

Naturbelassene Holzwolle für Verpackung, Transport und Verkauf von Obst und Tomaten

Michèle Leemann, Franz Gasser, Andreas Bühlmann, Agroscope, Institut für Lebensmittelwissenschaften ILM

Inhalt

1	AUSGANGSLAGE	1
1.1	Holzwolle.....	1
1.2	Antimikrobielle Wirkung von Holz	1
1.3	Projekt.....	2
2	LABORVERSUCHE	2
3	PRAXISVERSUCHE.....	3
4	RESULTATE	4
4.1	Erdbeeren.....	4
4.2	Kirschen.....	6
4.3	Aprikosen	8
4.4	Äpfel	10
4.5	Tomaten	10
5	DISKUSSION	11
5.1	Verderb	12
5.2	Wasserverlust.....	12
5.3	Äussere Fruchtqualität	13
5.4	Innere Fruchtqualität	13
5.5	Anwendungsform der Holzwolle.....	13
5.6	Einfluss des Gebindes.....	13
6	PRAXISUMSETZUNG	13
6.1	Holzwolle in Logistik und Verkauf	13
6.2	Konsumentensicht	14

Zusammenfassung

Naturbelassene Holzwolle kann in Handel und Verkauf eine Alternative zu synthetischem Packmaterial sein, wird sie doch aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen. „*In-vitro*-Versuche“ im Labor von Agroscope zeigten, dass Holzwolle zu einer Wachstumshemmung oder einer reduzierten Überlebensrate von gewissen Bakterien und Schimmelpilzen führen kann. Allerdings waren diese Effekte nicht bei allen getesteten Mikroorganismen bzw. Versuchsbedingungen nachweisbar. In praxisnahen Versuchen (*in vivo*) wurde überprüft, inwieweit Holzwolle als Unterlagenmaterial bei Lagerung und Verkauf zu einem geringeren Verderb von Früchten und Tomaten beiträgt. Aufgrund der Versuchsergebnisse kann Holzwolle zwar bei gewissen Früchten den Verderb reduzieren, der Effekt ist jedoch relativ klein und tritt nicht bei allen Früchten durchgängig auf.

1 Ausgangslage

Die Verpackung soll Obst vor mechanischen Schäden schützen und soll dazu beitragen, dass die Fruchtqualität möglichst gut erhalten bleibt und der mikrobiologische Verderb minimal gehalten wird. Hinsichtlich Verderb besonders heikel sind die Kontaktstellen zwischen Früchten und Packmaterial bzw. Unterlage, die oft Ausgangspunkt von Fäulnis sind. Früchte werden im Verkauf offen in Kartonkisten oder IFCO-Gebinden mit Unterlagen (Papier oder Alveolen) angeboten. Oft werden sie zusätzlich in Foodtainern (Papp- oder Kunststoffschale mit verschweisster Klarsichtfolie) oder Beuteln verpackt.

1.1 Holzwolle

Holzwolle besteht aus langen dünnen Holzspänen, die durch ein spezielles Hobelverfahren aus Holz gewonnen werden. Nach dem Schweizer Standard vom 1. Juni 2011 wird Holzwolle aus entrindeten Bäumen splitterfrei hergestellt. Dazu wird FSC-zertifiziertes Holz der Gemeinen Fichte (*Picea abies*), Waldkiefer (*Pinus sylvestris*), Lärche (*Larix decidua*), Buche (*Fagus sylvatica*), Esche (*Fraxinus excelsior*) oder Pappel (*Populus alba*) verwendet. Die Holzwollefäden sind bis zu 500 mm lang und die Holzfeuchte darf 13% nicht übersteigen. Das Holz wird deshalb vor der Verarbeitung während mindestens 16 Monaten gelagert. Holzwolle wurde schon immer als Füll-, Stopf-, Polster-, Dämm-, Isolations- und Filtermaterial für vielfältige Zwecke eingesetzt (Frey, 2011). Ein besonderes Merkmal der Holzwolle ist die antiseptische Wirkung: Ruf et al. (2015) z.B. wiesen in ihren Untersuchungen nach, dass Milch von Eutern, welche mit Holzwolle gereinigt worden waren, weniger grampositive Stäbchen und Kokken aufwies als Milch, welche von Eutern stammte, die mit einem feuchten, Milchsäure enthaltenden Eutertuch gereinigt worden waren.

1.2 Antimikrobielle Wirkung von Holz

Untersuchungen zu den hygienischen Eigenschaften von Holz und die Frage, ob Holz eine mikrostatische oder mikrobizide Wirkung hat, wurden weitgehend mit Holzschneidebrettern durchgeführt, da die Materialfrage (Holz vs. Kunststoff) bei Schneidebrettern in der Lebensmittelindustrie aus hygienischer

Sicht sehr wichtig ist. Verschiedene Untersuchungen zeigten, dass Holz hygienisch günstige Eigenschaften aufweisen kann, die von verschiedenen Faktoren wie Holzart, Schnittrichtung oder Oberflächeneigenschaften abhängen. Die antimikrobielle Wirkung ist offenbar je nach Holzart unterschiedlich, wobei vor allem Polyphenole für die Wirksamkeit verantwortlich gemacht wurden. Dabei zeigte jeweils das Kernholz der Kiefer (*Pinus sylvestris*) die stärkste mikrobizide Wirkung (Fürst 2007; Gehrig et al. 2000; Laireiter et al. 2013; Schönwälder et al. 2002; Välimaa et al. 2007). Ein weiterer interessanter Aspekt von Holz ist die Atmungs- und Absorptionsaktivität. Holz kann Feuchtigkeit und Gase aufnehmen und wieder abgeben und trägt so zum Ausgleich der Atmosphäre bei.

1.3 Projekt

Aufbauend auf dem aktuellen Erkenntnisstand wurde in einem BAFU-Projekt¹ untersucht, ob Holzwolle bei Obst eine antimikrobielle Wirkung aufweist. Dies mit der Absicht, Holzwolle als Polster- und Unterlagenmaterial für Verpackung, Transport und Verkauf einsetzen zu können. Im Projekt wurden drei zentrale Fragen bearbeitet:

- a) Hat Holzwolle eine hemmende Wirkung auf das Wachstum und Überleben von Verderbnis erregenden Mikroorganismen?
- b) Welches ist dabei der Einfluss der Anwendungsform der Holzwolle?
- c) Lässt sich der Verderb von Obst und Gemüse durch den Einsatz von Holzwolle in der Praxis reduzieren?

2 Laborversuche

Das Projekt wurde auf zwei Ebenen bearbeitet: die Fragestellung a) zur anti-mikrobiellen Wirkung von Holzwolle wurde in ausgedehnten Laborversuchen abgeklärt, Fragestellungen b) und c) in praxisnahen Versuchen, welche hier beschrieben werden. Die Erkenntnisse aus den Laborversuchen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Holzwolle weist eine sehr niedrige Wasseraktivität auf (Anteil frei verfügbares Wasser), kann aber je nach umgebender relativer Luftfeuchtigkeit ein Mehrfaches des Eigengewichtes an Wasser aufnehmen. Holzwolle sollte deshalb nicht in einem geschlossenen Verpackungssystem mit Früchten in Kontakt gebracht werden, da die Holzwolle in einem solchen System viel Feuchtigkeit aufnimmt und zum mikrobiellen Verderb beiträgt.
2. Holzwolle absorbiert das von Früchten gebildete Reifungshormon Ethylen nicht und beeinflusst auf diese Weise das Reifungsverhalten und die Haltbarkeit von Früchten auch nicht.
3. Holzwolle hat bei gewissen Keimen eine wachstumshemmende Wirkung oder reduziert die Überlebensrate von Keimen. Allerdings war diese Wirkung der Holzwolle nicht durchgehend bei allen untersuchten Mikroorganismen und Kulturbedingungen nachweisbar.

