



## Holzwolle für Verpackung und Verkauf von Obst und Tomaten

Naturbelassene Holzwolle kann in Handel und Verkauf eine Alternative zu synthetischem Packmaterial sein, wird sie doch aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen. Laborversuche von Agroscope zeigten, dass Holzwolle zu einer Wachstumshemmung oder einer reduzierten Überlebensrate gewisser Bakterien und Schimmelpilze führen kann. Allerdings waren diese Effekte nicht bei allen getesteten Mikroorganismen beziehungsweise Versuchsbedingungen nachweisbar. In praxisnahen Versuchen wurde überprüft, inwieweit Holzwolle als Unterlagenmaterial bei Transport und Verkauf zu einem geringeren Verderb von Früchten und Tomaten beiträgt.

MICHÈLE LEEMANN, FRANZ GASSER UND ANDREAS BÜHLMANN,  
INSTITUT FÜR LEBENSMITTELWISSENSCHAFTEN ILM,  
AGROSCOPE  
[andreas.buehlmann@agroscope.admin.ch](mailto:andreas.buehlmann@agroscope.admin.ch)

Die Verpackung soll Obst vor mechanischen Schäden schützen und 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 beziehungsweise Unterlage, die oft Ausgangspunkt von Fäulnis sind. Früchte werden im Detailhandel offen in Kartonkisten oder IFCO-Gebinden mit Unterlagen (Papier oder Alveolen)

angeboten. Oft werden sie zusätzlich in Foodtainern (Papp- oder Kunststoffschalen mit verschweisster Klarsichtfolie) oder in Beuteln verpackt. Holzwolle könnte eine Alternative zu den heute gängigen synthetischen Unterlagen und Packmaterialien sein.

### Antimikrobielle Wirkung von Holzwolle

Holzwolle besteht aus bis zu 500 mm langen, dünnen Holzspänen, die durch ein spezielles Hobelverfahren aus trockenem Holz (Restfeuchte maximal 13%) verschiedener Baumarten gewonnen werden. Holzwolle wird schon lange als Füllmaterial für vielfältige Zwecke eingesetzt. In zahlreichen Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass Holz unter Umständen Mikroorganismen hemmen kann. Eine jüngst durchgeführte Arbeit zeigte zum Beispiel, dass Holzwolle bei der Euterreinigung dazu beiträgt, dass die Keimzahl gewisser Bakterienarten in der Milch reduziert wird. Die antimikrobielle Wirkung von Holzwolle ist offenbar je nach Holzart unterschiedlich; der Effekt wird auf die im Holz vorhandenen Polyphenole zurückgeführt.



Abb. 1: Holzwollevlies. (QUELLE: LINDER SUISSE GMBH, WATTWIL)

### Laborversuche

Im Rahmen eines Projekts mit dem Holzforschungsfonds des Bundesamts für Umwelt (BAFU) wurde an der Agroscope abgeklärt, ob Holzwolle eine antimikrobielle Wirkung aufweist. In Laborversuchen konnte nachgewiesen werden, dass die Überlebensrate von *Escherichia coli* sowie von Sporen von *Penicillium expansum* und *Botrytis cinerea* in einer Umgebung mit Holzwolle gegenüber einer Umgebung ohne Holzwolle reduziert wird. Ob Holzwolle einen Einfluss auf das Wachstum von Schimmelpilzen beziehungsweise Bakterien in der vegetativen Phase hat, konnte nicht schlüssig nachgewiesen werden: Bei gewissen Species wie *Botrytis cinerea* reduzierte Holzwolle die Wachstumsrate, bei anderen wie *Monilinia fructigena* war kein Unterschied feststellbar. Wurde in einem flüssigen Nährmedium mit Holzwolle kultiviert, so wurde das Keimwachstum gegenüber einer Flüssigkultur ohne Holzwolle um rund die Hälfte reduziert.

