

Ertragsleistung, Fruchtqualität und Phenolgehalt verschiedener Apfelsorten bei biologischer und integrierter Produktion unter Berücksichtigung unterschiedlicher Baumstreifenpflege

LOTHAR WURM, REINHARD EDER, SILVIA WENDELIN, MATTHIAS WARNUNG und JOHANNES WURTH

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74
E-mail: Lothar.Wurm@hblawo.bmlfuw.gv.at

In einem zehnjährigen Anbauversuch wurde in Klosterneuburg (Niederösterreich) die Leistungsfähigkeit von zehn schorffresistenten und schorfanfälligen Sorten unter Bedingungen der biologischen beziehungsweise integrierten Anbauweise getestet. Nach neun Ertragsjahren bestätigen die großen Ertragsdifferenzen zwischen den Sorten die Bedeutung der Sortenwahl für einen wirtschaftlich erfolgreichen Bio-Apfelanbau. Unter den gegebenen eher trockenen Anbaubedingungen als besonders für biologische Produktion geeignet erwiesen sich fruchtbare Sorten wie 'Goldrush', 'Pinova', 'Golden Delicious' oder 'Idared'. Die Versuchsergebnisse weisen auf folgende Problembereiche des biologischen Apfelanbaus hin: die Apfelwicklerbekämpfung, die Steigerung des Anteils schalenfehlerfreier Früchte und Lagerkrankheiten, vor allem Gloeosporiumfäule. Feuerbrandbefall trat zwar am Versuchsstandort bisher nicht auf, kündigt sich aber als weiteres Anbaurisiko der nahen Zukunft an. Gehalte an gelöster Trockensubstanz, Säuregehalt und Gehalt an phenolischen Substanzen sind in erster Linie über die Sorte beeinflussbar. Der Zucker- und Säuregehalt kann auch mittels Ertragsregulierung optimiert werden.

Schlagwörter: Apfel, biologische Produktion, integrierte Produktion, Baumstreifen, Ertrag, Fruchtqualität, Phenole

Yield, fruit quality and phenolics of different apple varieties cultivated under organic and integrated production conditions with respect to various tree row management methods. In a ten-year cultivation experiment in Klosterneuburg (Lower Austria) the efficiency of ten scab-resistant and scab-susceptible apple varieties was tested under conditions of organic and integrated production. After nine years the huge yield differences between the varieties confirmed the importance of variety selection for a commercially successful organic apple production. Under given, rather dry growing conditions fertile varieties such as 'Goldrush', 'Pinova', 'Golden Delicious' or 'Idared' proved to be highly suitable for organic production. The following problems of organic production are pointed at by the presented results: controlling codling moth, increasing the percentage of fruit without any peel damages and storage diseases (esp. Gloeosporium). Fire blight has not yet been detected at the experimental orchard, but is very likely to be a high risk in the near future. Contents of dry substance, acidity and contents of phenolics can be mainly influenced by varietal selection, sugar and acid contents also can be optimized by means of yield reduction.

Keywords: apple, organic production, integrated production, tree row, yield, fruit quality, phenolics.

Rendement, qualité des fruits et teneur en phénols de différentes variétés de pommes dans le cadre de la production biologique et intégrée en tenant compte de différentes méthodes d'entretien des rangées d'arbres. Au cours d'un essai de culture d'une durée de dix ans, la performance de dix variétés résistantes et sensibles à la tavelure a été testée à Klosterneuburg (Basse-Autriche) dans les conditions des modes de culture biologique et intégrée. Après neuf années de rendement, les grandes différences de rendement entre les variétés confirment l'importance du choix des variétés

pour une culture biologique de pommes rentable. Les variétés fertiles telles que 'Goldrush', 'Pinova', 'Golden Delicious' ou 'Idared' se sont avérées particulièrement appropriées à la production biologique dans les conditions de culture données, plutôt sèches. Les résultats des essais mettent en avant la problématique suivante dans la culture biologique de pommes : la lutte contre le carpocapse, l'augmentation de la part des fruits sans défauts de la peau, la lutte contre les maladies dues au stockage, notamment la pourriture due au Gloeosporium. Il est vrai que le feu bactérien n'a pas apparu sur le site d'essai jusqu'à présent, mais il s'annonce comme risque de culture supplémentaire dans un proche avenir. Les teneurs en matière sèche dissoute, l'acidité et la teneur en substances phénoliques peuvent être influencées en premier lieu à travers la variété. La teneur en sucre et l'acidité peuvent également être optimisées par la régulation du rendement.

Mots clés: pomme, production biologique, production intégrée, rangées d'arbres, rendement, qualité des fruits, phénols

In der Phase ansteigender Erträge wurden zehn schorfresistente, schorftolerante und schorfanfällige Apfelsorten unter biologisch extensiven und biologisch intensiven sowie integrierten Produktionsbedingungen untersucht und die Ergebnisse in drei Teilen publiziert:

Im ersten Teil (WURM und PIEBER, 2004) wird die Ertragsleistung dargestellt und diskutiert. Die Sorten 'Goldrush', 'Pinova', 'Pilot', 'Idared', 'Golden' und 'Florina' werden als besonders „bio-geeignet“ hervorgehoben, wobei 'Goldrush', 'Pilot' und 'Florina' in erster Linie für Direktvermarkter in Frage kommen. 'Topaz', 'Jonagold' und 'Rubinola' sind nur bedingt für die biologische Produktion geeignet, 'Reanda' kann nicht empfohlen werden.

Im zweiten Teil (WURM und PIEBER, 2005) werden die Auswirkungen biologischer und integrierter Produktionsweise auf die für Frischvermarktung wesentlichen Parameter der äußeren Fruchtqualität behandelt. Der Anteil an schalenfehlerfreien Früchten (Klasse I) war unter integrierten Produktionsbedingungen bei allen Sorten höher als unter biologischen Bedingungen. Schäden, hervorgerufen durch Apfelsägewespe, diverse Raupen (Frostspanner, Eulen, Knospenwickler, Schalenwickler), Rüsselkäfer und schädliche Wanzen sowie stärkere Berostung (und in feuchten Jahren Fruchtschorfbefall bei 'Golden Delicious' und 'Jonagold') beschränkten sich auf das Bio-Quartier.

Im dritten Teil werden die Auswirkungen biologischer und integrierter Produktionsweise auf Parameter der inneren Fruchtqualität, der Lagerfähigkeit und der Lagersicherheit behandelt (WURM et al., 2005). Die Fruchtfleischfestigkeit schwankt in Abhängigkeit von Sorte und Jahr, der Gehalt an gelöster Trockensubstanz und an Fruchtsäuren in Abhängigkeit von Sorte, Jahr und Behangsdichte. Ein direkter Einfluss der Pflanzenschutzbehandlungsstrategien auf diese Parameter ist nicht gegeben. In Lagerversuchen erwiesen sich biologisch produzierte Pinova- und Topazfrüchte als sehr

anfällig gegenüber Gloeosporiumfäule. Durch mehrmalige Sommerbehandlungen mit Schwefel und Kupfer (3 kg bzw. 0,2 kg pro ha), CA-Lagerung und Heißwasserbehandlung kann eine Befallsreduktion erreicht werden. Auf diesen Untersuchungen aufbauend, werden nun diese Sorten in der Vollertragsphase geprüft. Da die einzelnen Sorten in Bezug auf Ertrags- und Qualitätsparameter sehr unterschiedlich auf Schädlings- und Krankheitsbefall reagieren, erscheint eine über mehrere Jahre dauernde Auswertung sortenangepasster Behandlungsstrategien notwendig. Um Alternativen zur Herbizidbehandlung aufzeigen zu können, werden die bisher getesteten Verfahren - mechanische Bearbeitung mit und ohne Kompostabdeckung - technisch verbessert. Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Produktionsbedingungen und innerer Fruchtqualität, insbesondere dem Phenolgehalt der Früchte, werden intensiviert.

Material und Methoden

Versuchsstandort

Der Versuchsstandort Haschhof liegt am nordwestlichen Rande Wiens auf einer Anhöhe des Wienerwaldes in knapp 400 m Seehöhe. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt ca. 9,5 °C, die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge erreicht in trockenen Jahren kaum 600 mm, in feuchteren Jahren bis zu 800 mm. Die Braunerdeböden kennzeichnet eine nur geringe Mächtigkeit von ca. 30 cm sowie ein hoher Ton- und Steinanteil. Insgesamt ist der Standort auf Grund der geringen Niederschlagsmengen, der meist schlechten Verteilung der Niederschläge und der geringen Wasserspeicherfähigkeit der Böden als wuchsschwach einzustufen. Die beiden Versuchspartzellen 042 und 051 weisen eine Hangneigung von knapp 10 % in Richtung Süd-Süd-Ost auf und sind durch eine Windschutzpflanzung voneinander getrennt.

Versuchsvarianten

Die Versuchspflanzung wurde im Frühjahr 1998 entsprechend einem „split-plot design“ angelegt. Alle Sorten wurden auf der Unterlage 'M 9' als Schlanke Spindel mit einer Reihenweite von 3,8 m und einem Pflanzabstand von 1 m in der Reihe erzogen. Je Variante standen drei Wiederholungen zu je vier Bäumen pro Wiederholung, also insgesamt zwölf Bäume pro Variante zur Verfügung. Das Bio-Versuchsquartier wurde in zwei gleich große Blöcke geteilt, in denen ab 2004 nach Ende der Primärschorfsaison unterschiedliche Bio-Fungizidstrategien getestet wurden. Innerhalb der Bio-Blöcke fand die Aufteilung entsprechend der Baumstreifenpflegevarianten in eineinhalb Reihen mechanische Baumstreifenpflege und eineinhalb Reihen Kompostbedeckung des Baumstreifens statt. Somit ergeben sich für jede Sorte vier Bio-Varianten und drei IP-Varianten (nur 2007 sechs Bio-Varianten):

Variante 1: Bio-1 mit Kompost (mit Kompost = mechanische Baumstreifenbehandlung mit Kompost)

Variante 2: Bio-1 ohne Kompost (ohne Kompost = mechanische Baumstreifenbehandlung ohne Kompost)

Variante 3: Bio-2 mit Kompost

Variante 4: Bio-2 ohne Kompost

Variante 5: IP mit Kompost

Variante 6: IP ohne Kompost

Variante 7: IP Herbizid

Pflege und Pflanzenschutz

Pflege und Pflanzenschutz im Bio-Quartier orientierten sich an der EU-Verordnung 2092/91 (EU, 1991) für biologischen Anbau und berücksichtigten nationale Besonderheiten, etwa in der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln im IP-Quartier an der jeweils aktuellen heimischen Fassung der IP-Richtlinien. In den zwei Bio-Versuchsblöcken wurden folgende Bio-Fungizidstrategien getestet:

2004 Schwefelkalk-Anwendungen im Vergleich zu Schwefel/Kupfer-Anwendungen;

2005 keine Sommer-Fungizidbehandlungen im Vergleich zu Schwefelkalkanwendungen;

2006 Schwefelkalk-Anwendungen im Vergleich zu Vitisan-Anwendungen und einer Schwefel/Kupfer-Anwendung;

2007 wurden drei Varianten getestet, nämlich Schwefelkalk-Anwendungen, Vitisan-Anwendungen und Schwefel/Kupfer-Anwendungen.

Die Schädlingsbekämpfung erfolgte im Bio-Quartier 042 einheitlich, also ohne Aufteilung in zwei unterschiedliche Behandlungsblöcke. In den Jahren 2004 und 2005 wurde Apfelwickler mittels Granulosevirus, 2006 mittels Granulosevirus und Verwirrungsmethode (RAK3+4, nur erste Generation) und 2007 mittels einer neuartigen Verwirrungsmethode (Exosex 2CM) bekämpft. Diese neue Methode beruht auf dem Prinzip, dass elektrostatisch aufgeladenes Pheromonpulver durch die Apfelwicklermännchen selbst verteilt werden soll und auf diese Weise mit wesentlich geringerer Dispenserstückzahl eine letztlich befallsverhindernde Pheromonduftwolke entstehen soll. Im Bio-Versuchsquartier wurden beide Generationen nach diesem Prinzip bekämpft, im IP-Versuchsquartier wurde die erste Generation zusätzlich chemisch niedergehalten. Wegen der unsicheren nationalen Zulassungssituation von Quassia, dem einzigen laut EU-Verordnung 2092/91 (EU, 1991) im Bio-Anbau verfügbaren Wirkstoff gegen Apfelsägewespe, und der extrem hohen Kosten von Quassia-Präparaten wurde 2006 eine neue Bekämpfungsmethode gegen diesen Schädling im Bio-Versuchsquartier getestet: Die normalerweise nur zur Feststellung des Flugbeginns eingesetzten Weißtafeln sollten durch Erhöhung der Fallenzahl zum Wegfangen des Schädlings eingesetzt werden. Dazu wurden gekaufte Rebell-Tafeln und selbst hergestellte Weißtafeln mit Leim besprüht und knapp vor Blühbeginn je eine bzw. je drei Tafeln zwischen zwei Stehern in Augenhöhe aufgehängt. Da der geringe Befallsdruck keine sichere Aussage über diese alternative Bekämpfungsmethode zuließ, wurde der Versuch leicht adaptiert 2007 wiederholt: Im IP-Versuchsquartier wurde mit einem zugelassenen Insektizid zum Larvenschlupf bekämpft (Variante „chemisch“), im eigentlichen Bio-Versuchsquartier 042 wurden wieder leimbesprühte Tafeln (nur eine Tafel zwischen zwei Stehern) getestet („Weißtafeln“), in einem benachbarten Bio-Versuchsquartier (Quartier 030) wurde ein Teil nicht behandelt („Kontrolle“) bzw. wurden dort einige Reihen mit aus Holzspänen selbstgekochter Quassia-Brühe zum Larvenschlupf behandelt.

Statt des in der Anfangsphase verwendeten Stockräumgerätes (Clemens GmbH & Co. KG Maschinenfabrik, D-54516 Wittlich) erfolgte die mechanische Baumstreifenbearbeitung nunmehr mittels eines Tournesol-Gerätes (Pellenc SA, F-84122 Pertuis). Herbizidbehandlungen wurden nur im IP-Quartier durchgeführt.

Fruchtanalysen

Die für Fruchtanalysen (Gehalt an gelöster Trockensubstanz, Säure) vorgesehenen Früchte wurden zum jeweiligen optimalen Erntetermin für Frischvermarktung geerntet. Dazu wählte man pro Baum einer Sorte von Bäumen mit vergleichbarer Behangdichte aus mehreren Wiederholungsblöcken einer Variante etwa fünf schalenfehlerfreie Früchte gleicher Größensortierung (70 bis 80 mm) und Ausfärbung aus. Pro Variante wurden aus drei Versuchsblöcken von insgesamt sechs Bäumen je fünf Früchte entnommen. Die Früchte wurden ostseitig auf mittlerer Baumhöhe geerntet.

Die Früchte wurden mit einem Messer zerteilt und maschinell entsaftet (Philips Juicer HR 1861). Die daraus entstehende Mischprobe wurde mit Natriumsulfit vor Oxidation geschützt. Der Gehalt an gelöster Trockensubstanz und der Säuregehalt wurden in den Jahren 2004 bis 2007 bei 'Golden', 'Topaz', 'Pinova', 'Florina' und 'Goldrush', der Phenolgehalt bei 'Topaz' und 'Goldrush' untersucht. Der Gehalt an löslicher Trockensubstanz wurde mittels eines Handrefraktometers (Fa. Atago) festgestellt (Refraktometerwerte in °Brix und °Oechsle). Der Gehalt an titrierbaren Säuren wurde durch Neutralisationsanalyse mit Natronlauge (0,1 n NaOH) bis auf einen pH-Wert von 8,1 bestimmt. Die pH-Wert-Bestimmung erfolgte während der Titration mittels pH-Meter.

Schalenfehleranalyse vor und nach Kühlung

Im Jahr 2006 wurde bei 'Topaz' zur Ernte das Vorkommen von Schalenfehlern analysiert. In den ersten Versuchsjahren waren für alle Versuchssorten die Qualitätsklassenanteile bestimmt worden, ohne die häufigsten Ursachen für Schalenfehler exakt zu erheben. Zur Ernte 2006 erfolgte diese exakte Zuordnung beispielhaft bei 'Topaz'. Von den sieben Versuchsvarianten „IP-Herbizid“, „IP-Kompost“, „IP-mechanisch“, „Bio-Kompost-Schwefelkalk“, „Bio-mechanisch-Schwefelkalk“, „Bio-Kompost-Vitisan“ und „Bio-mechanisch-Vitisan“ wurden jeweils ca. 60 Früchte der Größenklasse 70 bis 80 mm genau auf Schalenfehler untersucht und eindeutige Schalenfehlersymptome ihren Ursachen zugeordnet. Alle Fehler an einer Frucht wurden getrennt erhoben und registriert. Die Auswertung der Faulstellen erfolgte nach etwa viermonatiger Kühllagerdauer.