¹ BAFU Bundesamt für Umwelt, Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung

3 Praxisversuche

Für die Versuche wurden naturbelassene, lose Holzwolle und Holzwollevliese (Abb. 1) aus Fichtenholz, die gemäss dem Schweizer Holzwolle Standard von der Firma Lindner Suisse GmbH (Wattwil) produziert wurden, verwendet. Die Vliese der Abmessung 40 cm x 60 cm und mit einer Dicke von 0.5-1.0 cm bestanden aus 80 bis 120 g loser Fichtenholzwolle, die mit Jutefäden zu Matten verwoben waren.



Abb. 1. Holzwollevlies

Jahreszeitengerecht wurden ausgewählte Früchte und Tomaten getestet (Tab. 1) (Herkunft: Agroscope Standort Wädenswil bzw. im Fall von Erdbeeren von einem Produzenten in Wädenswil, Tomaten Fa. Kellermann, Ellikon an der Thur). Dabei wurde darauf geachtet, dass nach Möglichkeit früh reifende und spät reifende Sorten in den Versuch einbezogen wurden, dies aus der Erfahrung heraus, dass sich diese Sorten bezüglich Verderb meist stark unterscheiden. Die Einlagerung der Früchte erfolgte am Tag der Ernte oder einen Tag danach, die Lager- bzw. Shelf-life Tests erfolgten bei 20°C sowie bei 10°C, wenn genügend Probenmaterial zur Verfügung stand, und bei einer relativen Luftfeuchtigkeit im Bereich von 55-70%. Pro Sorte wurden jeweils 3 Unterlagenvarianten getestet: ohne Holzwolle (Kontrolle), mit loser Holzwolle und mit Holzwollevlies. Pro Verpackungsvariante wurden drei Replikate getestet.

Tabelle 1: Übersicht der Praxisversuche (PE = Polyethylen, HW = Holzwolle)

Produkt	Sorten	Gebinde bzw. Verpackungsmaterial (Menge pro Verpackungseinheit)	Unterlage
Erdbeeren	Darselect Lambada Thuriga	Kartonschalen innenbeschichtet (430-460 g) PET-Schalen (Deckel, Lüftungsschlitze) (430-460 g)	ohne / HW lose / HW Vlies ohne / HW lose / HW Vlies
Kirschen	Kordia Regina	Kartonschalen innenbeschichtet (500 g) PET-Schalen (Deckel, Lüftungsschlitze) (500 g)	ohne / HW lose / HW Vlies ohne / HW lose / HW Vlies
Aprikosen	Goldrich Bergarouge	Kartonschalen innenbeschichtet (750-800 g) PET-Schalen (Deckel, Lüftungsschlitze) (750-800 g)	ohne / HW lose / HW Vlies ohne / HW lose / HW Vlies
Äpfel	Ariane Golden Delicious Topaz	PE-Tragtaschen (2 kg)	ohne / HW lose (70 g)
Tomaten	B-Tomaten *) Rispen Tomaten	IFCO- Gebinde 20 x 30 cm (3 kg) IFCO- Gebinde 40 x 60 cm (6 kg)	Papier / HW lose / HW Vlies Papier / HW lose / HW Vlies

*) Tomaten mit einem Durchmesser von 57-67 mm (Grössenklassierung)

Die Früchte wurden während der Lagerungszeit alle zwei bis drei Tage optisch auf Verderb beurteilt. Dabei wurde als Kriterium die Verkäuflichkeit der Früchte gewählt (Beispiele von Schäden s. Abb. 2).

Vor und nach dem Shelf-life-Test wurden das Produktgewicht und die Fruchtqualität (Fruchtfestigkeit, lösliche Trockensubstanz bzw. Zucker, titrierbare Säure) bestimmt.

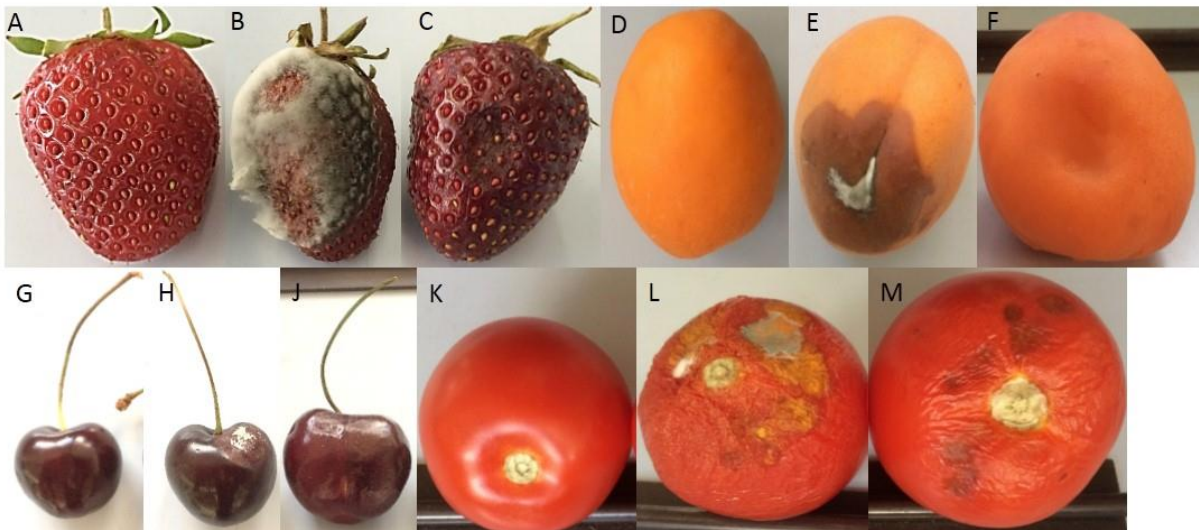


Abbildung 2: Beispiele für die optische Beurteilung bei Erdbeeren (Thuriga, A – C), Aprikosen (Goldrich, D – F), Kirschen (Regina, G – J) und Tomaten (B-Tomaten, K – M). Einwandfreie Früchte A, D, G und K, Früchte mit Pilzbefall B, E, H und L und Früchte mit physiologischen Schäden C, F, J und M

4 Resultate

4.1 Erdbeeren

Verderb: Auffallend ist, dass der Verderb der Früchte sehr stark sortenabhängig war (Abb. 3): die Sorten Thuriga und Darselect wiesen bei 20°C nach 4 Tagen einen geringen Anteil an verdorbenen Früchten auf, während die frühe Sorte Lambada nach 4 Tagen praktisch nicht mehr verkäuflich war. Nach 7 Tagen Lagerung wies Thuriga den höchsten Anteil verkäuflicher Früchte auf. Bei allen drei Erdbeersorten konnte bei 20°C kein eindeutiger Effekt der Holzwolle oder des Verpackungsmaterials (Karton / PET) auf den Verderb beobachtet werden: manchmal schnitt die Holzwolle-Variante besser ab, dann wieder die Kontrollvariante (vergl. Tab. 2). Bei 10°C dagegen waren die Verhältnisse klarer: bei dieser Temperatur wiesen die Früchte im Kartongebinde bei beiden Holzwolle-Varianten signifikant weniger Verderb auf als die Kontrolle, bei PET-Schalen war das nur bei der losen Holzwolle der Fall. Wie zu erwarten war, trat bei 10°C signifikant weniger Verderb auf als bei 20°C (Abb. 4).

