

Auswirkungen der Warmwasserbehandlung von Äpfeln auf die Lagerfähigkeit im Kälte- und CA-Lager

BERNHARD TRIERWEILER *, HELMUT SCHIRMER * UND BERNHARD TAUSCHER *

Kurzfassung

Im biologischen Apfelanbau dürfen vor der Ernte keine Lagerspritzungen am Baum mit hochwirksamen Fungiziden zur Reduzierung von Lagerschadpilzen vorgenommen werden. Durch eine zwei-minütige Warmwasserbehandlung (53 °C) von ökologisch produzierten Äpfeln konnte das Auftreten der gefährlichsten Lagerkrankheit, der *Gloeosporium*-Fäule, sowohl während der Kalt- als auch der CA-Lagerung auf unter 10 % reduziert werden. Im Vergleich dazu wiesen unbehandelte Äpfel im Kaltlager zu ca. 90 % das typische *Gloeosporium*-Schadbild auf. Selbst im CA-Lager kommt es bei unbehandelten Äpfeln zu einem Ausfall durch die *Gloeosporium*-Fäule von ca. 40 %. Eine Beeinträchtigung der Qualität der Früchte durch die Warmwasserbehandlung konnte nicht festgestellt werden. Schalenbräune war nicht feststellbar, Fruchtfleischfestigkeit und Vitamin C-Gehalt zeigten keinen Unterschied zwischen unbehandelten und heißwasserbehandelten Äpfeln.

Schlüsselwörter: Gloeosporium-Fäule, Warmwasserbehandlung, biologischer Apfelanbau, CA-Lager, Vitamin C

Abstract

Hot water treatments of organically farmed apples

Synthetic Fungicide treatments are not allowed in organic apple farming orchards a few weeks before harvest in order to reduce post-harvest diseases during long-term storage. Hot water treatments (53 °C, 2 minutes) of organically farmed apples are able to control *Gloeosporium* disease, the most dangerous fungal disease of organically produced apples during storage. A reduction of *Gloeosporium* rot below 10 % after a storage time of five to six months could be achieved with hot water treatments after harvest, irrespective of storage conditions (cold storage or controlled atmosphere storage). In comparison we found over 90 % disease on untreated apples stored at 1 °C in air, and even 40 % of these apples stored under controlled atmosphere showed the typical *Gloeosporium* rot after five to six months of storage. Investigations on the internal quality of hot water treated apples showed no dif

ference between the treated apples and the untreated control-apples.

Keywords: Gloeosporium rot, hot water treatment, organic apple farming, CA-storage, vitamin C

Einleitung

Die *Gloeosporium*-Fruchtfäule (Abb. 1) tritt oft schon nach wenigen Monaten im Kühllager, spätestens aber nach der Auslagerung und während der Vermarktung auf. Selbst im ULO-Lager (Ultra low oxygen) oder bei CA-Lagerung (controlled atmosphere), zeigen sich Fäuleschäden, wenn auch mit Verzögerung. Auf diese Weise können Äpfel mit einer geringeren Qualität auf den Markt gelangen. Darüber hinaus verringern Fäulisverluste im Lager das Angebot, so dass oft schon ab Januar hohe Marktpreise für biologisch angebaute Äpfel zu erwarten sind.

Überlegungen, mit welcher Methode sich die *Gloeosporium*-Fäule an biologisch produzierten Äpfeln reduzieren lässt, führten zur Heißwasserbehandlung. Sie ist ein Verfahren des Pflanzenschutzes, das bis ins 20. Jahrhundert u.a. zur Bekämpfung des Flugbrandes bei Gerste Anwendung fand (Jahn 2002).

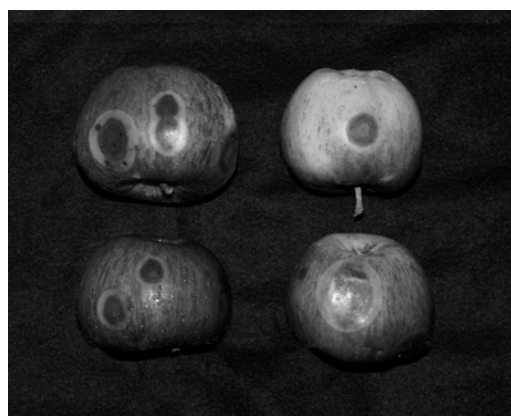


Abbildung 1
Gloeosporium-Fäule an biologisch produzierten Äpfeln der Sorte 'Topaz'.