Zur Ernte 2007 wurden ca. 100 Früchte je Variante der fäulnisempfindlichen Sorten 'Pinova' und 'Topaz' aus dem Bio-Quartier ins Kühllager eingelagert und Ende Februar 2008 auf Faulstellen hin bonitiert. Verglichen wurde der Effekt von drei Bio-Sommerfungizidbehandlungsstrategien (Schwefelkalk-Anwendungen, Vitisan-Anwendungen und Schwefel/Kupfer-Anwendungen) auf die Lagerfähigkeit bzw. das Auftreten von Gloeosporium-Fäule.

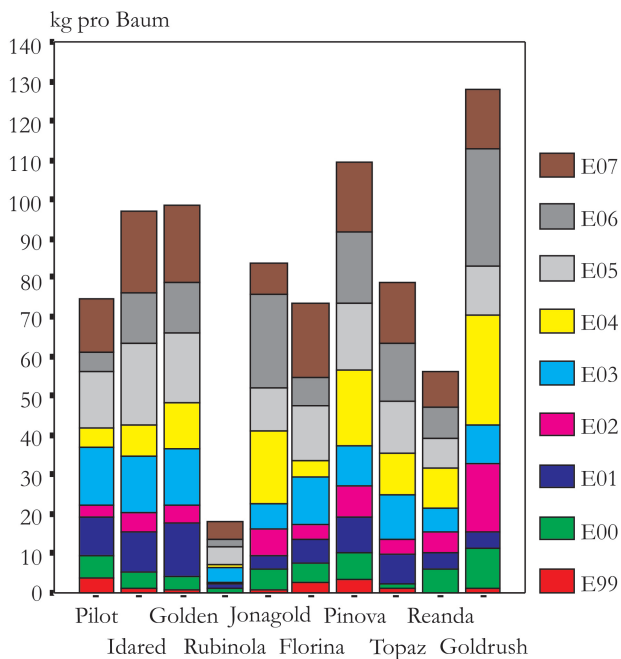


Abb. 1: Erträge von 1999 bis 2007 in kg pro Baum im Bio-Quartier

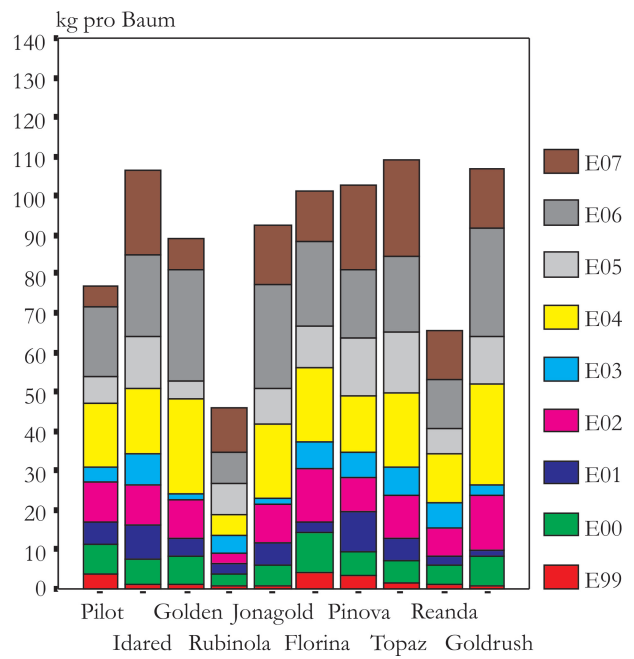


Abb. 2: Erträge von 1999 bis 2007 in kg pro Baum im IP-Quartier

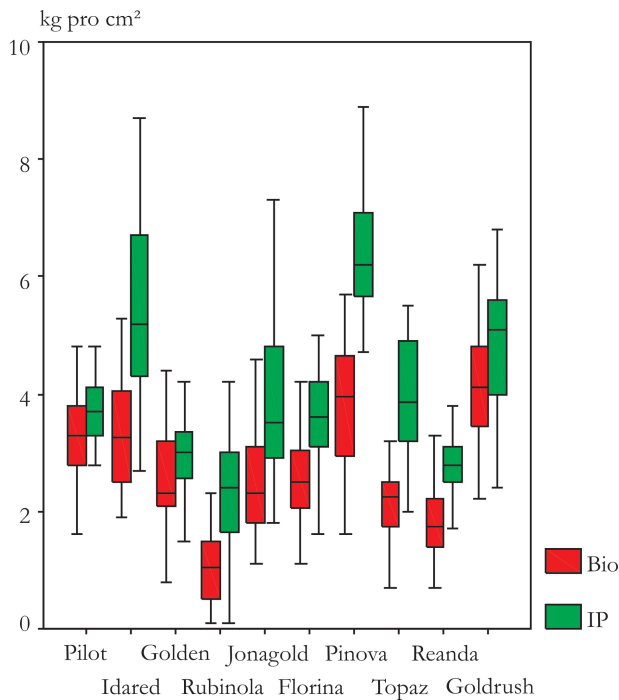


Abb. 3: Kumulierter spezifischer Ertrag im Bio- und IP-Quartier in kg pro cm² Stammquerschnittsfläche

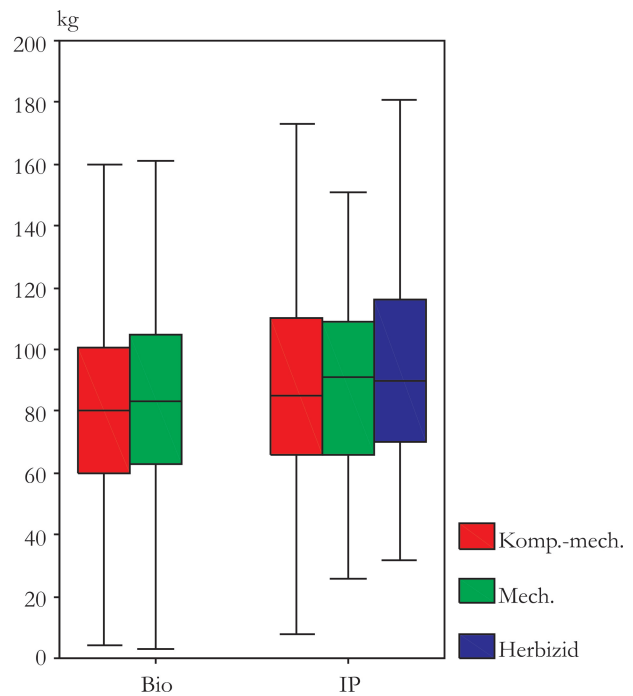


Abb. 4: Kumulierter Ertrag im Bio- und IP-Quartier gruppiert nach Baumstreifenbearbeitungsvarianten in kg pro Baum (Mech. = mechanische Bearbeitung, Komp.-mech. = Kompost mit mechanischer Bearbeitung)

Bestimmung des Gesamtphenolgehaltes

Vor der photometrischen Phenolbestimmung wurden störende Substanzen, wie Zucker, Säuren und SO₂, aus den Säften mittels Vorreinigung auf C18-Vorsäulenkartuschen entfernt. Das Eluat von den Säulen wurde mit dem Folin-Ciocalteu-Reagenz versetzt und bildet im alkalischen Milieu einen blauen Komplex. Die Messung der Blaufärbung erfolgte im Spektralphotometer (Cintra, Typ 10e, Maasen GmbH., D-72768 Reutlingen) bei 766 nm (GARNWEIDNER et al., 2007).

Bestimmung einzelner Polyphenole mittels HPLC-Methode

Für die Bestimmung der einzelnen phenolischen Verbindungen wurden ein HPLC-System (Typ HP 1090, Agilent, Wien) verwendet und 10 µl Saft direkt in zwei in Serie geschaltete Narrow Bore-Säulen (ODS-Hypersil, RP, 5 µm 200+100 mm, 2,1 mm) eingespritzt. Die Säulentemperatur betrug 40 °C und die Flussrate 0,2 ml/min. Die mobile Phase bestand aus Laufmittel A: 0,5 % Ameisensäure in entionisiertem Wasser und Laufmittel B: Methanol.

Die Detektion erfolgte bei 280 nm und 320 nm.

Datenaufarbeitung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS (Version 11.5). Die Daten wurden nach der multifaktoriellen Varianzanalyse in Verbindung mit einem F-Test aufbereitet, um die Mittelwerte anschließend mittels Grenzdifferenz nach Tukey zu beurteilen, wobei generell mit dem Signifikanzniveau $P < 0,05$ gearbeitet wurde. Auf Varianzhomogenität und Normalverteilung wurde geprüft. Die Korrelationsanalyse erfolgte nach Pearson. Eine Ausreißeranalyse wurde im Zuge der Arbeit mit dem Statistikprogramm SPSS durchgeführt. Zur Verrechnung der Ernte- und Lagerboniturdaten kam das Programm Excel 2003 zur Anwendung.

Ergebnisse und Diskussion

Ertrag

Die trotz starker Alternanz höchsten kumulierten Erträge pro Baum im Bio-Quartier brachte mit 130 kg 'Goldrush', die niedrigsten mit knapp 20 kg 'Rubinola' (Abb. 1). Dieser enorme Leistungsunterschied veran-

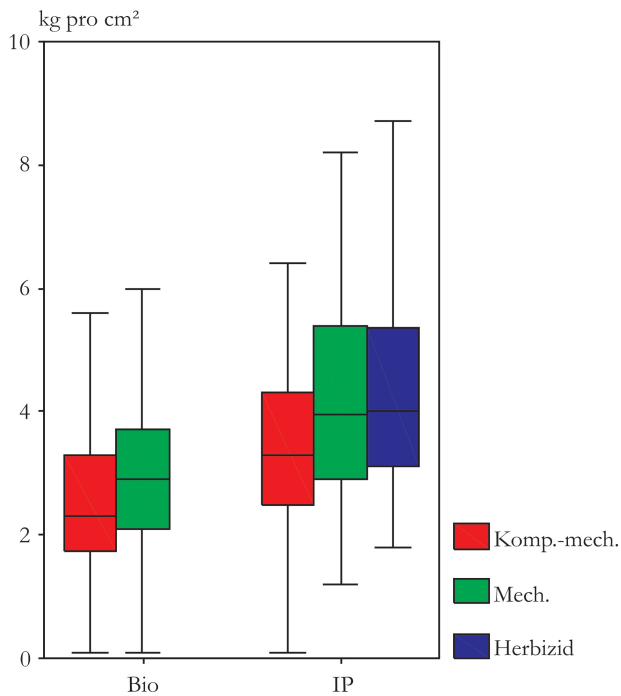


Abb. 5: Kumulierter spezifischer Ertrag im Bio- und IP-Quartier gruppiert nach Baumstreifenbearbeitungsvarianten in kg pro cm² Stammquerschnittsfläche (Mech. = mechanische Bearbeitung, Komp.-mech. = Kompost mit mechanischer Bearbeitung)

schaulich eindrucksvoll die Bedeutung der Sortenwahl bei mehrjährigen Kulturen, unabhängig von der Produktionsweise. Überdurchschnittlich hohe Erträge unter Bio-Bedingungen zeigten 'Goldrush', 'Pinova' und interessanterweise auch die schorfempfindliche Sorte 'Golden Delicious' beziehungsweise die mehltauempfindliche Sorte 'Idared', während bei der integrierten Produktionsweise neben 'Goldrush', 'Pinova' und 'Idared' gerade die schorffresistenten Sorten 'Topaz' und 'Florina' positiv hervorstachen (Abb. 1 und 2). Nur die schorffresistente Sommersorte 'Rubinola' wies, allerdings auf niedrigerem Ertragsniveau, ähnlich große Ertragsvorteile bei IP auf wie 'Topaz' und 'Florina'. Somit bestätigen sich die bereits nach fünf Ertragsjahren geäußerten Vermutungen von WURM und PIEBER (2004), Schorffresistenz wäre in Hinblick auf Ertragsleistung und Ertragssicherheit nicht unbedingt ein Vorteil bei biologischer Produktionsweise bzw. Voraussetzung für biologische Produktion und die „Bio-Sorte“ 'Topaz' wäre besser für IP als für Bio-Produktion geeignet. Dass bei IP grundsätzlich mit höheren Erträgen gerechnet werden kann, lässt sich aus Abbildung 3 ablesen. Alle Sorten weisen nun höhere spezifische Erträge un-

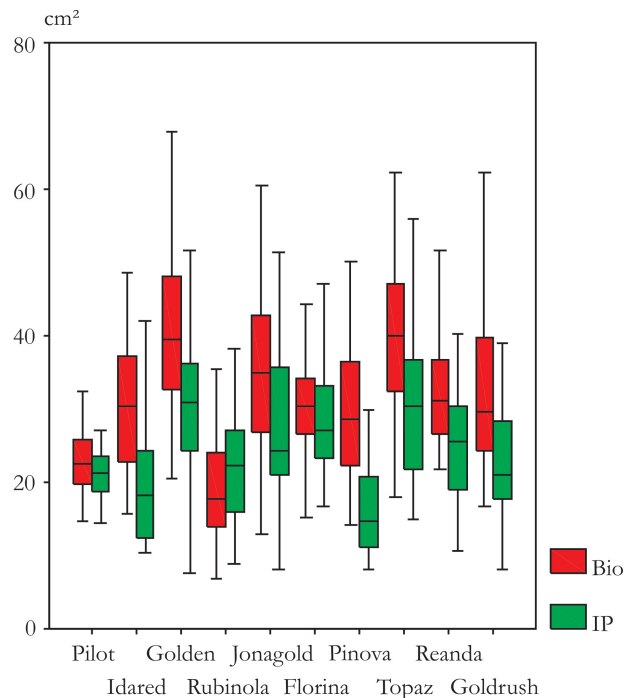


Abb. 6: Stammquerschnittsfläche 2007 der Sorten in cm² im Bio- und IP-Quartier

ter IP-Bedingungen auf. Mit ein Grund für dieses Ergebnis ist auch das wesentlich schwächere Wachstum im IP-Quartier, nicht ausschließlich durch höhere Fruchtbarkeit hervorgerufen, sondern maßgeblich auch durch ungünstigere Bodenverhältnisse (schwerer, dichter Boden, teilweise Staunässe im IP-Quartier). Der in den ersten Ertragsjahren festgestellte ertragsfördernde Effekt der Herbizidanwendung konnte durch die verbesserte mechanische Baumstreifenpflege, das Tournesol-Gerät arbeitet auf dem schweren Boden effizienter als das anfangs verwendete Unterschneidgerät, eingeholt werden (Abb. 4). Der geringere spezifische Ertrag bei Kompostgabe resultiert aus der rein wuchsfördernden Wirkung des Kompostes (Abb. 5).

Äußere Fruchtqualität

Durchschnittliches Fruchtgewicht

Die statistische Analyse des durchschnittlichen Fruchtgewichts pro Baum der Jahre 2004 bis 2007 bestätigt die in Teil 2 der Leistungsprüfung (WURM und PIEBER, 2005) dargelegten Ergebnisse. Ein direkter Einfluss des Produktionssystems oder der Baumstreifenbearbeitung auf die Fruchtgröße ist nicht sicher belegbar, da die stark schwankenden jährlichen Erträge mögliche Einflüsse überlagern. Hingegen zeigt sich trotz dieser Ertrags-

Tab. 1: Durchschnittliches Fruchtgewicht (g) in den Jahren 2004 bis 2007 im Bio- und IP-Quartier; Werte einer Spalte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant

Sorte	2004	2005	2006	2007
Pinova	140 a	152 a	115 a	113 a
Reanda	144 ab	200 e	n.e.	157 cd
Rubinola	146 ab	n.e.	n.e.	108 a
Goldrush	150 ab	180 bcd	156 ef	167 d
Pilot	154 bc	170 b	133 b	140 b
Topaz	163 cd	179 bc	142 bc	150 bc
Golden	174 de	193 de	146 cd	173 de
Florina	182 e	188 de	154 de	145 bc
Jonagold	209 f	246 g	166 f	229 f
Idared	216 f	226 f	183 g	185 e

n.e. = Wert nicht erfasst

schwankungen der Sorteneinfluss deutlich (Tab. 1). 'Pinova', 'Rubinola' (Fruchtgewicht nicht jedes Jahr festgestellt) und 'Pilot' sind als klein- bis mittelgroßfruchtig, 'Jonagold' und 'Idared' als sehr großfruchtig einzuordnen.

Vegetative Entwicklung

Umgekehrt zum Bild des spezifischen Ertrages sind unter Bio-Bedingungen bis auf 'Rubinola' alle Sorten stärker gewachsen als im IP-Quartier (Abb. 6). Ursache dafür sind in erster Linie die bereits angesprochenen ungünstigeren Bodenbedingungen im IP-Quartier. Auf die Staunässe und die Verdichtungen reagierten 'Pinova' und 'Idared' am stärksten mit Wuchsdepressionen. Das schwächere Wachstum von 'Rubinola' im Bio-Quartier dürfte auf Schwefelempfindlichkeit zurückzuführen sein. Abbildung 7 veranschaulicht sowohl die wuchsfördernde Wirkung der Kompostgaben als auch die stärkere vegetative Entwicklung der Bäume im Bio-Quartier.

