



Forschungsbericht

Nr. 177

Innovatives Konzept für eine rückstandsfreie Apfelproduktion

Verfasser:

Christa Lankes (Bearbeiterin)

**Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Bereich
Pflanzen- und Gartenbauwissenschaften**

Herausgeber: Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Meckenheimer Allee 172 15, 53115 Bonn
Tel.: 0228 – 73 2285; Fax.: 0228 – 73 1776
www.usl.uni-bonn.de

Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
Bonn, August 2014

ISSN 1610-2460

Projektleitung: Prof. Dr. Georg Noga

Projektbearbeiter: Dr. agr. Christa Lankes

Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz,
Bereich Pflanzen- und Gartenbauwissenschaften
Auf dem Hügel 6
53121 Bonn

Zitiervorschlag:

LANKES, CH. und NOGA, G. (2014): Innovatives Konzept für eine rückstandsfreie Apfelproduktion. Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, Nr. 177, 28 Seiten

Inhaltsverzeichnis

- 1. Einleitung**
 - 1.1 Problemstellung/Wissensstand
 - 1.2 Zielsetzung

- 2. Material und Methoden**
 - 2.1 Material
 - 2.2 Methoden

- 3. Ergebnisse und Diskussion**

- 4. Zusammenfassung**

- 5. Schlussfolgerungen für die Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis**

- 6. Literaturverzeichnis**

- 7. Anhang**
 - 7.1 Projektbeteiligte und Partner
 - 7.2 Versuchsplan
 - 7.3 Spritzpläne

- 8. Konsequenzen für evtl. weitere Forschungsaktivitäten**

- 9. Mitteilung über evtl. schützenswerte Nutzungsrechte**

- 10. Liste über Veröffentlichungen**

- 11. Liste über Vorträge**

- 12. Liste über Pressemitteilungen**

- 13. Liste über Posterpräsentationen, Vorführungen und Demonstrationen**

- 14. Kurzfassung in Deutsch und Englisch**

1. Einleitung

In der integrierten Wirtschaftsweise stellt der chemische Pflanzenschutz einen wichtigen Produktionsfaktor zur Sicherung der Ertragsbildung und Fruchtqualität dar. Dabei wird der Verbraucherschutz durch gesetzliche Höchstmengenregelungen und entsprechende Kontrollen auf Erzeugerebene gewährleistet. Durch Orientierung der Pflanzenschutzmaßnahmen an den EU-Richtlinien zur Integrierten Produktion (IP) unter Wahrung guter fachlicher Praxis und Einhalten der Wirkstoffspezifischen Wartezeiten werden die Toleranzen der Höchstmengenvorgaben in der Handelsware nicht ausgeschöpft. Dennoch sieht sich die kontrolliert-integriert produzierende, obstbauliche Praxis derzeit konfrontiert mit Forderungen der abnehmenden Seite nach Früchten, deren Rückstandswerte weit unterhalb der gesetzlich geforderten Höchstmengen liegen.

Die naheliegende Alternative, auf ökologische Produktion umzustellen, birgt umfangreiche Produktions- und Absatzrisiken (Bravin und Kilchenmann, 2009). Wie Systemvergleiche zeigen konnten, die im Rahmen des ISAFRUIT Projektes, eines im sechsten Forschungsrahmenprogramm von der EU-Kommission finanzierten Kooperationsprogrammes mit 67 Partnern (www.isafruit.org) durchgeführt wurden, rechnen sich die geringeren Erträge, höheren Kosten der Kulturführung und erhöhten Lagerverluste nur bei entsprechend höheren Erzeugerpreisen. Dabei konnten vergleichende Untersuchungen in den Jahren 2006 bis 2008 noch von doppelten Erzeugerpreisen für ökologisch produzierte Äpfel ausgehen (Fricke und Görgens, 2009a). Inzwischen ist jedoch festzustellen, dass sich die Preise für Bio-Ware an den Preisen für konventionelle, kontrolliert-integriert produzierte Früchte orientieren und nur noch mit Aufschlägen von maximal 20 bis 30% zu rechnen ist (Urbanietz, 2010).

Durch eine umfassende internationale Meta-Studie ist bei tatsächlicher Vergleichbarkeit der Bewirtschaftungsform ein Ertragsunterschied in Höhe von 34% zwischen ökologischen und konventionellen Systemen dokumentiert (Seufert et al., 2012). Daher besteht ein zunehmendes Interesse an Kombinationsstrategien. Auf internationaler Ebene gelten Hybrid-Systeme (hybrid organic-conventional agriculture) als innovativ und aussichtsreich, insbesondere zur Umsetzung von Nachhaltigkeitszielen (Reganold, 2012).

Vor diesem Hintergrund sah sich das Kompetenzzentrum Gartenbau (KoGa) mit seinen Partnern in Forschung und Versuchswesen gefordert, ein innovatives Konzept für eine rückstandsfreie Apfelproduktion zu entwickeln, insbesondere für die Apfelproduzenten, die nach IP-Richtlinien produzieren und über den Großhandel vermarkten. Die Konzeption zielte darauf ab, durch chemische Pflanzenschutzmaßnahmen nach IP-Richtlinien bis zu entscheidenden Stadien in der Fruchtentwicklung die Ertrags- und Qualitätssicherung sowie die Kostenvorteile dieser Wirtschaftsweise zu nutzen. Dabei sollte durch entsprechend terminierte Umstellung auf Einsatz von im ökologischen Anbau verwendeten Mitteln eine rückstandsfreiheit der Früchte erreicht werden.

2. Material und Methoden

2.1 Material

Für die Untersuchungen wurde auf dem Campus Klein-Altendorf der Universität Bonn eine Versuchsparzelle genutzt, die im Frühjahr 2007 mit den Apfelsorten Braeburn, Elstar und Gala bepflanzt worden war (Baumabstand: 3,45 x 1,00 m). Die Sorten waren reihenweise hintereinander in Blocks mit jeweils vier Reihen angeordnet und die Blocks durch je eine Reihe der Sorte Golden Delicious getrennt (Versuchsplan siehe Anhang).

In dieser Parzelle waren bis 2010 Untersuchungen zur Praxistauglichkeit verschiedenfarbiger Hagelschutznetze durchgeführt worden. Vor der Nutzung für den Versuch zum Vergleich unterschiedlicher Pflanzenschutzstrategien musste die gesamte Parzelle mit einheitlich kristallfarbigem Hagelnetz ausgestattet werden. Die betriebsübliche Kulturführung nach den Richtlinien der kontrolliert-integrierten Produktion war einheitlich bis zur Umstellung der ökologischen Variante im Frühjahr 2011.

2.2 Methoden

Basierend auf den Erfahrungen aus einem Vorversuch auf einem Praxisbetrieb wurden zur Bestimmung eines geeigneten Umstellungszeitpunktes zwei Varianten mit zwei Kontrollen geprüft (Tab. 1). Dabei wurden die Bäume in Variante 1 während der gesamten Vegetationszeit mit Mitteln des ökologischen Anbaus behandelt. Die Varianten 2 und 3 stellten die Hybridvarianten dar, wobei die Umstellung zum Ende der Blühphase bzw. zum Ende des Ascosporenfluges des Schorfpilzes erfolgte. In Abhängigkeit von der Jahreswitterung wurde dabei in Variante 3 eine um vier bis fünf Wochen längere Behandlung mit Mitteln der integrierten Produktion durchgeführt (Tab. 2). In Variante 4 wurden ausschließlich chemisch-synthetische Mittel des kontrolliert-integrierten Anbaus verwendet.

Tab. 1: Innovative Pflanzenschutzstrategien zur Reduktion des Einsatzes von chemisch-synthetischen Fungiziden und Insektiziden.

| Variante | Abkürzung | Erläuterung |
|----------|-----------|---|
| 1 | Öko | durchgehend ökologischer Anbau (= Kontrolle ökologisch) |
| 2 | IP_BI_Öko | kontrolliert-integrierter Anbau bis Ende Blüte, danach chemisch-synthetische Fungizide und Insektizide ersetzt durch Mittel des ökologischen Anbaus |
| 3 | IP_AE_Öko | wie Variante 2, allerdings bis Ende des Ascosporenfluges des Schorfpilzes |
| 4 | IP | kontrolliert-integrierter Anbau (= Kontrolle integriert) |

Tab. 2: Zeitliche Abfolge der Behandlungen in den vier Varianten.

| Jan. | Feb. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. |
|---|------|---------------------|-------------|-----------------------------|------|------|-------------------------|------------|------|------|------|
| Winterruhe | | | Blüte | Frucht- und Triebwachstum | | | Ernte | Winterruhe | | | |
| | | Austriebs-spritzung | Blüten Beh. | Schutz von Blatt und Frucht | | | Nach-Ernte-Behandlungen | | | | |
| Variante 1: ausschließlich Mittel des ökologischen Anbaus | | | | | | | | | | | |
| Variante 2: IP-Mittel | | Öko-Mittel | | | | | | | | | |
| Variante 3: IP-Mittel | | | Öko-Mittel | | | | | | | | |
| Variante 4: ausschließlich Mittel der integrierten Produktion | | | | | | | | | | | |

Die Spritzpläne (siehe Anhang) wurden mit dem Pflanzenschutzdienst der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (LWK NRW) sowie der Obstbauberatung der LWK NRW und des Dienstleistungszentrums Ländlicher Raum Rheinpfalz (DLR RP) abgestimmt. Sie wurden in den drei Versuchsjahren konstant gehalten. Mit Rücksicht auf die Umsetzbarkeit der Ergebnisse in die Praxis wurden Wirkstoffe bevorzugt, für die noch eine möglichst lange Zulassungsdauer besteht. Bei der Auswahl der chemisch-synthetischen Mittel wurde deren Rückstandsverhalten beachtet, z.B. wurde zur Bekämpfung der Lagerkrankheiten nur ein Mal das Mittel Flint mit dem Wirkstoff Captan eingesetzt. Zur Reduktion des Insektizideinsatzes wurden zur Apfelwicklerbekämpfung in allen Varianten RAK3-Dispenser (Verwirrmethode) eingesetzt.

