

Optimale Erhaltung der Frucht- und Stielqualität bei Süßkirschen

(*Prunus avium* L. cv. Vanda, Kordia und Regina)

Dr. Dirk Köpcke
Obstbauversuchsanstalt Jork



Dirk Köpcke

Zusammenfassung

In einem dreijährigen Projekt in Zusammenarbeit mit der Abteilung Obstbau der Universität Hannover und der finanziellen Unterstützung der Marktgemeinschaft Altes Land (MAL) wurden die Möglichkeiten untersucht, die Frucht- und Stielqualität von Süßkirschen besser zu erhalten. Dafür wurden verschiedene Szenarien hinsichtlich des Handlings der frisch geernteten Früchte simuliert. Besonders der Einfluss der Verweildauer der Ware im Feld, der Abkühlungs- und der Lagerungstechnik sind dabei gemessen worden. Es zeigte sich, dass für die Entfeuchtung der Stiele und Früchte hauptsächlich ein hohes Wassersättigungsdefizit der Umgebungsluft verantwortlich ist. Dabei findet diese Entfeuchtung im Wesentlichen bereits direkt nach der Ernte noch im Feld statt. Dort ist das Sättigungsdefizit und damit der Wasserverlust wegen meist hochsommerlicher Witterung häufig um mehr als das 150fache höher als im feuchten Kühlraum. Bereits eine einigermaßen luftdichte Abdeckung der Ware mit einer einfachen Frischhaltefolie reduziert die Entfeuchtung um mehr als 80%. Ideal wäre eine aluminiumbeschichtete PE-Folie, um die Früchte zusätzlich vor direkter Sonneneinstrahlung zu schützen. Grundsätzlich sollte die Ware für die bestmögliche Erhaltung der Fruchtqualität möglichst schnell abgekühlt werden. Idealerweise geschieht das mit einem luftunterstützten Schnellabkühler bei -0,5 bis 1 °C Lufttemperatur und 100% Luftfeuchtigkeit. Die Feuchte- und Kühlkette ist dann anschließend bis zum Konsumenten sicherzustellen.

Schlagwörter: Lagerung, braune Stiele, Entfeuchtung, Kühlkette, Temperatur, Luftfeuchtigkeit

Optimum preservation of fruit and stems quality in sweet cherries (*Prunus avium* L. cv. Vanda, Kordia and Regina)

Summary

In a three-year project, in cooperation with the Fruit Science Section of the University of Hannover and the financial support of the cooperative Marktgemeinschaft Altes Land (MAL), the possibilities of a better maintenance of sweet cherries fruit and stem quality were investigated. Various scenarios for the handling of freshly harvested fruits were simulated. Particularly the influence of the residence time of the fruits in the field, the cooling and the storage technology on fruit quality have been measured. It was found that for the dehumidification of the stems and fruits mainly a high water saturation deficit of the surrounding air is responsible. This dehumidification already essentially takes place directly after the harvest still in the field where the saturation deficit and thus the loss of water is often more than 150 times higher than in a wet cooling room. Already a fairly airtight cover of the product with a simple fresh-keeping foil reduces the dehumidification by more than 80%. Ideal is an aluminium-coated PE film to protect the fruits also from direct sunlight. In principle, the product should be cooled as quickly as possible for the best possible preservation of the fruit quality. This should be usually done with a forced-air cooler at -0.5 to 1 °C air temperature and 100% humidity. The moisture and cooling chain must then be ensured up to the consumer.

Keywords: shelf life, stem browning, water loss, cooling chain, temperature, humidity

In einem mehrjährigen Projekt in Zusammenarbeit mit der Abteilung Obstbau der Universität Hannover und der finanziellen Unterstützung der Marktgemeinschaft Altes Land (MAL) sollten die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Qualität von Süßkirschen ermittelt werden. Ein besonderes Augenmerk sollte dabei auf die Stielqualität gelegt werden.

Erstaunlich, dass man sich überhaupt mit einem Teil der Frucht beschäftigt, welches vom Verbraucher gar nicht verzehrt wird. Da aber der Abnehmer anhand des Erscheinungsbildes der Stiele die Frische der Ware beurteilt, ist es sehr wichtig, dass die Früchte ihre grünen Stiele auch noch nach der Ernte möglichst lange behalten.

Da bei der Alterung des Stieles der Wasserverlust eine große Rolle spielen dürfte, ist zu erwarten, dass Umweltbedingungen, die die Entfeuchtung fördern, die Stielqualität negativ beeinflussen dürften. Deshalb sollte in dieser Arbeit insbesondere der Einfluss der Umgebungstemperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Art der Abkühlung, ob mit Eiswasser oder kalter Luft, auf die Stiel- aber auch Fruchtqualität näher untersucht werden.

Material und Methode

Für die Versuche wurden Früchte der Sorten Vanda, Kordia und Regina vom Versuchsbetrieb Esteburg (53°51'N, 9°74'E) und einigen Betrieben aus der Umgebung verwendet. Die Früchte sind entsprechend der hiesigen Empfehlung im optimalen Reifezustand geerntet und sofort danach ins Labor gebracht worden, wo sie homogenisiert und auf die jeweiligen Versuchsvarianten verteilt wurden.

Für den Versuch, der den Einfluss der Verweildauer im Feld simulieren sollte, wurden die Fruchtproben mit



Bei der Einhaltung der Fruchtqualität muss eine Kühlkette bis zum Verbraucher eingehalten werden. Für die Stielqualität ist dagegen eine durchgängige „Feuchte- und Kühlkette“ entscheidend!

dirk.koepcke@lwk-niedersachsen.de



Abb. 1: Eiswasserkühler der Firma Strunck-Weis in Aktion.