Erste Warmwasserbehandlungsversuche im Labormaßstab mit biologisch produzierten Äpfeln der Sorte 'Topaz' wurden 1999 an der Bundesforschungsanstalt für Ernährung in Karlsruhe durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigten eine deutlich bessere Reduzierung der *Gloeosporium*-Fäule als die im Vergleich dazu untersuchten Biofungizide (Schirmer et al. 2000). Der erfolgreiche

* Bundesforschungsanstalt für Ernährung (BFE),
76131 Karlsruhe

Einsatz der Heißwasserbehandlung zur Reduzierung von Nacherntefäulen bei Äpfeln, Pfirsichen, Nektarinen, Zitrusfrüchten, Mangos und Bananen, die durch Schimmelpilze oder Insekten verursacht werden, ist von verschiedenen Autoren beschrieben worden (Reyes et al. 1998; Prusky et al. 1999; Porat et al. 2000; Smith et al. 2000; Fallik et al. 2001; Karabulut et al. 2002).

Auf Grund der guten Ergebnisse mit der Warmwasserbehandlung im Labormaßstab wurde die in Abbildung 2 gezeigte Heißwassertauchanlage für 20 kg Obstkisten an der Bundesforschungsanstalt für Ernährung Karlsruhe gebaut und ab dem Jahr 2001 für die Durchführung der Versuche eingesetzt.

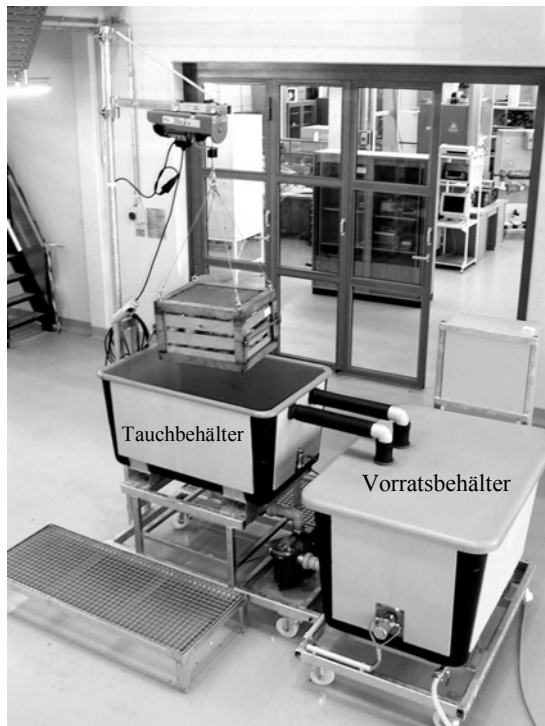


Abbildung 2
Heißwassertauchanlage zur Behandlung von Äpfeln in 20 kg Obstkisten

Mit Hilfe der in Abbildung 2 dargestellten Heißwassertauchanlage sollte der Einfluss der Heißwasserbehandlung außer auf die *Gloeosporium*-Fäule auch auf die Qualität der Früchte unter Praxis ähnlichen Bedingungen untersucht werden.

Material und Methode

Für die Untersuchungen wurden verschiedene Apfelsorten aus ökologischem Anbau direkt von den Anbauern bezogen und mit der in Abbildung 2 dargestellten Tauchanlage heißwasserbehandelt.

Als optimale Prozessbedingungen ermittelten wir eine Tauchzeit von 2 Minuten in 53 °C war-

mem Wasser. Weitere spezielle Behandlungen vor der Einlagerung, wie z.B. aktives Trocknen der Äpfel nach der Heißwasserbehandlung, fand nicht statt. Nach der Thermo-Behandlung im September wurden die Früchte über 5 Monate, zum einen im Kaltlager (Normallager Luft), und zum anderen unter kontrollierter Atmosphäre mit einem Sauerstoffgehalt von 1 % und einem Kohlendioxidgehalt von 3 %, jeweils bei 1 °C, gelagert.