In den Varianten 2 bis 4 wurde der Baumstreifen durch Herbizid-Einsatz, in der „Öko“-Variante durch mechanische Bearbeitung unkrautfrei gehalten. Zur Pflanzenernährung wurden in den Varianten mit IP-Anteil Mineraldünger, in der „Öko“-Variante organische Dünger eingesetzt. Die Höhe der Düngergaben bzw. die verabreichten Nährstoffgehalte waren mengenmäßig identisch.

Während der Vegetationszeit wurden regelmäßige visuelle Bonituren auf Krankheits- und Schädlingsbefall durchgeführt.

Die Früchte wurden geerntet, sobald der Sorten- und Standortspezifische Streif-Index (Wurm et al., 2010) sowie eine marktgerechte Fruchtausfärbung erreicht waren. Dabei erfolgte die Probenahme (zwei Mischproben von je 2 kg je Variante und Sorte) für die Rückstandsanalysen in Praxisüblicher Weise durch einen externen Probenehmer im Auftrag der Landgard Obst und Gemüse GmbH & Co. KG, Bornheim. Die Analysen auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln

wurden ebenfalls in Praxisüblicher Weise durch die Landesuntersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen in Münster durchgeführt.

Zum Zeitpunkt der Ernte wurden die Früchte mithilfe einer automatischen Farbsortieranlage (Fa. Greefa, Typ MSE 2000 CPA4) nach Größe und Farbe sortiert. Nicht vermarktungsfähige Früchte mit Schäden wie Fruchtschorf, Berostung, Druckstellen, Fraßstellen, Kelchfäule oder Sonnenbrand wurden von Hand aussortiert. Dabei wurde die Vermarktungsfähigkeit nach den Standards der integrierten Produktion und den Anforderungen des Großhandels beurteilt.

Für die Untersuchungen an den Früchten kamen verschiedene Gerätesysteme zum Einsatz. Festigkeit, Zucker- und Säuregehalt wurden mit Hilfe eines Analyse-Roboters mit der Bezeichnung „Pimprenelle“ (Fa. Setop, Frankreich) bestimmt, wie bei Wurm et al. (2010) beschrieben. Für diese Messungen wurden von jedem zu untersuchenden Baum 20 Früchte entnommen. Die Bestimmungen von Festigkeit und Zuckergehalt erfolgten jeweils an einzelnen Früchten. Der Säuregehalt wurde im Saft der Mischprobe aus diesen 20 Früchten gemessen. Für die Bestimmung des Stärkeabbauwertes wurde die Lichtbox des Apfelreifetest-Systems (ART-LB, Fa. UP Umweltanalytische Produkte GmbH, Osnabrück) verwendet, wie bei Köhler (2000) beschrieben. Dazu wurden zehn Früchte pro Baum verwendet. Diese Fruchtqualitätsparameter wurden zum Zeitpunkt der Ernte, nach Lagerung unter kontrollierter Atmosphäre sowie einer anschließenden 14-tägigen Shelf-Life-Phase unter Raumtemperatur erfasst.

Alle Datenerhebungen zu Ertrag und Fruchtqualität erfolgten an zwölf Bäumen je Variante und Sorte ($n = 12$), die nach Homogenität in Wuchs und Behang ausgewählt worden waren. Diese Bäume befanden sich in den beiden Innenreihen der Blocks, um eine wechselseitige Beeinträchtigung der Varianten durch Abdrift von Pflanzenschutzmitteln auszuschließen.

Darüber hinaus wurden physiologische Untersuchungen zu Auswirkungen der Pflanzenschutzstrategien auf die Stressempfindlichkeit von Früchten und verschiedene Fluoreszenzindices von Blättern durchgeführt. Dabei wurden das Vorkommen von Sonnenbrand und die Auswirkungen von kontrollierten Hitzestressbehandlungen auf die Wasserverluste bei Früchten näher untersucht.

Für die Bonituren auf Sonnenbrandsymptome wurden jeweils alle Bäume der beiden Blockinnenreihen verwendet ($n = 44$ bzw. 48). Den Hitzestressbehandlungen wurden 16 Früchte je Variante und Sorte unterzogen. Die Behandlungen erfolgten in einem Licht-Thermostat über 24 Stunden, wobei der Temperaturtagesgang eines heißen Sommertages nachvollzogen wurde (Anstieg von 23 °C auf 38 °C (5 Stunden) und wieder Absenken auf 23 °C). Die Untersuchungen an den Blättern erfolgten an zwölf Bäumen je Variante und Sorte, wobei jeweils drei Blätter berücksichtigt wurden ($n = 36$). Dabei wurden mit Hilfe eines Fluoreszenzmessgerätes „Dualix Scientific“ (Fa. Force-A, Frankreich) der Flavonol-, Chlorophyll- und Nitrogen-Balance-Index bestimmt.

In der Vegetationszeit 2013 wurden von allen Varianten Blattproben entnommen zur Mineralstoffanalyse, die im Labor des Bereichs Pflanzenernährung durchgeführt wurden.

Statistische Verrechnungen erfolgten mit der Software PASW statistics (Version 20,0, SPSS Inc., Chicago, USA), der Vergleich der Mittelwerte mit Hilfe der Varianzanalyse (ANOVA).

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Rückstände

Die Rückstandsanalysen ergaben in allen Jahren für die Variante „IP“ (Kontrolle integriert) nur eine geringe Auslastung der Höchstmengen. Bei den nachgewiesenen Rückständen handelte es sich 2012 um den Wirkstoff Trifloxystrobin, der bei allen Sorten nachgewiesen wurde, bei den später reifenden jedoch in geringeren Konzentrationen. Bei den Sorten Gala und Braeburn wurden außerdem die Wirkstoffe Captan bzw. Folpet gefunden. Die Konzentrationen lagen jedoch nahe an der Detektionsgrenze. Im Jahr 2013 wurden lediglich Rückstände von Trifloxystrobin bei den Sorten Elstar und Gala gefunden.

Mit den Kombinations- bzw. Hybridstrategien wurde das Ziel der Rückstandsfreiheit in überzeugender Weise erreicht, denn in keiner Probe waren Rückstände nachweisbar. In allen Varianten wurden die Anforderungen des Groß- bzw. Lebensmitteleinzelhandels eingehalten. Dies entspricht den Ergebnissen eines vergleichbaren Versuchs, der in Österreich an alten Apfelsorten durchgeführt wurde (Wurm und Rühmer, 2011), sowie aus Versuchen der East Malling Research Station in Kent, UK, an den Sorten Cox, Gala, Bramley und Braeburn (Berrie and Cross, 2012), in Slovenien an den Sorten Elstar, Golden Delicious, Idared und Jonagold (Rozman et al., 2013) und in der Schweiz an den Sorten Golden Delicious, Topaz, Otava und Ariane (Naef et al., 2014).

Während der Vegetationszeit waren bei visuellen Bonituren weder Krankheits- noch Schädlingsbefall zu beobachten. Allerdings zeichnete sich sowohl die Vegetationszeit 2012 als auch 2013 durch einen Witterungsbedingt nur geringen Infektionsdruck aus. Damit konnte auch die Anzahl der Pflanzenschutzbehandlungen gering gehalten werden. Dies hat dazu beigetragen, dass auch in der IP-Variante die gesetzlich zulässigen Höchstmengen an Wirkstoffrückständen weit unterschritten wurden.

