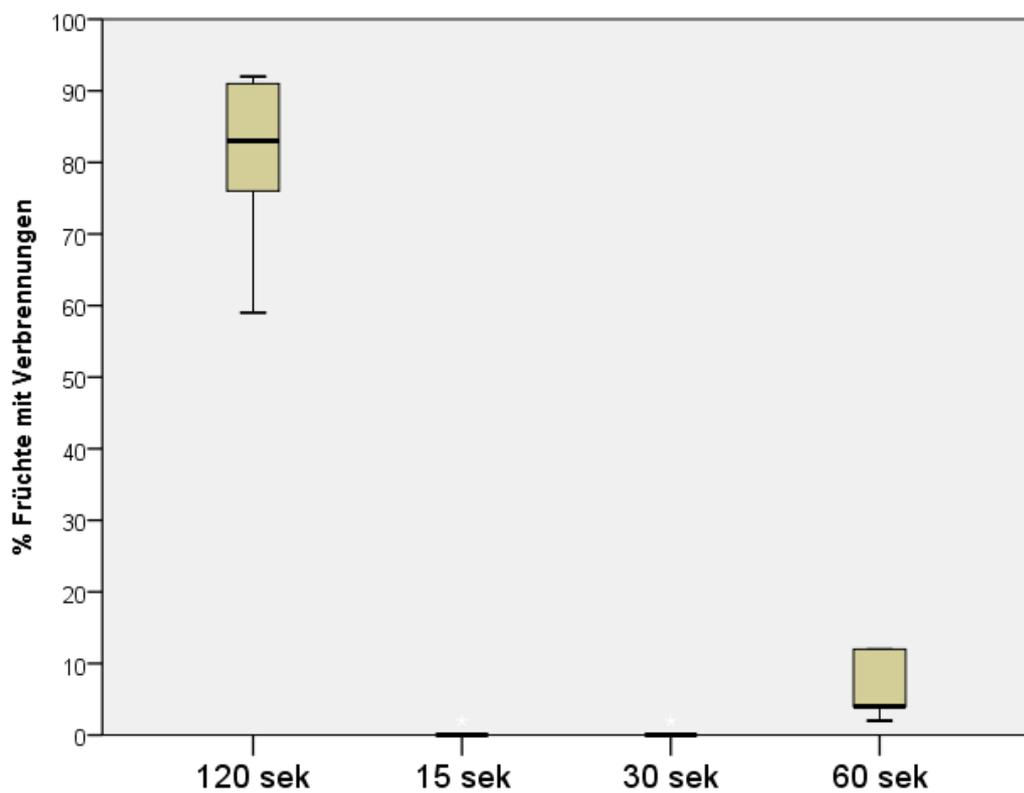


Abb. 5: Durchschnittlicher Anteil (%) der Früchte mit Verbrennungen nach Heißwasserberieselung mit 54 °C für 15, 30, 60 und 120 Sekunden zur Auslagerung am 18. 2. 2015 (erster Boniturtermin)

nen Früchten von 2 % bei 60 °C auf 8 % bei 62 °C stieg. Die Temperaturerhöhung bewirkte also, ähnlich wie die Verlängerung der Berieselungsdauer, eine Zunahme Monilia-fauler Früchte, während der Anteil der Gloeosporium-faulen Früchte nicht signifikant beeinflusst wurde.

Insgesamt lag der Anteil von Früchten ohne Schäden bei 'Topaz' nach der Lagerung bei Raumtemperatur bei 80 % (52 °C) bzw. 13 % (54 °C) (Abb. 6), bei 'Red Topaz' bei 48 % (60 °C) bzw. 25 % (62 °C) (Abb. 7).

