

## Fungizidrückstände auf Erdbeeren

Vor gut fünf Jahren hat Greenpeace Mehrfachrückstände von Pflanzenschutzmitteln (PSM) auf Obst und Gemüse thematisiert. Inzwischen sind Untersuchungen auf Mehrfachrückstände durch modernste Analysemethoden vereinfacht worden und sie werden im Rahmen der Qualitätssicherung in der Produktion regelmässig eingesetzt. Die Anzahl an Rückständen, die für den Handel akzeptabel sind, wurden im Rahmen der SwissGAP Vorschriften definiert. Die Erdbeere gehört, bedingt durch ihre zahlreichen Krankheitserreger und Schädlinge, zu den Obstarten mit der grössten Anzahl an legalen Rückständen. Um diese entsprechend der guten landwirtschaftlichen Praxis möglichst gering zu halten, sind Kenntnisse über den Abbau der eingesetzten PSM wichtig.

Abb. 1: Gesunde (links) und mit echtem Mehltau befallene Erdbeeren (rechts) der Sorte Elsanta.

VINCENT MICHEL, CHARLY MITTAZ, CHRISTOPHE AUDERSET UND  
ANDRÉ ANÇAY, FORSCHUNGSANSTALT AGROSCOPE CHANGINS-  
WÄDENSWIL ACW

Erdbeerfrüchte sind sehr anfällig auf Befall durch Krankheitserreger. Weltweit sind mehr als 20 Pilze bekannt, die Erdbeeren befallen können und dadurch ihren Verkauf

verunmöglichen (Mass 1998). Die bekanntesten und in der Schweiz am häufigsten auftretenden Pilzkrankheiten sind die Graufäule (*Botrytis cinerea*) und der echte Mehltau (*Podosphaera aphanis*, Abb. 1). Aber auch die Lederfäule (*Phytophthora cactorum*), die Schwarze Fruchtfäule (*Colletotrichum spp.*) und Nachernte-Fruchtfäulen (*Rhizopus spp.* und *Mucor spp.*) treten immer wieder auf.



Der bakterielle Krankheitserreger *Xanthomonas fragariae* befällt zwar nicht direkt die Früchte, kann aber eine dunkle Verfärbung der Kelchblätter verursachen. Solche Erdbeeren sind zwar geniessbar, werden aber vom Handel nicht mehr akzeptiert. Schäden werden aber nicht nur durch Krankheitserreger verursacht, sondern auch durch Schädlinge wie Spinnmilben, Blattläuse und Wanzen. Befallene Früchte können ebenfalls nicht mehr verkauft werden.

Ziel eines guten Pflanzenschutzes bei Erdbeeren ist die Verhinderung einer Ertrags- und Qualitätsverminderung. Eine Reihe von Massnahmen steht dafür zur Verfügung. In der Integrierten Produktion werden verschiedenste Faktoren wie Standortwahl, Fruchtfolge, Sortenwahl, Anbausystem, Witterungsschutz, Düngung und Bodenabdeckung optimal kombiniert, um den Befallsdruck durch Krankheiten und Schädlinge möglichst gering zu halten. Diese indirekten Bekämpfungsmassnahmen werden durch direkte Eingriffe ergänzt. Gegen gewisse Insekten und Spinnmilben können zusätzlich biologische Bekämpfungsmassnahmen wie das Ausbringen von Raubmilben zum Einsatz kommen. Gegen die meisten Schädlinge und Krankheitserreger stehen im Moment hingegen nur Insektizide, Akarizide, Bakterizide und Fungizide für die direkte Bekämpfung zur Verfügung. Damit PSM die Pflanze vor einem Befall schützen, müssen sie in ausreichender Menge auf dieser vorhanden sein.