Die Äpfel wurden an 3 Terminen, Dezember, Januar und März, auf *Gloeosporium*-Fäule bonitiert. Nach 5 Monaten Lagerung wurden die Äpfel außer auf das Schadaufkommen zusätzlich auf Festigkeit (Texture Analyser, Fa. Stable Micro-Systems), Vitamin C und Gesamtzuckergehalt (enzymatische Bestimmungskits, Boehringer) hin untersucht. Des weiteren erfolgte eine sensorische Bewertung der Früchte durch ein geschultes Sensorikpanel nach dem Karlsruher 9 Punkte Schema (DIN 10952).

Ergebnisse

Bei einer ersten Bonitur (12. Dezember 2001) der Äpfel der Sorte ‚Topaz‘ konnte im Normallager (Luft) an 7,8 % der ungetaucht gelagerten Äpfel die *Gloeosporium*-Fäule festgestellt werden. Dagegen wiesen nur 0,4 % der getauchten Äpfel aus dem Normallager das typische *Gloeosporium*-Schadbild auf. Das gleiche Ergebnis wurde bei den ungetauchten und getauchten Früchten im CA-Lager beobachtet. Nach der 5-monatigen Lagerung (6. März 2002) wurde die Wirkung der Heißwasserbehandlung noch deutlicher. Abbildung 3 zeigt, dass 94,4% der im Kaltlager unter Luft aufbewahrten, unbehandelten ‚Topaz‘-Äpfel von dem Schadpilz *Gloeosporium* befallen wurden. Dagegen betrug die *Gloeosporium*-Fäule an den getauchten Äpfeln im Kaltlager nur 16,9 % (Abb. 3).

Noch deutlicher war der Zusammenhang zwischen Heißwasserbehandlung und Reduzierung der *Gloeosporium*-Fäule bei den unter CA-Bedingungen gelagerten ‚Topaz‘-Äpfeln. 41,4 % der Früchte, die nicht mit heißem Wasser behandelt waren, wiesen die *Gloeosporium*-Fäule auf. Von den getauchten ‚Topaz‘-Äpfeln, die unter CA-Bedingungen gelagert wurden, wiesen nur 3,2 % das typische Schadbild der *Gloeosporium*-Fäule auf (Abb. 3). Dieses Ergebnis zeigt, daß zur optimalen Reduzierung der *Gloeosporium*-Fäule ökologisch produzierter Äpfel eine Kombination aus Thermo-Behandlung bei 53 °C und anschließender Lagerung unter kontrollierter Atmosphäre angewendet werden sollte.