3.2 Ertrag und Fruchtqualität

Sowohl im Ertragsniveau als auch in der Reaktion auf die Pflanzenschutzstrategien waren deutliche Sortenunterschiede zu erkennen. Die Pflanzenschutzstrategien hatten 2012 bei der Sorte Elstar keinen Einfluss, weder auf den Gesamtertrag, noch auf den vermarktungsfähigen bzw. nicht vermarktungsfähigen Einzelbaumertrag (Abb. 1). Bei 'Gala' und 'Braeburn' zeigten

sich in allen Ertragskomponenten höhere Mengen mit zunehmendem IP-Anteil in der Pflanzenschutzstrategie. Dabei waren die höheren Erträge sowohl auf höheren Behang als auch auf höhere Einzelfruchtgewichte zurückzuführen. Bei 'Braeburn' konnte ein Mittelwertsvergleich nur für die nicht vermarktungsfähigen Ertragsanteile durchgeführt werden. Hier zeigte sich ein deutlicher Unterschied zwischen der Öko-Variante und den Varianten mit IP-Anteil. Bei den Werten der anderen Ertragskomponenten waren die Voraussetzungen zur Durchführung der ANOVA nicht gegeben. Zwischen den Varianten „IP“ und „IP_AE_Öko“ waren Ertragsunterschiede von +4 bis -10% zu verzeichnen. Vergleichbare Sortenspezifische Auswirkungen der Pflanzenschutzstrategie wurden auch in einem Versuch in Slovenien beobachtet, bei dem die integrierte Produktion mit einer der Variante „IP_AE_Öko“ entsprechenden Pflanzenschutzstrategie verglichen wurde. Dabei zeigten sich bei 'Elstar' in drei aufeinanderfolgenden Jahren (2008 bis 2010) keine signifikanten Ertragsunterschiede, während bei 'Idared', 'Jonagold' und 'Golden Delicious' jahresabhängig wechselnde signifikante Ertragsminderungen im Umfang von 4 bis 9% beobachtet wurden (Rozman et al., 2013).

Nicht vermarktungsfähige Früchte (Abb. 1, schwarzer Säulenteil) wiesen vor allem Schorfbefall und Berostung auf. Die Ausfärbung der Früchte war sortentypisch und marktgerecht. Mit zunehmendem IP-Anteil nahm der Anteil an Früchten mit einer Ausfärbung von 75 bis 100% der Fruchtoberfläche ab. Bei ausschließlicher Verwendung von Präparaten des ökologischen Anbaus war die Fruchtausfärbung am besten (Abb. 8).

Im Jahr 2013 wurde bedingt durch Spätfröste vor allem bei 'Elstar' nur ein geringeres Ertragsniveau erreicht (Abb. 2). Bei allen drei Sorten waren in allen Ertragskomponenten (Einzelbaumertrag, Einzelfruchtgewicht, Anzahl Früchte je Baum, Anteil Früchte der Handelsklasse I, Anteil Früchte > 70 mm) starke Schwankungen von Baum zu Baum zu verzeichnen. Lediglich bei der Sorte Gala konnten signifikante Einflüsse der Pflanzenschutzstrategie auf den Behang (Anzahl Früchte je Baum) nachgewiesen werden (Abb. 3). Die Tendenz zu steigenden Erträgen bei abnehmender Ausfärbung mit zunehmendem IP-Anteil in der Pflanzenschutzstrategie war auch im dritten Versuchsjahr ausgeprägt.

Im Hinblick auf Reife und Qualität der Früchte waren zum Erntezeitpunkt vor allem Sortentypische Unterschiede nachzuweisen (Abb. 4). Bei allen Sorten wies die ökologische Variante den geringsten Stärkeabbauwert auf. Dies deutet auf eine verzögerte Abreife hin. Bei 'Braeburn' war eine deutliche Gruppierung der Pflanzenschutzvarianten zu erkennen, mit einer Kopplung von geringem Stärkeabbau und niedrigem Zuckergehalt bei den Varianten „Öko“ und „IP_BI_Öko“ sowie erhöhtem Stärkeabbau und höherem Zuckergehalt bei den Varianten „IP_AE_Öko“ und „IP“. Bei 'Gala' und 'Elstar' ließen sich die Varianten vor allem bezüglich des Stärkeabbaus gruppieren mit einem deutlichen Abstand zwischen den Varianten mit IP-Anteil und der „Öko“-Variante. Dies lässt eine reifefördernde Wirkung der Pflanzenschutzvarianten mit IP-Anteil vermuten.

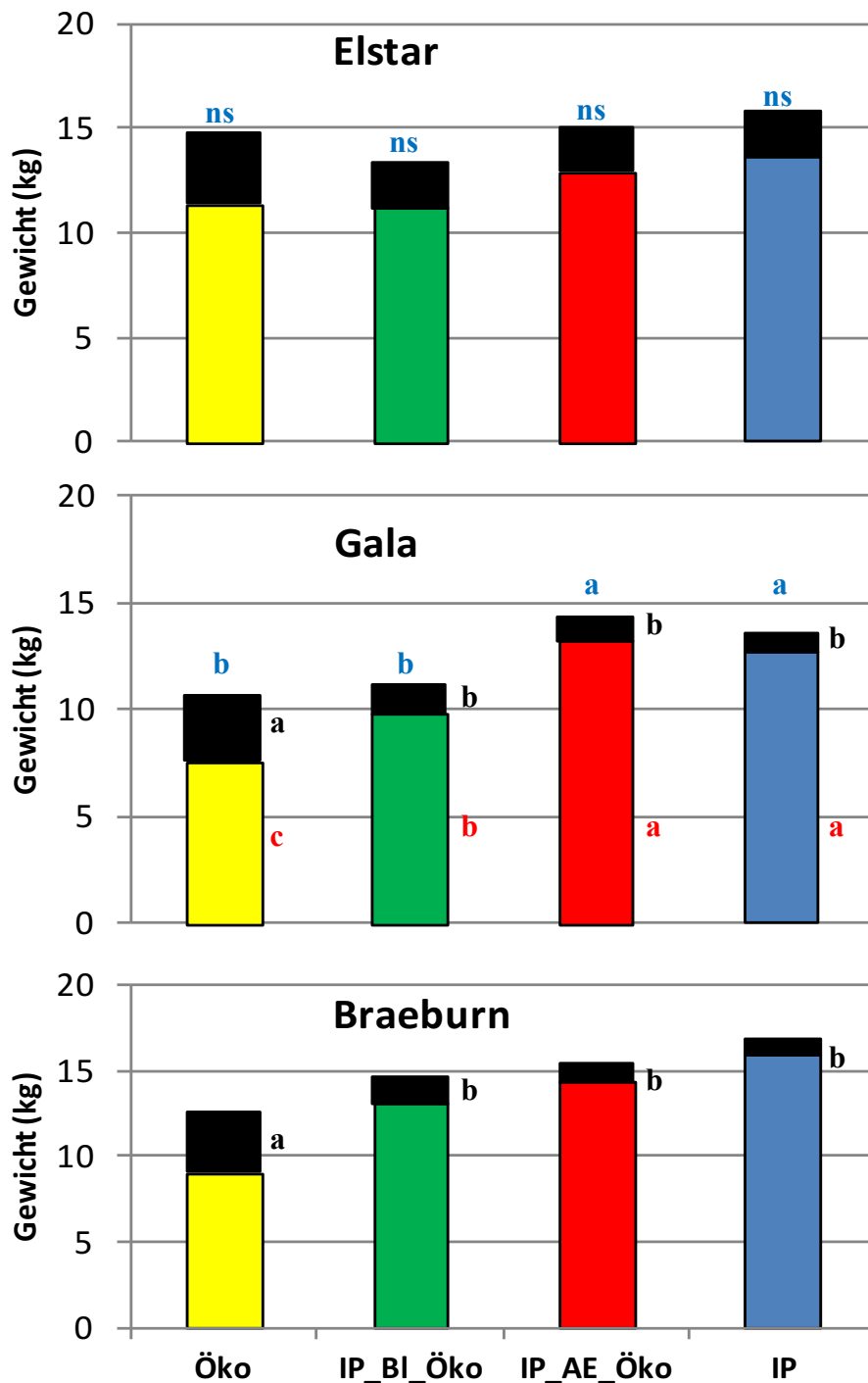


Abb. 1: Einfluss von vier verschiedenen Pflanzenschutzstrategien auf den Einzelbaumertrag (schwarz: nicht vermarktungsfähig; bunt: entspricht IP-Standards) bei drei Apfelsorten 2012 ($MW_{n=12}$) unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede an (blau: Gesamtertrag; schwarz: nicht vermarktungsfähige Früchte; rot: vermarktungsfähige Früchte; $p \leq 0,05$).