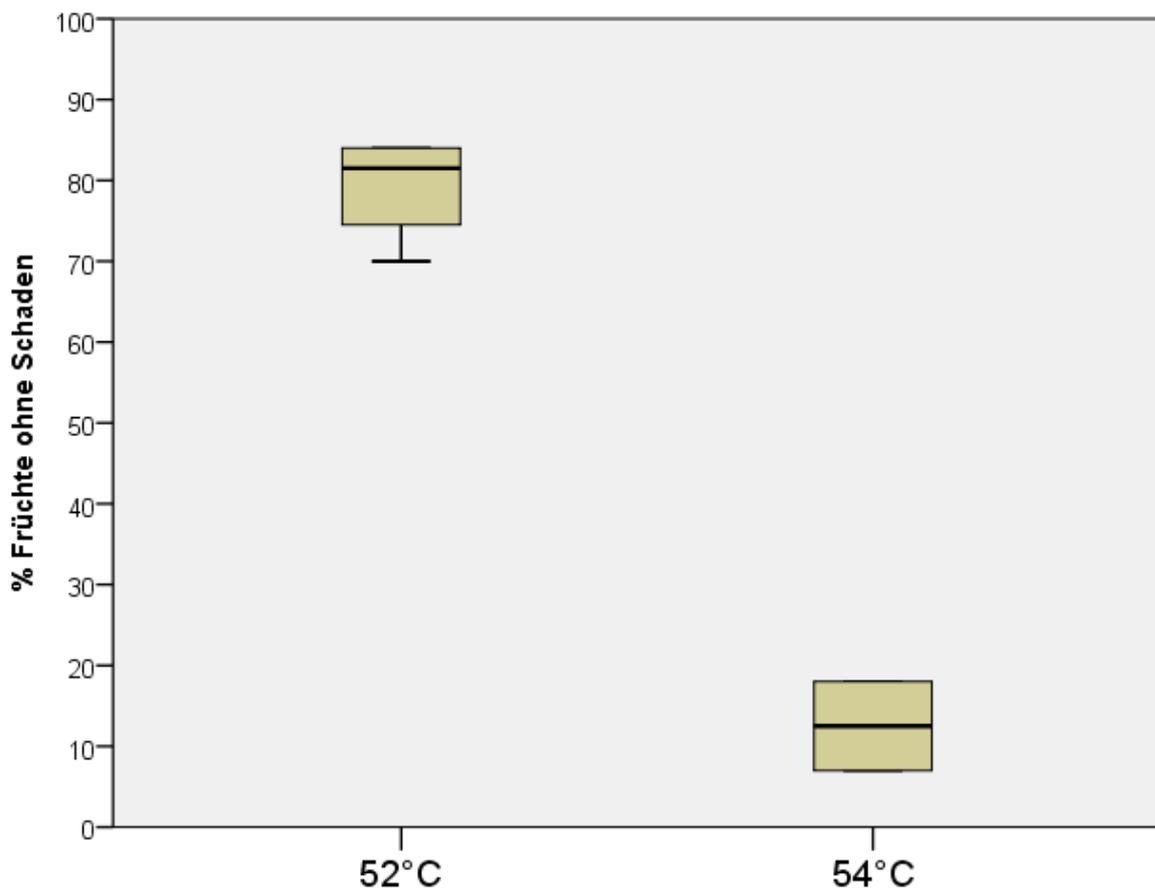


Abb. 6: Durchschnittlicher Anteil (%) der 'Topaz'-Früchte ohne Schaden bei Berieselungstemperaturen von 52 °C bzw. 54 °C am 19. 3. 2015 (zweiter Boniturtermin)