Sägewespenbekämpfungsversuch 2006 und 2007

Anders als in den ersten Ertragsjahren fiel der Flug der Apfelsägewespe 2006 sehr schwach aus. Im Durchschnitt blieben nur 0,16 bis 0,23 Sägewespen pro Falle kleben und wurden nur zwischen 0 bis 3 % der Fruchtbüschel bei der Sorte 'Topaz' befallen. Die Varianten unterschieden sich weder in Hinblick auf die Fängigkeit der Tafeln, noch in Hinblick auf die Anzahl befallener Fruchtbüschel signifikant. Im Jahr 2007 konnten deutlich mehr Apfelsägewespen pro Tafel gefangen werden, im Durchschnitt 1,4 pro Tafel. Der Prozentsatz sägewespenbefallener 'Topaz'-Fruchtbüschel lag bei der Kontrolle, bei der Variante „Weißtafeln“ und auch bei der Variante „Quassia“ im Schnitt zwischen 10 und 15 (Abb. 8). Die Insektizidanwendung im IP-Quartier hingegen verhinderte Fruchtbefall zur Gänze. Somit

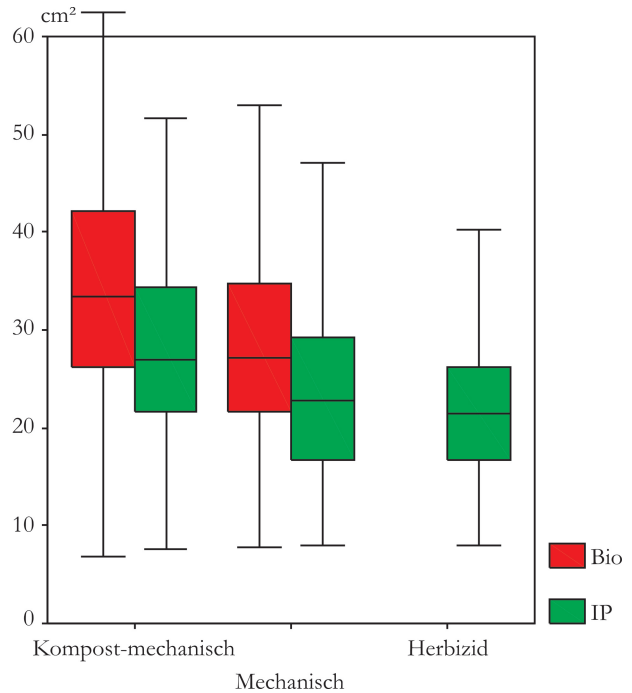


Abb. 7: Stammquerschnittsfläche 2007 der Baumstreifenbearbeitungsvarianten in cm² im Bio- und IP-Quartier

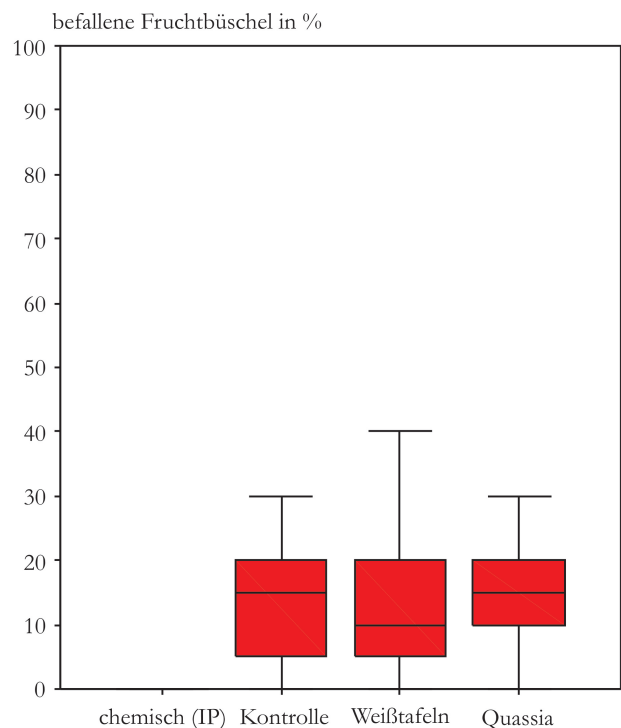


Abb. 8: Fruchtbüschel mit Sägewespenbefall 2007 bei 'Topaz' in % (chemisch: 0 % Befall)

Tab. 2: 'Topaz'-Früchte mit Schalenfehlern verschiedenen Ursprungs bzw. ohne Schalenfehler (in %) im Jahr 2006

	IP- Herbizid	IP- mech.	IP- Komp.	Bio-Komp.- Sk	Bio-mech.- Sk	Bio-mech.- Vitisan	Bio-Komp.- Vitisan
Sägewespe	2	0	2	0	2	2	5
Mehlige Apfelblattlaus	0	0	0	0	5	3	2
Apfelschalenschwächler	0	0	2	5	5	5	7
Apfelwickler	2	2	5	7	5	10	12
Raupenfraßschaden	8	15	7	23	27	17	20
Stippe	0	0	0	22	8	10	10
Sonstige Fehler	8	5	7	7	2	8	15
Früchte ohne Schalenfehler ¹ (exkl. Stippe)	82	78	78	45	45	56	40
Früchte ohne Schalenfehler ¹ (inkl. Stippe)	82	78	78	34	40	51	35
Mangelnde Ausfärbung	32	22	18	18	30	18	32
Früchte mit Faulstellen nach Lagerung	2	2	2	16	14	13	19

¹Da eine Frucht mehrere unterschiedliche Schadursachen aufweisen kann, ist die Summe der Prozentsätze der Einzelfehler plus der Früchte ohne Schalenfehler ≥ 100 mech. = mechanische Baumstreifenbearbeitung ohne Kompostgabe; Komp. = mechanische Baumstreifenbearbeitung mit Kompostgabe; Sk = Schwefelkalkbehandlungen; Vitisan = Vitisansommerbehandlungen; sonstige Fehler: Frostzungen, Rüsselkäferschäden, nicht zuordenbare Fehler

konnte kein Bekämpfungseffekt der Weißtafeln, in diesem Jahr anders als in den früheren Ertragsjahren auch kein Effekt der Quassia-Behandlung nachgewiesen werden. Allerdings wurde 2006 erstmals aus Quassia-Sägespänen selbst eine Quassia-Brühe gekocht, während die Jahre zuvor Fertigpräparate ausgebracht worden waren.

Apfelwicklerverwirrungsversuch im Jahr 2007

2007 wurde auch ein neuer Weg bei der Bekämpfung des Apfelwicklers besprochen (SCHILDBERGER et al., 2008). Getestet wurde die neuartige „Exosex“-Verwirrungstechnik, die auf dem Prinzip beruht, dass elektrostatisch aufgeladenes Pheromonpulver durch die Apfelwicklermännchen selbst verteilt werden soll und auf diese Weise mit wesentlich geringerer Dispenserstückzahl eine letztlich befallsverhindernde Pheromonduftwolke entstehen soll. Im Bio-Versuchsquartier wurden beide Generationen nach diesem Prinzip bekämpft, im IP-Versuchsquartier wurde die erste Generation zusätzlich chemisch niedergehalten. Zur Fruchtreife waren im ausschließlich „Exosex“-verwirrten Bio-Quartier die Früchte der Sorten 'Topaz' und 'Idared' zu etwa 40 % verwurmt, im IP-Quartier lag der Verwurmsungsgrad bei 10 bis 15 % (Abb. 9). Die tatsächliche Verwurmung war noch höher, da das Fallobst in dieser Berechnung nicht mitberücksichtigt ist.

Schalenfehleranalyse der Früchte 2006 und nach Lagerung in den Jahren 2006 und 2007

Erwartungsgemäß zeigte sich im Zuge einer Schalenfehleranalyse bei Früchten der Sorte 'Topaz' im Jahr 2006 ein starker Einfluss der Pflanzenschutzstrategie (IP oder Bio) und nur ein geringer Einfluss der Baumstreifenbearbeitung und der zusätzlichen Vitisanbehandlung (Tab. 2).