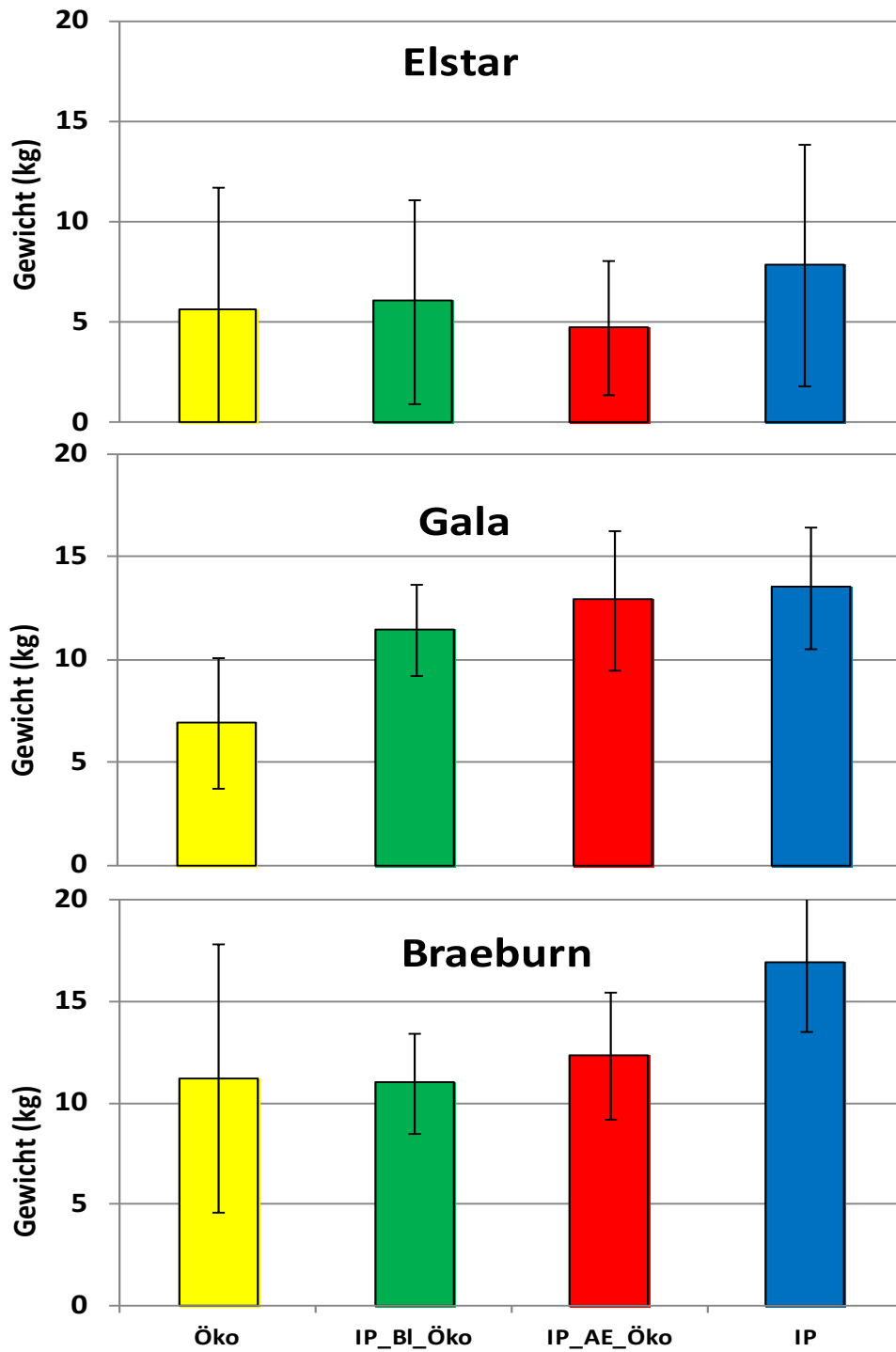


Abb. 2: Einfluss von vier verschiedenen Pflanzenschutzstrategien auf den Einzelbaumertrag nach IP-Standards bei drei Apfelsorten 2013 ($MW_{n=12} \pm SD$).

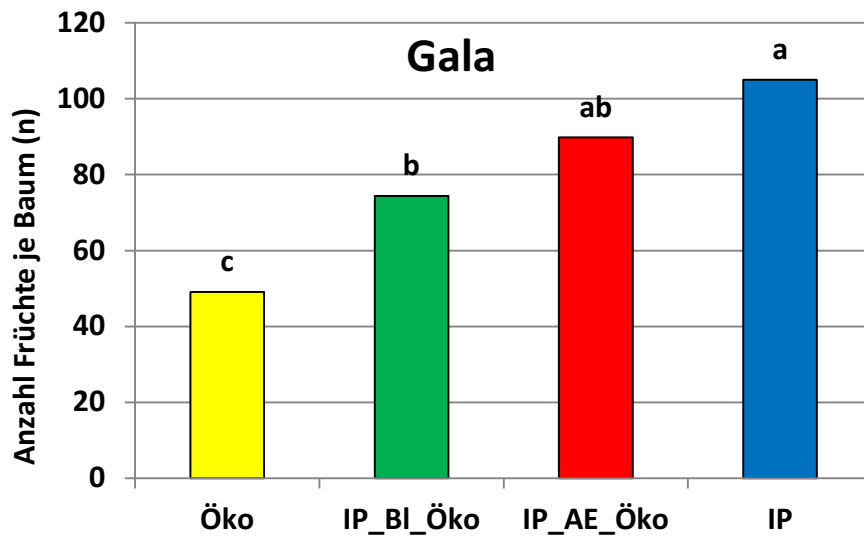


Abb. 3: Einfluss von vier verschiedenen Pflanzenschutzstrategien auf den Fruchtbehang bei der Apfelsorte Gala 2013 ($MW_{n=12}$). Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede an ($p \leq 0,05$).

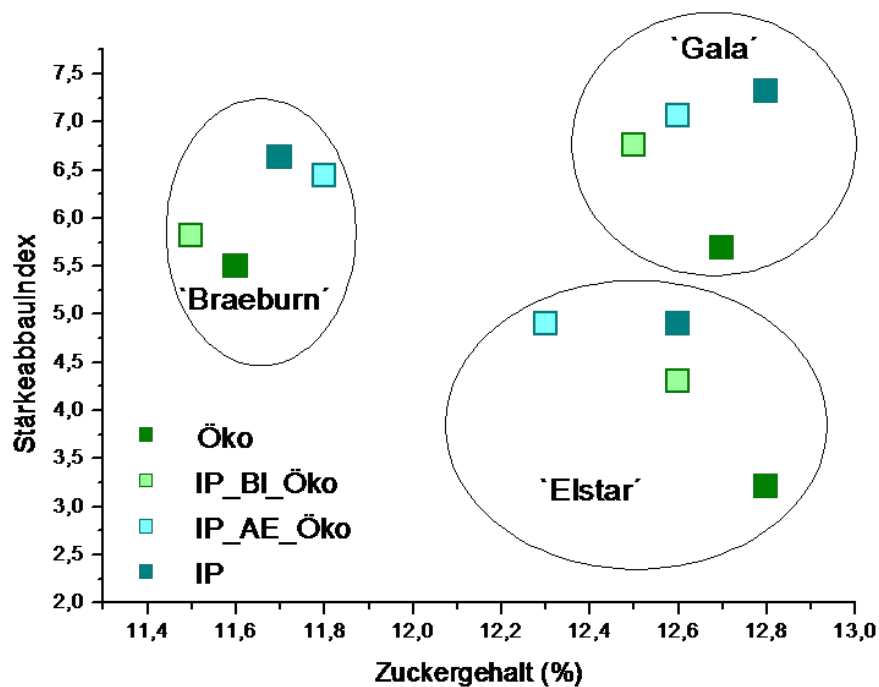


Abb. 4: Zuckergehalt und Stärkeabbau bei drei Apfelsorten unter dem Einfluss von vier Pflanzenschutzstrategien 2012.

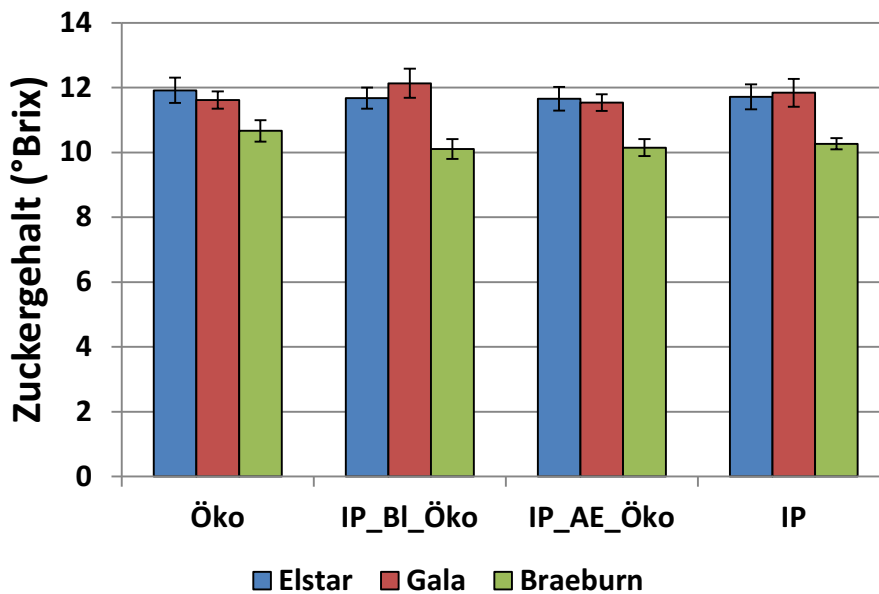


Abb. 5: Einfluss von vier verschiedenen Pflanzenschutzstrategien auf den Zuckergehalt von Früchten von drei Apfelsorten zum Erntezeitpunkt 2012 (MW_{n=240} ± SD).