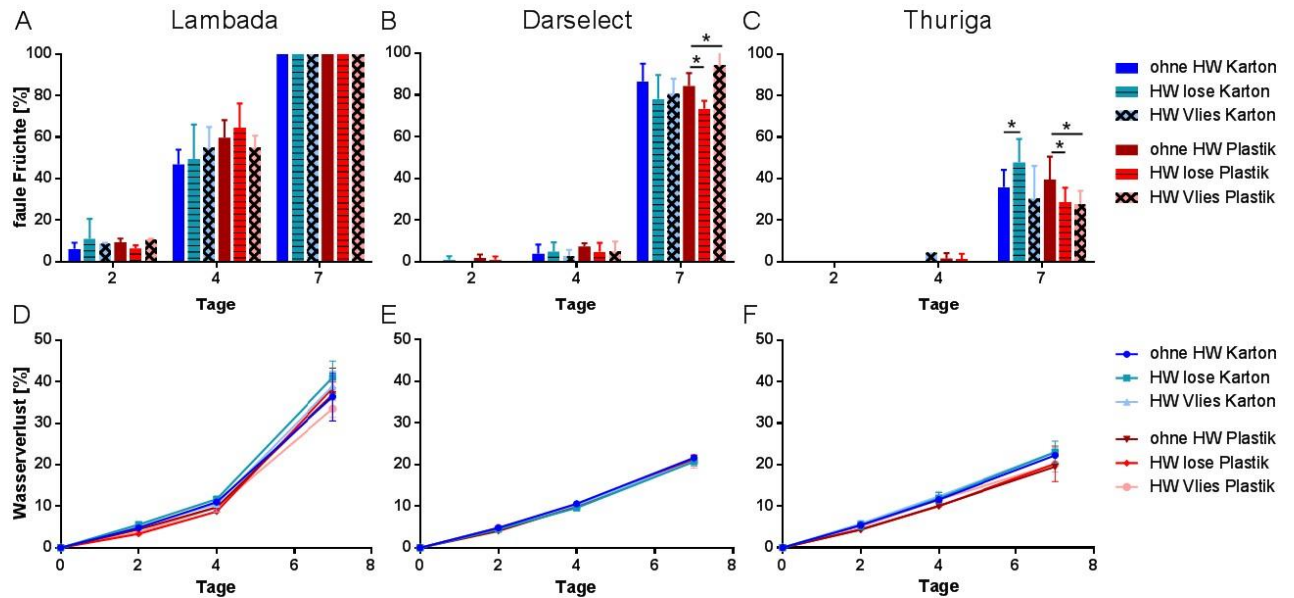


Abbildung 3: Anteil fauler Früchte (A - C) und Wasserverlust der Früchte (D - F) während Lagerungsperiode bei 20°C für die Sorten Lambada (A, D), Darselect (B, E) und Thuriga (C, F), * $p < 0.05$

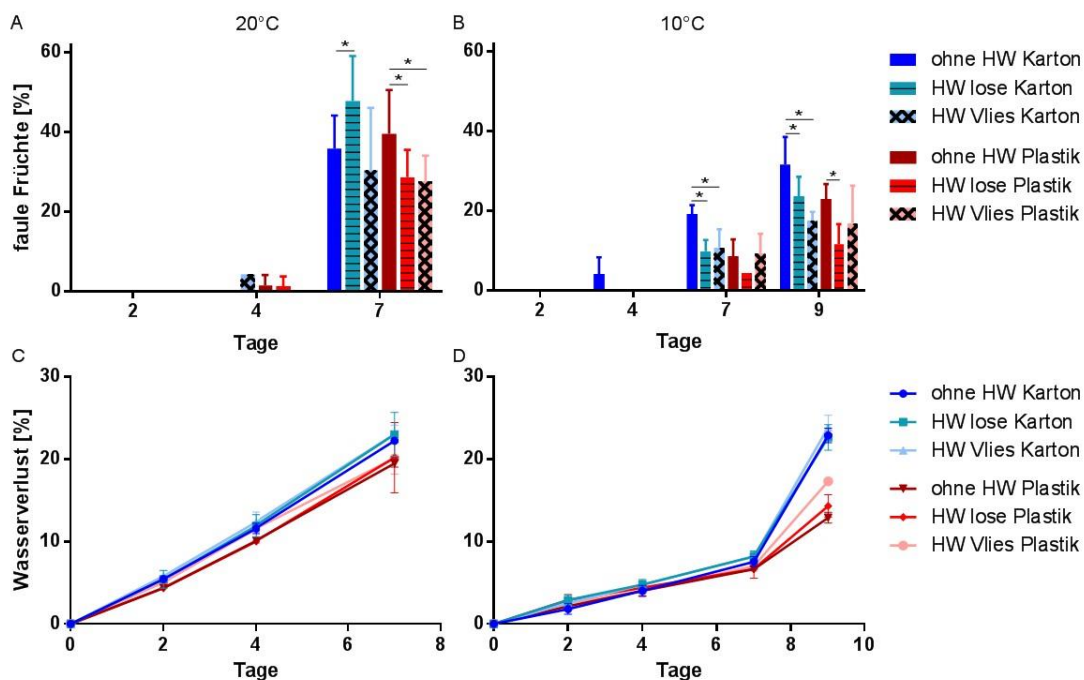


Abbildung 4: Anteil fauler Früchte (A, B) und Wasserverlust Früchte (C, D) bei der Erdbeersorte Thuriga bei 20°C (A, C) und 10°C (B, D), * $p < 0.05$

Wasserverlust: Der Wasserverlust der Erdbeeren, ermittelt über die Gewichtsabnahme während der Lagerung, war bei 20°C überraschenderweise bei allen Sorten für alle Unterlagenvarianten gleich (Abb. 3). D.h. in anderen Worten, dass Erdbeeren auf Holzwolle bei 20°C nicht wesentlich mehr Feuchtigkeit verloren als die Kontrolle ohne Unterlage. In den PET-Gebinden war der Wasserverlust tendenziell geringer als in den Kartonschalen. Bei 10°C war der Wasserverlust der Früchte nach 7 Tagen deutlich

geringer als derjenige bei 20°C, Unterschiede hinsichtlich Unterlage und Verpackungsart zeigten sich zu diesem Zeitpunkt noch nicht (Abb. 4). Nach 9 Tagen Lagerung hingegen war der Wasserverlust in Kartonschalen höher als in PET-Schalen, und die Holzwolle-Varianten wiesen höhere Verluste als die Kontrolle auf.