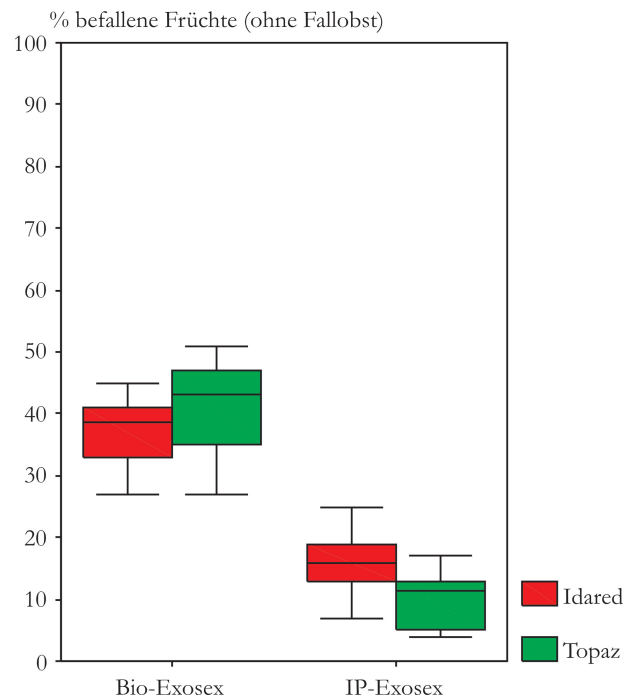


Abb. 9: Prozentsatz Früchte mit Apfelwicklerbefall (ohne Fallobst) im Jahr 2007

Qualitätsschäden durch Apfelsägewespe spielten in diesem Jahr wegen des geringen Befallsdrucks nur eine untergeordnete Rolle. In drei der vier Bio-Varianten wurden 2 bis 5 % der Früchte als „Blattlausäpfel“ identifiziert. Der tatsächliche Anteil an Blattlausäpfeln war höher, da unterentwickelte, kleine Früchte nicht analysiert wurden. Ursache für den 2006 relativ starken Befall durch Mehliges Apfelblattlaus und damit für den hohen Anteil an Blattlausäpfeln war eine zu späte (Blühende),

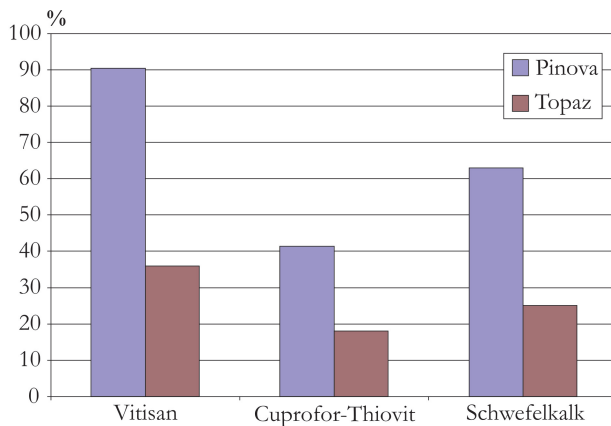


Abb. 10: Früchte mit Faulstellen nach ca. fünfmonatiger Kühllagerung in % (Winter 2007/2008)

nicht ausreichend wirksame Applikation eines Azadirachtin-Präparates. Schäden durch Apfelschalenwickler betrafen etwa 5 % aller Früchte im Bio-Quartier. Fraßschaden durch diverse andere Raupenarten, in erster Linie Frostspanner, war mit 17 bis 27 % zwar eine Hauptursache für Schalenfehler bei Bio-Früchten, mit 7 bis 15 % solcher Schadenssymptome waren aber auch IP-Früchte überraschend stark betroffen. Dass trotz Ausnutzung aller Bekämpfungsmöglichkeiten auf IP-Grundlage 2 bis 5 % der Früchte von Apfelwickler befallen waren, weist ebenso auf starken Apfelwicklerdruck hin wie das Ergebnis der Auszählung der Bio-Varianten: Trotz häufiger Granulosevirusbehandlungen in ca. zehntägigen Abständen und gleichzeitiger Anwendung der Verwirrungsmethode (nur gegen die erste Generation) wurde ein Verwurmungsgrad von 5 bis 12 % bestimmt. Stippe trat 2006 nur bei Bio-Topaz-Früchten stark in Erscheinung, da im Gegensatz zum IP-Quartier im Bio-Quartier keine stippevorbeugende Calcium-Spritzungen durchgeführt worden waren. Insgesamt lag der Anteil von Topaz-Früchten ohne Schalenfehler bei integrierter Produktion bei ca. 80 %, bei biologischer Produktion deutlich niedriger, zwischen 34 und 51 %. Dieses Ergebnis bestätigt die Resultate früherer Jahre (WURM und PIEBER, 2005). Unabhängig von der Produktionsweise färbte 'Topaz' in diesem Jahr spät und unzureichend aus. Mangelnde Ausfärbung blieb ein auf dieses Jahr beschränktes Phänomen. Wie in den Jahren zuvor bestätigte 'Topaz' seine Empfindlichkeit für Lagerfäulen, hauptsächlich Gloeosporium-Fäule, insbesondere bei Bio-Produktion. Die zusätzlichen Vitisan-Applikationen in einem Teil des Bio-Quartiers verbesserten die Lagerfähigkeit der To-

paz-Früchte nicht. Wie in den Jahren zuvor, handelte es sich bei dem Lagerversuch 2007 überwiegend um Befall durch Gloeosporium-Fäule. Der Befall der Bio-Früchte fiel dieses Jahr besonders hoch aus (Abb. 10), wobei 'Pinova' extrem und 'Topaz' stark betroffen waren. Wie im Jahr 2006 erwiesen sich die Sommerbehandlungen mit Vitisan als wirkungslos gegen Gloeosporium-Fäule. Die Schwefelkalkanwendungen schnitten nicht viel besser ab. Durch Kupferbehandlungen (Variante Cuprofor-Thiovit) konnte wie in den vorangegangenen Versuchsjahren die stärkste fäulnishemmende Wirkung erzielt werden. Bei 'Pinova' wurde im Vergleich zur Vitisan-Variante der Befall von 91 auf 41 %, bei 'Topaz' von 36 auf 18 % reduziert.

Innere Fruchtqualität

In den Jahren 2004 bis 2007 wurden bei 'Pinova', 'Topaz', 'Golden Delicious', 'Florina' und 'Goldrush' bei allen Varianten der Gehalt an gelöster Trockensubstanz und der Säuregehalt bestimmt. Die Ergebnisse bestätigten frühere Untersuchungen im Rahmen dieses Versuches (WURM et al., 2005). In allen Versuchsjahren konnte eine signifikante negative Korrelation zwischen Baumertrag und Gehalt an gelöster Trockensubstanz bzw. Baumertrag und Säuregehalt festgestellt werden. Im Jahr 2004 fruchteten im Bio-Quartier die Sorten 'Golden Delicious' und 'Florina' deutlich weniger, 'Topaz' etwas weniger stark als im IP-Quartier, nur 'Pinova' im Bio-Quartier brachte höhere Erträge als bei den IP-Varianten. Bio-Golden, Bio-Florina und Bio-Goldrush wiesen höhere Gehalte an gelöster Trockensubstanz als die entsprechenden IP-Varianten auf. Die Säuregehalte der Bio-Varianten waren bis auf 'Pinova' bei allen Sorten höher als die der IP-Varianten. 2005 fruchtete vor allem 'Golden Delicious' entsprechend dem Alternanzrhythmus im Bio-Quartier höher, was sich in signifikant niedrigeren Gehalten an gelöster Trockensubstanz und Säure niederschlug. Im folgenden Jahr wurden bei IP-Golden, IP-Florina und IP-Topaz deutlich höhere Erträge festgestellt. Deren Säuregehalte und Gehalte an gelöster Trockensubstanz lagen wie auch die von 'Goldrush' und 'Pinova' niedriger als die Gehalte der Bio-Varianten. 2007 fruchteten 'Pinova' und 'Topaz' im IP-Quartier, 'Golden Delicious' und 'Florina' im Bio-Quartier höher. Erwartungsgemäß zeigten sich bei Bio-Pinova und Bio-Topaz bzw. IP-Golden und IP-Florina höhere Säuregehalte und Gehalte an gelöster Trockensubstanz.

Auch der Sorteneinfluss war in allen Jahren signifikant. Die säurereichen Sorten 'Topaz' und 'Goldrush' heben sich von den säureärmeren Sorten 'Golden Delicious',

Tab. 3: Durchschnittlicher Säuregehalt berechnet als Weinsäure (g/l) von 2004 bis 2007 im Bio- und IP-Quartier (Mittelwerte einer Spalte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant)

	2004	2005	2006	2007
Golden	5,3 a	6,4 a	6,4 a	5,6 b
Pinova	6,3 b	6,5 a	7,3 b	4,3 a
Florina	7,0 b	6,3 a	8,2 cb	4,8 ab
Goldrush	8,0 c	12,8 b	7,6 bc	11,2 d
Topaz	11,1 d	11,3 c	10,0 d	9,2 c

Tab. 4: Durchschnittlicher Gehalt an gelöster Trockensubstanz in °Oechsle von 2004 bis 2007 im Bio- und IP-Quartier (Mittelwerte einer Spalte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant)

	2004	2005	2006	2007
Topaz	49,5 a	49,4 a	50,6 ab	52,5 a
Florina	53,5 b	51,3 ab	49,0 a	56,3 abc
Pinova	52,6 ab	52,5 b	51,3 b	54,0 ab
Golden	50,6 ab	52,6 b	51,3 b	58,5 c
Goldrush	52,5 ab	63,8 c	55,7 c	67,2 d

'Pinova' und 'Florina' immer deutlich ab (Tab. 3). Signifikant höheren Gehalt an gelöster Trockensubstanz weist 'Goldrush' auf, unterdurchschnittlich waren die Werte bei 'Topaz' (Tab. 4). Ein direkter Zusammenhang zwischen Baumstreifenbearbeitung oder Pflanzenschutzkonzept (IP, Bio) und dem Gehalt an gelöster Trockensubstanz konnte nicht festgestellt werden. Ein weiterer Untersuchungsschwerpunkt war die Bestimmung des Gesamtphenolgehalts sowie des Gehalts der einzelnen Phenolkomponenten. Alle Bio- und IP-Varianten der Sorten 'Goldrush' und 'Topaz' wurden in den Jahren 2004 bis 2007 analysiert. Folgende Zu-

sammenhänge konnten festgestellt werden: Der Gesamtphenolgehalt wird in erster Linie durch die Sorte festgelegt, der Unterschied zwischen den Sorten war signifikant, die Sorte 'Goldrush' wies jedes Jahr höhere Gehalte auf als 'Topaz' (Tab. 5). Der durchschnittliche Gehalt an Gesamtphenolen (berechnet als Kaffeesäure) und wichtigen Polyphenolen (Tab. 5) liegt innerhalb der für Apfelsäfte erwarteten Schwankungsbreite (RECHNER, 2000). Tendenziell lag im IP-Quartier der Gesamtphenolgehalt der Herbizid-Varianten in den Jahren 2005, 2006 und 2007 unter dem der Kompost- und mechanisch bearbeiteten Varianten (Tab. 6). Ein si-

Tab. 5: Durchschnittlicher Gehalt an Gesamtphenolen (berechnet als Kaffeesäure) und wichtiger Polyphenole von 2004 bis 2007 bei 'Topaz' und 'Goldrush' aus dem Bio- und IP-Quartier in mg pro Liter (Mittelwerte eines Inhaltsstoffs in einer Spalte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant)

		2004	2005	2006	2007
Gesamtphenole	Topaz	360 a	480 a	460 a	490 a
	Goldrush	550 b	700 b	570 b	700 b
Chlorogensäure ¹	Topaz	75 a	77 a	122 a	100 a
	Goldrush	137 b	180 b	109 a	244 b
Kaffeesäure ¹	Topaz	0,18	n.e.	0,33	2,7
	Goldrush	0,32	0,23	n.e.	0,45
Cumarsäure ¹	Topaz	0,19	0,71	0,23	0,22
	Goldrush	0,23	3,47	0,24	0,48
Epicatechin ²	Topaz	77 a	87 a	90 b	72 a
	Goldrush	105 b	99 b	78 a	108 b
Catechin ²	Topaz	9,6	15	49	33
	Goldrush	15,6	13	48	39
Phloricin ³	Topaz	9,2	8,5	9,4	8,1
	Goldrush	26,5	23,0	20,8	23,0
Hyperin ⁴	Topaz	4,0	5,0	2,7	4,3
	Goldrush	1,7	3,8	2,0	3,7
Isoquercitrin ⁴	Topaz	1,2	1,1	0,8	1,2
	Goldrush	1,5	2,9	2,8	3,7
Rutin ⁴	Topaz	1,8	1,0	1,5	2,8
	Goldrush	1,0	0,9	1,4	1,9
Avicularin ⁴	Topaz	1,1	0,6	0,6	0,9
	Goldrush	0,6	0,5	0,5	0,8
Quercitrin ⁴	Topaz	12,3	11,5	8,7	9,5
	Goldrush	9,2	12,3	9,1	14,0

¹ Hydroxyzimtsäurederivate² Flavan-3-ole³ Dihydrochalkone⁴ Flavonole

n.e. = Wert nicht erfasst

Tab. 6: Durchschnittlicher Gehalt an Gesamtphenolen (berechnet als Kaffeesäure), Chlorogensäure und Epicatechin in mg pro Liter bei 'Topaz' und 'Goldrush' von 2004 bis 2007 im IP-Quartier mit unterschiedlicher Baumstreifenbehandlung (Herb. = Herbizid, Mech. = mechanische Bearbeitung, Komp. = Kompost mit mechanischer Bearbeitung; Werte einer Sorte in einer Zeile mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant)

		Topaz			Goldrush		
		Herb.	Mech.	Komp.	Herb.	Mech.	Komp.
2004	Gesamt-Phenole	350 a	288 a	183 a	450 a	457 a	482 a
	Chlorogensäure	99 a	66 a	n.e.	126 a	124 a	131 a
	Epicatechin	90 a	70 a	61 a	92 a	107 a	108 a
2005	Gesamt-Phenole	434 a	552 a	478 a	550 a	683 a	633 a
	Chlorogensäure	70 a	77 a	84 a	124 a	171 b	180 b
	Epicatechin	77 a	83 a	84 a	72 a	97 ab	103 b
2006	Gesamt-Phenole	425 a	510 a	475 a	519 a	510 a	523 a
	Chlorogensäure	88 a	126 b	132 b	116 a	105 a	86 a
	Epicatechin	85 a	92 b	95 b	82 a	81 a	77 a
2007	Gesamt-Phenole	454 a	481 a	464 a	546 a	653 ab	721 b
	Chlorogensäure	96 a	96 a	93 a	218 a	259 a	247 a
	Epicatechin	67 a	72 a	65 a	93 a	111 a	109 a

n.e. = Wert nicht erfasst

gnifikant niedrigerer Phenolgehalt der Herbizidvariante konnte allerdings nur im Jahr 2007 bei der Sorte 'Goldrush' im Vergleich zur Kompostvariante errechnet werden. Unterschiedliche Pflanzenschutzkonzepte (Bio, IP) zeigten keinen eindeutigen Effekt auf den Gehalt an Gesamtphenol oder einzelnen Polyphenolen. Auch WEIBEL et al. (2004) fanden in manchen Jahren signifikante Sortenunterschiede, aber keinen sicheren Einfluss der Produktionsmethode, vermuteten allerdings einen synthesehemmenden Einfluss von Stress. Demgegenüber fanden GARNWEIDNER et al. (2007) in biologisch produzierten Apfelsäften höhere Gesamtphenolgehalte und höhere Werte an Chlorogensäure, Phloridzin, Catechin und Epicatechin als in konventionell hergestellten Säften. OBERMAYR (2006) stellt eine signifikante Reduktion von Catechin und Epicatechin in der Schale von 'Idared' unter Trockenstress fest. Im vorliegenden Versuch wurde in allen Versuchsjahren eine signifikante positive Korrelation zwischen dem Gesamtphenolgehalt und den Gehalten der drei Hauptphenolkomponenten Chlorogensäure, Epicatechin und Catechin beobachtet. Diese signifikante positive Korrelation besteht auch zwischen den drei Hauptkomponenten. Eine signifikante negative Korrelation wurde in den meisten Versuchsjahren zwischen Gesamtphenolgehalt und durchschnittlichem Fruchtgewicht, allerdings nur bei der Sorte 'Goldrush', errechnet. Nicht jedes Jahr signifikant und nicht immer bei beiden Sorten, sozusagen tendenziell, zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen dem Gesamtphenolgehalt, dem Gehalt an gelöster Trockensubstanz und dem Säuregehalt. Hingegen

konnte ein signifikant negativer Zusammenhang zwischen Gesamtphenolgehalt und Baumertrag beziehungsweise Fruchtzahl nur bei der Sorte 'Topaz' im Jahr 2007 nachgewiesen werden. Allerdings wurde auch in den anderen Versuchsjahren bei 'Topaz' eine nicht signifikante, aber negative Korrelation errechnet. Anders stellt sich die Situation bei 'Goldrush' dar. Bei dieser Sorte zeigte sich der Trend zu höherem Gesamtphenolgehalt mit zunehmender Fruchtzahl (signifikant positiver Zusammenhang in den Jahren 2004 und 2006). Die statistische Auswertung der mengenmäßig wichtigsten Einzelphenole Chlorogensäure und Epicatechin weist in die gleiche Richtung wie die Auswertung des Gesamtphenolgehalts. In allen Versuchsjahren (Ausnahme: Chlorogensäure im Jahr 2006) wurde ein signifikanter Sorteneinfluss festgestellt. Dabei liegen die Gehalte beider Phenole bei 'Goldrush' höher als bei 'Topaz'. Nur im Jahr 2006 lag der Epicatechingehalt von 'Topaz' über dem von 'Goldrush'. Bereits im Jahr 1991 konnten PEREZ-ILZARBE et al. (1991) mittels HPLC-Analyse Unterschiede in der Phenolzusammensetzung von fünf Apfelsorten nachweisen. Auch von VRHOVSEK et al. (2004) wurden bei der Untersuchung von neun Sorten deutliche sortenbedingte Unterschiede hinsichtlich der Gehalte an Gesamtphenolen, Hydroxyzimtsäuren, Flavanolen, Anthocyanen, Dihydrochalkonen und Flavonolen festgestellt.

