

Herausforderungen der rückstandsfreien Apfelproduktion

Michael Gölles, Esther Bravin, Stefan Kuske und Andreas Naef

Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften IPB, 8820 Wädenswil, Schweiz

Auskünfte: Andreas Naef, E-Mail: andreas.naef@agroscope.admin.ch



Die schorfresistente Apfelsorte Ariane.

Einleitung

Im Apfelanbau nimmt die Bekämpfung pilzlicher und tierischer Schaderreger eine zentrale Rolle ein, da schon geringer Befall zu wirtschaftlichen Einbussen für die Obstbauern führen kann. Im integrierten Apfelanbau werden je nach Witterung bis zu zwanzig Behandlungen gegen Schaderreger durchgeführt. Die am häufigsten eingesetzten Pflanzenschutzmittel sind Fungizide.

Für jeden Wirkstoff werden im Rahmen der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln Rückstandshöchstwerte und Wartefristen für die letzte Anwendung vor der Ernte festgelegt, um einen unbedenklichen Konsum der Ernteprodukte zu garantieren. Einschränkungen betreffend der Anzahl der auf dem Produkt nachweisbaren Wirkstoffe wurden von der Zulassungsbehörde bisher nicht

erlassen. Diverse europäische Grossverteiler haben Qualitätsmanagement-Systeme lanciert, mit dem Ziel, die Höhe der einzelnen Rückstände auf den Nahrungsmitteln und die Anzahl der verwendeten Pflanzenschutzwirkstoffe zu reduzieren. In der Schweiz hat man sich innerhalb von SwissGAP auf einen Konsens zwischen Produktion und Lebensmitteleinzelhandel geeinigt: Für jede Obstart wurde, zusätzlich zu den gesetzlichen Rückstandshöchstwerten, die tolerierte Anzahl nachweisbarer Wirkstoffe auf dem Erntegut festgelegt.

Für Obstbauern, die nach den Kriterien der Integrierten Produktion arbeiten, ist es schwierig diese Anforderungen zu erfüllen. Im Verlauf der Saison werden verschiedene tierische und pilzliche Schaderreger gezielt mit selektiven Pflanzenschutzwirkstoffen bekämpft. Zudem werden gegen denselben Schaderreger zur Ver-

hinderung einer Resistenzbildung verschiedene Wirkstoffe eingesetzt. Agroscope untersuchte deshalb, mit welchen Pflanzenschutzstrategien Rückstände auf den Äpfeln minimiert werden können und ob diese Strategien ökonomisch rentabel sind.

Methode

Im Jahr 2008 wurde in einer bestehenden Obstanlage in Wädenswil ein mehrjähriger Versuch angelegt. In dieser Publikation werden die Resultate aus den Jahren 2009 bis 2012 vorgestellt.

Sorten

Der Versuch beinhaltete die Sorten Golden Delicious (0,3 ha) und die schorfresistenten Sorten Ariane, Otava und Topaz (0,75 ha). Die Grösse der Versuchsblöcke wurde so gewählt, dass eine betriebsübliche Pflege möglich war (Tab. 1).

Pflanzenschutzstrategien

Es wurden drei Pflanzenschutzstrategien miteinander verglichen: Integrierte Produktion (IP), Bioproduktion (BIO) und Low Residue Produktion (LR) (Abb. 1). Bei der LR-Strategie wurde eine Kombination aus den IP- und BIO-Pflanzenschutzstrategien angewendet. So wurde in der ersten Saisonhälfte (Austrieb bis zirka Mitte Juni) nach IP Standard mit Fungiziden behandelt, um eine bestmögliche Bekämpfung von Schorf und Mehltau zu erreichen. Anschliessend wurde mit biologischen Fungiziden behandelt, namentlich mit *Armcarb* (Wirkstoff: Kaliumbicarbonat) und *Myco-Sin* (Wirkstoffe: schwefelsaure Tonerde und Schachtelhalmextrakt), beide kombi- ➤

Zusammenfassung

Moderne Obstproduktionssysteme setzen zur Bekämpfung von Schädlingen, Krankheiten und Unkräutern vor allem auf selektive und nützlingschonende Pflanzenschutzmittel. Dies bedingt den Einsatz einer grösseren Anzahl verschiedener Wirkstoffe, die als Rückstände auf den Früchten nachweisbar sein können. Mehrere europäische Grossverarbeiter haben Qualitätsmanagement-Systeme lanciert, um die Gesamtmenge an Rückständen und die Anzahl der verwendeten Pflanzenschutzmittel zu reduzieren. Agroscope hat nun bei Äpfeln in einem mehrjährigen Versuch die Möglichkeiten einer rückstandsfreien Produktion aus agronomischer und ökonomischer Sicht geprüft. Die Ergebnisse zeigen, dass die Produktion von rückstandsfreien Tafeläpfeln möglich ist, wenn die derzeitige Pflanzenschutzstrategie gegen Pilzkrankheiten angepasst wird. Mit der Umsetzung einer solchen Strategie in der Anbaupraxis liesse sich ein wichtiger Konsumentenwunsch erfüllen. Ohne Preisdifferenzierung gegenüber der Integrierten Produktion rentiert diese Strategie ökonomisch jedoch nicht.