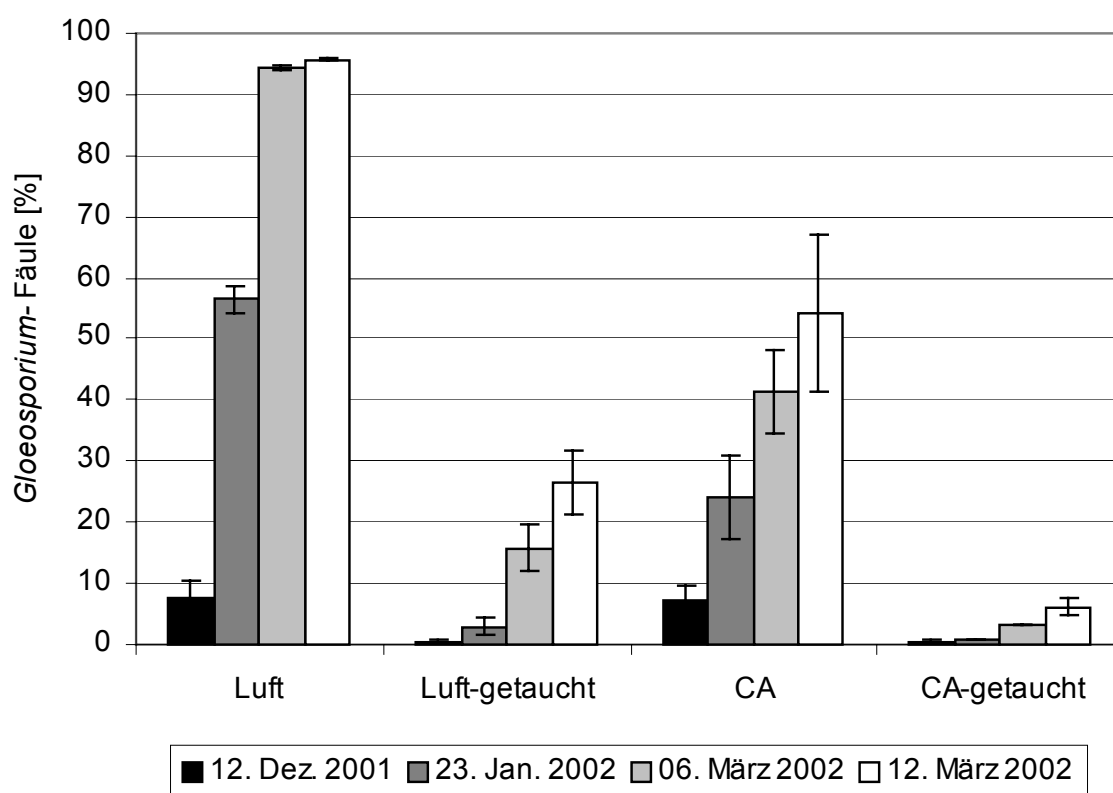


Abbildung 3

Gloeosporium-Fäule an ökologisch produzierten Äpfeln der Sorte ‚Topaz‘ nach Heißwasserbehandlung im September 2001, sofortiger Einlagerung und 5-monatiger Lagerung im Kaltlager bzw. unter kontrollierter Atmosphäre. Die Bonitur 12. März 2002 erfolgte nach 6-tägiger Nachlagerung bei Raumtemperatur.

Die reduzierende Wirkung der Heißwasserbehandlung auf die *Gloeosporium*-Fäule rührt wahrscheinlich von der Empfindlichkeit des Pilzes gegenüber der Temperatur von 53 °C her. So konnte nach einer 2-minütigen Behandlung von *Gloeosporium* Sporen in 53 °C warmem Wasser und anschließendem Ausbringen der Lösung auf einem Spezialnährboden (DSMZ Medium 190) kein Wachstum des Pilzes mehr festgestellt werden. Eine deutliche Beeinflussung des Wachstums des Pilzes auf dem verwendeten Nährboden konnte bereits bei einer Wassertemperatur von 45 °C beobachtet werden.

Bezüglich des mikrobiologischen Status des Tauchwassers konnte während eines 2-tägigen Einsatzes der in Abbildung 2 gezeigten Tauchanlage keine Vermehrung der Gesamtkeimzahl und der Hefen sowie Schimmelpilze festgestellt werden, so

dass eine Kreuzkontamination durch das Tauchwasser während mehrmaliger Thermobehandlung in der Praxis ausgeschlossen werden kann.

Auf Grund der guten Ergebnisse bezüglich der Reduzierung der *Gloeosporium*-Fruchtfäule durch die Thermobehandlung der Äpfel war für uns nun von Interesse, ob die Thermobehandlung einen Einfluss auf die Fruchtfleischfestigkeit und bestimmte Inhaltsstoffe wie Vitamin C und Gesamtzuckergehalt hat. Daher wurden diese Parameter von thermobehandelten Äpfeln verschiedener Sorten nach 4-monatiger Lagerung bestimmt.

An Hand von Abbildung 4 lässt sich erkennen, dass sich die Fruchtfleischfestigkeit der heißwasserbehandelten Äpfel verschiedener Sorten nicht von der Festigkeit der unbehandelten Früchte unterschied.