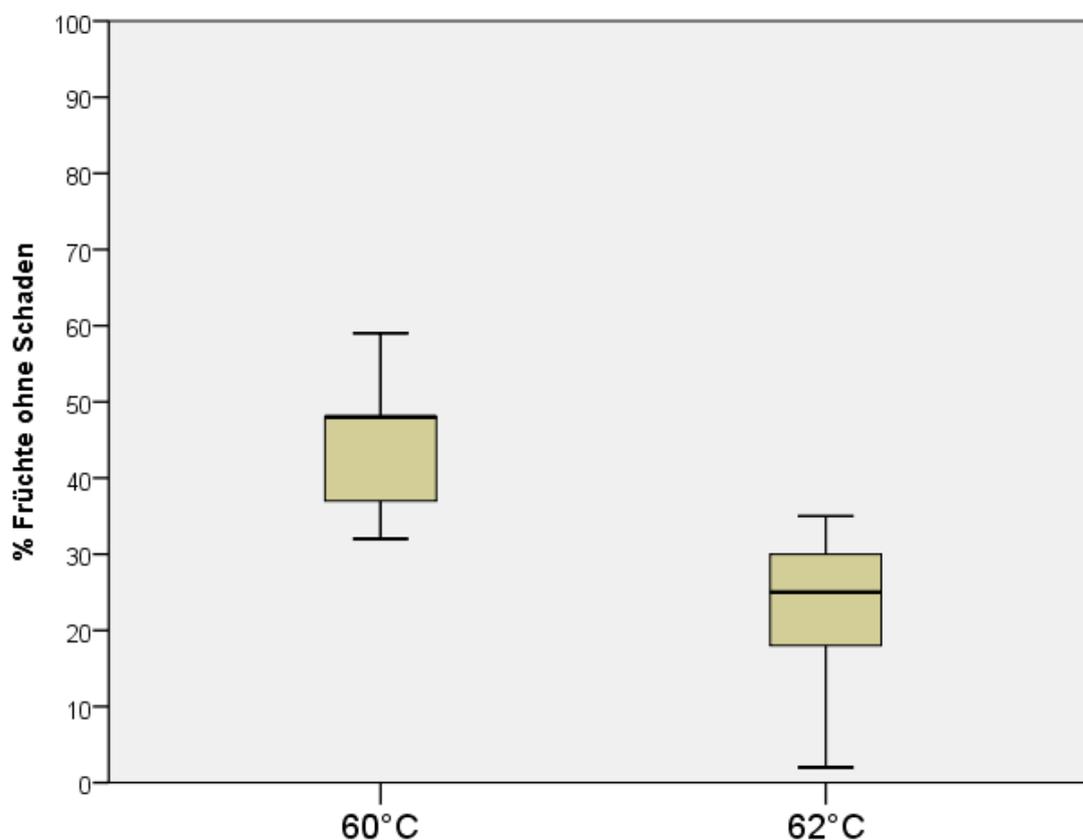


Abb. 7: Durchschnittlicher Anteil (%) der 'Red Topaz'-Früchte ohne Schaden bei Berieselungstemperaturen von 60 °C bzw. 62 °C am 19. 3. 2015 (zweiter Boniturtermin)

GESAMTEINFLUSS ALLER PARAMETER AUF DIE ÄUSSERE FRUCHTQUALITÄT

Betrachtet man den Gesamteinfluss von Temperatur, Berieselungsdauer, Rückkühlung und Vortemperierung auf die Qualität und Lagerfähigkeit von Topaz- und Red Topaz-Früchten, schneiden zum ersten Boniturtermin die Varianten „Topaz 52°C 120 Sek.“ mit 91 % Früchten ohne fäulnis- oder verbrennungsbedingten Schäden, „Topaz 52°C 120 Sek. gekühlt“ mit 91 %, „direkt aus dem Kühllager berieselte Topaz 52°C 120 Sek. gekühlt“ mit 90 %, „Topaz 54°C 30 Sek. gekühlt“ mit 88 %, „Red Topaz 58°C 15 Sek. gekühlt“ mit 87 %, „Topaz 54°C 60 Sek. gekühlt“ mit 85 %, „Topaz 54°C 15 Sek. gekühlt“ mit 80 % und „Topaz 56°C 15 Sek. gekühlt“ mit 75 %, statistisch nicht unterscheidbar, am besten ab (Tab. 2; Spalte „Früchte ohne Schaden 1“). Den signifikant geringsten

Anteil vermarktbarer gesunder Früchte brachte aufgrund der starken Verbrennungen die Variante „Topaz 54°C 120 Sek. gekühlt“ mit nur 13 %, während sogar die nicht berieselten Topaz-Kontroll-Varianten (Kontrolle Kl: bis zur ersten Bonitur immer im Kühllager; Kontrolle Rt: zum Behandlungstermin einen Tag bei Raumtemperatur gelagert und dann mit den anderen Varianten wieder ins Kühllager eingelagert) mit 44 % bzw. 49 % höhere Werte erzielten. Ein Vergleich aller Verluste durch Verbrennungsschäden, Gloeosporiumfäule und Moniliafäule beider Boniturtermine bezogen auf die gesamte ursprünglich eingelagerte und berieselte Fruchtanzahl ergibt ein ähnliches Bild (Tab. 2; Spalte „Früchte ohne Schaden 1 + 2“). Die drei „Topaz 52°C 120 Sek.“-Varianten erreichen zwischen 77 bis 79 % Anteil vermarktbarer gesunder Früchte. Die beiden nicht behandelten Kontrollvarianten rutschen wegen zunehmender Fäulnispro-