Tab. 1 | Beschreibung der Produktionssysteme IP, LR und BIO

System	IP	LR	BIO
Sortenblöcke	Golden Delicious: schorfanfällige Sorte, Pflanzjahr 1999, Unterlage Fleuren 56, pro System 1 Block mit 4 Reihen Ariane: schorfresistente (Vf) Sorte, Pflanzjahr 2006, Unterlage Lancep, pro System 2 Blöcke mit je 2 Reihen Otava: schorfresistente (Vf) Sorte, Pflanzjahr 2004, Unterlage J-TE-E, pro System 2 Blöcke mit je 2 Reihen Topaz: schorfresistente (Vf) Sorte, Pflanzjahr 2004, Unterlage J-TE-E, pro System 2 Blöcke mit je 2 Reihen		
Ertragsregulierung	Chemische Ausdünnung und Handausdünnung	Chemische Ausdünnung und Handausdünnung	Mechanische Ausdünnung und Handausdünnung
Düngung	Gemäss IP-Richtlinien	Gemäss IP-Richtlinien	Gemäss Bio-Richtlinien
Pflanzenschutz	Strategie gemäss Agroscope-Empfehlungen	Strategie zur Minimierung von Pestizidrückständen	Praxisübliche Bio-Strategie
Pilzkrankheiten	Siehe Abbildung 1		
Feuerbrand	1–2 Streptomycin-Behandlungen gegen Feuerbrand		1–2 Myco-Sin-Behandlungen gegen Feuerbrand
Apfelwickler	ganze Parzelle mit Totaleinnetzung (Barriere für kontaminierte Bienen)		
Weitere Schädlinge	1–2 Insektizidbehandlungen gegen Blattläuse und weitere Schädlinge nach Schadschwelle		1–2 Insektizidbehandlungen gegen Blattläuse und weitere Schädlinge nach Schadschwelle
Unkräuter	1–2 Herbizidanwendungen im Baumstreifen		Mechanische Unkrautbekämpfung im Baumstreifen

	Austrieb	Vorblüte	Blüte	Nachblüte	Sommer	Abschluss		
	Schorf-Primärsaison (Ascosporen)				Schorf-Sekundärsaison (Konidien)			
IP	1x Delan	2x Anilinopyrimidine	2x Strobilurine (QoI)	2x Triazole (SSH)	4 - 6x Captan	3 Wochen		
LR	1x Delan	2x Anilinopyrimidine	1x Triazol (SSH)	5-6x Bicarbonat + Schwefel	2-3x Tonerde + Schwefel	1x Bicarbonat	8 Tage	Ernte
BIO	1x Kupfer	3-4x Tonerde + Schwefel	5-6x Bicarbonat + Schwefel	2-3x Tonerde + Schwefel	1x Bicarbonat	8 Tage		
	nur Golden Del.							

Abb. 1 | Fungizidstrategien gegen Pilzkrankheiten in der IP-, LR- und BIO-Variante.

niert mit Netzschwefel. Für diese Wirkstoffe gibt es keine Rückstandshöchstwerte und sie werden auch nicht in Pestizidscreenings erfasst. Die Behandlungen im Sommer und vor der Ernte zielen neben der Schorf- und Mehltaubekämpfung auch auf die Reduktion von Infektionen durch Fäulniserreger ab, die zu Ausfällen während der Lagerung führen.

Die gesamte Anlage war durch ein Hagelnetz geschützt. Um den Einflug von Insekten zu erschweren, wurden auch die Seiten und Vorgewende mit Hagelnetzen geschlossen. Zusätzlich wurden auf der gesamten Fläche Pheromondispenser zur Verwirrung von Wicklern eingesetzt. Schädlingsbekämpfung, Behangregulierung, Düngung und Unkrautbekämpfung waren in der LR- und in der IP-Strategie identisch. Die BIO-Variante wurde nach den Richtlinien für biologischen Landbau behandelt. In Abbildung 1 sind die Fungizidstrategien und in Tabelle 1 die sonstigen Pflanzenschutz- und Pflegemassnahmen dargestellt.