(Fotos: Dirk Köpcke)

jeweils 4 x 25 Früchten bei 22 °C und ca. 70% relative Luftfeuchte für 0 bis 6 Stunden ohne Verdunstungsschutz gelagert.

Bei den Abkühlversuchen wurde ein Eiswasserkühler der Firma Strunck-Weis (**Abb. 1**) sowie der Schnellabkühler „Emma“ der Firma Stolte (**Abb. 2**) verwendet. Dabei wurden verschiedene Proben mit Eiswasser sowie mit und ohne Luftunterstützung abgekühlt. Die Solltemperatur im Kühlraum betrug -1°C, wobei diese wegen der anfänglichen Raumöffnung und der Einbringung der warmen Ware erst nach ca. 30 Minuten vollständig erreicht wurde. Während des Abkühlversuches wurden eine Fruchtprobe außerhalb des Kühlraumes quasi als Kontrolle ungekühlt gelassen. Anschließend sind alle Varianten in einen Kühlraum gebracht und bei 2 °C zwei bzw. acht Tage weitergelagert worden.

In den Lagerungsversuchen wurde die Umgebungstemperatur von 0 bis 30 °C je nach Versuchsvariante variiert. Die sich je nach Luftmasse ergebene relative Luftfeuchtigkeit bzw. das Wassersättigungsdefizit (in den Grafiken mit ΔW abgekürzt) als Differenz von der maximal möglichen absoluten Luftfeuchtigkeit und der tatsächlichen Luftfeuchtigkeit werden in den betreffenden Grafiken oder im Text angegeben. Als Verdunstungsschutz wurde in einigen Varianten haushaltsübliche Klarsichtfolie über die als Ver-

packung dienenden Kunststoffschälchen gespannt.

Zur Ermittlung des Ausgangswassergehaltes wurde zu Beginn des Experimentes die Frisch- und Trockensubstanz der Stiele einer repräsentativen Probe ermittelt. Dafür wurden die Stiele von 4 x 25 Früch-



Abb. 2: Schnellabkühler „Emma“ der Firma Stolte.

ten vor und nach einer vollständigen Trocknung in einem Trockenschrank bei 103 °C gewogen. Der Wassergehalt wurde dann, um einen Einfluss der Stiellänge und -dicke auszuschließen, auf den Trockensubstanzgehalt bezogen.

Die Farbmessung erfolgte mit einem Farbmessgerät Spectrophotometer CM-700d/600d der Firma KonikaMinolta (l*a*b-Farbraum). Die von der Frucht getrennten Stiele sind dafür dicht an dicht mit doppelseitigem Klebeband auf einer Unterlage fixiert und an mehreren Stellen gemessen worden. Dabei wurde der a- und b-Wert als Maß für die Verfärbung der Stiele verwendet. Der a-Wert gibt den Farbverlauf von Rot nach Grün wieder, d. h. je grüner die Stiele desto größer der a-Wert. Der b-Wert gibt den Farbverlauf von Gelb nach Blau wieder, d. h. je grüner die Stiele desto kleiner der a-Wert. Zusätzlich wurde mit Hilfe einer Canon EOD 450D Kamera, die über einen angeschlossenen PC mittels DSLR Remote Pro Software der Firma Breeze Systems angesteuert wurde, einzelne Fruchtproben in regelmäßigen Abständen fotografiert, um die Veränderung der Stiel- und Fruchtqualität im Zeitablauf zu dokumentieren.

Für die grafische Darstellung und zur Berechnung der in den Grafiken angegebenen Standardabweichung, Regressionsfunktionen und Bestimmtheitsmaß wurde die Microsoft Software Excel 2016® verwendet.

Ergebnisse

In **Abb. 3A** ist der Einfluss der Verweildauer im Feld dargestellt. Dabei wird deutlich, wie die Stiele in kürzester Zeit große Mengen Wasser verlieren. Nach bereits 6 Stunden hatten sie fast 30% ihres Wassers verloren. Die Farbe der Stiele verändert sich dabei vorerst nicht. Selbst nach zwei Tagen Lagerung ist noch kein großer Unterschied zwischen den Varianten zu erkennen. Erst nach acht Tagen zeigen sich bei simulierter sechsständiger Verweildauer im Feld mehr braune Stiele als bei den Vergleichsvarianten (**Abb. 3B**).

Mit Hilfe der Eiswasserkühlung gelang es, die Früchte innerhalb von fünf Minuten auf unter 5 °C abzukühlen. Das dauerte mit der luftunterstützten Schnellabkühlung je nach

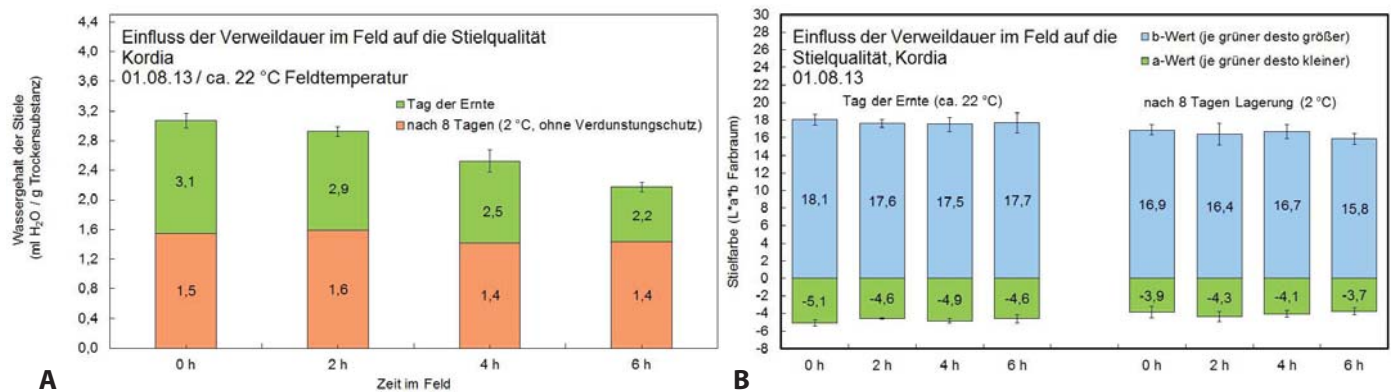


Abb. 3: Einfluss der Lagerungsdauer bei 22 °C und ca. 70 % relative Luftfeuchte auf den Wassergehalt und die Stielfarbe von Kirschen der Sorte Kordia.

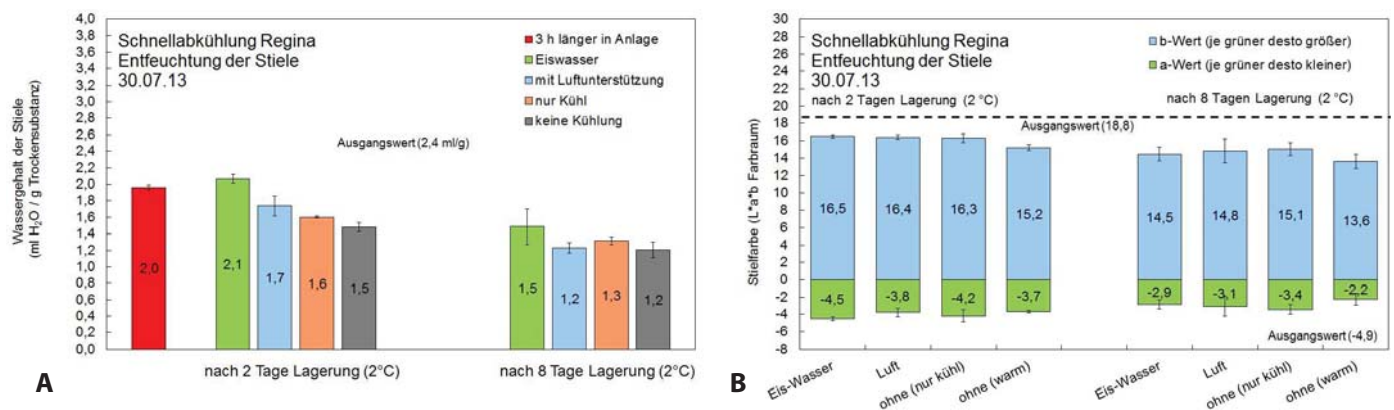


Abb. 4: Einfluss der Abkühlungsart auf den Wassergehalt und die Stielfarbe von Kirschen der Sorte Regina.

Praxislager ein bis zwei Stunden und ohne Luftunterstützung sogar mehr als fünf Stunden. Trotzdem ist in **Abb. 4A** zu erkennen, dass die Art der Abkühlung nur einen geringen Einfluss auf den Wassergehalt der Stiele hatte. Zwar verloren im dargestellten Versuch die eiswassergekühlten Früchte am wenigsten Wasser, das hatte aber keinen messbaren Einfluss auf die Stielfarbe. Die zu Beginn ungekühlten Früchte verloren tendenziell am meisten Wasser und waren etwas brauner als die gekühlten Früchte. Letzteres war auch noch nach 8 Tagen Lagerung tendenziell messbar (**Abb. 4B**). Anhand der Serienaufnahmen erkennt man ebenfalls, dass die Art der Abkühlung kaum Unterschiede erkennen lässt, allerdings waren die mit Folie gegen Verdunstung abgedeckte Kirschen deutlich praller und größer als die Vergleichsware ohne Abdeckung. Die Stiele waren auch deutlich grüner und dicker wenn die Ware abgedeckt wurde (**Abb. 5**).

Die vorgestellten Versuche deuteten an, dass die Umgebungsbedingungen Temperatur und Luftfeuchtigkeit, aber auch eine Folienabdeckung,

einen relativ großen Einfluss auf die Stiel- und Fruchtqualität haben. Deshalb wurden in weiteren Versuchen die Umgebungsbedingungen variiert und zusätzlich immer ein Teil der Ware mit Klarsichtfolie vor Verdun-

stung geschützt. In **Abb. 6A** und **B** ist der Wasserverlust der Stiele der Sorten Vanda und Kordia in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer, verschiedenen Temperatur- und Luftfeuchtebedingungen, und damit bei den Va-



Abb. 5: Früchte der Sorte Regina mit (links) und ohne (rechts) Eiswasserkühlung sowie mit (oben) und ohne (unten) Verdunstungsschutz nach fünf Tagen Lagerung bei 20 °C und ca. 70% relative Luftfeuchtigkeit.

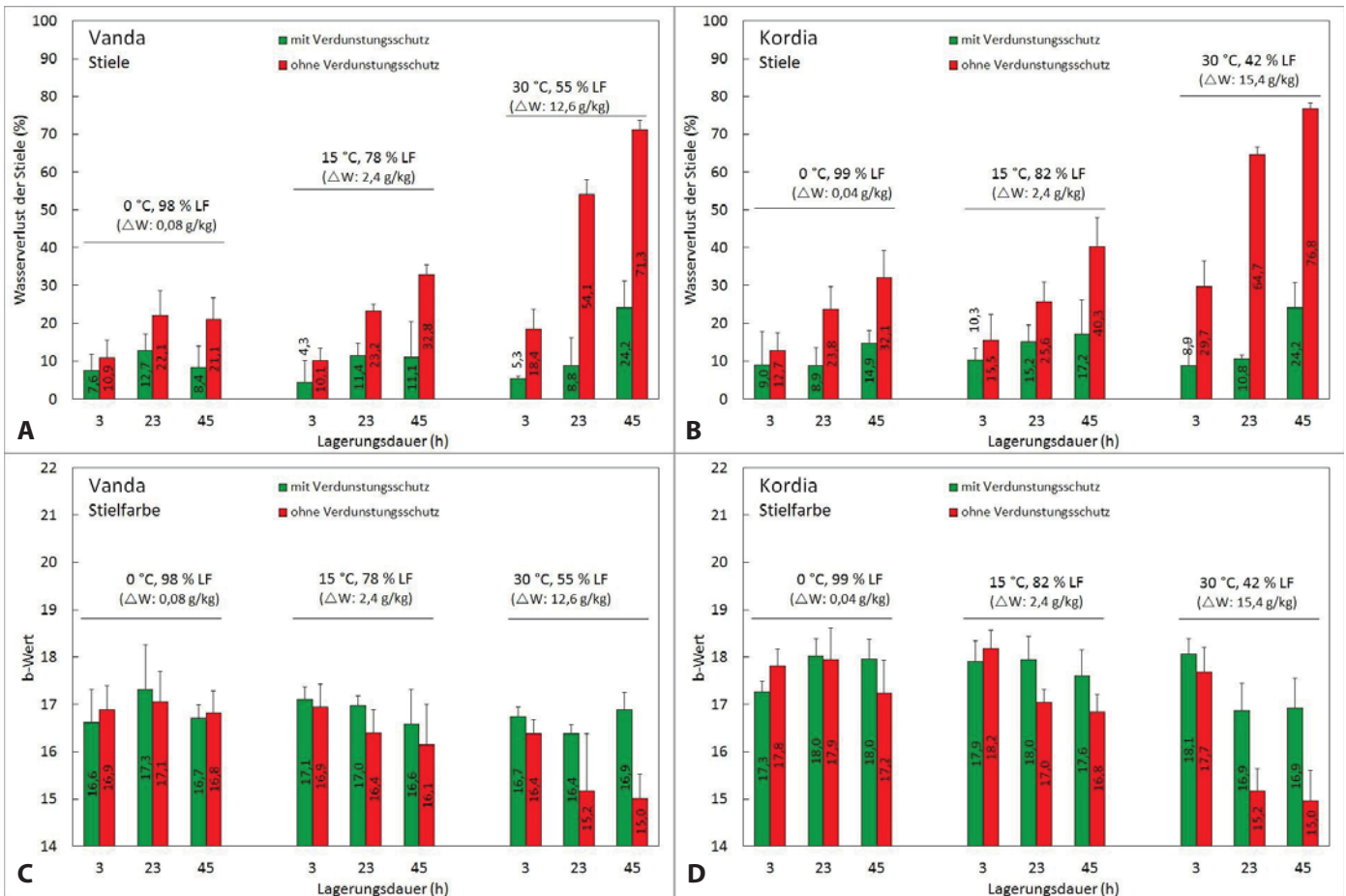


Abb. 6: Einfluss der klimatischen Umgebungsbedingungen, Lagerdauer und einer Folienabdeckung auf den Wassergehalt der Stiele und der Farbe der Kirschsornten Vanda und Kordia.

rianten ohne Verdunstungsschutz, das Sättigungsdefizit dargestellt. Unter der Folie dürfte dieses bei annähernd 100% relative Luftfeuchtigkeit fast null gewesen sein. Sehr deutlich ist erkennbar, dass mit Zunahme des Sättigungsdefizits und der Lagerdauer der Wasserverlust deutlich ansteigt. Dadurch nimmt auch der b-Wert bei der Stielfarbmessung ab

(Abb. 6 C, D). Die Stiele werden brauner, je länger sie unter entfeuchtungsfördernden Bedingungen gelagert werden. Ein einfacher Verdunstungsschutz mit Hilfe der Klarsichtfolie konnte den Wasserverlust und damit auch das Braunwerden deutlich reduzieren. Noch deutlicher waren diese Effekte bei den Früchten zu sehen. Mit Abdeckung verloren die Früchte

praktisch kein Wasser, während sie ohne Abdeckung in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen und der Lagerdauer bis zu 10,5% ihres Gewichtes verloren (Abb. 7 A, B).

Da die Höhe des Sättigungsdefizits und die Zeit, in der die Früchte diesen Bedingungen ausgesetzt sind, offensichtlich die Entfeuchtungshöhe im Wesentlichen bestimmen, wurde

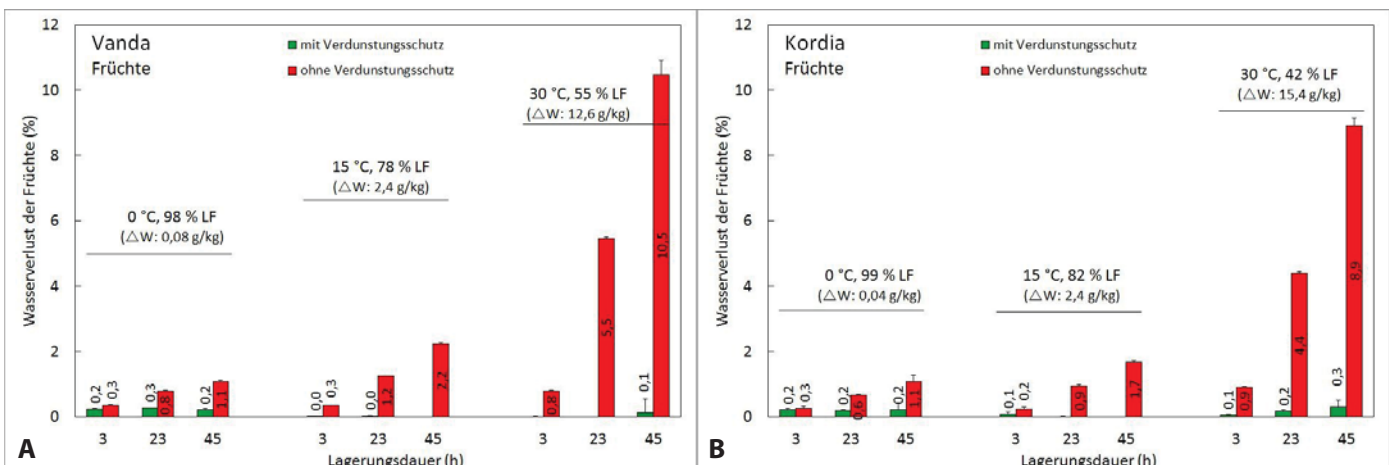


Abb. 7: Einfluss der klimatischen Umgebungsbedingungen, Lagerdauer und einer Folienabdeckung auf den Wassergehalt der Früchte der Kirschsornten Vanda und Kordia.

dessen Produkt mit dem Wasserverlust in **Abb. 8** ins Verhältnis gesetzt. Dabei wird deutlich, dass der Wasserverlust der Stiele zu 93 bzw. 96% ($r^2_{Vanda} = 0,93$, $r^2_{Kordia} = 0,96$) von dem

Produkt aus Wassersättigungsdefizit und Verweildauer abhängt (**Abb. 8 A, B**). Auch ist aus den Abbildungen zu entnehmen, dass durch die Klarsichtfolienabdeckung der Wasserverlust

unabhängig von den Umgebungsbedingungen um über 80% reduziert werden konnte.

Ein statistisch noch eindeutigeres Ergebnis zeigt sich bei den Fruch-

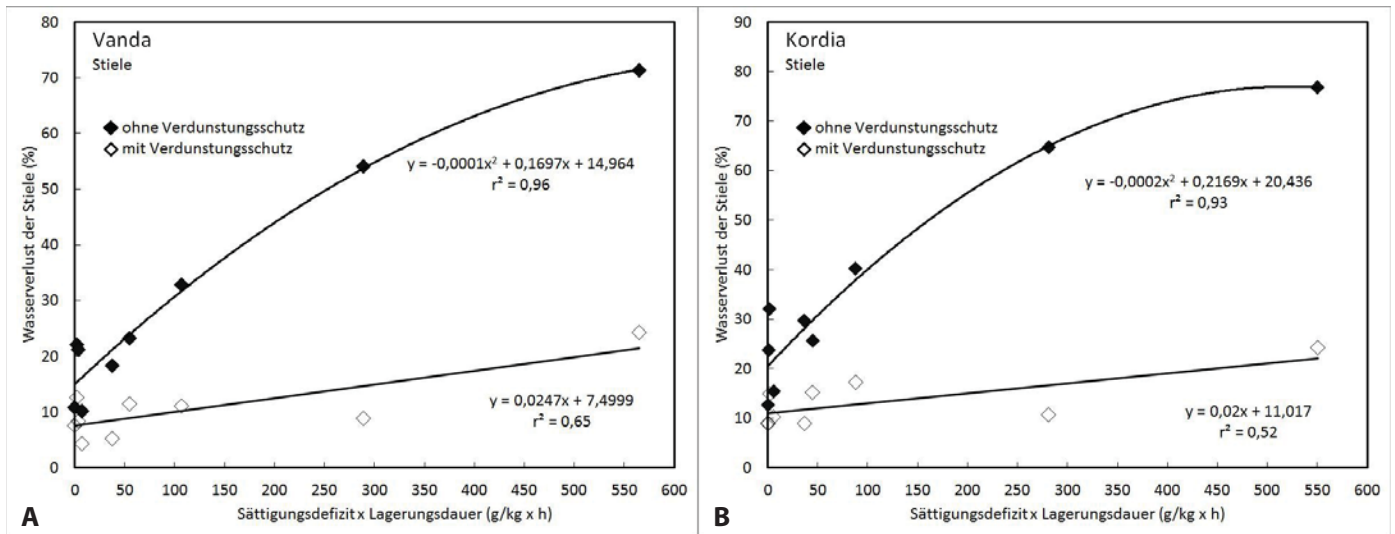


Abb. 8: Abhängigkeit des Wasserverlustes der Stiele der Kirschensorten Vanda und Kordia vom Sättigungsdefizit und einer Folienabdeckung.

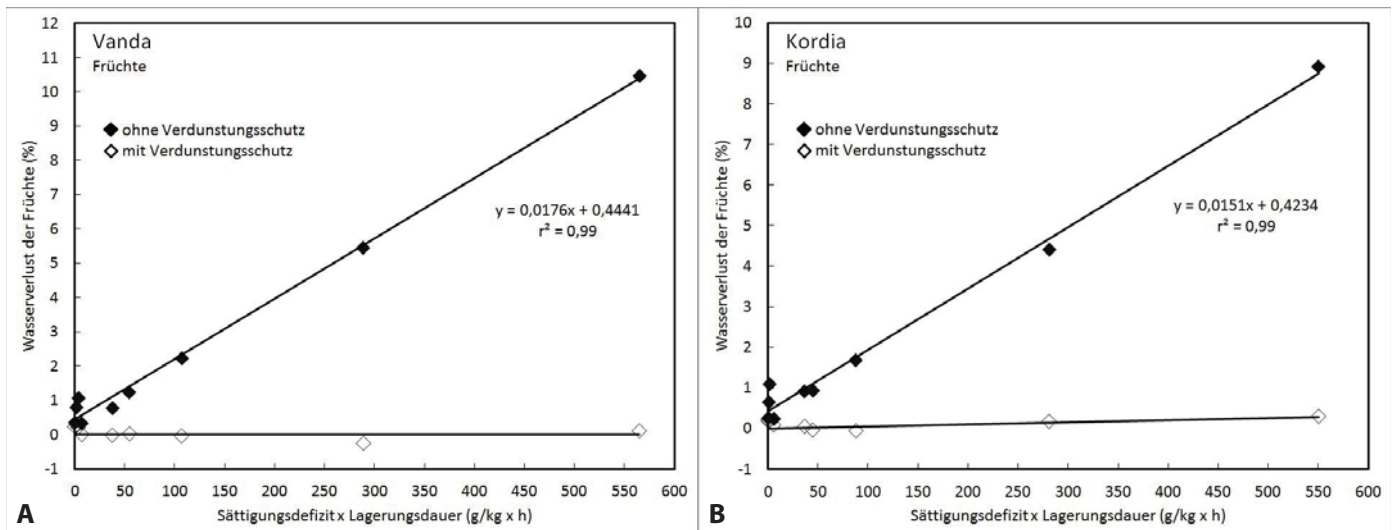


Abb. 9: Abhängigkeit des Wasserverlustes der Früchte der Kirschensorten Vanda und Kordia vom Sättigungsdefizit und einer Folienabdeckung.

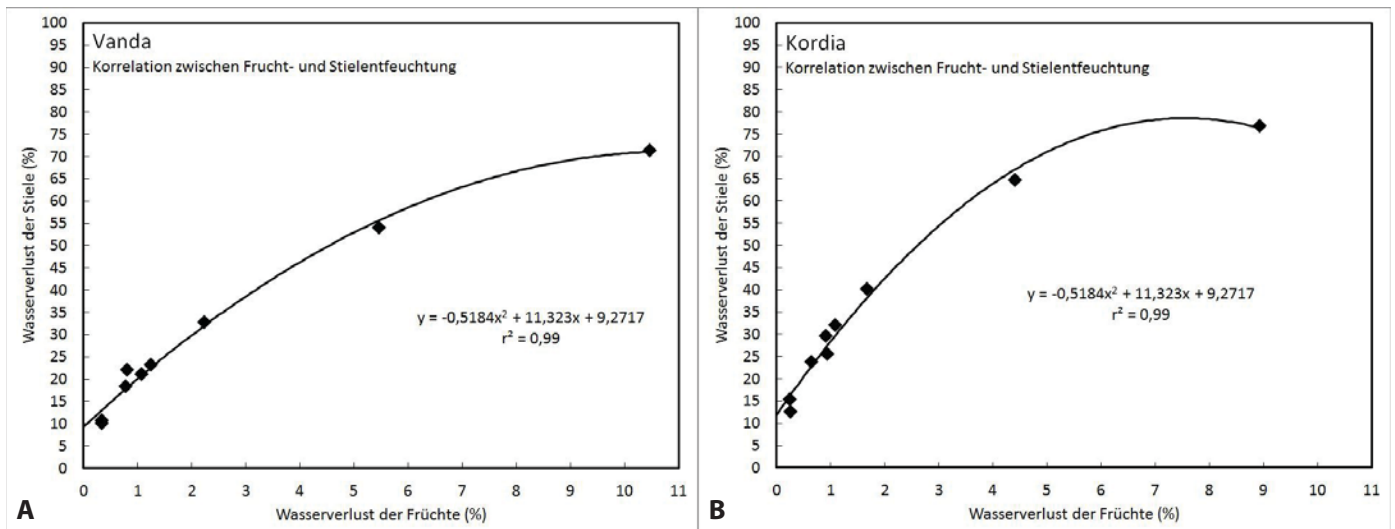


Abb. 10: Korrelation zwischen Wasserverlust der Stiele und Früchte der Kirschensorten Vanda und Kordia.

ten. Auch hier steigt der Wasserverlust mit Zunahme des Sättigungsdefizits und der Lagerdauer deutlich an und die Folienabdeckung konnte den Wasserverlust der Früchte fast komplett verhindern (Abb. 8 A, B). Der Wasserverlust der Früchte wird, wie man in **Abb. 9 A, B** sieht, zu 99% ($r^2_{\text{Vanda, Kordia}} = 0,99$) durch das Produkt Sättigungsdefizit x Lagerungsdauer bestimmt. In **Abb. 10 A, B** wird darüber hinaus deutlich, dass der Wasserverlust der Stiele mit dem Wasserverlust der Früchte beider getesteter Sorten mit einem r^2 von ebenfalls 0,99 extrem eng korreliert.