### Absorptionsverhalten von Holzwolle

Die Laborversuche zeigten zudem, dass Holzwolle das Zwei- bis Dreifache des Eigengewichts an Feuchtigkeit beziehungsweise Wasser aufnehmen kann: Holzwolle, die aus getrocknetem Holz hergestellt wird, weist einen geringen Anteil an frei verfügbarem Wasser auf (Aw-Wert 0.35–0.40), nimmt jedoch relativ rasch Wasser aus der Umgebung auf, wenn diese feucht ist. Deswegen sollte Holzwolle nicht in geschlossenen Gebinden mit Früchten und Gemüse verwendet werden, da sie den Produkten Wasser entzieht, selbst feucht wird und einen guten Nährboden für Schimmelpilzwachstum darstellt. Im Weiteren konnte im Labor nachgewiesen werden, dass Holzwolle kein Ethylen absorbiert. Holzwolle trägt damit bei klimakterischen Früchten und Fruchtgemüse wie Tomaten nicht zur Reduktion der Reifeprozesse bei.

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

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

\* Tomaten mit einem Durchmesser von 57–67 mm (Größenklassierung)

**Praxisversuche**

In einem zweiten Schritt wurden im Rahmen des bereits erwähnten Projekts praxisnahe Shelf-life-Tests durchgeführt (Tab. 1). Dabei wurden Früchte und Tomaten ohne Holzwoleunterlage (Kontrolle) verglichen mit einer Variante mit loser Holzwolle und einer Variante mit einem Holzwollevlies aus Fichtenholz (Abb. 1).

**Verderb**

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, reduzierte Holzwolle tendenziell den Verderb von Früchten und Tomaten (grüne Felder in der Tabelle). Ein signifikanter antimikrobieller Effekt war jedoch nicht bei allen Obstarten nachweisbar und war im Ausmass – auch wenn er signifikant war – insgesamt relativ gering. Faktoren wie Sortenwahl oder Lagertemperatur hatten einen viel höheren Einfluss auf den Verderb als die Holzwolle, wie die Versuche mit Erdbeeren zeigten: Die frühe Sorte Lambada war bedeutend verderbsanfälliger als die späte Sorte Thuriga (Abb. 2) und die Temperaturabsenkung von 20 °C auf 10 °C reduzierte den Verderb sehr stark (Abb. 3).

**Wasserverlust**

Holzwole kann wie erwähnt relativ viel Wasser absorbieren und es bestand deshalb die Befürchtung, dass Holzwole den Früchten zu viel Wasser entziehen könnte. Wie die Resultate jedoch zeigen, war dies nicht der Fall (Tab. 2). Das kann darauf zurückgeführt werden, dass die Versuche mit Verpackungen durchgeführt wurden, die nicht hermetisch verschlossen waren.

Bei Erdbeeren würde man erwarten, dass die Wasserverlust in Gegenwart von Holzwole besonders hoch sein könnten, da die Frucht keine oberflächliche Wachsschicht ausbildet, die gegen Verdunstung schützen könnte. Wie jedoch aus den Abbildungen 2 und 3 ersichtlich ist, war der Wasserverlust bei 20 °C bei allen Sorten für alle Unterlagenvarianten gleich. In den PET-Schalen war er tendenziell geringer als in den Kartonschalen. Bei 10 °C war der Wasserverlust der Früchte nach sieben Tagen deutlich geringer als bei 20 °C. Unterschiede hinsichtlich Unterlage und Verpackungsart zeigten sich zu diesem Zeitpunkt noch nicht (Abb. 3). Nach neun Tagen Shelf life hingegen war der Wasserverlust in den Kartonschalen höher als in den PET-Schalen und die Holzwole-Varianten wiesen hö-

Tab. 2: Übersicht der Resultate der Praxisversuche (HW = Holzwole lose; HWV = Holzwollevlies).

Fruchtart	Sorte (Dauer Shelf life für Beurteilung, Tage)	Packmaterial	Temp (°C)	Verderb HW	Verderb HWV	Wasserver- lust HW	Wasserver- lust 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	Rispentomaten (18)	IFCO	20	+	+	0	0	
	B-Tomaten (18)	IFCO	20	-	-	0	-	
		IFCO	12	+	+	0	0	

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



Abb. 4: Druckstellen verursacht von Holzwolle bei der Erdbeersorte Thuriga nach sieben Tagen Shelf life.

here Verluste als die Kontrolle auf. Ein Shelf life von neun Tagen kommt in der Praxis jedoch nicht vor.

### Äussere Fruchtqualität

Bei Erdbeeren und Aprikosen konnten Abdrücke der Holzwolle auf der Oberfläche der Früchte beobachtet werden (Abb. 4). 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 an den Kontaktflächen «platte Deformierungen» bilden, die schnell in wässrige Stellen und danach in Fäulnis übergehen.

### Innere Fruchtqualität

Bezüglich Fruchtqualität (Fruchtfleischfestigkeit, Zucker- und Säuregehalt) konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Früchten mit/ohne Holzwolle festgestellt werden (keine Daten aufgeführt).

### Anwendungsform der Holzwolle

Aufgrund von Tabelle 2 könnte man den Schluss ziehen, dass lose Holzwolle bezüglich Reduktion des Verderbs etwas wirksamer war als Holzwollevliese. In Anbetracht der Variabilität des Fruchtmaterials und der Versuchsbedingungen gehen wir eher davon aus, dass die beiden Anwendungsformen etwa gleichwertig sind. Das Holzwollevlies hat den Vorteil, dass es sich im Sortier- und Verpackungsprozess automatisch in Kartonkisten oder IFCO-Gebinden zugeben lässt, während das Handling der losen Holzwolle manuell erfolgt. Die Vliese werden durch locker gewobene Juteschnüre zusammengehalten (Abb. 1). Wie die Versuche zeigten, ist die Wahl des Materials für die Schnüre sehr wichtig: Schnüre aus Polypropylen hinterliessen

auf Tomaten bleibende Druckstellen beziehungsweise Schäden in der Haut, während dies bei Juteschnüren nicht der Fall war, da sie weicher sind.

### Praxisumsetzung

Für die Anwendung von Holzwolle in der Praxis ist schliesslich die Sicht 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. Holzwolle hat wie andere Verpackungskomponenten auch den übergeordneten Zielsetzungen Schutz, Logistik und Marketing zu genügen.

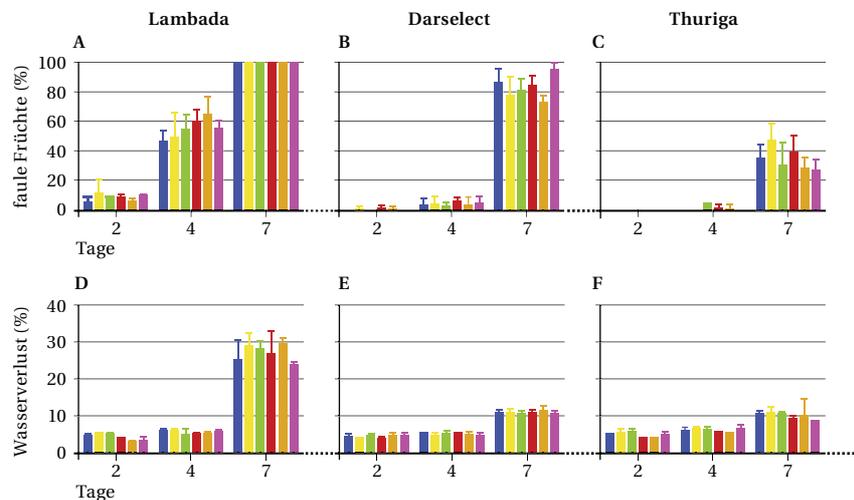


Abb. 2: Anteil fauler Früchte (A – C) und Wasserverlust der Früchte (D – F) während der Lagerung bei 20 °C der Erdbeersorten Lambada (A, D), Darselect (B, E) und Thuriga (C, F).

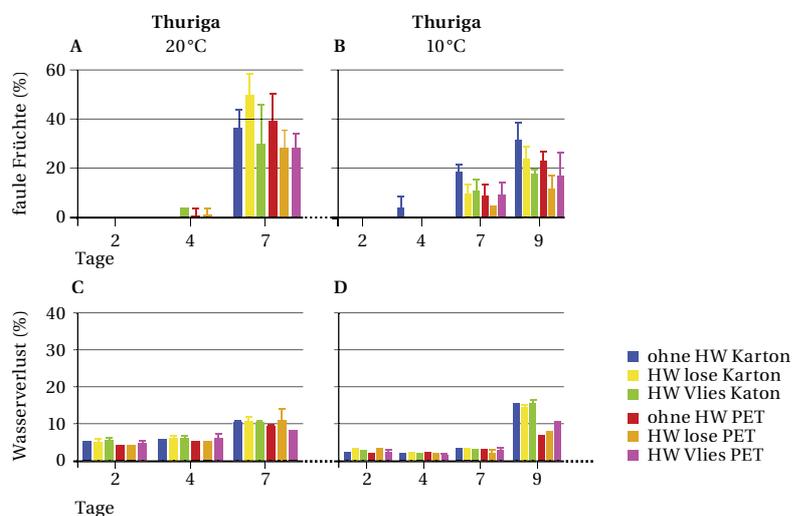


Abb. 3: Anteil fauler Früchte (A, B) und Wasserverlust der Früchte (C, D) bei der Erdbeersorte Thuriga bei 20 °C (A, C) und 10 °C (B, D).



Abb. 5: Vliesproduktion. (QUELLE: LINDNER GMBH, WATTWIL)

### Holzwole in Logistik und Verkauf

Bei Grossverteilern wurde und wird noch zuweilen Holzwole für den Verkauf hochwertiger Tomatensorten, Kürbisse und Granatäpfel verwendet. Zumindest lose Holzwole erfordert manuellen Arbeitseinsatz, was den Automatisierungsbestrebungen in Logistik und Kommissionierung zuwiderläuft. Zudem trägt Holzwole, ob lose oder als Vlies, durch Abgabe von kleinen Bruchstücken zur Verunreinigung der Umgebung bei, was den Reinigungsaufwand in den Verkaufsläden erhöht. Auf der anderen Seite ist es durchaus denkbar, dass Holzwole als Verpackungs- und/oder Verkaufsunterlage für hochwertige Früchte und Gemüse verwendet wird, um den Premium-Charakter der Produkte zu verstärken.

### Konsumentensicht

In verschiedenen Publikationen wird die Wichtigkeit ökologischer Trends für die Verpackung von Obst und Gemüse betont, dies unter dem Motto «Auferstehung von Naturmaterialien»: Der Kunde wünscht weniger Kunststoff und mehr Verpackungen aus nachwach-

senden Rohstoffen. Auf Seiten des Handels besteht diesbezüglich grosse Skepsis aus den genannten Gründen. Einen interessanten Einblick in die Sichtweise der Konsumenten gibt eine im Jahr 2014 vom Naturschutzbund Deutschland (nabu) durchgeführte Umfrage unter 1005 Konsumentinnen und Konsumenten zum Thema Nachhaltigkeit beim Kauf von Obst und Gemüse: 76% der Befragten wünschten sich Obst und Gemüse ohne Verpackung. Unter dieser Prämisse wäre der Einsatz von Holzwole am Verkaufspunkt immer noch möglich, wenn die Holzwole einfach als Unterlage für den Verkauf dient und die Früchte offen verkauft werden.

### Dank

Die vorliegende Untersuchung konnte dank der finanziellen Unterstützung des Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung im Bundesamt für Umwelt (BAFU) und dem Mitwirken der Firmen Lindner Suisse GmbH in Wattwil und Purnatur AG in Ellikon an der Thur realisiert werden. ■

### La laine de bois pour l'emballage et la commercialisation des fruits et des tomates

La laine de bois naturelle peut offrir une option intéressante à la place du matériel d'emballage synthétique dans le commerce et la vente. Des essais de terrain ont été menés pour étudier dans quelle mesure le recours à la laine de bois pouvait prolonger la

### R É S U M É

durée de conservation des fruits et des tomates dans les rayons. Un tel effet a bien été constaté pour certains fruits, mais pas pour tous, et il est relativement faible.