Datenerhebung

In der Parzelle wurden neben dem Auftreten von Krankheiten auch der Schädlingsbefall und die aufgewendete Arbeitszeit erhoben. Nach der Ernte wurde Ertrag und Fruchtqualität erfasst. Die gelagerten Früchte wurden auf Lagerkrankheiten und physiologische Schäden geprüft. Für Rückstandsanalysen wurden aus der LR- und IP-Strategie Proben von jeweils 2,5 kg frisch geernteter Äpfel der Sorten Golden Delicious und Topaz entnommen und mittels Multi-Methode auf apolare und polare Wirkstoffe (UFAG Laboratories, 6210 Sursee) untersucht.

Sortierung und Lagerung

Nach der Ernte wurden alle Früchte nach den Richtlinien für Tafeläpfel des Schweizerischen Obstverbandes (SOV) sortiert. Eine Stichprobe von jeweils 100 kg Äpfeln aus den Verfahren und 20 kg aus der unbehandelten Kontrolle wurden für sechs Monate im CA-Lager (controlled atmosphere, 1°C, 1,5% CO₂, 1,5% O₂) gelagert.

Ökonomische Evaluation

Für die Berechnung des Cashflows wurde das Modell Arbokost (Agroscope 2013) verwendet. Der Cashflow entspricht der Summe des Gewinns und der jährlichen Abschreibungen der Apfelanlage. Pro Sorte und Verfahren wurden die realen Maschinen- und Arbeitsstunden sowie Pflanzenschutz- und Düngermittelmengen erfasst. Für die Maschinenkosten wurden Ansätze von Agroscope (Gazzarin und Lips 2012), für die Arbeitskosten Ansätze des Schweizer Obstverbandes und für die Infrastrukturkosten Ansätze aus Arbokost verwendet.

Weil die Parzellen (Sorten x Verfahren) klein waren, konnten die Erntezeiten nicht exakt ermittelt werden. Deshalb wurden die Erntestunden mit einer Ernteleistung von 120 kg/Akh (Arbeitskraftstunden) aus der erfassten Erntemenge berechnet. Für die Berechnung des Erlöses wurde der Anteil Äpfel der Klasse 1 (nach Richtlinien des SOV) verwendet. Als Preise wurden die vom SOV veröffentlichten Richtpreise gewählt (Agridea, 2011, 2013). Für die IP- und LR-Strategie wurden die Richtpreise für IP, für die BIO-Strategie diejenigen der Bio-Produktion verwendet. Most- und Industrieobst wurden bei der Berechnung des Erlöses nicht berücksichtigt.

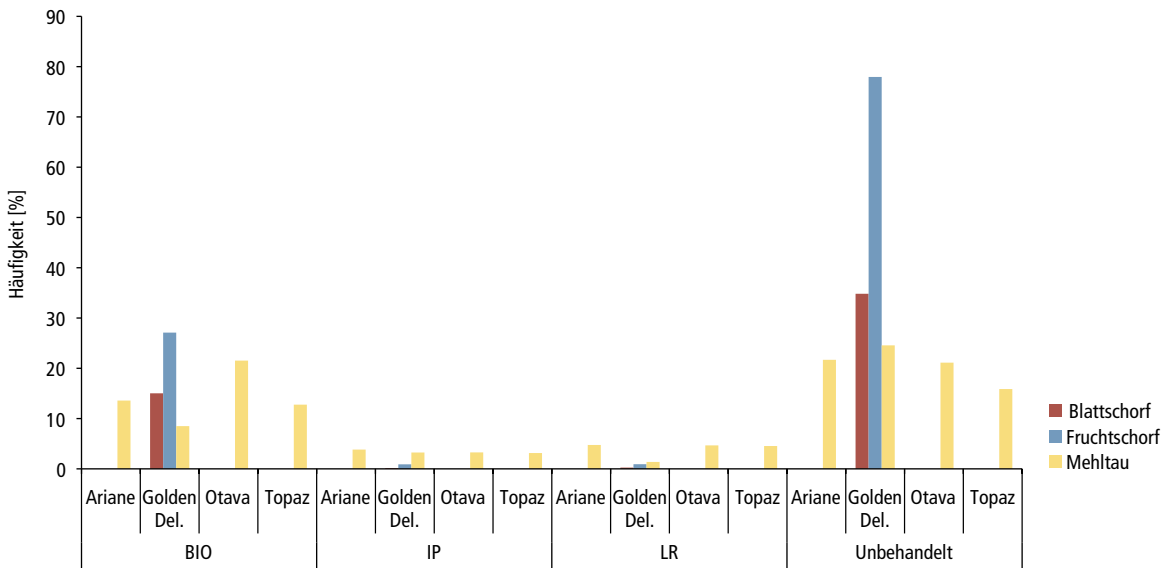


Abb. 2 | Anteil befallener Blätter respektive Früchte mit Apfelschorf und Mehltau in den verschiedenen Verfahren (Mittelwert 2009 bis 2012).