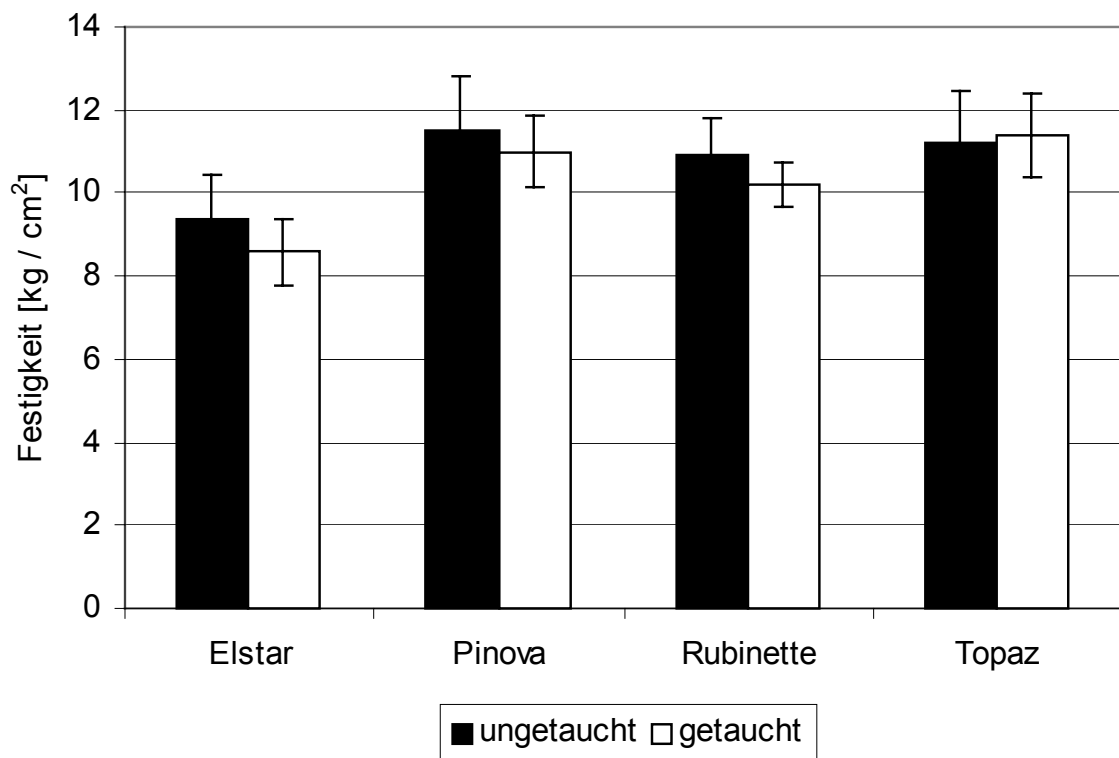


Abbildung 4
Fruchtfleischfestigkeit verschiedener un behandelter/ heißwasserbehandelter Apfelsorten nach einer CA-Lagerdauer von 4 Monaten.

Ein ähnliches Ergebnis ergab sich auch für den Vitamin C-Gehalt der Äpfel der Sorten ‚Elstar‘ und ‚Topaz‘. So konnte bei der Sorte ‚Elstar‘ sowohl für die thermobehandelten wie die un behandelten Früchte ein Vitamin C-Gehalt von ca. 10 mg/100g Frischgewicht bestimmt werden. Bei der Sorte ‚Topaz‘ betrug der Vitamin C-Gehalt bei getauchten wie ungetauchten Äpfeln ca. 16 mg /100g Frischgewicht (Abb. 5). Des weiteren lässt sich an Hand von Abbildung 5 erkennen, dass die getauchten Äpfel der Sorten ‚Pinova‘ und ‚Rubinette‘ einen etwas geringeren Vitamin C-Gehalt aufwiesen als die ungetauchten Äpfel der gleichen Sorten.

Untersuchungen des Gesamtzucker gehaltes der thermobehandelten und un behandelten Äpfel ergaben ebenfalls, dass sich der Gesamtzucker gehalt der getauchten Früchte nicht von demjenigen der ungetauchten Äpfel nach einer Lagerdauer von 4 Monaten unterschied. Abbildung 6 zeigt, dass in allen untersuchten Apfelproben der Gesamtzucker gehalt bei 11-12 % lag, unabhängig von Behandlungsart und Apfelsorte.

Die Abbildungen 4-6 zeigen, dass die Heißwasserbehandlung keinen negativen Einfluss auf die

Fruchtfleischfestigkeit, den Vitamin C-Gehalt und den Gesamtzucker gehalt der Äpfel hat. Auf Grund dieser Ergebnisse ist es daher von Interesse, ob die Thermobehandlung der Äpfel die sensorische Qualität der Früchte beeinflusst. Um dies zu überprüfen wurden die Äpfel nach 4 Monaten Lagerung durch ein geschultes Sensorikpanel verkostet und die Oberflächenbeschaffenheit, Geschmack und Konsistenz mittels einer 9-Punkte Skale beurteilt. Die Beurteilung durch das Sensorikpanel ergab, dass die angewendete Behandlungstemperatur von 53°C keine Verschlechterung der sensorischen Qualität bewirkte (Abb. 7).