bleme mit 12 % (Kontrolle Kl) und 19 % (Kontrolle Rt) auf den letzten bzw. drittletzten Platz. Dass jede Art von Heißwasserberieselung, wie im vorliegenden Versuch stattgefunden, signifikant Gloeosporiumbefall reduziert, beweist ein Blick auf die Spalte „Gloeo-Früchte 1“ in Tabelle 2. Beide Kontrollvarianten weisen bereits zum ersten Boniturtermin mit 56 % (Kontrolle Kl) und 47 % (Kontrolle Rt) einen signifikant höheren Anteil von Gloeosporium-befallenen Früchten als alle berieselten Varianten auf. Bei der Variante „Topaz 54°C 60 Sek. gekühlt“ konnte der Befall sogar auf 1 % gedrückt werden. Alle Varianten, gemeinsam zum ersten Boniturtermin verrechnet, zeigen hingegen aufgrund starker Streuung keinen signifikanten Einfluss auf den Monilibefall, obwohl der Anteil monilibefallener Früchte zwischen 1 % („Kontrolle Kl“) und 7 % („Red Topaz 60°C 15 Sek.“, „54°C 60 Sek. gekühlt“, „54°C 120 Sek. gekühlt“) liegt (Tab. 2; Spalte „Monilia-Früchte 1“). Dieses Ergebnis steht in gewissem Widerspruch zu der von MAXIN und WEBER (2014a) festgestellten Wirkung von Heißwasserbehandlungsmethoden auf *Monilia fructigena*. Nach MAXIN und WEBER (2014b) sind andererseits doch mittels Heißwasserbehandlungen Infektionen durch einige Lagerfäule-Erreger, wie *Penicillium expansum* oder *Fusarium avenaceum*, kaum reduzierbar. Möglicherweise kam es bei diesem Versuch also auch zu Mischinfektionen, die *Monilia* zugerechnet wurden.

Weiters können verletzte Früchte nach Heißwasserbehandlung verstärkt von *Monilia* oder *Botrytis* befallen werden (SCHLOFFER, 2013). Insgesamt stieg der Anteil Gloeosporium- und *Monilia*-fauler Früchte (Tab. 2; „Faulfrüchte“) der beiden nichtbehandelten Kontrollvarianten von 51 % bzw. 56 % zur Auslagerung innerhalb der vierwöchigen Nachlagerung bei Raumtemperatur auf 81 % bzw. 88 % Faulfrüchte. Der mit 80 % signifikant höchste Anteil von Früchten mit Verbrennungsschäden bei der Variante „Topaz 54°C 120 Sek. gekühlt“ und der mit 54 % zweithöchste Anteil der Variante „Red Topaz 62°C 15 Sekunden“ deuten darauf hin, dass selbst bei sehr kurzer Berieselungsdauer Temperaturen über 60 °C und eine Berieselungsdauer von mehr als einer Minute bei Temperaturen von über 52 °C wenig zielführend sind (Tab. 2; Spalte „Früchte mit Verbrennungen 1“). Grundsätzlich unterdrückt Heißwasserberieselung auch nach zwischenzeitlicher Aussortierung fauler Früchte und

Nachlagerung bei Raumtemperatur das Auftreten von Gloeosporium-Fäule (Tab. 2; Spalte „Gloeo-Früchte 2“) weiter, fördert gleichzeitig aber in sehr geringem Ausmaß Moniliafäule (Tab. 2; Spalte „Monilia -Früchte 2“). Verbrennungsschäden traten in der Nachlagerungsphase nicht stärker in Erscheinung. Nachdem neben dem optimalen Erntetermin und sorgfältigem Pflücken der Früchte (SCHLOFFER, 2013), Myco-Sin-Behandlungen, Ca-Behandlungen und ULO-Lagerung (ZIMMER, 2010) wesentlich zur Reduktion von Gloeosporiumfäule am Lager beitragen können, wäre wohl für besonders empfindliche Sorten wie 'Pinova' oder 'Topaz' eine Strategie interessant, die alle diese Faktoren sinnvoll kombiniert.

FAZIT

Heißwasserberieselung ist eine effiziente Methode, um Gloeosporiumfäule bei nach Bio-Richtlinien behandelten Früchten anfälliger Sorten wie 'Topaz' auf ein wirtschaftlich vertretbares Ausmaß zu reduzieren. Die, jedenfalls bei höheren Temperaturen als 54 °C, geringere Anfälligkeit von 'Red Topaz' gegenüber Verbrennungen im Vergleich zum Standard, spricht dafür, diesen neuen Klon zu forcieren. Ein weiterer Vorteil von 'Red Topaz' liegt in der Möglichkeit, einen höheren Anteil bei der ersten Pflücke zu erreichen, was das Risiko eines Gloeosporiumbefalls verringert.