Resultate und Diskussion

Schorf und Mehltau gut bekämpft

Mit der LR-Strategie war eine erfolgreiche Bekämpfung von Apfelschorf und Echtem Mehltau möglich. Im Mittel der Jahre war bei IP und LR die Befallshäufigkeit von Golden Delicious durch Blattschorf im Sommer unter 0,5% und durch Fruchtschorf zur Ernte knapp unter 1% (Abb. 2). Im BIO-Verfahren wurde ein deutlich höherer

Befall festgestellt, der in der Praxis nicht mehr akzeptabel wäre. Ein möglicher Grund für die schlechten Ergebnisse in BIO ist, dass die Behandlungen nur vorbeugend erfolgten und keine Bekämpfung während der Keimungsphase der Ascosporen gemacht wurde. Die Ergebnisse bestätigen, dass bei Apfelschorf die optimale Bekämpfung der Ascosporeninfectionen zu Beginn der Saison wichtig ist und dass im biologischen Apfelanbau die Schorfkontrolle bei empfindlichen Sorten schwierig

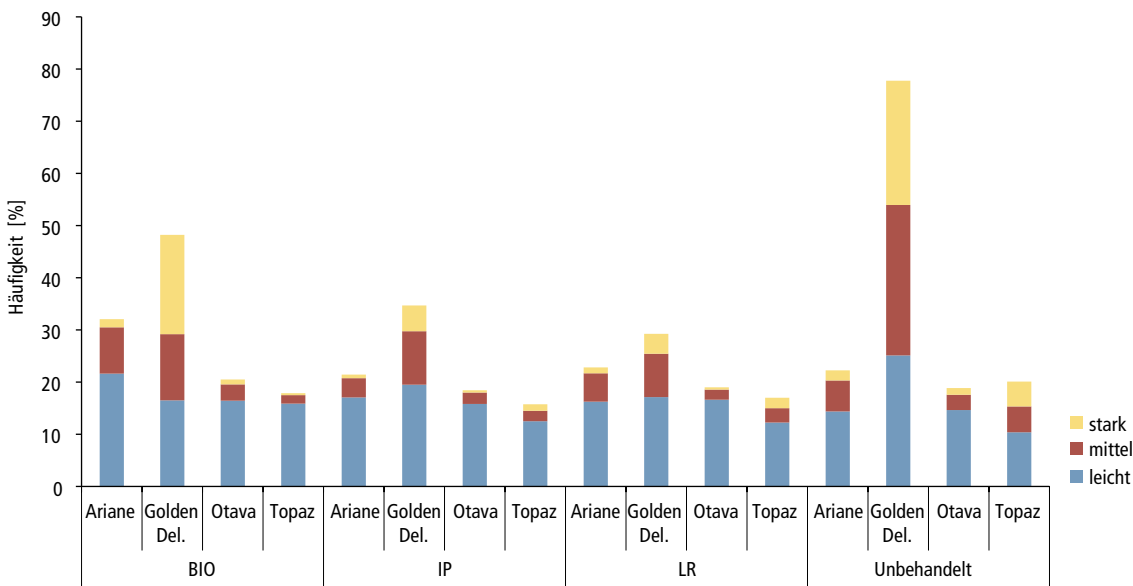


Abb. 3 | Anteil berosteter Früchte und Intensität der Berostung zur Ernte in den verschiedenen Verfahren (Anteil in der jeweiligen Klasse als Mittelwert 2009 bis 2012).