Diskussion

Die vorgestellten Versuche haben eindrucksvoll gezeigt, dass das Sättigungsdefizit und die Verweildauer unter den entsprechenden Bedingungen entscheidend sind für den Wasserverlust der Stiele, aber auch der Früchte. Der Wasserverlust entscheidet letztendlich über die Vermarktbarkeit der Ware. Früchte mit trockenen Stielen werden vom Abnehmer als alt wahrgenommen und eventuell gar nicht oder nur mit Abschlägen vermarktet. Aber selbst wenn eine Vermarktbarkeit gegeben ist, hat die Entfeuchtung und damit der Gewichts- und Volumenverlust der Früchte großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. Selbst ein geringer Gewichtsverlust von nur einem Prozent machen bei einem Hektarertrag von 15 Tonnen und einem angenommenen Produktpreis von 4 Euro immerhin 600 Euro aus, wobei der Volumenverlust, der natürlich auch den Anteil großkalibriger Früchte verringert, noch gar nicht mit eingerechnet ist.

Wie die Ergebnisse zeigen, findet der Hauptgewichtsverlust bereits in den ersten Stunden nach der Ernte statt, wenn die Ware noch in der Obstanlage auf den Abtransport wartet. Die dargestellten Versuche haben deutlich gezeigt, dass z. B. bei 30 °C und 55% relative Luftfeuchtigkeit das Sättigungsdefizit 158mal größer ist als bei 0 °C und 98% relative Luftfeuchtigkeit. Das heißt im Umkehrschluss, dass bei solchen Bedingungen, die zur Kirschernte im Hochsommer nicht ganz ungewöhnlich sind, ungeschützte Früchte in der Anlage in nur einer Stunde genauso

Erhaltung der Stiel- und Fruchtqualität nach der Ernte

- ✓ Ernte in relativ luftdichten Behältnissen (z. B. Pflückeimer)
- ✓ Volle Pflückbehältnisse in den Schatten stellen und mit Folie abdecken
- ✓ Ware schnellstmöglich auf < 5°C abkühlen (ggf. Schnellabkühler nutzen)
- ✓ Lagerung bei möglichst 100 % rel. Luftfeuchtigkeit (z. B. Folienbeutel, MA-Verpackung)
- ✓ Kühl- und Feuchtekette bis zum Verbraucher sicherstellen

viel Wasser verlieren, als wenn sie ungefähr eine Woche bei 0 °C und 98% Luftfeuchtigkeit aufbewahrt werden würden! Das kann man auch sehr einfach mit Hilfe eines sogenannten hx-Diagramm erklären (**Abb. 11**). Es zeigt den Zusammenhang zwischen Lufttemperatur (in °C), relativer Luftfeuchte (in %) und absoluten Wassergehalt (in g/kg) der Luft. Eingezeichnet sind die getesteten Umgebungsbedingungen bei dem Versuch mit der Sorte Vanda. Man sieht, dass warme Luft wesentlich mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann als kalte Luft. Bei dem Kordia-Versuch waren die Unterschiede noch größer. Hier war das Sättigungsdefizit im Feld

bei 30 °C und nur 42% relative Luftfeuchtigkeit sogar 385mal größer als im Kühlhaus mit 0 °C und 99% relative Luftfeuchtigkeit, was theoretisch bedeutet, dass die Ware im Feld in einer Stunde genauso viel Wasser verliert wie in 16 Tagen Kühlhauslagerung.

Damit wird auch deutlich, warum die Art der Abkühlung, ob mit Eiswasser oder kalter feuchter Luft, kaum einen Einfluss auf die Stiel- und Fruchtentfeuchtung hat. Das Sättigungsdefizit und die Zeitdauer unter diesen Bedingungen ist für eine relevante Entfeuchtung einfach zu gering. Sehr interessant ist auch, dass primär das Sättigungsdefizit und nicht die Umgebungstempera-

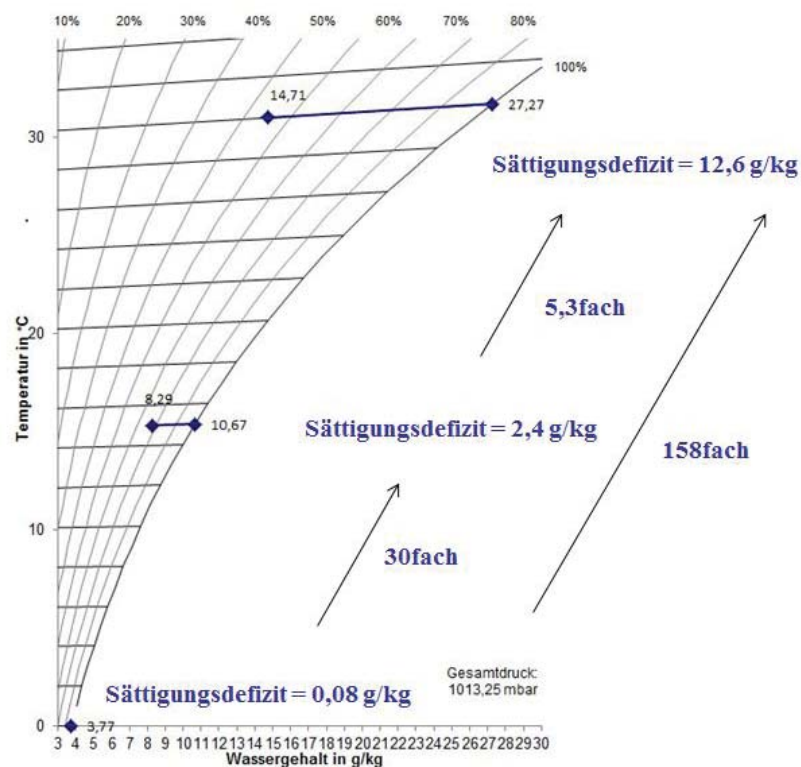


Abb. 11: Umgebungsbedingungen bei dem Versuch mit der Sorte Vanda dargestellt mit Hilfe eines hx-Diagrammes.

tur ursächlich für eine Entfeuchtung ist. Gelingt es durch eine Folienabdeckung, die Luftfeuchtigkeit bei der Kirsche bei annähernd 100% zu halten, würde selbst bei z. B. 30 °C praktisch keine Entfeuchtung mehr stattfinden. Das heißt, es ist entscheidend, dass die Ware sofort nach der Ernte durch eine Folienabdeckung vor Entfeuchtung geschützt wird. Ideal wäre eine aluminiumbeschichtete PE-Folie, um die Früchte zusätzlich vor direkter Sonneneinstrahlung zu schützen (Abb. 12). Sehr ähnliche Ergebnisse wurden fast zeitgleich in British Columbia mit der Sorte Sweetheard erarbeitet (TOIVONEN, 2014). Auch die dortigen Wissenschaftler konnten keinen positiven Effekt der Eiswasserkühlung auf die Stielqualität feststellen. Auch dort empfiehlt man als Konsequenz aus den Versuchen die Abdeckung der Früchte mit Folie. Verblüffend, mit was für einfachen Mitteln, die Folie kostet nur wenige Euro, man das Problem der trockenen Stiele vermeiden kann!

Ganz wird man den Wasserverlust der Stiele aber nie stoppen kön-



Abb. 12: Abdeckung der frisch geernteten Früchte mit Hilfe einer aluminiumbeschichtete PE-Folie.

die von der Frucht getrennt waren, haben während dieser Zeit keine Veränderung im Durchmesser gezeigt. Das liegt nach ihren Ergebnissen daran, dass der Stiel hydraulisch mit der Frucht verbunden ist. Durch den hohen Zuckergehalt der Frucht ist das osmotische Potential der Frucht stärker negativ als das des Stiels. Dadurch wird Wasser aus den Stielen in die Frucht verlagert. Ähnlich wie in den eigenen Versuchen hatte sich während

damit den Verderb der eigentlichen Früchte fördern. Eine Eiswasserkühlung ist dafür aber nicht notwendig. Eine einfache Schnellabkühlung bei -0,5 bis 1 °C Lufttemperatur und einer möglichst hohen Luftfeuchtigkeit, die die Ware innerhalb von ein bis zwei Stunden auf mindestens 5 °C abkühlt, ist dafür vollkommen ausreichend. Zusätzlich vermeidet man hygienische Probleme durch Pilzsporen oder Bakterien oder auch das Platzen der Früchte dadurch, dass die Früchte nicht mit Wasser in Berührung kommen. Anschließend ist während der Lagerung und Vermarktung die Feuchte- und Kühlkette bis zum Konsumenten sicherzustellen.

Danksagung

Wir danken der Marktgemeinschaft Altes Land (MAL) für die Förderung dieses Projektes, den beteiligten Obstbauern für die Bereitstellung der Versuchsware und Nutzung ihrer Lagereinrichtungen sowie Meta Hauschildt, die uns bei den Versuchen tatkräftig unterstützt hat.

Literatur

- TOIVONEN, P. M. A. (2014). *Integrated Analysis for improving export of sweet cherries and how a small industry can compete by focusing on premium quality*. Proceedings of the Vth International Conference Postharvest Unlimited, Cyprus June 10-13, 2014.
- KNOCHÉ, M., ATHOO, T.O., WINKLER, A., BRÜGGENWIRTH, M. (2015). Postharvest osmotic dehydration of pedicels of sweet cherry fruit. *Postharvest Biology and Technology* **108**: 86-90. 🍒



Der Haupteffekt einer Lagerung und Vermarktung in MA-Verpackung (im Bild: Kirschen im Xtend(R) Beutel) ist die Erhaltung der Stielqualität.

nen, denn Versuche von Knoche et al. (2015) an der Universität von Hannover belegen, dass auch die Frucht dem Stielen Wasser entzieht. Bei einer Lagerung bei 100% relativer Luftfeuchtigkeit und einer Temperatur von 2 °C hatte sich in deren Versuchen nach 14 Tagen der Durchmesser der Stiele von 1,6 mm auf 1,3 mm reduziert. Stiele,

dieser Zeit die Stielfarbe nur geringfügig geändert (KNOCHÉ et al., 2015).

Grundsätzlich sollte die Ware für die bestmögliche Erhaltung der Fruchtqualität trotzdem möglichst schnell abgekühlt werden, da hohe Temperaturen natürlich die Atmung der Früchte, das Pilzwachstum, die Entwicklung der Kirschessigfliege und