

## Editorial

2010 hat der DFHV, die Interessenvertretung der Fruchthandelsbranche in Deutschland, die Ergebnisse einer ersten Forschungsarbeit zum Thema Kreuzkontaminationen veröffentlicht. Untersucht wurde damals, ob eine Kreuzkontamination von Pflanzenschutzmittelrückständen auf der Packstraße von Früchten bzw. beim Transport von Früchten in Mehrweg-Transportkisten möglich ist. Die Ergebnisse der Arbeit zeigten eindeutig, dass auf Packstraßen solche Kreuzkontaminationen entstehen können – sowohl von der Frucht auf die Packstraße als auch umgekehrt. Das Risiko einer Kreuzkontamination in Mehrweg-Kisten ist im Labor praktisch nicht gegeben, konnte aber für die Praxis nicht ausgeschlossen werden. Auch wenn die festgestellten Werte nur in sehr geringer Höhe auftraten, bereiten sie in der Praxis doch erhebliche Probleme, da die Anzahl der nachgewiesenen Wirkstoffe in keinem Verhältnis zur Anzahl der tatsächlich angewandten Wirkstoffe steht.

Bereits damals hatten die Beteiligten beschlossen, eine Folge-Untersuchung zu fördern, mit der geprüft werden sollte, inwieweit durch eine UV-Bestrahlung bzw. durch die Verwendung anderer Materialien auf den Packstraßen der Grad der Kreuzkontaminationen verringert werden kann.

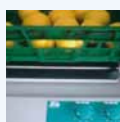
Auch diese Forschungsarbeit entstand in der bewährten Zusammenarbeit von Verband (DFHV), Wissenschaft (Uni Hohenheim) und Praxis. Die Untersuchungen wurden am Analytischen Institut Bostel, Stuttgart, im Rahmen einer wissenschaftlichen Abschlussarbeit (Staatsprüfung Lebensmittelchemie) von Claudia Weber durchgeführt und wissenschaftlich von Prof. Dr. Wolfgang Schwack, Institut für Lebensmittelchemie, Universität Hohenheim, Stuttgart, betreut.

Eine wichtige Aufgabe des Deutschen Fruchthandelsverbandes e.V. (DFHV) ist die Unterstützung wissenschaftlicher Projekte, die der Fruchtbranche wichtige Informationen und Hilfestellungen bieten. Ich freue mich, Ihnen die Ergebnisse dieser zweiten vom DFHV initiierten und unterstützten Arbeit zum Thema Reduktion von Kreuzkontaminationen präsentieren zu können.

Weitere Forschungsprojekte sind geplant – und auch über deren Ergebnisse werden wir Sie selbstverständlich informieren.

Mit freundlichen Grüßen

Matthias Bratzler  
Vizepräsident des DFHV e.V.



## Wissenschaftliche Abschlussarbeit „Reduktion von Kontaminationen auf Packstraßen durch UV-Bestrahlung“

Claudia Weber

### ■ Einleitung

Die Versorgung der stetig wachsenden Weltbevölkerung mit Nahrungsmitteln ist eine tägliche Herausforderung der Landwirtschaft. Pflanzenschutz ist deshalb ein zentrales Element einer nachhaltigen Strategie zur Deckung des steigenden globalen Lebensmittelbedarfs. Durch die Verminderung von Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern sichert Pflanzenschutz die Verfügbarkeit, Bezahlbarkeit und hohe Qualität von Lebensmitteln.

Beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sind verbleibende Rückstände auf oder in den Erntegütern kaum vermeidbar. Oberster Leitgedanke ist auch beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln der Schutz der Verbraucher. Deshalb hat der Gesetzgeber für jeden Wirkstoff Rückstandshöchstgehalte festgelegt.