Während es vom Standpunkt des Pflanzenschutzes aus also notwendig ist, genügend PSM auf dem Erntegut vorzufinden, sieht dies der Konsument anders. Zum Zeitpunkt des Fruchtekonsums sollten möglichst wenige Fremdstoffe vorhanden sein. Dem trägt die Zulassung der PSM in der Schweiz Rechnung. Diese wird unter Federführung des Bundesamts für Landwirtschaft in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Gesundheit, dem Bundesamt für Umwelt und dem Staatssekretariat für Wirtschaft durchgeführt. Dabei wird dem Aspekt der Rückstände von PSM auf Nahrungsmitteln höchste Priorität eingeräumt. Für jede Kombination PSM × Erntegut wird eine Höchstkonzentration in Form eines Toleranz- oder Grenzwerts definiert. Dieser darf bei den verkauften

**Tab. 1: Versuchsstandorte für die Fungizidrückstands-Versuche 2009 und 2010.**

Ort	Anbausystem
Conthey (VS), Freiland	einreihiger Dammanbau mit 3.3 Pflanzen/m <sup>2</sup>
Conthey (VS), Tunnel	einreihiger Dammanbau mit 3.3 Pflanzen/m <sup>2</sup>
Gollion (VD), Freiland	zweireihiger Dammanbau mit 4.4 Pflanzen/m <sup>2</sup>
Bernhardzell (SG), Tunnel	Substratkultur mit sechs Töpfen/Laufmeter und zwei Pflanzen/Topf

Früchten und Gemüse nicht überschritten werden. Seine Einhaltung wird durch Kontrollen der Kantonschemiker regelmässig überprüft.

Mit dem Aufkommen neuer Analysemethoden und -geräte können seit ein paar Jahren PSM-Rückstände mit geringem finanziellem Aufwand und grosser Genauigkeit bestimmt werden. Dies hat dazu geführt, dass die Rückstandssituation auf Früchten und Gemüse nicht mehr nur von Kantonschemikern untersucht wird, sondern auch von privaten Organisationen und Unternehmen. Basierend auf solchen Untersuchungen und auch auf der durch Greenpeace aufgegriffenen Thematik der Mehrfachrückstände (Krautter 2005) existiert heute im Rahmen von SwissGAP eine Beschränkung der Anzahl von PSM-Rückständen auf dem Erntegut (SwissGAP 2010). Die Anzahl variiert dabei je nach Pflanzenart. Bei Erdbeeren werden bis zu fünf verschiedene Wirkstoffrückstände toleriert, Früchte mit sieben oder mehr Rückständen sind hingegen nicht mehr akzeptabel.

Die Herausforderung heutzutage für Erdbeerproduzenten in der Schweiz ist, qualitativ einwandfreie Früchte an den Handel abzuliefern, aber mit möglichst wenigen Rückständen. Kenntnisse über den Abbau der verschiedenen PSM können dem Produzenten helfen, deren Einsatz optimal zu gestalten. Aus diesem Grund führte die Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW an drei Standorten in der Schweiz während zwei Jahren Rückstandsversuche mit den auf Erdbeeren zugelassenen Fungiziden durch. Versuche zum Abbau von Insektiziden und Akariziden wurden 2010 begonnen und sollen 2011 abgeschlossen werden.

**Tab. 2: Getestete Fungizide.**

Wirkstoff	Produkt	Wartezeit (Wochen)	Wirkstoffgruppe	Höchstkonzentration (Toleranz-/Grenzwert in mg/kg)
Bupirimat	Nimrod	1	Adenosindeaminase	0.5
Fenhexamid	Teldor WG 50	1	Hydroxyanilid	5.0
Azoxystrobin	Amistar	2	Strobilurin	2.0
Cyprodinil	Switch	2	Anilinopyrimidin	1.0
Fludioxonil	Switch	2	Phenylpyrrol	1.0
Iprodion	Rovral	2	Dicarboximid	15.0
Kresoxim-methyl	Stroby WG	2	Strobilurin	1.0
Mepanipyrim	Frupica SC	2	Anilinopyrimidin	2.0
Pyrimethanil	Scala	2	Anilinopyrimidin	3.0
Quinoxifen	Legend	2	Quinolin	0.3
Trifloxystrobin	Flint	2	Strobilurin	0.5
Difenoconazol	Slick	3	Sterolsynthesehemmer	0.2
Myclobutanil	Systane Viti	3	Sterolsynthesehemmer	1.0
Penconazol	Topas Vino	3	Sterolsynthesehemmer	0.1