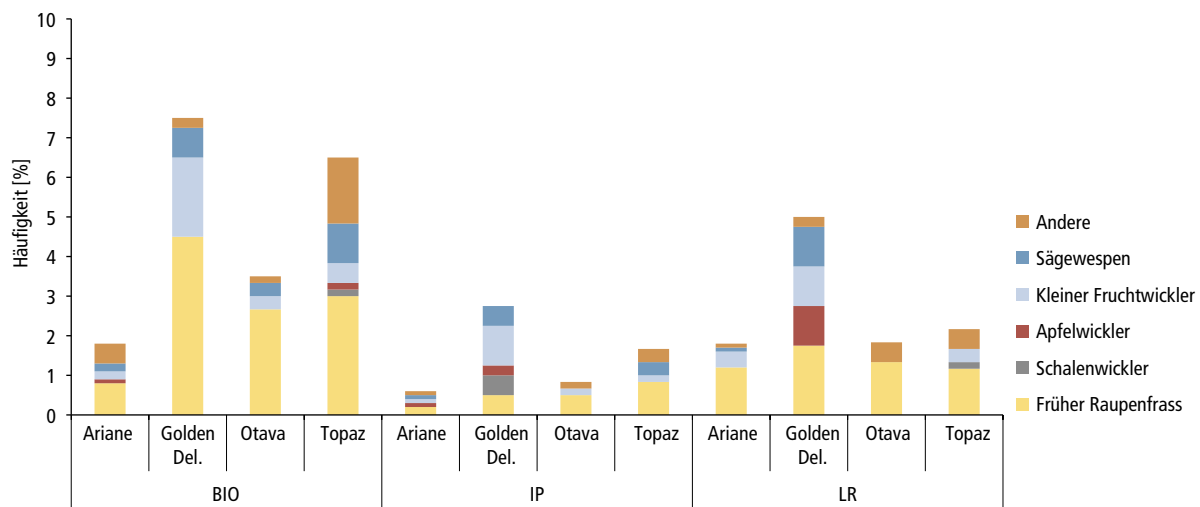


Abb. 4 | Anteil beschädigter Früchte durch tierische Schädlinge in den verschiedenen Verfahren (Mittelwert 2009 bis 2012).

ist. Bei Mehltau zeigte sich im Vergleich der einzelnen Verfahren das gleiche Bild wie bei Apfelschorf. Der Mehltaubefall in den Verfahren beeinträchtigte den wirtschaftlichen Erfolg aber nicht.

BIO Golden Delicious mit mehr Berostung

Um den Einfluss der Behandlungen auf die Fruchtberostung zu erfassen, wurden die Früchte in drei Klassen (leicht, mittel, stark) eingeteilt. Leicht berostete Früchte wurden als Tafeläpfel eingestuft, Früchte der beiden anderen Klassen sind nicht mehr als Tafelobst zu verkaufen. Wie in Abbildung 3 dargestellt, waren die Unterschiede zwischen den Verfahren gering. Nur bei Golden Delicious waren in der unbehandelten Kontrolle und auch im BIO-Verfahren mehr Früchte mit mittlerer bis starker Berostung zu finden.

Schädlingsbefall macht kaum Probleme

Insgesamt traten in allen Parzellen und Verfahren über die Jahre nur wenig Schädlinge auf. Meist musste nur je eine Behandlung gegen Sägewespen, Blattläuse und Schalenwickler durchgeführt werden. In allen Verfahren wurde vor der Ernte der Schädlingsbefall an den Früchten erhoben (Abb. 4). Die meisten Schäden stammten von frühem Raupenfrass, aber auch Schalenwickler und Sägewespen verursachten nennenswerte Schäden. Die grössten Ausfälle waren im BIO-Verfahren zu verzeichnen. Hier waren, je nach Sorte, 1,5 bis 7,5 % der Früchte beschädigt. Die Verfahren IP und LR unterschieden sich nicht bezüglich Schädlingsbefall. In der älteren Golden-Delicious-Parzelle traten über alle Verfahren, vermutlich bedingt durch das grössere Baumvolumen, deutlich stärkere Schäden auf als bei den anderen Sorten. Die Sorte

Ariane scheint aufgrund ihrer Fruchteigenschaften für Schadinsekten wenig attraktiv zu sein; hier wurden auch im BIO-Verfahren nur sehr geringe Schäden festgestellt.

Lagerausfälle bei BIO und Low Residue

Die Auswertung nach der Lagerung zeigte bei den physiologischen Lagerschäden keine eindeutigen Unterschiede zwischen den Verfahren. Vereinzelt traten Stippe und Soft Scald auf; die Ausfälle waren aber sehr gering. Nur Ariane zeigte eine höhere Anfälligkeit für Soft Scald. Hier kam es in einzelnen Jahren zu empfindlichen Verlusten von bis zu 20 %. Deutliche Unterschiede zwischen den Verfahren und Sorten traten hingegen bei den Lagerkrankheiten auf (Abb. 5). In allen Verfahren wurden die grössten Ausfälle durch -Lentizellenfäule (*Gloeosporium*) verursacht. Insbesondere die Sorten Otava und Topaz zeigten eine hohe Anfälligkeit gegenüber dieser Pilzkrankheit. Bei beiden Sorten waren zwischen der unbehandelten Kontrolle und den Verfahren BIO und LR keine Unterschiede festzustellen. Ariane dagegen scheint sehr robust gegen Lagerfäulen zu sein. Bei Golden Delicious waren die Verfahren IP und LR bezüglich Fäulniskrankheiten gleichwertig, wogegen das BIO-Verfahren einen leicht höheren Befall aufwies. Wichtig ist hier anzumerken, dass bei der Erhebung jeweils nur der Hauptschaden, das heisst der Erreger mit dem grössten Flächenanteil auf der Frucht, bewertet wurde. Dies erklärt auch, warum bei Golden Delicious in der unbehandelten Kontrolle der Befall mit Lagerfäulen geringer war als in den Verfahren LR und BIO. In den meisten Fällen war hier Lagerschorf (*Venturia inaequalis*) der Hauptschaden. Die Ergebnisse zeigen, dass die im LR- und BIO-Verfahren eingesetzten Fungizide nicht in