Im Fruchthandel werden Früchte mit Hilfe einer Packstraße über Beförderungsrollen bzw. -bänder verpackt. Bei diesem Prozess können sich auf den Früchten befindliche Pflanzenschutzmittelrückstände auf die Materialien der Packstraßen übertragen. Die Ergebnisse der vorangegangenen Forschungsarbeit von Janina Wojciz haben eindeutig gezeigt, dass solche Kreuzkontaminationen auf Packstraßen entstehen können (Wirkstoffübertragung von der Frucht auf die Packstraße und umgekehrt). Daher können in Einzelfällen auf Früchten Rückstände von Pflanzenschutzmitteln nachgewiesen werden, obwohl die Früchte nicht mit diesen Wirkstoffen behandelt wurden.

Aus diesem Grund ist die Reinigung von Packstraßenoberflächen für Fruchthändler eine große Herausforderung. Die meist organischen Pflanzenschutzmittel und Fruchtwachse sind schlecht in Wasser löslich, haften somit fest an Beförderungsrollen und -bändern und



Unser Dank gilt den Sponsoren und Projektpartnern, die diese Untersuchung erst ermöglicht haben.

und sind durch herkömmliche Reinigungsmethoden nur schwer zu entfernen. Außerdem ist die Reinigung zeitaufwendig und nur bei ausgeschalteten Packstraßen möglich.

Demzufolge ist es wichtig, alternative Möglichkeiten zu finden, Packstraßen in ausreichendem Maße von Rückständen zu befreien, um Kreuzkontaminationen zu vermeiden. Dazu zählt auch der Abbau von Pflanzenschutzmittelrückständen durch ultraviolettes Licht. Wirkstoffe, die z. B. der UV-Strahlung der Sonne ausgesetzt sind, können photochemisch abgebaut werden.

In Deutschland ist die Bestrahlung von Lebensmitteln durch die Lebensmittel-Bestrahlungs-Verordnung (LM-BestrV) geregelt. Die Behandlung durch direkte UV-Strahlung ist z. B. für die Entkeimung von Trinkwasser und Oberflächen von Obst- und Gemüseerzeugnissen zugelassen. Dabei wirkt die UVC-Strahlung dadurch keimabtötend, dass Zellteilung und Stoffwechsel geschädigt werden und die Zelle abstirbt. Ein Vorteil der UVC-Entkeimung gegenüber chemischen Desinfektionsmitteln ist auch das Ausbleiben mutationsbedingter Resistenzbildungen.

### ■ Aufgabenstellung

In dieser Forschungsarbeit wurde untersucht, ob bei der Behandlung von kurzwelliger UVC-Strahlung (280 – 100 nm Wellenlänge) ein photochemischer Abbau von Pflanzenschutzmittelrückständen auf Packstraßen stattfindet (Dekontamination). Dabei wurden folgende Parameter geprüft:

- Ist der photochemische Abbau von Bestrahlungsabstand und Bestrahlungszeit abhängig?
- Wird der photochemische Abbau durch unterschiedliche Rollenmaterialien (Kunststoff-, Edelstahlrollen) beeinflusst?
- Hat Fruchtwachs, durch das Rückstände noch stärker an Materialien anhaften, einen Einfluss auf den photochemischen Abbau der Rückstände?

Des Weiteren wurden künstlich kontaminierte Zitronen während der Bewegung auf dem Rollenversuchsaufbau verschieden lang bestrahlt und die Belastung von Mehrwegsteigen, die in Waschstraßen gereinigt wurden, bestimmt.

Um herauszufinden, welche Methode die Rollenoberflächen effektiver reinigt, wurden die kontaminierten Rollen manuell mit Mitteln auf Wasserbasis gereinigt und die Ergebnisse mit den Werten der Dekontamination durch UV-Bestrahlung verglichen.

### ■ Materialien

Für alle Experimente wurden unbehandelte Zitronen verwendet, auf denen die Wirkstoffe Imazalil, Thiabendazol, o-Phenylphenol und Prochloraz aufgebracht wurden. Die Wirkstoffgehalte der behandelten Zitronen lagen im Bereich der gesetzlich festgelegten Rückstandshöchstgehalte. Um die Packstraße im Labor nachzustellen, stand ein Rollenversuchsaufbau aus fabrikneuen Materialien zur Verfügung. In einem Fruchthandelsunternehmen wurde vor Ort die reale Kontamination einer Packstraße untersucht, um Vergleichsdaten zum Versuchsaufbau zu erhalten.



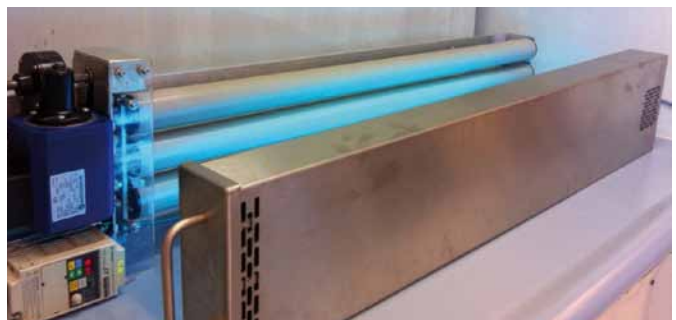
Rollenversuchsaufbau



UVC-Strahler

### ■ Direkte Kontamination der Rollen mit Spritzmitteln

Die gesamte Rollenoberfläche wurde mit einer definierten Wirkstoffmenge (0,5 mg je Wirkstoff) künstlich kontaminiert. Dann wurden die Rollen mit einer Geschwindigkeit von ca. 40 Umdrehungen/min bewegt, und der photochemische Abbau bei verschiedenen Bestrahlungszeiten (20 min, 15 min, 10 min) und Bestrahlungsabständen (20 cm, 15 cm, 10 cm) untersucht.

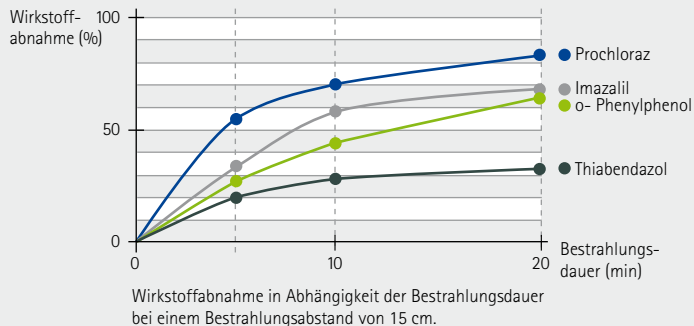


Versuchsaufbau für die UV- Bestrahlungsversuche

Anschließend wurde jede Rolle mit einem in Acetonitril getränkten Wattebausch abgerieben und der Wirkstoffgehalt des Wattebauschs bestimmt.

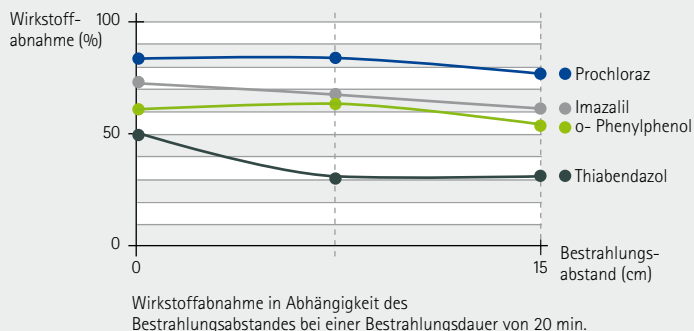
Für alle Wirkstoffe konnte ein Abbau durch UV- Bestrahlung festgestellt werden, der größte bei Prochloraz bei einer Bestrahlungsdauer von 20 Minuten (Wirkstoffreduktion bis 82 %), gefolgt von Imazalil (72 %) und o-Phenylphenol (63 %). Die geringste Wirkstoffabnahme fand bei Thiabendazol (32 %) statt.

### Kunststoffrollen Parameter: Bestrahlungsdauer



Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass der photochemische Abbau der Wirkstoffe mit längerer Bestrahlungsdauer zunimmt. Dieser verläuft in den ersten zehn Minuten am stärksten, wird jedoch bei zunehmender Bestrahlungsdauer immer langsamer. Dagegen hat der Bestrahlungsabstand nur einen geringen Einfluss. Zwar konnte nachgewiesen werden, dass der photochemische Abbau mit kleiner werdendem Abstand zwischen UVC-Strahler und Rollenversuchsaufbau zunimmt, aber wesentlich geringer als bei der Erhöhung der Bestrahlungsdauer.

### Kunststoffrollen Parameter: Bestrahlungsabstand



### ■ Indirekte Kontamination der Rollen durch gespritzte Zitronen

Mit Hilfe künstlich kontaminierter Zitronen sollte untersucht werden, ob Fruchtwachse den photochemischen Abbau beeinflussen.



Zitronen während der Spritzung

Um einen realen Verpackungsprozess nachzustellen, bei dem eine Vielzahl Zitronen die Beförderungsbänder passiert, wurde ein höherer Wirkstoffgehalt auf die Bio-Zitronen aufgebracht (5 mg/kg) und eine Rolldauer von zwei Stunden gewählt. Damit wurde sichergestellt, dass sich ausreichend viel Fruchtwachs und Spritzmittel auf die Rollen abreiben.

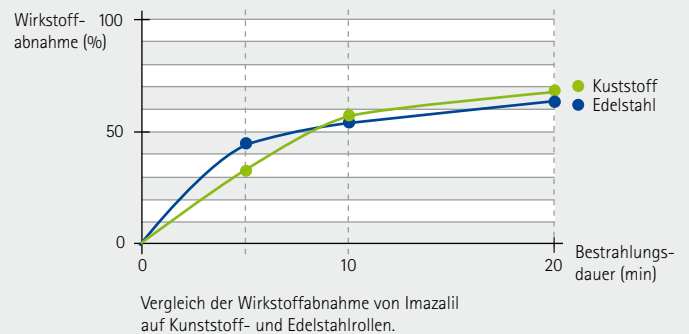
Während des Versuchs bewegten sich die Zitronen auf zwei Rollen, von denen eine vor der UVC-Behandlung mit einem in Acetonitril getränkten Wattebausch abgerieben (extrahiert) wurde. Anschließend erfolgte eine UVC-Bestrahlung des gesamten Rollenversuchsaufbaus bei einem Abstand von 15 cm für 20 min.

Der Vergleich der Werte (extrahierte Rollen vor und nach der Bestrahlung) zeigt den gleichen Trend wie bei der UV-Behandlung kontaminierter Rollen durch eine Spritzmittelmischung (direkte Kontamination). Das lässt darauf schließen, dass Fruchtwachse keine Auswirkungen auf den photochemischen Abbau durch UV-Bestrahlung haben.

### ■ Vergleich der Rollenmaterialien

Alle Versuche wurden mit Kunststoff- und Edelstahlrollen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass der photochemische Abbau durch UV-Bestrahlung nicht wesentlich vom Rollenmaterial abhängig ist. Der etwas schnellere Wirkstoffabbau bei Edelstahlrollen in den ersten zehn Minuten kann darauf zurückgeführt werden, dass kunststoffbasierende Oberflächen die Strahlung nahezu vollständig absorbieren, während Metalle eine höhere UVC-Reflexion aufweisen. Nach 20 minütiger Bestrahlung haben sich die Werte beider Rollenmaterialien angeglichen.

### Imazalil Wirkstoffabnahme



Für die Umsetzung in die Praxis könnten diese minimalen Unterschiede allerdings von größerer Bedeutung sein, da der Abbau auf Edelstahlrollen in den ersten 10 Minuten schneller abläuft.

### ■ Bestrahlung von gespritzten Zitronen

Bei dieser Versuchsreihe wurden künstlich kontaminierte Zitronen für 20 Minuten im Abstand von 15 bzw. 10 cm bestrahlt und anschließend der Wirkstoffgehalt mit nicht-behandelten Zitronen verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass auch auf der Oberfläche der Zitronen ein photochemischer Abbau durch UV-Strahlung stattfindet, am größten bei Prochloraz (Abnahme 38 %), gefolgt von Imazalil (26 %), Thiabendazol (18 %) und Schlusslicht o-Phenylphenol (16 %). Im Vergleich zu den glatten Rollenmaterialien ist die Abnahme aller vier Wirkstoffe allerdings wesentlich geringer. Neben der Entkeimung von Oberflächen könnte die Behandlung mit UV-Licht auch den Rückstandsgehalt auf den Zitronen verringern.

### ■ Reinigungsversuche des Rollenversuchsaufbaus

Beide Rollenmaterialien (Edelstahl, Kunststoff) wurden sowohl direkt mit den Spritzmitteln kontaminiert als auch indirekt durch das Bewegen der Zitronen auf dem Rollenversuchsaufbau. Die Rollen wurden manuell mit einem Schwamm und warmer Spülmittellösung gereinigt und anschließend der Wirkstoffgehalt auf den Rollen bestimmt.

Die Ergebnisse zeigen, dass Fruchtwachse die Reinigung wesentlich erschweren und nur ein geringer Anteil der Wirkstoffe von den Rollen entfernt werden kann. Dagegen konnten die Rollen ohne Fruchtwachs (direkte Kontamination) mit Hilfe dieser Reinigungsmethode zum Teil bis zu über 90 % dekontaminiert werden. Da auf realen Packstraßen Rückstände nur in Kombination mit Fruchtwachsen auf die Rollen gelangen, ist dieses Ergebnis für die Praxis von besonderer Bedeutung: Durch die Behandlung mit UV-Licht wird eine wesentlich höhere Dekontamination erreicht als durch herkömmlich angewandte Reinigungsmethoden.

### ■ Untersuchung der Belastung von Mehrwegsteigen aus Waschstraßen

Die Mehrwegsteigen wurden mit in Acetonitril getränkten Wattebäuschen abgerieben und die Wattebäusche anschließend auf ihren Wirkstoffgehalt untersucht. Im Gegensatz zu den anderen Versuchen erfolgte die Prüfung auf eine Vielzahl von Wirkstoffen. Die nachgewiesenen Rückstandsgehalte weit unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,01 mg/ kg haben bei Wiederverwendung der Mehrwegsteigen keine Auswirkungen auf die Früchte. Der Versuch hat gezeigt, dass durch die Reinigung der Mehrwegsteigen in Waschstraßen die Wirkstoffe fast vollständig entfernt werden. Damit kann die Gefahr einer Kreuzkontamination bei der Wiederverwendung ausgeschlossen werden.

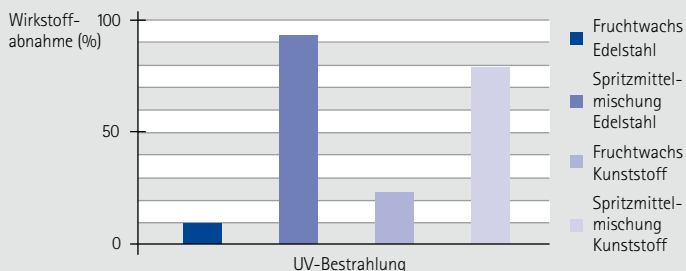
### ■ Fazit

Insgesamt hat diese Forschungsarbeit nachgewiesen, dass die Behandlung von kontaminierten Beförderungsrollen aus Kunststoff und Edelstahl mit UV-Licht eine Möglichkeit der Wirkstoffreduktion darstellt. Vorhandene Rückstände konnten bei den untersuchten Zeiträumen (max. 20 min) weitgehend entfernt werden. Ob eine vollständige Entfernung möglich ist, wenn während des gesamten Verpackungsprozesses eine kontinuierliche Behandlung mit UV-Licht erfolgt, muss genauer geprüft werden.

Vor Umsetzung in die Praxis müssen noch weitere Untersuchungen durchgeführt werden: Einerseits sollten die Produkte, die beim Photoabbau entstehen, qualifiziert werden, um eine mögliche Gefährdung des menschlichen Organismus auszuschließen.

Andererseits sollten die Untersuchungen auf weitere Wirkstoffe ausgedehnt werden.

#### Prochloraz Reinigung



Vergleich des photochemischen Abbaus von Prochloraz auf unterschiedlichen Rollenmaterialien bei beiden Kontaminationswegen.