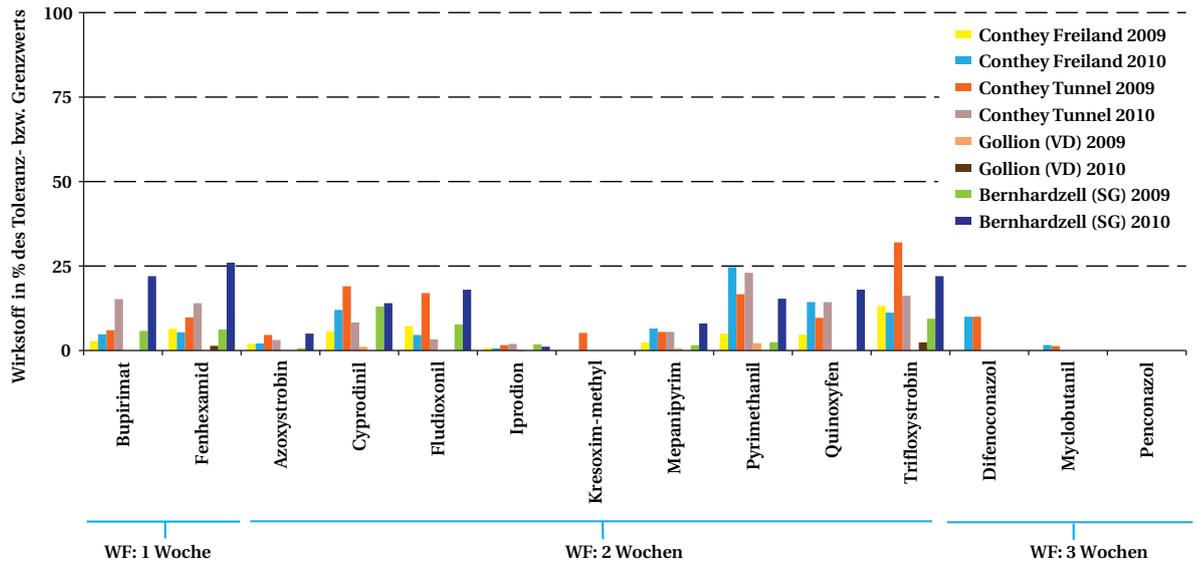


Abb. 2: Fungizid-Rückstände direkt nach Ablauf der zugelassenen Wartezeiten (WF).

### Fungizidrückstands-Versuche

In den Jahren 2009 und 2010 wurden an den drei Standorten (Tab. 1) sämtliche zu Beginn 2009 auf Erdbeeren zugelassenen Fungizide, für die eine Wartezeit definiert ist (Tab. 2), ausgebracht. Die Erdbeersorte war während beider Jahre an allen drei Standorten Darselect. An allen Standorten wurden die Fungizide durch einen erfahrenen ACW-Mitarbeiter mit einem Rückensprünger (Atomiseur) ausgebracht. Das Brühvolumen entsprach 1000 L/ha. Die Produkte wurden alle auf die gleiche Versuchsfläche ausgebracht, um die Rückstände nach Ablauf der Wartezeiten mittels einer einzigen Probenahme bestimmen zu können. Die Probenahme erfolgte durch Mitarbeiter von Qualservice; die Rückstandsanalysen wurden im UFAG Labor mit den Multimethoden für polare und apolare PSM durchgeführt. Im Jahr 2009 konnte am Standort Gollion das Ausbringen der Fungizide mit einer zweiwöchigen Wartezeit wegen starker Regenfälle nicht zum richtigen Zeitpunkt durchgeführt werden. Diese Produkte wurden zwei Tage später gespritzt und dadurch bedingt mussten an diesem Standort zwei Proben für die Rückstandsbestimmung genommen werden.

In beiden Jahren und an allen drei Standorten überschritt keiner der Rückstände ein Drittel der offiziellen Höchstkonzentrationen (Abb. 2). Nie nachgewiesen wurde der Wirkstoff Penconazol, der eine Wartezeit von drei Wochen aufweist. Die beiden anderen Wirkstoffe mit einer dreiwöchigen Wartezeit, Difenoconazol und Myclobutanil, wurden jeweils in nur zwei von acht Fällen auf den Erdbeeren gefunden. Ein weiterer Wirkstoff, der nur selten, nämlich in einem von acht Fällen gefunden wurde, war Kresoxim-methyl, ein zur Strobilurin-Gruppe gehörendes Fungizid mit einer zweiwöchigen Wartezeit. Im Gegensatz dazu wies der ebenfalls zu den Strobilurinen gehörende Wirkstoff Trifloxystrobin die grösste Menge an Rückständen auf. Die Zugehörigkeit zu einer chemischen Wirkstoffgruppe sagt noch nichts über den Abbau der Wirkstoffe aus; diese unterscheiden sich auch

oft in anderen Bereichen wie Wirksamkeit oder Verhalten auf der Pflanze (Bartlett et al. 2002). Dies wird bestätigt durch die weiteren Wirkstoffe mit relativ grossen Rückstandsmengen wie Pyrimethanil, Cyprodinil, Quinoxifen, Fludioxonil (zwei Wochen Wartezeit) sowie Fenhexamid und Bupirimat (eine Woche Wartezeit). Diese sieben Wirkstoffe gehören sechs chemisch verschiedenen Wirkstoffgruppen an.

Einen deutlichen Einfluss auf den Abbau der Wirkstoffe haben Umweltbedingungen. Höhere Mengen an Rückständen wurden vor allem unter Tunnel in Conthey und Bernhardzell gefunden. Das Jahr 2009 in Conthey eignet sich speziell gut zum Vergleich: Die Parzellen mit und ohne Tunnel lagen nebeneinander und die Behandlungen erfolgten an denselben Daten. Für alle Wirkstoffe waren in diesem Vergleich die Rückstände unter Tunnel höher oder gleich hoch wie im Freiland. Ein Grund für die höheren Werte unter Tunnel könnte die tiefere UV-Strahlung sein. Tiefere Werte im Freiland könnten allerdings auch durch den Abwascheffekt von Niederschlägen erklärt werden. Dies war sicherlich ein wichtiger Faktor in Gollion. An diesem im Genferseebecken liegenden Standort waren Niederschläge im Zeitraum der Behandlung bis zur Ernte in beiden Jahren häufiger als in Conthey im Zentralwallis. Ein zweiter Umstand, der die sehr tiefen Rückstandswerte in Gollion erklärt, sind die sehr starke Wüchsigkeit und grosse Blattmasse der dort angebauten Kultur.

Ein weiterer Faktor, der die Menge an Wirkstoffrückständen beeinflusst, ist die Formulierung des Fungizids. Diese kann das Verhalten des PSM auf der Pflanze und dessen Abbau beeinflussen. Andere Faktoren sind die Erdbeersorte (Früchte mehr oder weniger von Blättern bedeckt, Fruchtgrösse), die Applikationstechnik (luftunterstützte Geräte, Feldbalken oder den Erdbeeren angepasstes Gerät) und das Anbausystem. All diese Faktoren zu untersuchen war nicht möglich, entsprechend müssen die aus den Versuchen gezogenen Schlüsse vorsichtig formuliert werden.

### Gezielter Einsatz von PSM

Basierend auf den Ergebnissen der Versuche können folgende Schlüsse gezogen werden:

- PSM-Rückstände sind zu Erntebeginn zwar meist nur in kleinen Mengen (maximal 32% der Höchstkonzentration) für beinahe alle Wirkstoffe praktisch immer vorhanden (Abb. 2). Am ehesten kann bei Fungiziden mit einer dreiwöchigen Wartefrist davon ausgegangen werden, dass sie nicht mehr auf dem Erntegut zu finden sind.
- Unter Tunnel ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass bei Erntebeginn Fungizidrückstände auf den Früchten vorzufinden sind. Der Anbau unter Tunnel erlaubt allerdings, die Feuchtigkeit in der Erdbeerkultur zu verringern. Dadurch kann der Krankheitsdruck durch Pilzkrankheiten (ausser dem echten Mehltau) stark verringert werden und in der Folge kann auch die Anzahl der Fungizidbehandlungen herabgesetzt werden.
- Beim Einsatz von Wirkstoffen aus der gleichen Wirkstoffgruppe gibt es grosse Unterschiede in Bezug auf die Rückstände. Strobilurine können zu relativ vielen, hohen Rückstandsmengen (Trifloxystrobin) oder zu kaum messbaren Rückständen (Kresoxim-methyl) führen. Solche Unterschiede kommen auch in der Gruppe der Anilinopyrimidine vor.

Der Einsatz von Mitteln, die tiefere Rückstände verursachen, ist sinnvoll. Im Rahmen von SwissGAP ist aber das Vorhandensein eines Wirkstoffs unabhängig von der Menge ausschlaggebend. Es muss davon ausgegangen werden, dass Rückstände von Mitteln mit zwei- und einwöchiger Wartefrist immer gefunden werden (Ausnahme: Kresoxim-methyl). Um die Anzahl an Rückständen

gering zu halten, drängt sich der mehrfache Einsatz möglichst weniger Wirkstoffe als Lösung auf. Es besteht aber die Gefahr des Auftretens von fungizidresistenten Krankheitserregern. Um dies zu verhindern, wird der Wechsel von Wirkstoffen bei der Bekämpfung empfohlen. Dies führt dann allerdings wieder zu einer grösseren Anzahl von Rückständen. Ein Kompromiss zwischen den drei Zielen «wenig Rückstände», «Anti-Resistenzstrategie» und «hohe Qualität des Ernteguts» könnte eine limitierte Anzahl von Wirkstoffen pro Jahr mit einem Wechsel der Wirkstoffe zwischen den Jahren sein.

### Dank

Wir danken dem Schweizer Obstverband (SOV) für die Finanzierung der Rückstandsanalysen. Den Produzenten Maurice Mange in Gollion, Rico Lehmann in Bernhardzell sowie der landwirtschaftlichen Schule Châteauneuf in Conthey danken wir für das Zur-Verfügung-Stellen der Versuchspartizellen. ■

### Literatur

Anonym: Verein SwissGAP, Anforderungen Mehrfachrückstände, Version 4 vom 1.2.2010 (im Internet unter: [www.swissgap.ch/pdf/Mehrfachrueckstaende\\_de.pdf](http://www.swissgap.ch/pdf/Mehrfachrueckstaende_de.pdf)).

Bartlett D. W., Clough J. M., Godwin J. R., Hall A. A., Hamer M. und Parr-Dobrzanski B. Review: The strobilurin fungicides. *Pest Manag. Sci.* 58., 649–662, 2002.

Krautter M.: Pestizide aus dem Supermarkt: Hintergrundinformation. Greenpeace e. V. Hamburg, 2005 (im Internet unter: <http://de.einkaufsnetz.org/download/20726.pdf>).

Mass J. L.: Compendium of Strawberry Diseases. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA, 2. Aufl., 98 S., 1998.

### Les résidus de fongicides sur fraises

## R É S U M É

Depuis quelques années, les résidus multiples sur fruits et légumes sont considérés comme un problème en Suisse et leur nombre a été limité par SwissGAP. Les fraises étant très sensibles aux infections fongiques font parties des fruits avec le plus grand nombre de résidus. Pour aider aux producteurs de minimiser le nombre de résidus sur les fraises récoltées, des essais de résidus avec tous les fongicides homologués sur fraises en 2009 ont été conduits pendant deux ans pour

obtenir des connaissances sur leur dégradation. Pour la plupart des matières actives, des résidus ont été trouvés en petite quantité, sans dépasser 32% de la concentration maximale pour les résidus les plus élevés. Les produits causant plus de résidus n'appartenaient pas un group chimique spécifique. Au sein d'un tel group peuvent exister des produits causant beaucoup et peu de résidus. Sous abri, les résidus étaient en règle général plus élevés qu'au plein champ.