Äussere Fruchtqualität: Bei Erdbeeren, die auf Holzwolle gelagert wurden, konnten gegen Ende der Versuchsperiode besonders bei grösseren, schweren Früchten Druckstellen der Holzwolle beobachtet werden. Diese traten mehrheitlich bei Früchten auf, deren Fruchtfleisch schon viel an Festigkeit verloren hatte (Abbildung 5)



Abbildung 5: Druckstellen verursacht von Holzwolle bei der Erdbeersorte Thuriga nach 7 Tagen

Innere Fruchtqualität: Die Fruchtqualität bezüglich Fruchtfleischfestigkeit, Zucker und Säure am Ende der Lagerung war für Früchte mit Holzwolle und Früchten ohne Holzwolle im Gebinde vergleichbar. Signifikant unterschiedliche Werte konnten nur bei Lambda für Zucker und bei Thuriga für die Säurewerte bei einzelnen Bedingungen festgestellt werden (Daten nicht aufgeführt).

4.2 Kirschen

Verderb: Kirschen der Sorte Kordia wiesen nach 3 Tagen, unabhängig von der Temperatur, Unterlage und der Verpackungsart, grosse Verluste auf (Abb. 6): rund 75-85% der Früchte waren nach drei Tagen unverkäuflich, einerseits befallen von punktueller, bakterieller Fäulnis, andererseits wiesen viele Früchte eine „geschrumpelte Haut“ auf, die mit hoher Sicherheit auf das Wasserdefizit infolge der heissen und niederschlagsarmen Witterung im Sommer 2015 zurückgeführt werden kann. Die Sorte Regina schnitt bezüglich Anteil verkäuflicher Früchte etwas besser ab als Kordia (59% verkäufliche Früchte nach 4 Tagen), aber auch hier war der Verderb verglichen mit anderen Jahren sehr hoch. Diese Resultate sind, aufgrund langjähriger Versuche von Agroscope mit Kirschen, untypisch: im Allgemeinen weisen diese beiden festfleischigen Tafelkirschensorten ein Shelf life von mindestens 3 Tagen mit praktisch keinem Verderb auf.

Bei Kordia konnte kein Einfluss der Unterlage auf den Verderb nachgewiesen werden. Bei Regina reduzierten beide Holzwolleunterlagen in PET-Schalen, bei beiden getesteten Temperaturen, den Verderb signifikant.

Die Tatsache, dass bei beiden Sorten die Temperaturabsenkung auf 10°C den Verderb nur wenig reduzierte, deutet darauf hin, dass die Früchte durch die Klimabedingungen geschädigt waren (Wasserdefizit, Mikrorisse in der Haut).

Wasserverlust: Mit Ausnahme der Sorte Kordia, bei welcher der Wasserverlust bei beiden Holzwolleunterlagen in PET-Schalen signifikant grösser war als bei der Kontrolle, hatte ansonsten die Unterlage keinen Einfluss auf den Wasserverlust. Wie zu erwarten war der Wasserverlust bei 10°C geringer als bei 20°C.

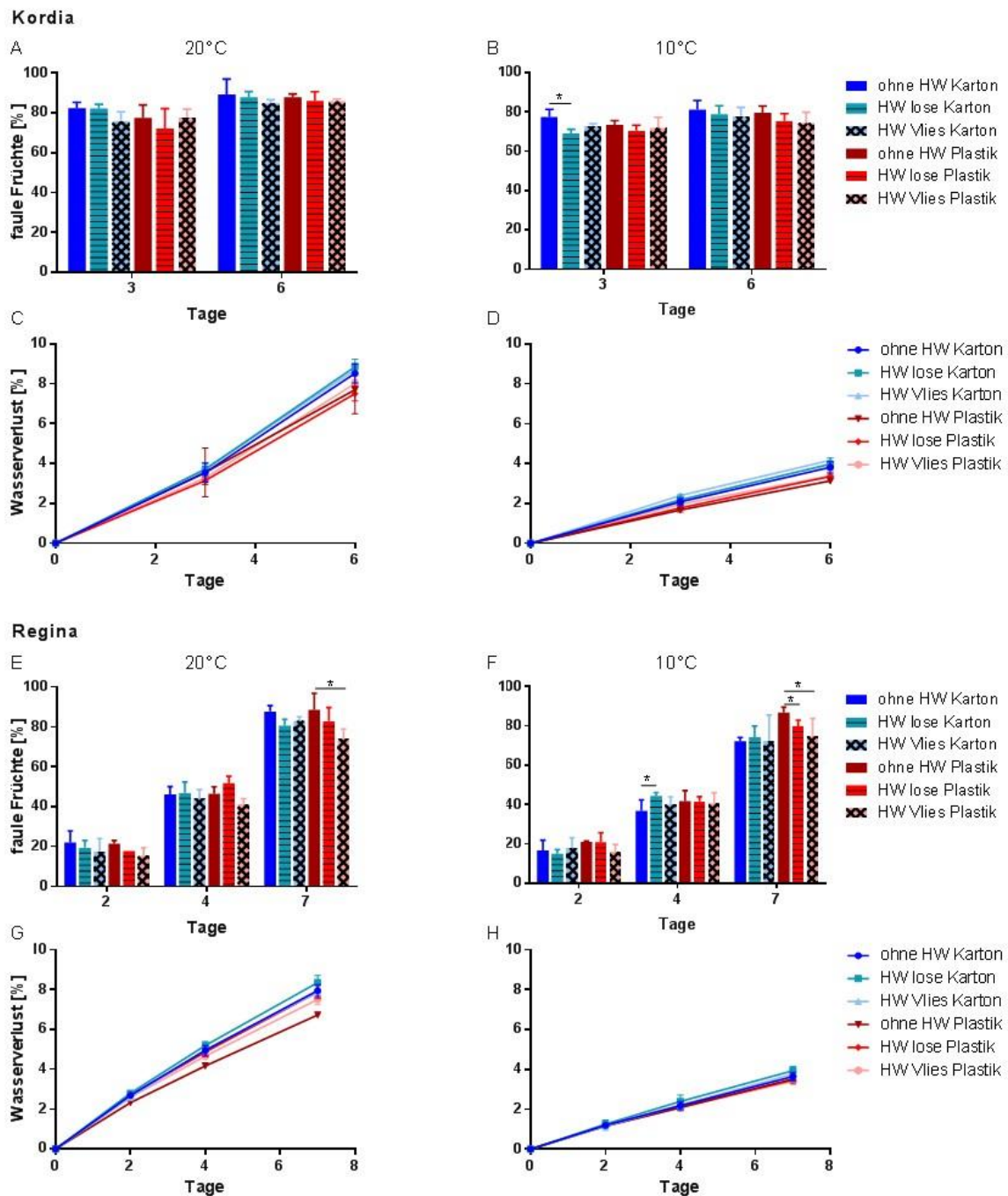


Abbildung 6: Anteil fauler Früchte (A, B, E, F) und Wasserverlust der Früchte (C, D, G, H) während Lagerungsperiode bei 20°C bzw. 10°C für die Kirschen Sorten Kordia (A - D) und Regina (E - H), $* < 0.05$

Innere Fruchtqualität: Die Unterlage bzw. die Holzwolke beeinflusste bei beiden Sorten die innere Fruchtqualität nicht in eindeutiger Art und Weise (Daten nicht aufgeführt).

4.3 Aprikosen

Bei den Aprikosen wurden die Sorten Bergarouge und Goldrich getestet: Beide Sorten stammen aus dem Wallis, Bergarouge ist eine frühreife Sorte, welche in der Regel kurz haltbar ist (ca. 1 Woche), die später pflückreife Sorte Goldrich hat normalerweise eine Haltbarkeit von bis zu einem Monat.

Verderb: Der Unterschied in der Haltbarkeit bzw. Verderbnisanfälligkeit der beiden Sorten zeigt sich auch in den Versuchen (Abb. 7): Während bei Goldrich der Verderb nach einer Woche bei 20°C relativ gering war, nahm er bei Bergarouge im selben Zeitraum stark zu. Bei Goldrich trat bei loser Holzwollevlies und 20°C signifikant weniger Verderb auf als bei der Kontrolle, bei den andern Varianten waren die Holzwollevliesvarianten nur tendenziell besser als die Kontrolle. Bei Bergarouge dagegen schnitt die lose Holzwollevlies bei 20°C nach 6 bzw. 8 Tagen bezüglich Verderb signifikant schlechter ab als die Kontrolle. Bei 10°C hingegen konnten bei dieser Sorte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Holzwollevlies und den Kontrollen ausgemacht werden. Wie zu erwarten war der Verderb bei 10°C bedeutend geringer als bei 20°C.

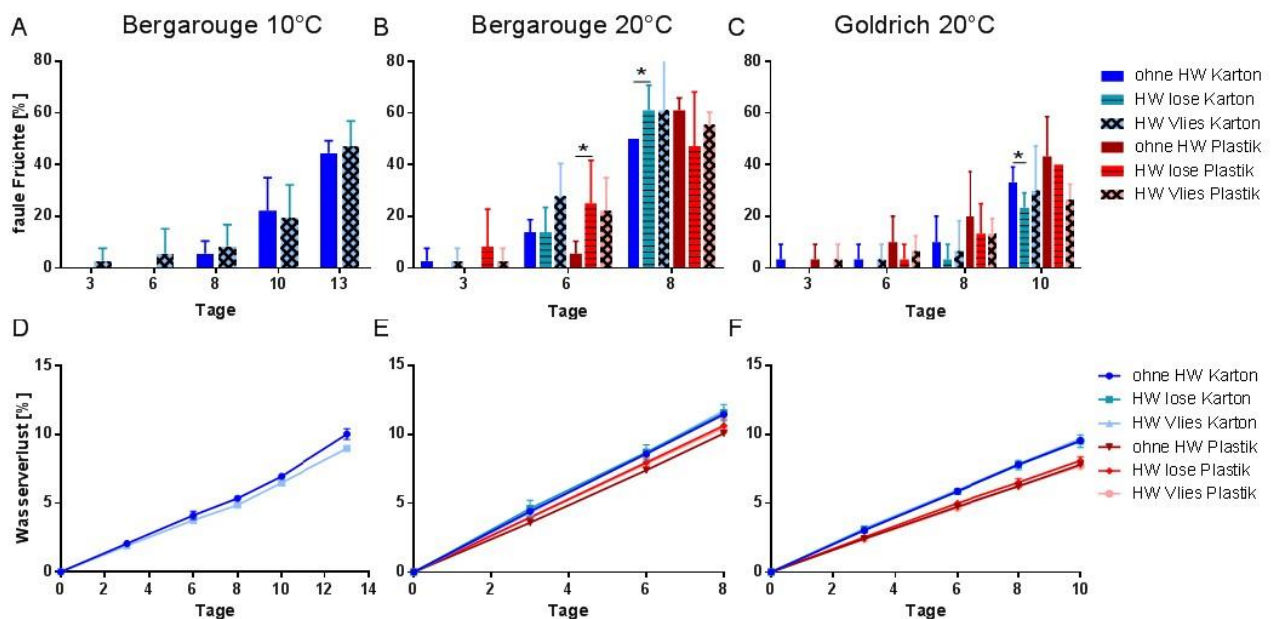


Abbildung 7: Prozentualer Anteil fauler Früchte (A - C) und Wasserverlust der Früchte (D – F) während Lagerungsperiode bei 20°C bzw. 10°C für die Aprikosen Sorten Bergarouge (A, B, D, E) und Goldrich (C, F), * $p < 0.05$

Wasserverlust: Der Wasserverlust bei 10°C war bei Bergarouge Aprikosen der Kontroll-Variante ab sechs Tagen Lagerdauer signifikant höher als bei Aprikosen auf Holzwollevlies (Abb. 8). Bei 20°C dagegen war der Wasserverlust sowohl bei Bergarouge wie auch bei Goldrich für die Holzwollevliesvarianten grösser, wobei bei den PET-Schalen bei Bergarouge der Verlust signifikant war.

Äussere Fruchtqualität: Wie bei den Erdbeeren konnten auf Aprikosen von der Holzwolke verursachte Zeichnungen der Fruchtoberfläche wahrgenommen werden. Dieser Effekt trat sowohl bei loser wie auch beim Holzwollevlies auf und betraf vor allem die grossen schweren Früchte ab einer Lagerdauer von einer Woche (Abb. 8). Die Früchte ohne Holzwolke als Unterlage waren dagegen eher flach gedrückt, wenn sie auf dem Boden der Verpackung auflagen.

Abbildung 8: Druckstellen der Holzwolke bei Aprikosen der Sorte Goldrich nach 8 Tagen Lagerdauer



Innere Fruchtqualität: Bei Goldrich war die Fruchtqualität nach der Lagerung für alle Parameter und alle Bedingungen vergleichbar. Bei der Sorte Bergarouge war die Tendenz dieselbe, mit jedoch zufälligen Unterschieden, die nicht erklärt werden können. (Abb. 9).

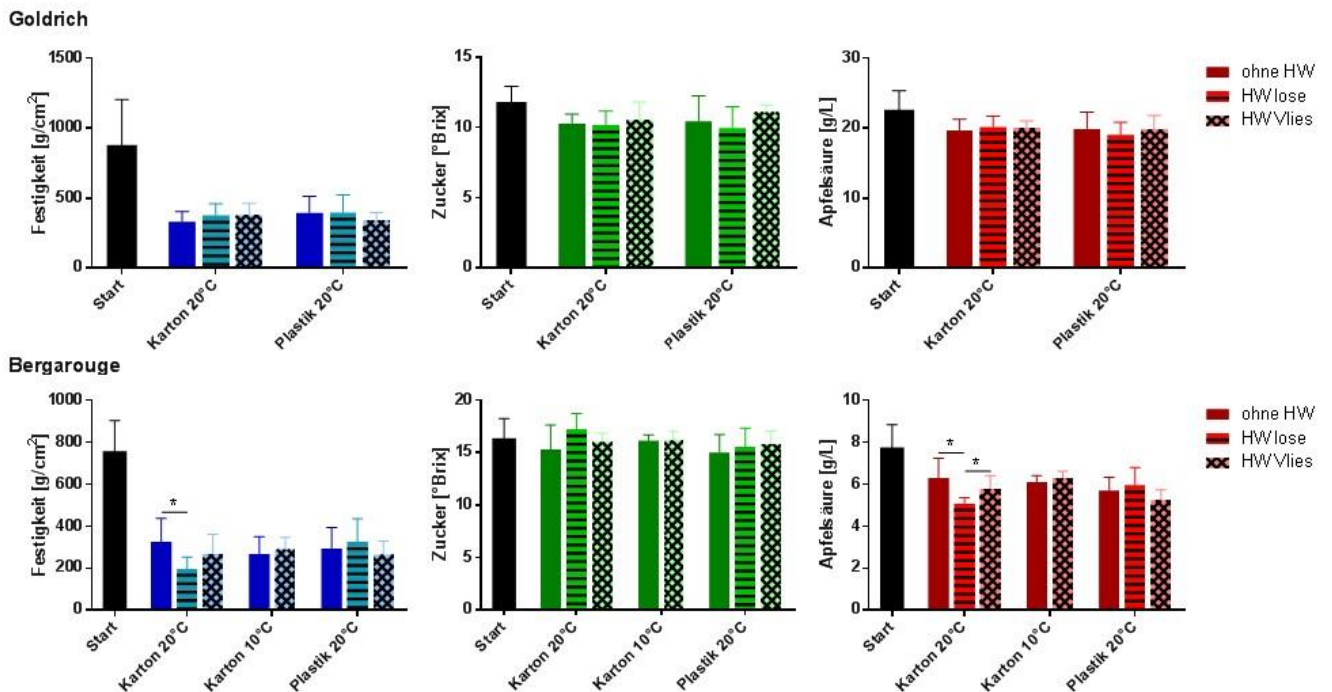


Abbildung 9: Fruchtfleischfestigkeit, Brix und Säure-Werte von Aprikosen vor der Lagerung (Start, n = 10) und nach 8 Tagen (Bergarouge 20°C) beziehungsweise 10 Tagen Lagerung (Bergarouge 10°C und Goldrich, n = 8 pro Bedingung), * $p < 0.05$

4.4 Äpfel

Verderb: Nach zwei Wochen wurden für alle getesteten Sorten, die in Tragtaschen mit Holzwolle gelagert wurden, signifikant weniger faule Früchte bestimmt im Vergleich zu den Äpfeln ohne Holzwolle in den Taschen (Abb. 10).

Wasserverluste: Die Sorten Topaz und Ariane verloren tendenziell etwas mehr Wasser als die Kontrolle, der Unterschied war jedoch nicht signifikant. Bei Golden Delicious war der Wasserverlust mit Holzwolle signifikant kleiner als ohne Holzwolle.

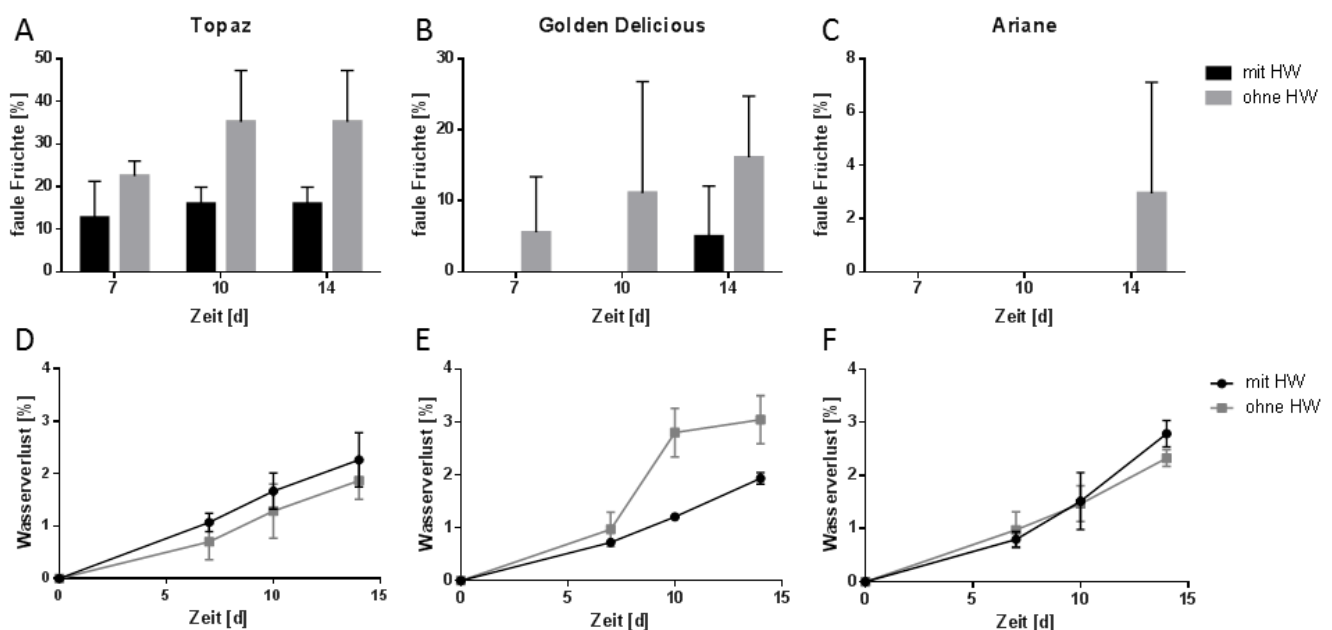


Abbildung 10: Anteil fauler Früchte und Wasserverlust der Apfelsorten Topaz (A, D), Golden Delicious (B, E) und Ariane (C, F) nach Shelf life Test mit oder ohne Fichtenholzwolle in Plastiktragtaschen. Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung

4.5 Tomaten

Verderb: Bei den Rispetomaten konnte beobachtet werden, dass die Kisten mit Holzwolle ab zehn Tagen tendenziell prozentual weniger unverkäufliche Tomaten aufwiesen als die Kontrolle. Nach 18 und 24 Tagen war der Unterschied zwischen loser Holzwolle und ohne Holzwolle signifikant.

Der Verderb bei B-Tomaten war je nach Temperatur unterschiedlich: Bei 12°C wiesen die Tomaten ohne Holzwolle ab dem siebten Tag einen prozentual höheren Verlust an Früchten auf, mit statistischer Signifikanz bei 10, 14 und 18 Tagen. Im Vergleich dazu gab es bei den Kisten ohne Holzwolle bei 20°C tendenziell weniger unverkäufliche Tomaten mit statistischer Signifikanz bei 18 und 21 Tagen gegenüber Tomaten auf Holzwollevlies (Abb.11).

Der **Wasserverlust** war bei den zwei Holzwollevarianten etwas grösser ohne statistische Signifikanz zu erreichen (Abbildung A, D). Bei den B-Tomaten verhielt sich der Wasserverlust bei 20°C gleich wie bei den Rispen Tomaten, wobei die Tomaten auf Holzwollevlies ab 10 Tagen signifikant mehr Wasserverlust aufwiesen als ohne Holzwolle (Abbildung E). Bei 12°C war zwischen den drei Varianten keine Unterschiede sichtbar (Abbildung F).

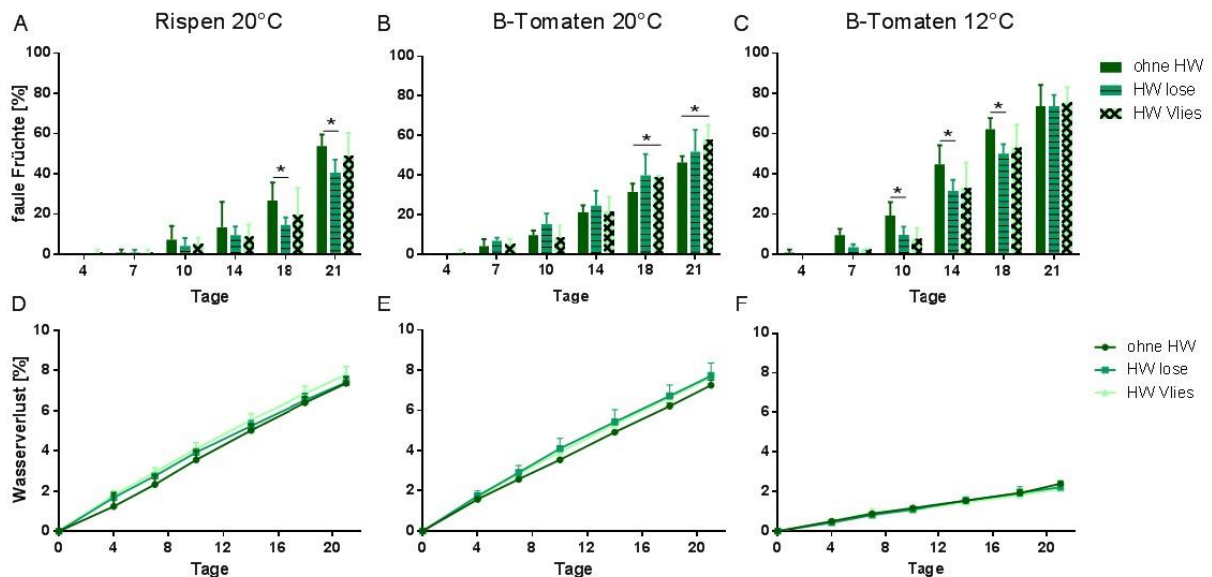


Abbildung 11: Anteil fauler Früchte (A - C) und Wasserverlust der Früchte (D – F) während Lagerungsperiode bei 20°C bzw. 10°C für Rispen Tomaten (A, D) und B-Tomaten (B, C, E, F), * <0.05

Innere Fruchtqualität: Bei den B-Tomaten konnte beobachtet werden, dass auf Holzwolle gelagerte Früchte bei 20°C einen signifikant höheren Zucker- und Säuregehalt aufwiesen als Tomaten ohne Holzwolle. Auch bei Rispen Tomaten wurde ein höherer Säurewert gemessen, wenn Tomaten auf Holzwolle gelagert worden waren (keine Daten aufgeführt). xxxxx

5 Diskussion

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Praxisversuche bezüglich Verderb und Wasserverlust nochmals in geraffter Form dargestellt. Daraus geht hervor, dass zwar eine Tendenz für eine positive Wirkung der Holzwolle besteht. Das Muster der Abhängigkeiten und Signifikanzen ist aber nicht durchgängig. Im Folgenden werden die Ergebnisse in Funktion der verschiedenen Einflussfaktoren diskutiert.

Tabelle 2: Übersicht der Resultate der Praxisversuche (HW = Holzwolle lose; HWV = Holzwollevlies)

Fruchtart	Sorte (Dauer shelf life für Beurteilung) (Tage)	Packmaterial	Temp. (°C)	Verderb HW	Verderb HWV	Wasserverlust HW	Wasserverlust HWV
Erdbeeren	Lambada (4)	Karton	20	0	0	0	0
		PET	20	0	0	0	0
	Darselect (7)	Karton	20	+	0	0	0
		PET	20	+	0	0	0
	Thuriga (7)	Karton	20	-	-	0	0
		PET	20	+	+	0	0
		Karton	10	+	+	0	0
		PET	10	+	0	0	0
Kirschen	Kordia (6)	Karton	20	0	0	0	0
		PET	20	0	0	-	-
		Karton	10	0	0	0	0
		PET	10	0	0	0	0
	Regina (7)	Karton	20	0	0	0	0
		PET	20	+	+	0	0
		Karton	10	0	0	0	0
		PET	10	+	+	0	0
Aprikosen	Bergarouge (6/8)	Karton	20	-	0	0	0
		PET	20	-	0	-	-
		Karton	10	0	0	n.b.	+
		PET	10	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
	Goldrich (8)	Karton	20	+	0	0	0
		PET	20	0	0	0	0
Äpfel	Ariane (14)	Tragtasche	20	+	n.b.	0	n.b.
	G. Delicious (14)	Tragtasche	20	+	n.b.	+	n.b.
	Topaz (14)	Tragtasche	20	+	n.b.	0	n.b.
Tomaten	Rispen Tomaten (18)	IFCO	20	+	+	0	0
	B-Tomaten (18)	IFCO	20	-	-	0	-
			12	+	+	0	0

0= kein signifikanter Unterschied; + = HW / HWV besser als Kontrolle; - = HW / HWV schlechter als Kontrolle.

5.1 Verderb

Holzwolle – gleich in welcher Anwendungsform – hatte keinen konsistenten Einfluss auf den mikrobiell verursachten Verderb der getesteten Früchte und Tomaten: in den ersten Tagen der Lagerung war kein Einfluss auf den Anteil an verdorbenen Früchten nachweisbar. Im Verlaufe der Lagerungsperiode konnten dann aber vermehrt Unterschiede zwischen Proben mit bzw. ohne Holzwolle ausgemacht werden. Dort, wo signifikante Unterschiede erkannt werden konnten, waren die Unterschiede zwischen Kontrolle und Holzwollevarianten relativ klein. Bezüglich Verderb haben Faktoren wie Sortenwahl oder Lagertemperatur einen viel höheren Einfluss als die Holzwolle, wie die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen. In der vorliegenden Arbeit zeigte sich, dass die Verderbnis-hemmende Wirkung von Holzwolle auch von der Temperatur abhängt (Erdbeeren, Kirschen): ob dies ein Zufallergebnis war oder ein konsistenter Unterschied besteht, liesse sich nur durch eine mehrmalige Wiederholung der Versuche nachweisen.

5.2 Wasserverlust

Im Allgemeinen entzogen die Holzwolleunterlagen den Früchten – mit sehr wenigen Ausnahmen - nicht mehr Wasser als die Kontrollvarianten verloren (Tab. 2). Dieses Ergebnis ist ermutigend, war doch vermutet worden, dass die Holzwolle aufgrund ihres Absorptionsverhaltens den Früchten übermässig viel Wasser entziehen könnte.

5.3 Äussere Fruchtqualität

Bei Erdbeeren und Aprikosen konnten Abdrücke der Holzwolles auf der Oberfläche der Früchte beobachtet werden. Das ist als Qualitätsbeeinträchtigung zu werten. Auf der anderen Seite muss in Erinnerung gerufen werden, dass solche Früchte auch auf glatten Materialien wie PET oder Karton bei der Kontaktflächen „platte Deformierungen“ bilden, welche schnell in wässrige Stellen und danach in Fäulnis übergehen.

5.4 Innere Fruchtqualität

Bei der Fruchtqualität konnten keine gerichteten und signifikanten Differenzen zwischen Früchten auf Holzwolles und Kontrollfrüchten festgestellt werden.

5.5 Anwendungsform der Holzwolles

Aufgrund von Tabelle 2 könnte man den Schluss ziehen, dass lose Holzwolles bezüglich Reduktion des Verderbs etwas wirksamer war als Holzwollesvlies. In Anbetracht der Variabilität des Fruchtmaterials und der Versuchsbedingungen gehen wir eher davon aus, dass die beiden Anwendungsformen in etwa gleichwertig sind.