Auch bei der Betrachtung von Festigkeit, Zucker- und Säuregehalten waren vor allem Sortenunterschiede zu erkennen. Dies wird hier am Beispiel der Zuckergehalte gezeigt (Abb. 5). Dabei wies 'Elstar' eine geringe Festigkeit, aber hohe Säure- und Zuckerwerte auf, 'Gala' hohe Festigkeit, niedrige Säure- und hohe Zuckergehalte. 'Braeburn' war durch hohe Festigkeit und Säurewerte bei niedrigen Zuckergehalten gekennzeichnet. Dies entspricht den Angaben in der Literatur (Wurm et al., 2010). Einflüsse der Pflanzenschutzstrategie waren 2012 und 2013 sowohl zum Erntezeitpunkt als auch nach Auslagerung oder Shelf-Life-Phase kaum zu erkennen (Abb. 6 und 7). Bei allen Sorten nahmen Festigkeit und Säure während der Lagerung und der anschließenden Shelf-Life-Phase ab, der Zuckergehalt stieg an. Lediglich bei der Sorte Gala zeigten die Früchte aus der ökologischen Kontrolle eine leichte Tendenz zu erhöhten Zuckergehalten nach Lagerung und Shelf-Life-Phase (Abb. 6). Dies war 2013 bereits zum Erntezeitpunkt der Fall (Abb. 7). Gleichzeitig waren hier 2012 auch nach der Shelf-Life-Phase noch höhere Säurewerte zu beobachten. Dies deutet auf eine längere Haltbarkeit der Früchte dieser Variante hin. Allerdings war dies 2013 nicht mehr zu beobachten.

Diese inneren Fruchtqualitätsparameter wurden in vergleichbaren Versuchsanstellungen nicht geprüft (Berrie and Cross, 2012; Naef et al., 2014; Rozman et al., 2013; Wurm und Rührmer, 2011).

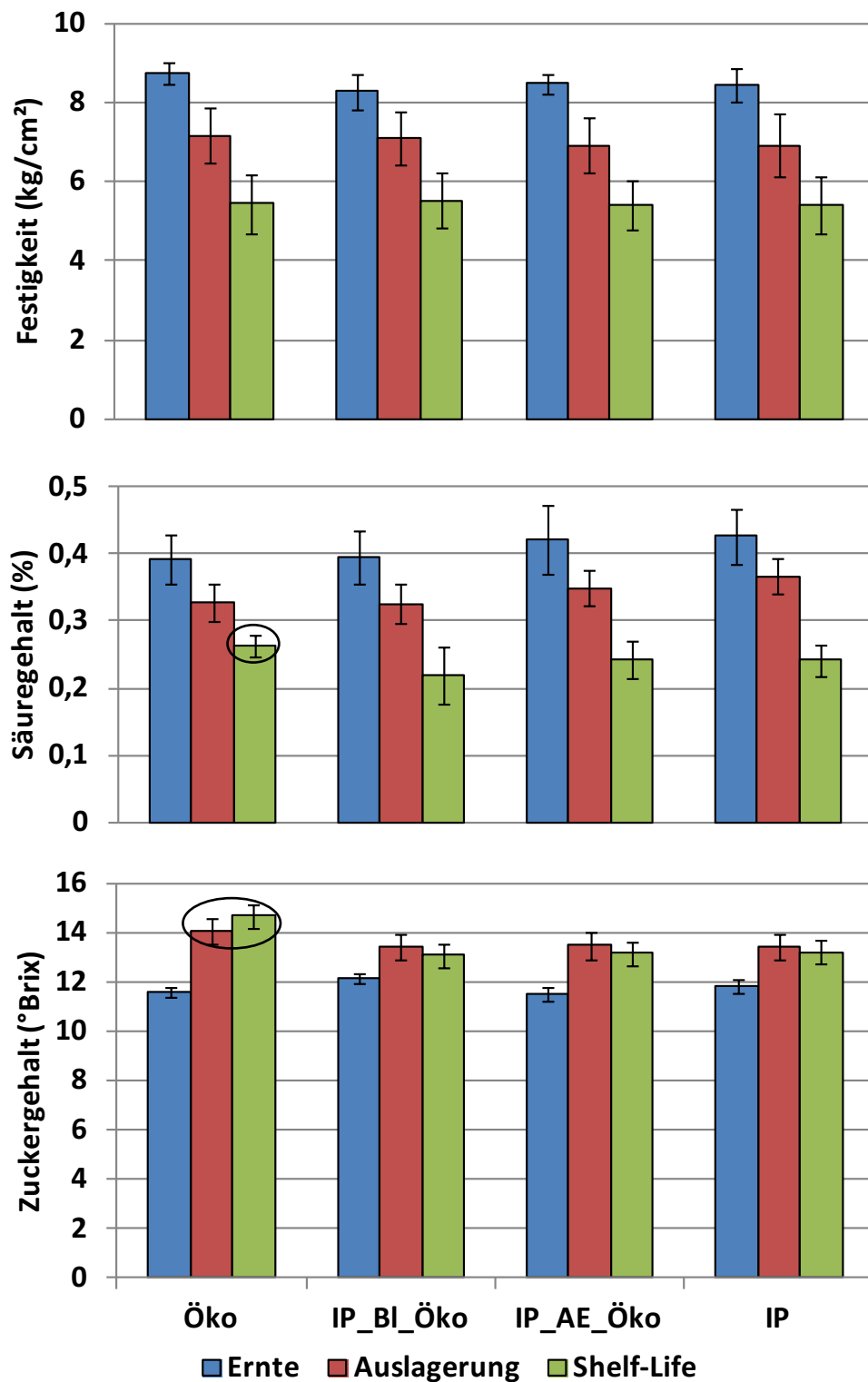


Abb. 6: Einfluss von vier verschiedenen Pflanzenschutzstrategien auf Festigkeit (oben, n = 240), Säure- (Mitte, n = 12) und Zuckergehalt (unten, n = 240) von Früchten der Apfelsorte Gala 2012 zum Erntezeitpunkt, nach Auslagerung sowie nach einer 14-tägigen Shelf-Life-Phase (MW \pm SD).

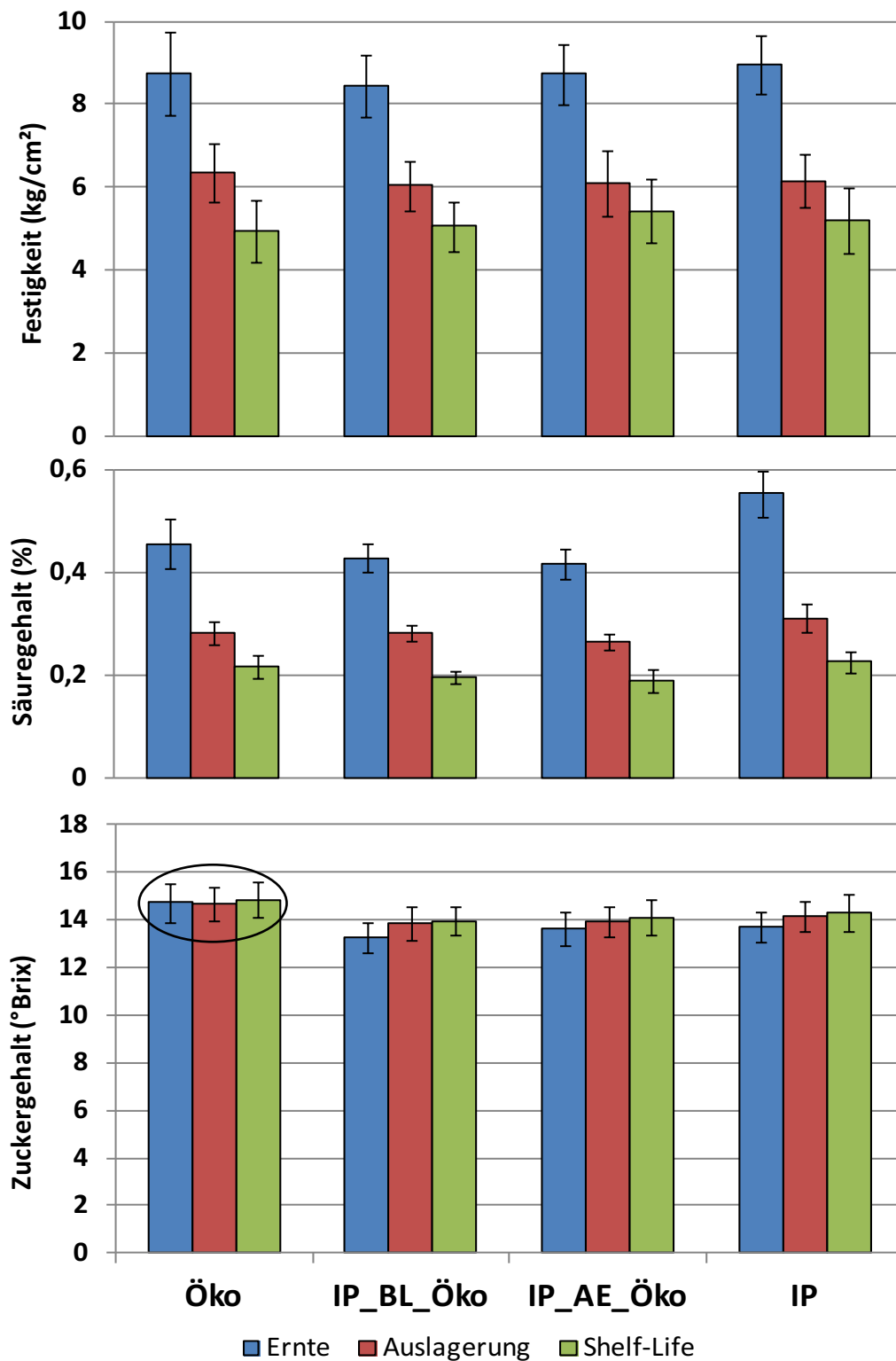


Abb. 7: Einfluss von vier verschiedenen Pflanzenschutzstrategien auf Festigkeit (oben, n = 240), Säure- (Mitte, n = 12) und Zuckergehalt (unten, n = 240) von Früchten der Apfelsorte Gala 2013 zum Erntezeitpunkt, nach Auslagerung sowie nach einer 14-tägigen Shelf-Life-Phase (MW \pm SD).

3.3 Physiologische Untersuchungen

3.3.1 Sonnenbrand

Im Versuchsjahr 2012 sind nur an wenigen Früchten Symptome von Sonnenbrand aufgetreten (Abb. 8). Die Sorten waren in unterschiedlichem Ausmaß betroffen. Während bei 'Gala' kein Sonnenbrand auftrat, zeigte 'Braeburn' deutlich mehr betroffene Früchte, und 'Elstar' wies die höchste Anzahl auf. Mit zunehmendem IP-Anteil in der Pflanzenschutzstrategie nahm die Anzahl an betroffenen Früchten zu (Öko < IP_BI_Öko < IP_AE_Öko < IP). Auch die Stärke der Symptome und das Auftreten von Nekrosen waren abhängig von der Variante.

Hier war ein Zusammenhang zur Fruchtausfärbung erkennbar. Bei den am besten ausgefärbten Früchten der Variante „Öko“ (Abb. 9) war nur an wenigen Früchten kleinflächiger photooxidativer Sonnenbrand aufgetreten, was auf die antioxidative Schutzwirkung von Pigmenten zurückzuführen ist. Dagegen waren unter dem Einfluss der Kombinationsstrategien großflächigerer photooxidativer Sonnenbrand sowie Nekrosen zu beobachten. Die stärksten Symptome an den meisten Früchten waren in der am geringsten ausgefärbten IP-Variante zu verzeichnen (Abb. 8 und 9). Damit wird auch hier die Schutzwirkung der Pigmente in der Fruchtschale gegen Sonnenbrand deutlich. Dieser Zusammenhang ist auch an der signifikant erhöhten UV-Absorption der Früchte in der Öko-Variante bei allen drei Sorten nachzuvollziehen (Abb. 10).

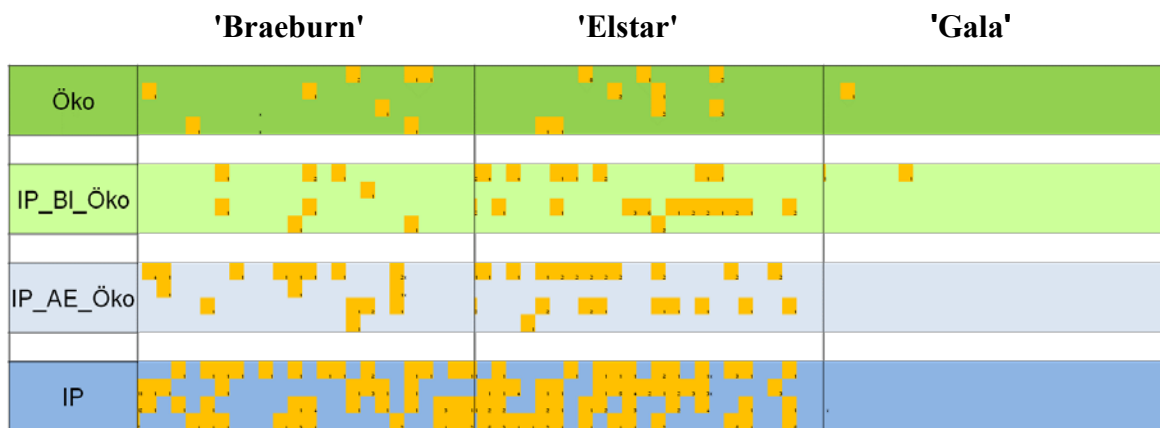


Abb. 8: Einfluss von vier verschiedenen Pflanzenschutzstrategien auf das Auftreten von Sonnenbrand bei drei Apfelsorten 2012 (die gelben Quadrate repräsentieren Einzel Früchte).

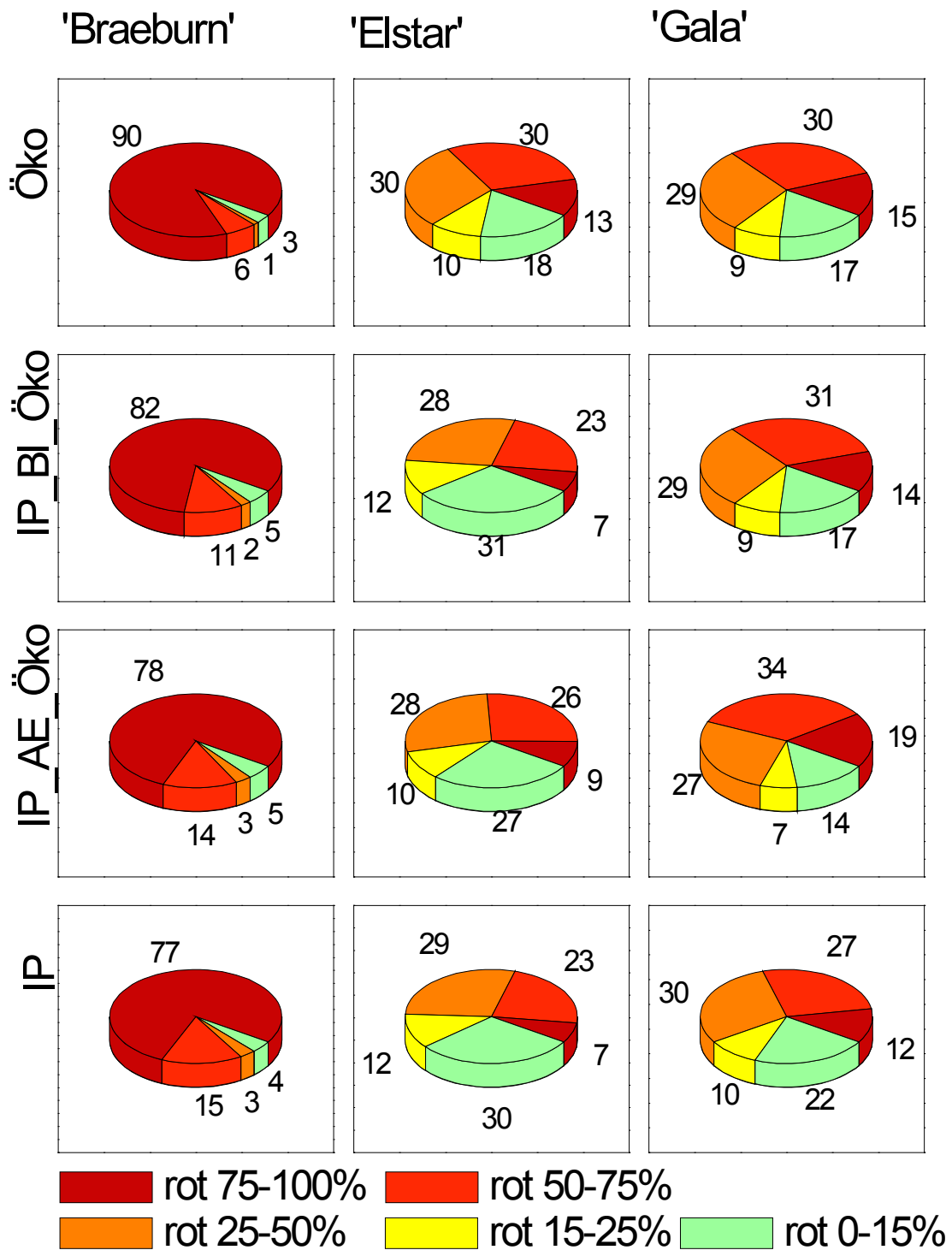


Abb. 9: Einfluss von vier verschiedenen Pflanzenschutzstrategien auf die Fruchtausfärbung (relative Anteile von Früchten mit unterschiedlicher prozentualer Rotfärbung der Fruchtoberfläche) bei drei Apfelsorten 2012.

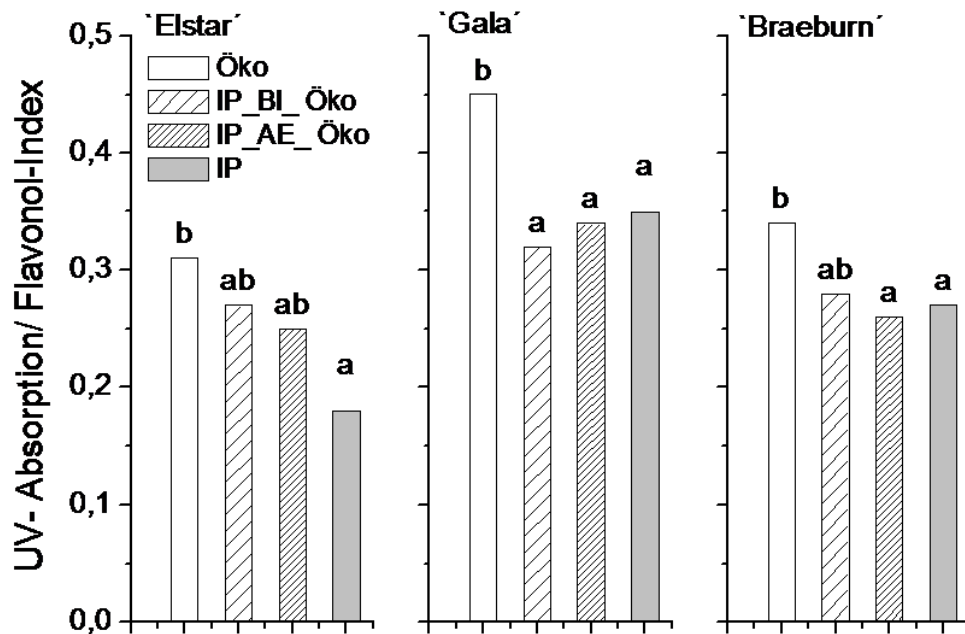


Abb. 10: Einfluss von vier verschiedenen Pflanzenschutzstrategien auf die UV-A-Absorption der Fruchtschale bei drei Apfelsorten 2012.

3.3.2 Hitzestress

Bei kontrollierter Hitzestressbehandlung reagierten die Sorten unterschiedlich (Abb. 11). Während bei 'Gala' kein Einfluss der Pflanzenschutzstrategie zu erkennen war, zeigten sich bei 'Elstar' mit zunehmendem IP-Anteil im Pflanzenschutzprogramm abnehmende Wasserverluste. Bei 'Braeburn' wies die IP-Variante die höchsten Wasserverluste auf. Damit konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Hitzestressempfindlichkeit und Auswirkungen des Pflanzenschutzprogrammes auf die Frucht aufgezeigt werden.

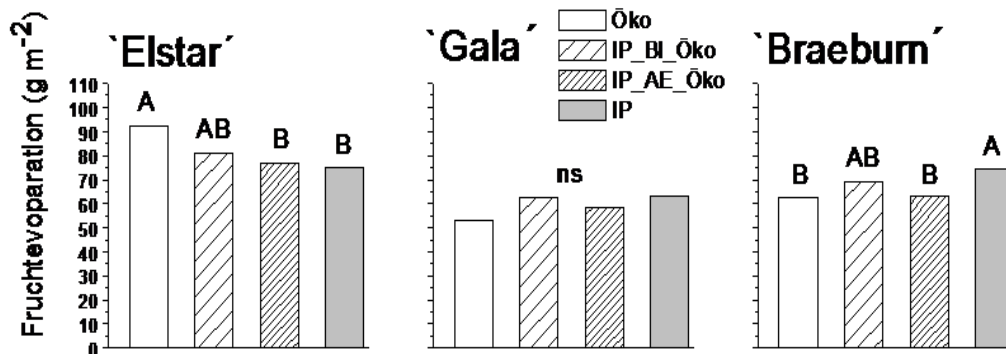


Abb. 11: Einfluss von vier verschiedenen Pflanzenschutzstrategien auf den Wasserverlust der Früchte bei kontrollierter Hitzestressbehandlung bei drei Apfelsorten 2012.

3.3.2 Blattindices

Die vier verschiedenen Pflanzenschutzstrategien zeigten deutliche Einflüsse auf verschiedene Blatteigenschaften (Tab. 3). Für drei Fluoreszenzindices sowie für die Größe der Blattfläche waren signifikante Unterschiede der Variante „Öko“ gegenüber den übrigen Varianten zu erkennen. Dagegen bestanden zwischen den Varianten mit IP-Anteil nur in wenigen Fällen Unterschiede.

Tab. 3: Einfluss von vier verschiedenen Pflanzenschutzstrategien auf den Flavonol (FLAV)-, Chlorophyll (CHL)- und Nitrogen-Balance (NB)-Index sowie die Blattfläche bei Blättern von drei Apfelsorten 2012.

| SORTE/ VARIANTE | US: FLAV- INDEX (Median_{n=36}) | CHL-INDEX (Median_{n=36}) | NB-INDEX (MW_{n=36}) | Blattfläche (cm²) (MW_{n=36}) |
|----------------------------|--|--|---|---|
| 'ELSTAR' | | | | |
| Öko | 0,70 a | 45 b | 64 B | 30 B |
| IP_BI_Öko | 0,72 a | 50 a | 76 A | 37 A |
| IP_AE_Öko | 0,54 b | 47a | 83 A | 36 A |
| IP | 0,58 b | 48 a | 82 A | 39 A |
| 'GALA' | | | | |
| Öko | 0,74 n.s. | 46 b | 61 B | 28 B |
| IP_BI_Öko | 0,66 n.s. | 48 b | 70 A | 37 A |
| IP_AE_Öko | 0,67 n.s | 50 a | 73 A | 38 A |
| IP | 0,69 n.s. | 47 b | 68 AB | 36 A |
| 'BRAEBURN' | | | | |
| Öko | 0,74 a | 44 c | 60 C | 23 B |
| IP_BI_Öko | 0,65 b | 53 b | 76 B | 29 A |
| IP_AE_Öko | 0,63 b | 56 a | 88 AB | 29 A |
| IP | 0,62 b | 56 a | 92 A | 27 A |

Die höheren Werte des Flavonol-Indexes der Öko-Variante deuten auf höhere Gehalte an sekundären Inhaltsstoffen hin. Dagegen lassen die geringeren Werte der Chlorophyll- und

Nitrogen-Balance-Indices auf geringere Chlorophyllgehalte und damit eine geringere Photosyntheseleistungsfähigkeit schließen. Auch die bei allen Sorten geringeren Blattflächen unterstützen die Vermutung einer geringeren Assimilationsleistung dieser Variante.

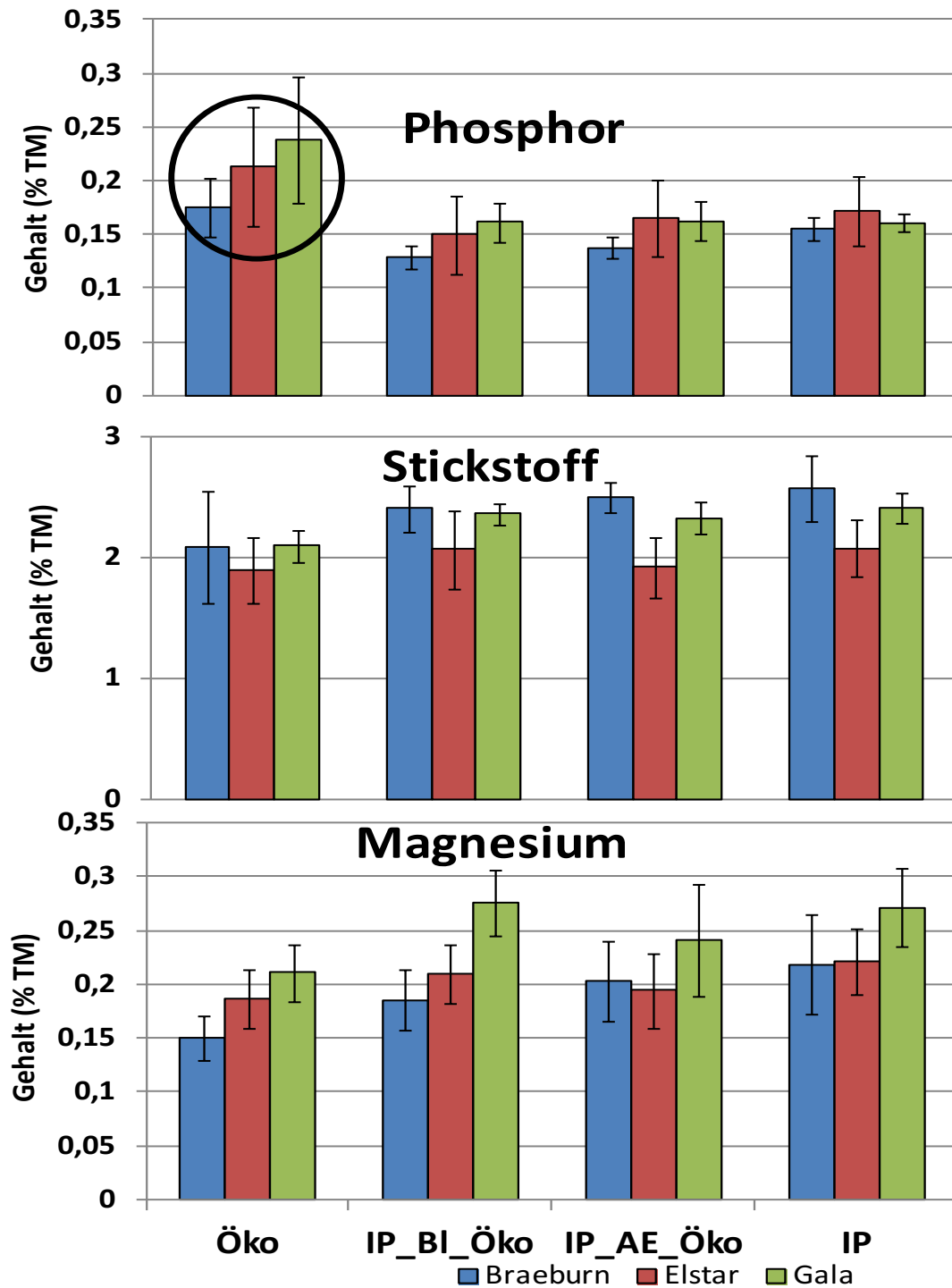


Abb. 12: Einfluss von vier verschiedenen Pflanzenschutzstrategien auf ausgewählte Mineralstoffe im Blatt bei drei Apfelsorten 2013 ($MW_{n=12} \pm SD$).

Die 2012 beobachteten Unterschiede zwischen den Bäumen der Variante „Öko“ zu den Varianten mit IP-Anteil bezüglich der Blatteigenschaften (Tab. 3) spiegeln sich wider in den Ergebnissen der 2013 durchgeführten Mineralstoffanalysen des Blattgewebes (Abb. 12). Trotz identischer Düngergaben zeigten die Sorten Braeburn und Gala in der „Öko“-Variante geringere Magnesium- und Stickstoffgehalte (N_{\min}), während diese Unterschiede bei 'Elstar' nicht zu verzeichnen waren. Bei allen drei Sorten wurden in der „Öko“-Variante erhöhte Phosphorgehalte analysiert, die auf Stress-Situationen des Blattes hindeuten. Diese Beobachtungen entsprechen den Unterschieden in der Ertragsleistung.

4. Zusammenfassung

In dreijährigen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass mit den gewählten Kombinations- bzw. Hybridstrategien das Ziel der Rückstandsfreiheit von Apfelfrüchten ohne erhöhten Krankheits- oder Schädlingsbefall der Bäume erreicht werden konnte. Allerdings kam es in Abhängigkeit von der Sorte zu Ertragsminderungen bei der verkaufsfähigen Ware um bis zu 23%, wenn die Umstellung auf Mittel des ökologischen Anbaus bereits nach der Blüte erfolgte. Bei Umstellung nach Ende des Ascosporenfluges war eine Ertragsminderung von nur maximal 10% zu verzeichnen. Reife und Qualität der Früchte waren sowohl zur Ernte als auch nach Lagerung und Shelf-Life-Phase in erster Linie sortenabhängig. Das galt auch für den Wasserverlust der Früchte bei kontrollierter Hitzestressbehandlung.

Unter dem Einfluss der Kombinationsstrategien war im Vergleich zur integrierten Kontrolle die Fruchtausfärbung verbessert und das Auftreten von Sonnenbrand reduziert.

Bezüglich der UV-A-Absorption der Fruchtschale, verschiedener Fluoreszenz-Indices der Blätter sowie der Blattfläche wurden vor allem Unterschiede zwischen der Öko-Variante und den Varianten mit IP-Anteil festgestellt. Diese Beobachtungen konnten durch die Ergebnisse von Blattmineralstoffanalysen unterstützt werden.

5. Schlussfolgerungen für die Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis

Unter den Witterungsbedingungen der dreijährigen Untersuchungsphase von 2011 bis 2013 am Versuchsstandort Campus Klein-Altendorf konnten auch mit dem Pflanzenschutzplan nach den Richtlinien der kontrolliert-integrierten Produktion die Anforderungen des Lebensmitteleinzelhandels an die Rückstandswerte der Früchte unterschritten werden. Unter Berücksichtigung der Kosten- und Ertragssituation (Tab. 4) stellt diese Variante damit für Anbauer mit ausschließlicher Vermarktung über den Großhandel die Pflanzenschutzstrategie mit der höchsten Vorzüglichkeit dar.

Eine Umstellung von chemisch-synthetischen Fungiziden und Insektiziden auf Mittel des ökologischen Anbaus nach dem Ende des Ascosporenfluges des Schorfpilzes hatte nur geringe sortenabhängige Ertragsveränderungen von + 4 bis – 10% zur Folge (Tab. 4). Bei verbesserter Fruchtausfärbung und geringerer Sonnenbrandneigung sowie nur geringer bzw. ohne Beeinträchtigung von Reife und Qualität der Früchte sowie der Leistungsfähigkeit der Blätter bietet diese Pflanzenschutzstrategie eine empfehlenswerte Alternative zur Produktion rückstandsfreier Äpfel insbesondere für Jahre mit hohem Schaderreger- und Schädlingsdruck. Allerdings ist dabei ein erhöhter Aufwand zu berücksichtigen. Nach Berechnungen durch die Beratung für Betriebs- und Arbeitswirtschaft des DLR RP lagen die Kosten für Pflanzenschutz sowie allgemeine Pflegearbeiten in diesem Projekt unabhängig von der Sorte bei der „IP_AE_Öko“-Variante um 8,9% über der „IP“-Variante; statt 3741 €/ha*a waren es in diesem Fall 4073 €/ha*a (Tab. 4). Daher kommen für eine Umstellung der Pflanzenschutzstrategie nur Sorten infrage, bei denen nur mit geringen Ertragsminderungen zu rechnen ist. In den vorliegenden Untersuchungen war dies die Sorte 'Elstar'. Weitere Sorten wären zu prüfen. Diese Strategie könnte vor allem von Direktvermarktern in Kombination mit einer entsprechenden Marketingstrategie zur Rechtfertigung angemessener Preise genutzt werden. Die Wirtschaftlichkeit der Prüfvariante 2 mit Umstellung von IP- auf Öko-Mittel zum Zeitpunkt „Ende Blüte“ ist zumindest für die geprüften Sorten nicht gegeben. Zu ähnlichen Einschätzungen kommen auch andere Versuchsansteller, die entweder anmerken, dass die ökologischen Vorteile einer solchen Strategie Premiumpreise rechtfertigen (Naef et al., 2014) oder aufgrund der erhöhten Produktionsrisiken geeignete Anreizsysteme nahelegen (Berrie and Cross, 2012). Für Anbaugebiete in Slovenien wurde ein notwendiger Preisanstieg von 0,02 €/kg für rückstandsfreie Äpfel berechnet (Rozman et al., 2013).

Tab. 4: Kosten für Pflanzenschutzmittel und Arbeitsmaßnahmen bei vier verschiedenen Pflanzenschutzstrategien

| Variante | Erträge an vermarktungsfähiger Ware (%) | | | Kosten | |
|-----------|---|-------|----------|--------|----------|
| | Elstar | Gala | Braeburn | (%) | (€/ha*a) |
| IP | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 3741 |
| IP_AE_Öko | 94,2 | 104,2 | 90,2 | 108,9 | 4073 |
| IP_Bl_Öko | 85,0 | 77,0 | 82,4 | 110,7 | 4141 |
| Öko | 83,8 | 59,1 | 56,5 | 114,2 | 4271 |

6. Literaturverzeichnis:

- Berrie, A. & J. Cross (2012). Producing apples free of pesticide residues. In Proceedings of the 9th International IOBC-WPRS Workshop on Pome Fruit Diseases at Hasselt, Belgium, 29 Aug. – 2 Sept. 2011. Ed. P. Creemers. IOBC/wprs Bulletin, 84, 305-314.
- Bravin, E. & A. Kilchenmann (2009). Improving profit, Organic or IP? New decision support tools. Poster, 4th ISAFRUIT General Assambly. Angers, France.
- Fricke, K. & M. Görgens (2009). Ergebnisse aus dem Isafruit-Projekt. Mitt. OVR 64: 154-158.
- Köhler, H. (2000). Einsatz des ART-Systems zur Reifebestimmung bei Kernobst. Erwerbs-Obstbau 42: 8-11.
- Naef, A., E. Bravin und L. Bertschinger (2014). Evaluation of Low-Residue Apple Crop Protection. Presentation, 29th International Horticultural Congress, Brisbane 17 – 22 Aug. 2014.
- Reganold, J. P. (2012). The fruits of organic farming, Nature 485: 176.
- Rozman, C., Tatjana Unuk, Karmen Pazek, M. Lesnik, J. Prisenk, A. Vogrin & S. Tojnko (2013). Multi Criteria Assessment of Zero Residue Apple Production. Erwerbs-Obstbau 55: 51-62.
- Seufert, V., N. Ramankutty, & J. A. Foley (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture, Nature 485: 229-232.
- Urbanietz, A. (2010). Pflanzenschutz und Anforderungen des Marktes im Fokus. Obstbau 5: 283-285.
- Wurm, L., Lafer, G., Kickenweiz, M., Rühmer, T. & L.Steinbauer (2010). Erfolgreicher Obstbau, Österreichischer Agrarverlag, Wien.
- Wurm, L., & T. Rühmer (2011). Pflanzenschutzstrategien bei alten Apfelsorten im Vergleich: Sind Rückstandsfreiheit und gute äußere Fruchtqualität vereinbar? Besseres Obst 9: 4-7.

7. Anhang

7.1 Projektbeteiligte und Partner

| | | |
|---|--|---|
| INRES Gartenbau- wissenschaft | Prof. Dr. G. Noga Dr. Christa Lankes P. Jung Dr. Iryna Tartachnyk Shouli Yusuf | Projektleitung Projektplanung und –durchführung Versuchsanstellung, Datenerhebung und – auswertung, Untersuchungen zu Frucht- und Blattindices |
| