

LASER-ETIKETTIEREN VON DEMETER-OBST UND -GEMÜSE

WIE WIRKT DAS AUF LEBENSMITTEL?



AUTOREN: DR. UWE GEIER (BILD & KONTAKT)

Forschungsring e.V. Darmstadt

DR. PETER STOLZ,

DR. JENIFER WOHLERS

KWALIS, Fulda

geier@forschungsring.de



Lagertest

Der Lagertest sollte zeigen, ob die Proben durch die Laser-Beschriftung in ihrer Haltbarkeit, d. h. in ihren Stoffwechsel- bzw. Lebensprozessen, beeinflusst wurden. Der dafür durchgeführte Lagertest, bei dem die Proben für einige Zeit bei Raumklima ($20,5 \pm 0,5$ °C, 45 ± 5 % relative Feuchte) gelagert wurden und anschließend die Exemplare gezählt wurden, die als „verkaufsfähig“ eingestuft werden konnten, resultierte in einer reduzierten Anzahl verkaufsfähiger Exemplare bei den mit Laser behandelten Proben (Abb. 2). Aussortiert wurden die Proben aus unterschiedlichen Gründen:

• gelaserte Gurken zeigten tendenziell mehr Welke (geringere Druckfestigkeit) und einen reduzierten Frische-Eindruck (weniger glänzend)
 • gelaserte Süßkartoffeln hatten häufiger schrumpelige, unansehnliche Oberflächen
 • gelaserte Orangen zeigten tendenziell eher Schimmelbildung
 • gelaserte Kiwis wurden tendenziell eher weich und schrumpelig

Insgesamt könnten die Produktveränderungen mit einem Wasserverlust erklärt werden, der sich in den Gewichtsverlusten der Proben widerspiegelt (Abb. 3) und auch von anderen Autoren beschrieben wird. An den Querschnitten, die zur Beurteilung der Eindringtiefe des Lasers und möglicherweise auftretenden Zellveränderungen dienen sollten, war bei Süßkartoffeln in einigen Fällen eine Schädigung des lebenden Gewebe-Anteils erkennbar. Die vom Laser verletzten (verkohlt) Zellschichten unterhalb der Schale waren nach 14 Tagen warmer Lagerung im Zuge der Wundheilung zu verkorkten Zellen umgebildet, und als verstärkter Schalenbereich erkennbar. (Abb. 1)

Passt die Technologie der Laser-Etikettierung zu Demeter-Produkten? Diese Frage stellte sich im Sommer 2019 eine Projektgruppe des Demeter e.V. Das Laser-Branding von bestimmten Obst- und Gemüsearten aus ökologischem Anbau findet im Lebensmitteleinzelhandel zunehmend Verbreitung. Es ist unter anderem bei REWE, Netto und EDEKA, Aldi bereits im Einsatz. Die Technologie wird vom Handel als Smart Branding oder Natural Branding bezeichnet. Mit Hilfe dieser gelaserten Zeichen sollen Kunden im Geschäft unverpackte Öko-Produkte gegenüber konventionellen Produkten einfacher erkennen. Im Naturkostfachhandel erübrigt sich eine solche Maßnahme, weil nur Bio-Produkte gehandelt werden. Einige Händler und Großhändler stellen offensiv die Einsparung an Verpackungsmaterial in ihrer Werbung heraus. Was nicht angesprochen wird, sind mögliche Produktveränderungen durch das Beschriften mit Lasern.

Die Untersuchung

Eine erste Literaturübersicht im Herbst 2019 förderte kaum Studien über Einflüsse auf das Produkt zutage. Aus diesem Grund wurde von der Forschungsordination des Demeter e.V. ein Projekt aufgesetzt, das eigene Untersuchungen vornehmen sollte, um Wissenslücken zu schließen und eine Entscheidungsgrundlage zu schaffen. Mit der wissenschaftlichen Leitung wurde Uwe Geier betraut. Ein großer Lebensmittelhändler stellte die Muster zur Verfügung. Um eine sichere Aussage zu erreichen, wurden mehrere Obst- und Gemüsearten untersucht. Es handelte sich um Kiwi, Orangen, Gurken und Süßkartoffeln. Auch bei der Untersuchung entschieden wir uns für einen breiten Ansatz, der klassische und holistische Methoden einschließt.

Insgesamt kamen die folgenden Methoden zum Einsatz:

- Lagertest (Gewichtsverlust + Haltbarkeit)
- Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie (FAS)
- Foodomics (mittels Massenspektrometrie)
- physikalisch-chemische Analytik
- Bildschaffende Methoden (BSM)
- Lebensmittelinduzierte Emotionen (Wirksensorik)

Die Analysen mit bildschaffenden Methoden (Steigbild und Kupferchloridkristallisation) und auf lebensmittelinduzierte Emotionen wurden vom Forschungsring e.V. durchgeführt. Die anderen Messungen lagen in der Hand der KWALIS gGmbH aus Dipperz. Alle Proben wurden sowohl frisch (einen Tag nach der Behandlung) und nach einer ca. zehntägigen Lagerung geprüft. Nachfolgend sind ausgewählte Ergebnisse vorgestellt.

Bildschaffende Methoden

In den bildschaffenden Methoden Kupferchloridkristallisation nach Pfeiffer und Steigbild nach WALA wird die Eigenschaft von Metallsalzen in wässriger Lösung genutzt, auf organische Substanzen (in Lösung) mit spezifischen Strukturen zu reagieren. Durch einen Träger – in der Kupferchloridkristallisation eine Glasplatte; beim Steigbild ein fließfähiges Papier – werden diese Strukturen sichtbar. Durch das Schaffen von Referenzbildern von Pflanzen und Lebensmitteln und die Entwicklung standardisierter visueller Kriterien werden die Bilder auswertbar.

Bei allen Probenvergleichen (alle vier Kulturen, frisch und gelagert) sind Unterschiede zwischen der Kontrolle und der Behandlung erkennbar. Bemerkenswerterweise zeigen bereits die frischen Proben, d. h. einen Tag nach der Laser-Etikettierung, deutliche Effekte, wie die vorgestellten Bilder erkennen lassen. In den Kupferchloridkristallisationsbildern der mit Laser behandelten Varianten nehmen als morphologische Merkmale die Durchstrahlung, die Zentrumsordination und die Substanzwirkung ab. Stattdessen nehmen Verfälschungen und Ungleichmäßigkeiten zu. Diese Veränderungen weisen darauf, dass die Laser-Behandlung die Lebensmittel schwächt. Diese



Abb. 1: Süßkartoffel im Schnitt, Aufsicht: Nach 30 Tagen Lagerung hat sich eine dunkelgelb-hellbraune korkartige Schicht unter dem gelaserten Bereich (oben rechts) gebildet, die unter der natürlichen Schale (links: unveränderte, rötliche Schale) nicht zu erkennen ist.

Merkmale sind von Alterung bzw. Abbau von Proben bekannt. In den Steigbildern sind die Mittelzonentropfen verkürzt oder verkleinert und es treten mehr Graufärbungen auf. Auch diese Merkmale geben Hinweise auf Alterung. Dass diese Phänomene bereits früh nach einem Tag nach dem Lasern auftreten, lässt schließen, dass die Früchte nach der Behandlung unmittelbar physiologisch reagieren.

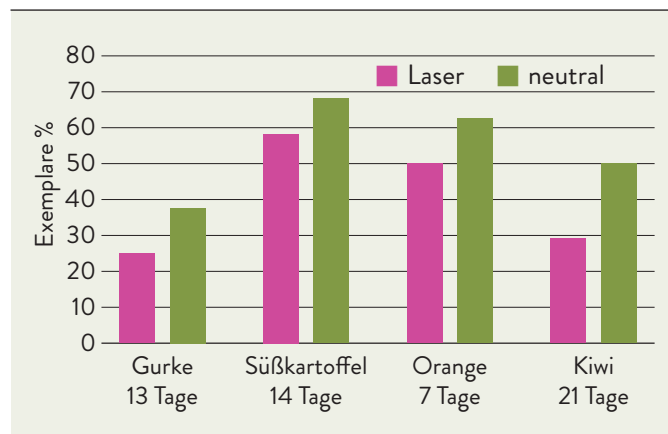
Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie

Mit der Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie, bei der die Emission der Proben nach vorheriger Anregung mit Licht gemessen wird (Stolz et al. 2019), konnte bei den Proben eine Veränderung durch die Laser-Beschriftung festgestellt werden. Besonders deutlich war dieser Effekt bei den Kiwis zu beobachten. Im Verhältnis zu Alterungs-Phänomenen, die als Referenz zur Qualitätsbeurteilung verwendet wurden und sich bei den vorliegenden Proben in einer verringerten Emission widerspiegeln, können die Laser-behandelten Proben mit niedrigerer Emission als „wie gealtert“ eingestuft werden.

Lebensmittelinduzierte Emotionen

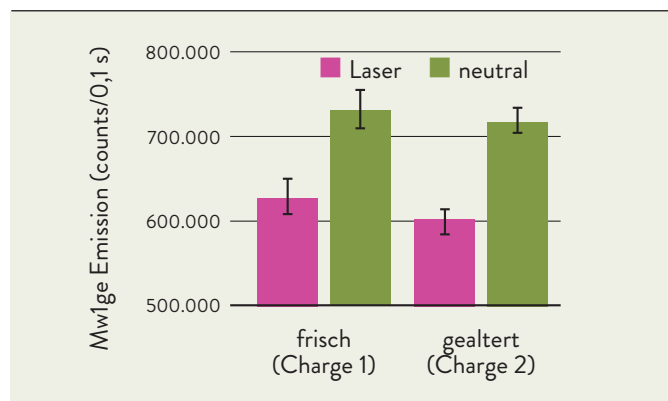
Die Untersuchung auf lebensmittelinduzierte Emotionen fand mit der Methode Wirksensorik statt. Prüfgruppen aus ca. zehn geschulten Beobachtern verkosteten die Probenpaare verschlüsselt und zufallsverteilt. Die statistische Auswertung der Fragebögen

ABB. 2: ANTEIL VERKAUFSFÄHIGE EXEMPLARE NACH LAGERUNG BEI RAUMTEMPERATUR



Verkaufsfähige Exemplare in %

ABB. 3: FAS-PARAMETER MW1GE VON FRISCHEN SOWIE GEALTERTEN KIWIS



Bei gelaserten sowie gealterten Proben ist die Emission reduziert im Vergleich zu frischen, unbehandelten Proben

führte nur zu wenigen statistischen Unterschieden; dafür wären höhere Teilnehmerzahlen erforderlich gewesen. In der freien Beschreibung des Ersteindrucks deuten sich allerdings Unterschiede an: Wird die Häufigkeit eher positiver (z. B. „wach“) und eher negativer Eigenschaften (z. B. „eng“) betrachtet, zeigte sich, dass die mit Laser

TABELLE: ERGEBNISSE MIT DEN VERSCHIEDENEN ANALYSEVERFAHREN

Analyse	Fazit
Haltbarkeitstests	Hinweise auf beschleunigte Alterung und Wasserverlust durch Laser-Etikettieren
Chemische Analytik und Foodomics	Hinweise auf Abbau / Alterung / Wundheilung
Kupferchloridkristallisation und Steigbild	Deutliche Effekte. Hinweise auf Abbau durch Laser-Etikettieren
Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie	Zumeist signifikante Effekte. Laser-behandelte Proben ähnlich wie gealterte
Lebensmittelinduzierte Emotionen (Wirksensorik)	Nur zum Teil Effekte auf das Befinden



Abb. 4: Kupferchloridkristallisationsbilder von frischen Orangen (0,1 ml Saftzusatz), einen Tag nach dem Lasern: links unbehandelte Kontrolle, rechts mit Laser behandelt.

behandelten Proben frisch wie auch gelagert in 75 % der Fälle ungünstiger als die Kontrollproben bewertet wurden. Auffällig ist auch die Beobachtung „nervös / unruhig“, die bei Orangen, Gurken und Orangen (frisch und gelagert) nur bei gelaserten Proben auftrat.