Die Bestimmung weiterer Einzelphenole (Tab. 5) bestätigt die Ergebnisse der Gesamtphenolanalyse, wonach im IP-Quartier bei der Herbizidvariante niedrigere Phenolgehalte beziehungsweise keine eindeutigen Ef-

fekte bei den Pflanzenschutzkonzepten (IP, Bio) zu finden sind. Signifikant niedrigere Werte der Herbizidvariante wurden im Jahr 2005 bei 'Goldrush' und im Jahr 2006 bei 'Topaz' festgestellt (Tab. 6). Der Chlorogensäuregehalt ist in den meisten Jahren positiv mit dem Gehalt an gelöster Trockensubstanz korreliert. Der Zusammenhang zwischen den Gehalten der beiden Phenole und dem Ertrag bzw. der Fruchtzahl ist nur in den Jahren 2005 und 2007 signifikant negativ.

Schlussfolgerungen

Nach neun Ertragsjahren bestätigen die großen Ertragsdifferenzen zwischen den Sorten die Bedeutung der Sortenwahl für einen wirtschaftlich erfolgreichen Bio-Apfelanbau. Unter den gegebenen eher trockenen Anbaubedingungen als besonders für biologische Produktion geeignet erwiesen sich fruchtbare Sorten wie 'Goldrush', 'Pinova' oder 'Golden Delicious'. Der Schorfresistenz kommt als Auswahlkriterium nur eine untergeordnete Rolle zu. Unter Ausnutzung aller Produktionsmöglichkeiten, die der biologische Anbau bietet, insbesondere aller Pflanzenschutzmaßnahmen und optimierter mechanischer Baumstreifenpflege, kann das Ertragsniveau des integrierten Anbaus beinahe erreicht werden. Die Versuchsergebnisse weisen für die Zukunft des Bio-Apfelanbaus auf drei Problembereiche hin:

- 1) Trotz intensiver auch kombinierter Bekämpfung (Granulosevirus und Verwirrungsmethode 2006) des Apfelwicklers liegen die Befallswerte deutlich über denen integrierter Bekämpfungsmethoden. Andere ertrags- und qualitätsrelevante Schädlinge, wie Apfelblütenstecher, Mehlig Apfelblattlaus, diverse Raupenarten oder Apfelsägewespe, können bei biologischer Produktionsweise prinzipiell ausreichend in Schach gehalten werden.
- 2) Können auch Ertragsausfälle durch Krankheiten oder Schädlinge unter den derzeitigen Bio-Produktionsbedingungen weitgehend vermieden werden, so muss dennoch im Vergleich zu IP mit einem deutlich höheren Anteil an Früchten mit Schalenfehlern gerechnet werden. Der prognostizierte starke Anstieg der heimischen Bio-Apfelmenge wird wohl dazu führen, dass zukünftig wie bei IP-Ware nur mehr (beinahe) schalenfehlerfreie Früchte (Handelsklasse 1) über den Frischmarkt vermarktet werden können.
- 3) Der dritte Problembereich betrifft Lagerkrankheiten, in erster Linie Gloeosporium-Fäule, die bei empfindlichen Sorten, wie 'Pinova' und 'Topaz', zu hohen Aus-

fällen führen können. Einzig mit Kupfersommerbehandlungen kann der Befall bei diesen Sorten einigermaßen kontrolliert werden. Heißwasserbehandlungen sind zwar wirksam, aber teuer, und die nötigen Anlagen sind in der Praxis noch kaum verfügbar. Krankheiten wie Schorf, Mehltau oder der Rußflecken-/Fliegenschmutzkrankheitskomplex stellen mit den Bekämpfungsmöglichkeiten laut EU Verordnung 2092/91 (EU, 1991) selbst bei empfindlichen Sorten im Trockengebiet ein durchaus kalkulierbares und bewältigbares Anbau-risiko dar.

Ein weiterer Problembereich für die biologische Apfelproduktion könnte sich künftig auf Grund der raschen Ausbreitung von Feuerbrand mittlerweile auch in Intensivanlagen ergeben, da im Gegensatz zu integrierter Produktion Streptomycinanwendungen grundsätzlich nicht in Frage kommen. Für die Vermarktung von Bio-Äpfeln könnte sich dieser Verzicht auf Antibiotika-Anwendung hingegen als Vorteil erweisen.

Die untersuchten Parameter der inneren Fruchtqualität, Gehalt an gelöster Trockensubstanz, Säuregehalt und Gehalt an phenolischen Substanzen sind in erster Linie über die Sorte beeinflussbar. Die Zucker- und Säuregehalte können, optimale Frucht reife vorausgesetzt, entsprechend dem „Menge/Güte-Gesetz“ durch Ertragsregulierung, die dem Standort, der Sorte und dem Erziehungssystem bzw. der Kronendimension angepasst ist, optimiert werden. Der Trend zu geringeren Phenolgehalten bzw. Gehalten an Chlorogensäure und Epicatechin bei Herbizideinsatz ist nicht jedes Jahr statistisch absicherbar. Nur auf Grund des Verzichts auf organisch-synthetische Pflanzenschutzmittel signifikant höhere Gehalte an geschmacks- und gesundheitsrelevanten Inhaltsstoffen zu erwarten, erscheint aufgrund der vorliegenden Ergebnisse als nicht realistisch.

Literatur

- EU (1991): Verordnung Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Anbau. Amtsblatt der Europäischen Union L 198 vom 22.7.1991: 1-15
- GARNWEIDNER, L., BERGHOFER, E., WENDELIN, S., SCHOBER, V. und EDER, R. 2007: Vergleich gesundheitsrelevanter Inhaltsstoffe in Apfelsäften aus biologischer beziehungsweise konventioneller Produktion. Mitt. Klosterneuburg 57: 108-115
- OBERMAYR, U. (2006): Changes of the antioxidant pool in apples caused by drought stress. - Diplomarb. Univ. Wien, 2006
- PEREZ-ILZARBE, J., HERNANDEZ, T and ESTRELLA, I. 1991: Phenolic compounds in apples: varietal differences. Z. Lebensm.-Unters. Forsch 192: 551-554
- RECHNER, A. (2000): Einfluss der Verarbeitungstechnik auf die Polyphenole und antioxidative Kapazität von Apfel-

- und Beerenobstsäften. - Giessen: Diss. Justus-Liebig-
Univ., 2000
- SCHILDBERGER, B., WURM, L. and KICKENWEIZ, M. 2008: Evaluation of an active mating disruption concept against codling moth (*Cydia pomonella*) under the aspects of different application systems and varieties. 13th Int. Conf. Cultivation Tech. Phytopathol. Probl. Organic Fruit-growing, p. 295-298. - Weinsberg: SLVA für Wein- und Obstbau, 2008
- VRHOSEK, U., RIGO, A., TONON, D. and MATTIVI, F. 2004: Quantitation of polyphenols in different apple varieties. *J. Agric. Food Chem.* 52: 6532-6538
- WEIBEL, F., WIDMER, A. und HUSISTEIN, A. 2004: Systemvergleichsversuch: Integrierte und biologische Apfelproduktion. Teil IV: Innere Qualität - Gehalt an antioxidativen Stoffen. *Schweiz. Z. Obst- und Weinbau* 140(19): 6-9
- WURM, L. und PIEBER, K. 2004: Leistungsprüfung verschiedener Apfelsorten bei biologischer und integrierter Produktion unter Berücksichtigung unterschiedlicher Baumstreifenpflege. Teil 1: Ertragsleistung. *Mitt. Klosterneuburg* 54: 159-185
- WURM, L. und PIEBER, K. 2005: Leistungsprüfung verschiedener Apfelsorten bei biologischer und integrierter Produktion unter Berücksichtigung unterschiedlicher Baumstreifenpflege. Teil 2: Äußere Fruchtqualität. *Mitt. Klosterneuburg* 55: 38-56
- WURM, L., HARMER, A., DARNHOFER, P. und LIPPITZ, M. 2005: Leistungsprüfung verschiedener Apfelsorten bei biologischer und integrierter Produktion unter Berücksichtigung unterschiedlicher Baumstreifenpflege. Teil 3: Innere Fruchtqualität und Lagerverhalten. *Mitt. Klosterneuburg* 55: 162-176

Manuskript eingelangt am 15. April 2008