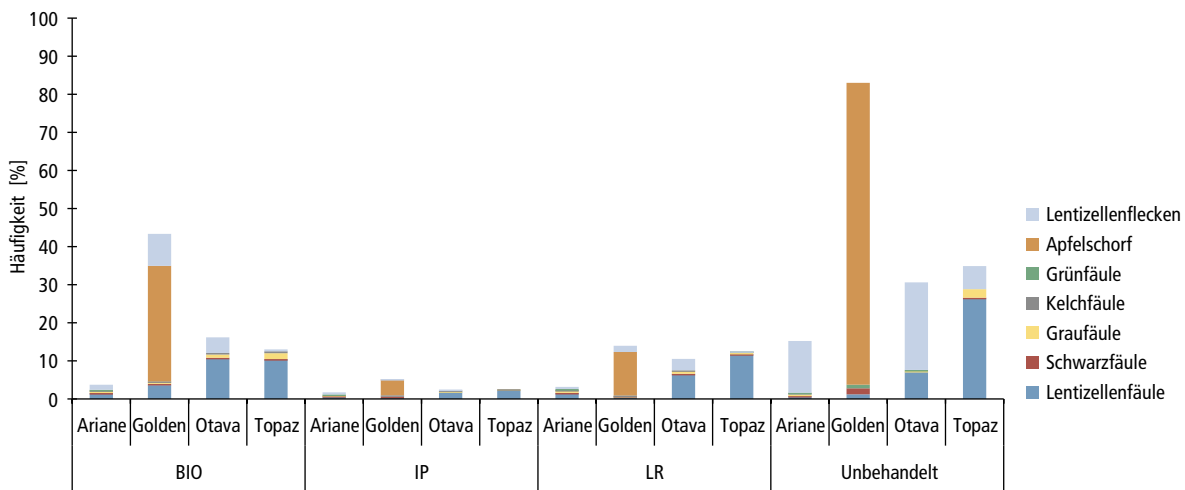


Abb. 5 | Anteil befallener Früchte mit Lagerkrankheiten nach 6 Monaten CA-Lager in den verschiedenen Verfahren (Mittelwert 2009–2012).

der Lage waren, die Infektionen durch Lagerfäulniserreger im Freiland zu unterbinden und die Gesundheit der Früchte auch während der Lagerung zu gewährleisten.

Keine Rückstände mit Low Residue

Die Proben aus dem LR-Verfahren waren 2010 bis 2012 rückstandsfrei (Tab. 2). Im Jahr 2009 wurde in der LR-Probe ein Rückstand eines nicht eingesetzten Wirkstoffs (Abdrift) gefunden. Die Beschränkung des Einsatzes von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln auf die erste Saisonhälfte brachte den gewünschten Erfolg. In den Proben aus den IP-Parzellen wurden in allen Jahren Rückstände gefunden. Vor allem die Behandlungen gegen Lagerfäulen beziehungsweise Blattläuse im Sommer haben Spuren von aktiven Substanzen an den

Äpfeln hinterlassen. Die Rückstände lagen deutlich unter den gesetzlich festgelegten Höchstmengen für Captan (3 mg/kg), Trifloxystrobin (0,5 mg/kg) und Pirimicarb (1 mg/kg).

Ökonomische Beurteilung

Im Durchschnitt der Jahre 2009 bis 2012 waren die Erträge der IP-Parzellen (38 032 kg/ha) höher als diejenigen der LR-Parzellen (37 103 kg/ha) und der BIO-Parzellen (20 657 kg/ha). Der Anteil von Früchten der Klasse 1 nach der Auslagerung, der sogenannte *Pack Out*, lag für das IP-Verfahren höher (77 %) als für das LR- (68 %) und das BIO-Verfahren (62 %). Der *Pack Out* von BIO-Golden Delicious war mit nur 38 % sehr tief, während Ariane und Otava auch mit der BIO-Strategie einen *Pack Out* ➤

Tab. 2 | Rückstandsanalysen von Proben aus der IP- und der LR-Strategie (Multi-Methode)

Jahr	Sorte	Rückstände in mg Wirkstoff /kg Erntegut	
		IP	Low-Residue
2009	Golden Delicious	Captan 0,07	Keine Rückstände
		Trifloxystrobin 0,03	
	Topaz	Captan 0,12	Trifloxystrobin 0,01 (Abdrift!)
		Trifloxystrobin 0,07	
2010	Golden Delicious	Captan 0,32	Keine Rückstände
		Trifloxystrobin 0,02	
	Topaz	Captan 0,58	Keine Rückstände
		Trifloxystrobin 0,03	
2011	Golden Delicious	Pirimicarb 0,05	Keine Rückstände
		Captan 0,12 Trifloxystrobin 0,03	
2012	Golden Delicious	Captan 0,18	Keine Rückstände
	Topaz	Captan 0,20	Keine Rückstände

Tab. 3 | Cashflow 2009 bis 2012 pro Sorte und Verfahren (Fr./ha)

	BIO				IP				LR			
	Ariane	Golden D.	Otava	Topaz	Ariane	Golden D.	Otava	Topaz	Ariane	Golden D.	Otava	Topaz
2009	1574	4324	8646	113	-8636	-4105	-6862	-5660	-7905	2226	-4284	-5663
2010	5642	-9512	-7397	9958	-5238	-7750	-9024	-3773	-8242	-13 214	-10 083	-4549
2011	-539	x	7643	17 200	-5941	-625	-2481	-854	-6679	-179	-3591	-1858
2012	1545	-27 400	-8388	2574	-6383	-12 129	-5795	-2916	-6909	-16 087	-9141	-11 417

von 70 % erreichten. Tabelle 3 zeigt den Cashflow der Jahre 2009 bis 2012 für die vier Apfelsorten und die drei Strategien. Der Cashflow sollte positiv sein, damit Rückstellungen für zukünftige Investitionen möglich sind. Für die BIO-Strategie fehlen wegen eines Erfassungsfehlers die Zahlen für Golden Delicious aus dem Jahr 2011. Trotz tieferer Erträge und geringem *Pack Out* erreicht die BIO-Strategie einen höheren Cashflow als die IP- und LR-Strategien. Grund dafür sind die höheren Obstpreise (+ 100%) und die höheren Flächenbeiträge (+ 1200 Fr./ha) für die BIO Produktion (Agridea, 2011, 2013). Der Cashflow für BIO-Topaz und BIO-Ariane war, ausser im Jahr 2011 für Ariane, immer positiv. 2012 wies BIO-Golden Delicious aufgrund des tiefen Ertrages von 15000 kg/ha einen stark negativen Cashflow auf. Der Cashflow des IP-Verfahrens in den Jahren 2010 bis 2012 war aufgrund des besseren *Pack Outs* mit einer Ausnahme für alle Sorten höher als der Cashflow des LR-Verfahrens. Trotzdem führte auch die IP-Strategie zu einem negativen Cashflow. Tatsächlich haben schon frühere Analysen gezeigt, dass die Erlöse der IP-Produktion die Produktionskosten mit standardisierten Arbeitskosten (35 Fr./Akh für Betriebsleiter, 24 Fr./Akh für interne Arbeitskräfte und 21 Fr./Akh für externe Arbeitskräfte) nicht decken (Bravin *et al.*, 2011). Dies bedeutet, dass einerseits interne Löhne tiefer sind als die Standardwerte und andererseits auch keine Rückstellungen möglich sind.

Schlussfolgerungen

Aus den Ergebnissen dieses Versuchs können Optionen für eine Weiterentwicklung der integrierten Produktion abgeleitet werden. Mit einer Kombination von chemisch-synthetischen und in der BIO-Produktion zugelassenen Pflanzenschutzmitteln, und alternativen Bekämpfungsmassnahmen wie z.B. Totaleinnetzung, lassen sich Apfelschorf und Mehltau sowie viele Schädlinge gut bekämpfen. Gleichzeitig kann damit der Konsumentenforderung nach Obst mit geringen oder ohne Pflanzenschutzmittelrückstände ein Schritt näher gekommen werden. Damit eine solche Low Residue Strategie auch

für den Produzenten interessant wird, muss der wirtschaftliche Erfolg garantiert sein. Im Versuch waren Erträge und Qualität bei der Ernte mit der IP-Strategie vergleichbar, aber die hohen Ausfälle während der Lagerung vor allem bei Golden Delicious, Otava und Topaz, ermöglichten keine rentable Produktion. Ariane war in Bezug auf Krankheiten die robusteste Sorte, erreichte jedoch mit der LR-Strategie auch kein positives Ergebnis. Agroscope prüft deshalb weitere robuste Sorten bezüglich Eignung für eine rentable, rückstandsfreie Apfelproduktion. Eine mögliche Lösung für das Problem der Lagerfäulen ist die Heisswasserbehandlung der Früchte nach der Ernte. In begleitenden Versuchen wurde die Wirksamkeit einer solchen Behandlung geprüft. Vor allem gegen Lentizellenfäule (*Gloeosporium*), dem Hauptschaderreger in diesem Versuch, wurde bei den anfälligen Sorten Topaz und Otava eine gute Wirkung erzielt. (Good *et al.* 2012). Die Heisswasserbehandlung ist wegen des Energieverbrauchs aber teuer und die Mehrkosten können mit den Preisen für integriert produzierte Äpfel nicht gedeckt werden. Die Methode muss optimiert werden, bevor sie für die Praxis rentabel ist.