Rückkühlung heißwasserberieselter Früchte führt in Summe zu keinem Wirkungsverlust gegen Fäulniserreger, bringt aber keine messbaren Vorteile in Hinblick auf Verbrennungen. Gemessen am Anteil gesunder vermarktungsfähiger Früchte zur Auslagerung mit der Standardberieselungsvariante bei 52 °C für 120 Sekunden statistisch vergleichbar gute Fäulnisunterdrückung erzielten, ohne zu hohe Verluste durch Verbrennungsschäden zu provozieren, die Varianten „54 °C 60 Sekunden“, bei 'Red Topaz' „58 °C 15 Sekunden“, „54 °C 30 Sekunden“, „54 °C 15 Sekunden“ und „56 °C 15 Sekunden“. Zu starke Verbrennungen verursachten zweiminütige Heißwasserberieselungen bei 54 °C und 15 Sekunden andauernde Berieselungen mit 62 °C. Diese beiden Varianten unterscheiden sich mit nur 12,5 % bzw. 22 % Anteil gesunder Früchte nicht von den unbehandelten Kontrollvarianten mit 12,4 bzw. 18,8 %.

LITERATUR

- AGES (2015): Pflanzenschutzmittelregister-Stamminformationen ([http://pmg.ages.at/pls/psmlfrz/pmgweb2\\$.Startup](http://pmg.ages.at/pls/psmlfrz/pmgweb2$.Startup); 22. Juni 2015)
- BADER, R. UND KRIESEL, M. (2013): Erhebung der Erwerbsobstanlagen 2012. Wien: Statistik Austria, 2013
- BIO-AUSTRIA (2015): EU-Bio-Verordnungen (<http://www.bio-austria.at/bio-bauern/beratung/richtlinien/allgemeine-richtlinien/eu-bio-verordnung/>; 22. Juni 2015)
- HARMER, A. (2005): Einfluss von Heißwasserbehandlung auf innere und äußere Fruchtqualität bei biologisch und integriert produzierten Apfelfrüchten. Diplomarb. HBLA und BA für Wein- und Obstbau. – Klosterneuburg, 2005
- HÖHN, E., DÄTWYLER, D., GASSER, F. UND JAMPEN, M. 1999: Streifindex und optimaler Pflückzeitpunkt von Tafelkernobst. Schweiz. Z. Obst-Weinbau (18): 443-446
- KLOPP, K. UND MAXIN, P. 2002: Thermo-Therapie im ökologischen Obstbau. Mitt. OVR Jork (11): 378-384
- MAIER, R. (1991): Apicius: De re coquinaria (Über die Kochkunst). Hrsgg., übersetzt und kommentiert von Robert Maier. – Stuttgart: Reclam, 1991
- MAXIN, P. UND WEBER, R. 2014a: Wirkungsweise der Heißwasserbehandlung von Äpfeln. Obstbau (1): 13-15
- MAXIN, P. UND WEBER, R. 2014b: Wirkungsspektrum der Heißwasserbehandlung von Äpfeln. Obstbau (3): 142-144
- OECD (2005): Leitfaden zu objektiven Testmethoden zur Bestimmung der Qualität von Obst und Gemüse sowie Trocken- und getrockneten Erzeugnissen, S. 10. – Paris: OECD, 2005
- PERSEN, U., STEFFEK, R., LETHMAYER, C., BLÜMEL, S. UND POLESNY, F. (2005): Pflanzengesundheit im Obstbau. Leopoldsdorf bei Wien: Agrarverl., 2005
- SCHLOFFER, K. 2013: Heißwasserduschen statt Heißwassertauchen. Obstbau (9): 506-508
- WURM, L., EDER, R., WENDELIN, S., WARNUNG, M. UND WURTH, J. 2008: Ertragsleistung, Fruchtqualität und Phenolgehalt verschiedener Apfelsorten bei biologischer und integrierter Produktion unter Berücksichtigung unterschiedlicher Baumstreifenpflege. Mitt. Klosterneuburg 58: 132-144
- ZAMG (2015): Klimadaten von Österreich 1971 – 2000 (http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm; 22. Juni 2015)
- ZIMMER, J. (2010): Einsatz von sauren Gesteinsmehlen - Bekämpfung des Gloeosporiumbefalls bei Pinova mit saurem Gesteinsmehl. Tagungsband 30. VLF-Bundeskernobstseminar 2010. – D-53359 Rheinbach: DLR Rheinpfalz Kompetenzzentrum Gartenbau, 2010

Eingelangt am 26. Juni 2015