5.6 Einfluss des Gebindes

Wie schon in vielen anderen Untersuchungen von Agroscope beobachtet werden konnte, verloren die Früchte in PET-Schalen tendenziell weniger Wasser als solche in beschichteten Kartonschalen. Letztere weisen ein gewisses Saugvermögen auf.

6 Praxisumsetzung

Im hier beschriebenen Projekt lag der Schwerpunkt auf der Abklärung der mikrobiologischen Wirkung von Holzwolles. Für die Anwendung von Holzwolles in der Praxis ist schlussendlich die Sicht des Holzwolles-Produzenten, des Handels, der Grossverteiler und der Konsumenten entscheidend: Faktoren wie Handling, Logistik, Kommissionierung und Nutzen für die Konsumenten, um nur einige zu nennen, entscheiden über die Anwendung. Holzwolles hat, wie andere Verpackungskomponenten auch, den übergeordneten Zielsetzungen **Schutz**, **Logistik** und **Marketing** zu genügen.

6.1 Holzwolles in Logistik und Verkauf

Im Rahmen des Projektes wurden Tiefeninterviews mit Schlüsselpersonen von COOP und Migros zum Thema Holzwolles durchgeführt (Lorenz Kreis, Migros; Kurt Furrer, COOP). Bei den beiden Personen handelt es sich um Mitarbeiter, welche im Bereich Gemüse- und Obstqualität tätig sind und in ihrer Tätigkeit einen engen Bezug zur Logistik haben.

COOP und Migros verwendeten früher bei einigen wenigen Gelegenheiten für den Verkauf hochwertiger Tomatensorten (mit u.a. pro specie-rara-Sorten) Holzwolles (Tomaten unterlegt mit loser Holzwolles in

Kartongebinden). Bei COOP wurden zeitweise auch Kürbisse und Granatäpfel auf Holzwolle angeboten.

Allerdings besteht bei beiden Grossverteilern keine Absicht, Holzwolle in Logistik und Verkauf zu verwenden, dies aus folgenden Gründen:

- Der Einsatz von Holzwolle erfordert manuelle Arbeitsschritte, was dem Bestreben entgegenläuft, in Logistik und Kommissionierung möglichst alle Prozesse zu automatisieren.
- Holzwolle verschmutzt durch die Abgabe von Bruchstücken die Umgebung bzw. die Filialen. Dadurch wird der Reinigungsaufwand erhöht.
- Der Einsatz von Holzwolle für Lebensmittel wird in der heutigen Zeit mit sehr hohen Hygieneanforderungen sehr skeptisch betrachtet.
- Die Holzwolle passt visuell nicht in die aktuelle Verkaufslandschaft der Filialen (zu rustikal, zu wenig „glatt“).
- Schlussendlich fällt Holzwolle als Abfall an, der zu entsorgen ist (NB der Autoren: Abfall fällt auch bei den Alveolen aus Kunststoff an).

Die klassische Anwendung von Holzwolle bei Geschenkkörben besteht nach wie vor, gerade und vor allem in der Weihnachtszeit. Solche Geschenkkörbe haben z.B. bei Globus einen hohen Stellenwert. Globus verwendet auch im Filialverkauf bisweilen Holzwolle, was gut zum Premium-Charakter der dort verkauften Produkte passt.

Etwas anders sieht die Anwendung von Holzwolle im übrigen Detailhandel aus. Neben den oben erwähnten Geschenkkörben wird dort lose Holzwolle auch für die Polsterung von Verkaufsregalen verwendet. In Italien und auch im Tessin wird Holzwolle in den klassischen kleinen Verkaufsläden verwendet und trägt zum südlichen und natürlichen Ambiente bei. Allerdings wird Holzwolle nur für das Verkaufsregal verwendet und nicht für die vorangehenden Logistikschritte.

6.2 Konsumentensicht

In verschiedenen Quellen werden ökologische und natürliche Trends für die Verpackung von Obst und Gemüse postuliert. So erwähnt Christen (2015) die „Auferstehung von Naturmaterialien“: der Kunde wünsche weniger Kunststoff und mehr Verpackungen aus nachwachsenden Rohstoffen. Und nicht zuletzt stelle die Verpackung aus natürlich nachwachsenden Rohstoffen eine Möglichkeit zur Differenzierung an der Verkaufsfront dar. In einem Interview in derselben Zeitschrift äussert sich allerdings Matthias Zurflüh von Swisscofel (Verband des Schweizerischen Früchte-, Gemüse- und Kartoffelhandels, <http://www.swisscofel.ch/de/index.php>) ablehnend zur Verwendung von Holzverpackungen im Früchtebereich. Als Gründe gegen die Verwendung werden aufgeführt: kompliziertes Handling, Hygiene, mangelnde Akzeptanz der Grossverteiler und des Handels und schlechte Ökobilanz.

Der Naturschutzbund Deutschland (nabu) führte unter 1005 Konsumentinnen und Konsumenten eine Umfrage zum Thema Nachhaltigkeit beim Kauf von Obst und Gemüse durch (2014). 76% der Befragten

wünschen sich Obst und Gemüse ohne Verpackung. Unter dieser Prämisse wäre der Einsatz von Holz-
wolle am Verkaufspunkt immer noch möglich, wenn die Holzwolle einfach als Unterlage für den Verkauf
dient und die Früchte in diesem Sinne offen verkauft werden.

Literatur

Christen J. (2015). Verpackung im Wandel, Früchte & Gemüse 6, 19-22.

Frey H. (2011). Werkstoff-Monografie Holzwolle Daten | Fakten, editionylichtensteig, ISBN 978-3-033-02629-2.

Fürst D (2007) Vergleichende Untersuchung antimikrobielle Wirksamkeit von sieben verschiedenen Höl-
zern. Dissertation zur Erlangung des medizinischen Doktorgrades der Medizinischen Fakultät der Al-
bert-Ludwigs-Universität, Freiburg i Br.

Gehrig M., Schnell G., Zürcher E. und Kucera L. J. (2000). "Hygienische Eigenschaften von Holz- und
Kunststoffbrettern in der Nahrungsmittelverarbeitung und -präsentation: Ein Vergleich." Holz als Roh-
und Werkstoff 58: 265-269.

Laireiter C.M., Schnabel, T., Köck A., Stalzer P., Petutschnigg A., Oostingh G.J. und Hell M. (2013).
"Active Anti-Microbial Effects of Larch and Pine Wood on Four Bacterial Strains" BioResources 9(1):
273-281

Naturschutzbund Deutschland e.V. (2014). Nachhaltigkeit beim Kauf von Obst und Gemüse (Konsu-
mentenumfrage). www.nabu.de.

Ruf R., Bolt R., Hässig M. (2015). Vergleich von Papier und Holzwolle zur Euterreinigung. Klautier-
praxis 23, 111-116.

Schönwälder A., Kehr R., Wulf A. und Smalla K. (2002). "Wooden boards affecting the survival of bac-
teria?" Holz als Roh- und Werkstoff 60: 249-257.

"Schweizer Holzwolle Standard." (2011), <http://www.lindner.ch/>

Välimaa A.-L., Honkalampi-Hämäläinen U., Pietarinen S., Willför S., Holmbom B. und von Wright A.
(2007). "Antimicrobial and cytotoxic knotwood extracts and related pure compounds and their effects on
food-associated microorganisms." International Journal of Food Microbiology 115: 235-243.