Selbst bei einer Tauchtemperatur von 57 °C wurde nur die Oberfläche der Früchte so beeinträchtigt, dass sie bei den heißwasserbehandelten Äpfeln deutlich schlechter beurteilt wurde als bei den un behandelten Äpfeln. Die höhere Tauchtemperatur hatte jedoch keinen Einfluss auf z.B. Geschmack und Konsistenz im Vergleich zu den ungetauchten Äpfeln.

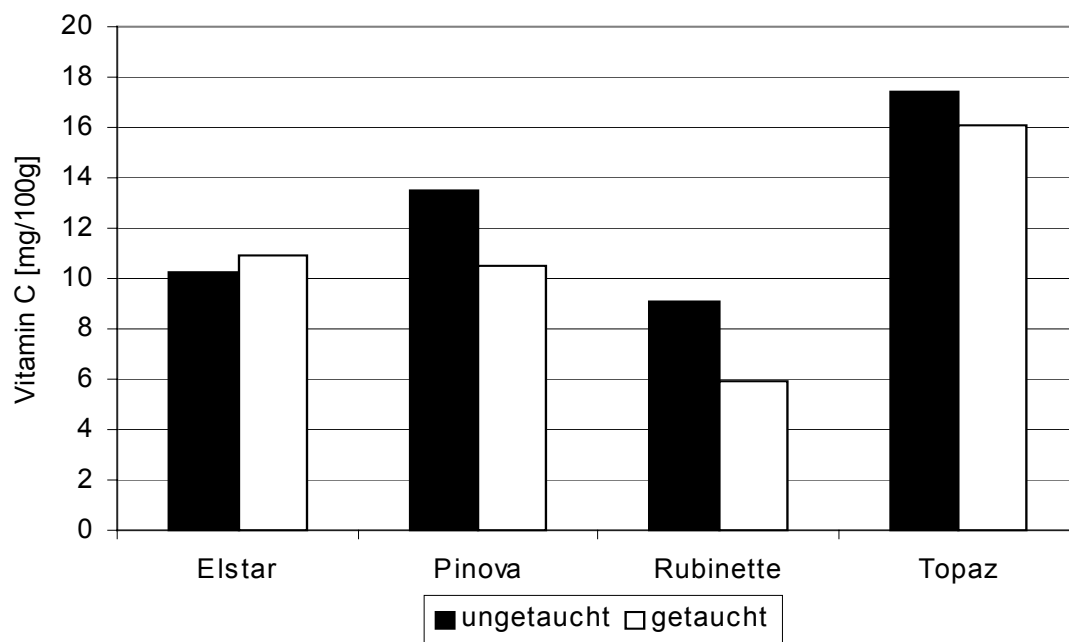


Abbildung 5
Vitamin C-Gehalt von thermobehandelten/unbehandelten Äpfeln verschiedener Sorten nach 4 Monaten CA-Lagerung bei 1 °C. Der Vitamin C-Gehalt wurde aus einer Mischprobe von 12 Äpfeln bestimmt.

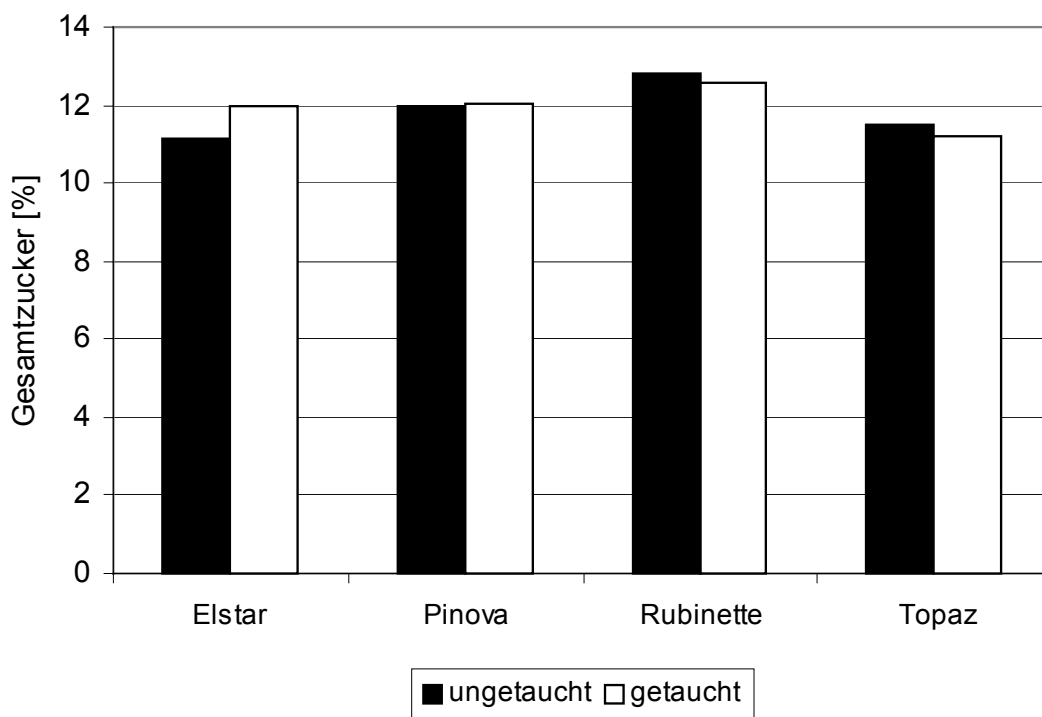


Abbildung 6
Gesamtzuckergerhalt verschiedener thermobehandelter / unbehalteter Apfelsorten nach 4 Monaten CA-Lagerung. Der Gesamtzuckergerhalt wurde aus einer Mischprobe von 12 Äpfeln bestimmt.

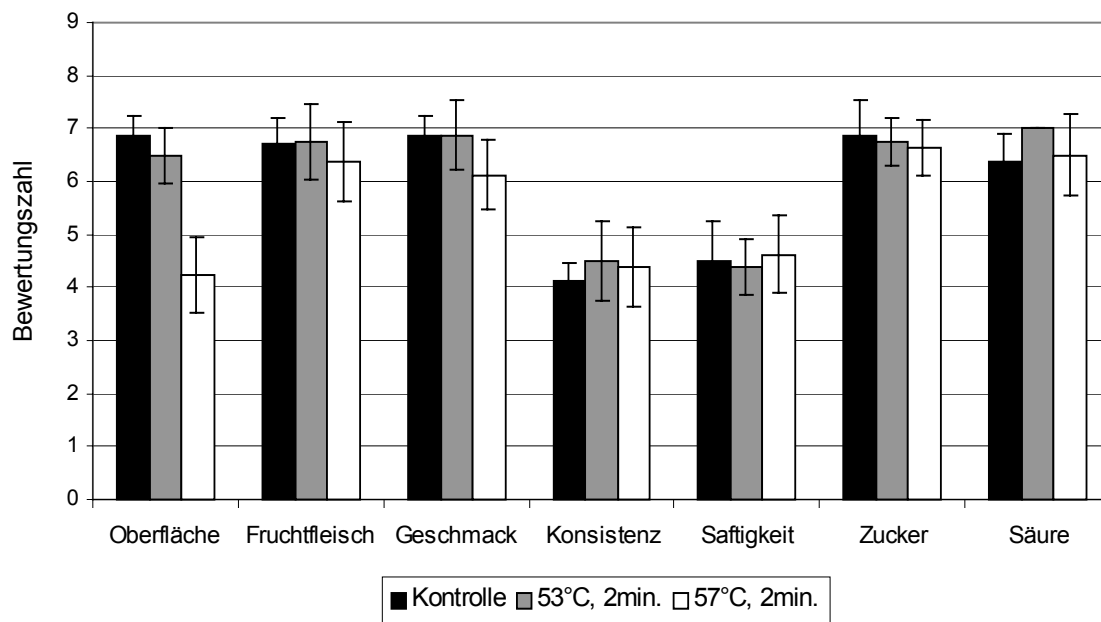


Abbildung 7
Sensorische Beurteilung thermobehandelter/unbehandelter Äpfel der Sorte ‚Topaz‘ nach 4 Monaten CA-Lagerung.

Da es sich bei den in den Abbildungen 4 -7 dargestellten Ergebnissen um Daten eines einjährigen Versuches handelt, müssen in den kommenden Jahren weitere Inhaltsstoffuntersuchungen von thermobehandelten bzw. unbehandelten Äpfeln durchgeführt werden, um gesicherte Aussagen über den Einfluß der Thermobehandlung auf wertgebende Inhaltsstoffe und sensorische Parameter machen zu können.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse unserer 3-jährigen Untersuchungen zeigen deutlich, daß durch eine 2-minütige Heißwasserbehandlung bei 53 °C die Entwicklung der *Gloeosporium*-Fäule an ökologisch produzierten Äpfeln während der Lagerung deutlich reduziert werden kann. Der Einsatz höherer Tauchtemperaturen hat in Vorversuchen keine bessere Reduzierung der *Gloeosporium*-Fäule bewirkt und führte teilweise auch zu deutlichen Schalenverbräunungen an den Äpfeln. Von daher empfiehlt es sich die Temperatur des Tauchwassers im Bereich von 48 – 53 °C zu wählen. Die stärkste Reduzierung der *Gloeosporium*-Fäule bei Äpfeln der Sorte ‚Topaz‘ – und auch anderen Sorten - konnte durch eine Kombination der Heißwasserbehandlung mit anschließender Lagerung unter kontrollierter Atmosphäre erzielt werden, so dass sich dies auch für die Anwendung in der Praxis empfiehlt.

Des weiteren konnten in einem bisher nur einmal durchgeführten Versuch keine negativen Einflüsse auf verschiedene Inhaltsstoffe wie Vitamin C und Gesamtzuckergehalt festgestellt werden. Auch unterschied sich die sensorische Qualität der Früchte nach einer 4-monatigen CA-Lagerung nicht von der unbehandelten Äpfel. Durch diese Behandlung könnten auch im Frühjahr noch Äpfel guter Qualität aus ökologischer Produktion auf dem Markt angeboten werden.

Literatur

- Fallik, E., Tuvia-Alkalai, S., Feng, X., Lurie, S. (2001): Ripening characterisation and decay development of stored apples after a short pre-storage hot water rinsing and brushing. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 2: 127-132
- Jahn, M. (2002): Saatgutbehandlung im ökologischen Landbau. *Forschungsreport* 1, 12-15
- Karabulut, O.A., Cohen, L., Weiss, B., Daus, A., Lurie, S., Droby, S. (2002): Control of brown rot and blue mold of peach and nectarine by short hot water brushing and yeast antagonists. *Postharvest Biology and Technology* 24, 103-111
- Porat, R., Daus, A., Weiss, B., Cohen, L., Fallik, E., Droby, S. (2000): Reduction of postharvest decay in organic citrus fruit by a short hot water brushing treatment. *Postharvest Biology and Technology* 18: 151-157
- Prusky, D., Fuchs, Y., Kobiler, I., Roth, I., Weksler, A., Shalom, Y., Fallik, E., Zauberman, G., Pesis, E., Akerman, M., Ykutiely, O., Weisblum, A., Regev, R. Artes, L. (1999): Effect of hot water brushing, prochloraz treatment and waxing on the incidence of black spot decay caused by *Alternaria alternata* in mango fruits. *Postharvest Biology and Technology* 15: 165-174

- Reyes, M.E.Q., Nishijima, W., Paull, R.E. (1998): Control of crown rot in 'Santa Catarina Prata' and 'Williams' banana with hot water treatments. *Postharvest Biology and Technology* 14: 71-75
- Schirmer, H., Trierweiler, B., Tauscher, B. (2000): Heißwasserbehandlung – eine Methode zur Reduzierung der Fruchtfäule an Bio-Äpfeln? *Obstbau* 11, 619-621
- Smith, K.J., Lay-Yee, M. (2000): Response of 'Royal Gala' apples to hot water treatment for insect control. *Postharvest Biology and Technology* 19:111-122