Foodomics

Zur Bestimmung einer möglichst umfassenden Gesamtheit von Metaboliten (kleinen Molekülen), mit denen Rückschlüsse auf physiologische Prozesse in den Proben gemacht werden können, wurden die Proben mit Flüssigchromatographie, gefolgt von hochauflösender Massenspektrometrie, untersucht. Die mit Laser-Branding behandelten Proben hatten eine andere Zusammensetzung der Moleküle als die unbehandelten Proben. Die für den Unterschied relevanten Substanzen konnten zum Teil identifiziert werden. Je Produkt waren unterschiedliche Substanzen von Bedeutung – bei Kiwis z. B. freie Aminosäuren, bei Süßkartoffeln Fettsäure-Derivate. Diese Substanzen stehen alle im Zusammenhang mit Alterung, Wundheilung bzw. Abbau von größeren Molekülen und deuten darauf hin, dass die gelaserten Proben einer beschleunigten Alterung unterliegen.

Fazit

Trotz ihrer Unterschiedlichkeit kamen die meisten in der Studie eingesetzten Methoden zu sehr ähnlichen Schlüssen: Das Laser-Branding führt zu einem beschleunigten Altern der Lebensmittel. Je nach Analyseverfahren sind die Effekte unterschiedlich deutlich. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse zusammenfassend wiedergegeben.

In unserer Literaturrecherche fanden wir nur wenige Arbeiten über das Laser-Branding von Lebensmitteln, und nur eine Handvoll, die auf Zerfall oder Wasserverlust prüften. Den Autoren Yuk et al. (2006) oder Sood et al. (2008, 2009a, 2009b) ging es auch dar-

um, ob die gelaserte Stelle zu einem erhöhten Eintrag von Pilzsporen führt – was nicht nachgewiesen wurde – und wie hoch die optimale Laserenergie für die Beständigkeit des Labels sein muss. Die Experimente erfolgten mit Tomaten (Yuk et al 2006), Mandarinen, Grapefruit, Tomaten und Paprika (Sood et al.). In allen genannten Studien war der Wassergehalt bei den mit Laser behandelten Proben reduziert. Sood et al. (2009a) stellten einen beschleunigten Zerfall bei mit Laser behandelten Mandarinen und Grapefruits fest. Diese Studien bestätigen unsere Ergebnisse über Wasserverlust und Zerfall.

Offensichtlich reagiert die Pflanze auf die Verletzung durch den Laser mit Wasser- und Gewichtsverlust, mit Wundheilungsprozessen (worauf die Foodomics-Ergebnisse deuten) und insgesamt mit einer beschleunigten Alterung.

Durch das Laser-Etikettieren sollen im herkömmlichen Lebensmittelhandel Verpackungen und Etiketten bei manchen Obst- und Gemüsearten eingespart werden. Vor dem Hintergrund der hier nachgewiesenen Produktschädigungen erscheint der Lasereinsatz unverhältnismäßig, zumal dem Handel andere Möglichkeiten zur Verfügung stehen, eine Verwechslung konventioneller und ökologischer Produkte auszuschließen. Eine wissenschaftliche Veröffentlichung über die Ergebnisse ist in Vorbereitung. •

Literatur

- Peter Stolz, Jenifer Wohlers und Gudrun Mende (2019): Measuring delayed luminescence by FES to evaluate special quality aspects of food samples – an overview. *Open Agriculture* 4:1, 410-417. DOI: 10.1515/opag-2019-0039 • Sood, P.; Ference, C.; Narciso, J. & Etxeberria, E. (2009a). Laser Etching: A Novel Technology to Label Florida Grapefruit. *HortTechnology*, 19(3), 504-510. • Sood, P.; Etxeberria, E.; Narciso, J. & Ference, C. (2009b). Laser labeling, a safe technology to label produce. *American Society of Horticulture Science*, 44(4), 1169. – nur Abstract • Sood, P.; Ference, C.; Narciso, J. & Etxeberria, E. (2008). Effects of Laser Labeling on the Quality of Tangerines during storage. *Proceedings of Florida state horticultural society*, 121, 297-300. • Yuk, H. G.; Warren, B. R. & Schneider, K. R. (2007). Infiltration and survival of *Salmonella* spp. on tomato surfaces labeled using a low-energy carbon dioxide laser device. *HortTechnology*, 17(1), 67-71.