Letztlich stellt sich die Frage, ob eine rückstandsfreie Apfelproduktion auch für die Umwelt einen Gewinn darstellt. Im Rahmen des 2010 abgeschlossenen EU-Projektes ENDURE wurde die Nachhaltigkeit verschiedener Pflanzenschutzstrategien für die Apfelproduktion untersucht (Naef *et al.* 2011). Es zeigte sich, dass mit robusten Sorten und alternativen Pflanzenschutzmassnahmen wie Totaleinnetzung und Verwirrungstechnik die Ökotoxizität stark gesenkt werden kann. Ein Anbausystem, welches, zusätzlich die Reduktion von Pflanzenschutzmittelrückständen zum Ziel hatte, brachte zwar eine verbesserte Nützlingsschonung aber keine weiteren Verbesserungen bei Ökotoxizität, Humantoxizität und Ressourcenverbrauch. Dies verdeutlicht, dass die Entwicklung neuer, innovativer Obstanbausysteme durch Nachhaltigkeitsbewertungen begleitet werden sollte, um einen Mehrwert für die Obstbranche, die Konsumenten und die Umwelt zu garantieren. ■

Riassunto**Sfide nella produzione di mele senza residui**

Per contrastare parassiti, malattie e malerbe, i moderni sistemi di produzione della frutta puntano su prodotti fitosanitari selettivi e non nocivi per gli insetti utili. Ciò presuppone l'impiego di un maggior numero di principi attivi diversi, che possono essere rintracciati sui frutti sotto forma di residui. Vari operatori europei della grande distribuzione hanno avviato sistemi di gestione della qualità volti a ridurre non solo la quantità complessiva di residui sugli alimenti, ma anche il numero dei diversi prodotti fitosanitari utilizzati. Quanto alle mele, Agroscope ha condotto un test pluriennale allo scopo di analizzare le possibilità di una produzione senza residui dal punto di vista tecnico-produttivo ed economico. I risultati mostrano che la produzione di mele da tavola senza residui è possibile purché si adegui l'attuale strategia di protezione dei vegetali dalle malattie fungine. L'attuazione di una simile strategia nelle pratiche colturali consentirebbe di rispondere a un'importante esigenza dei consumatori. Tuttavia, senza una differenziazione dei prezzi della produzione integrata, questa strategia non è redditizia dal punto di vista economico.

Literatur

- Agroscope (Hrsg.), 2013. Arbokost, Verschiedene Versionen, Wädenswil, Schweiz
- Agridea (Hrsg.), 2011. Produzenten-Richtpreise 2009 und 2010, Lindau, Schweiz
- Agridea (Hrsg.), 2013. Produzenten-Richtpreise 2011 und 2012, Lindau, Schweiz
- Bravin E., Carint D., Dugon J., Hanhart J. & Steinemann B., 2011. Schweizer Kernobstproduktion unter der Lupe.

Summary**Challenges of the residue-free apple production**

Crop protection in general and apple crop protection in particular rely on pesticides, but consumers demand a reduction of pesticide use and ideally an elimination of pesticide residues in order to minimize the impact on the environment and the risk for human health. Producers need information and advice to establish sustainable production systems that reduce the use and the residues of pesticides. Wholesalers in Europe introduced quality management systems in order to reduce residues and the used plant protection products. Agroscope tested during several years from a technical and economic point of view a low-residue strategy. The production of residue-free apples is possible. Alternative measures such as insect exclusion netting, mating disruption against codling moth (*Cydia pomonella*), mulching with leaves to reduce scab (*Venturia inaequalis*) inoculum, and modern storage techniques were applied. The production of low-residue apples meets consumer demand. However, economic calculation showed that the low-residue strategy is not profitable because of storage diseases. A price premium for low-residue production might be justified by environmental advantages.

Key words: pesticide residues, apple production, scab, *Gloeosporium*, economic evaluation.

- Bravin E., 2012. Investieren in Obst – Apfel ist nicht Birne. Schweizer Zeitschrift für Obst und Weinbau 12/12, 10–13.
- Gazzarin, C. & Lips M., 2012. Maschinenkosten Katalog 2012. ART-Bericht 753, Tänikon, Schweiz.
- Good C., Gasser F. & Naef A., 2012. Heisswasserbehandlung von Kernobst. Schweizer Zeitschrift für Obst und Weinbau 24/12, 10–14.
- Naef A., Mouron P. & Höhn H., 2011. Nachhaltigkeitsbewertung von Pflanzenschutzstrategien im Apfelanbau. Agrarforschung Schweiz 2 (7–8), 334–341.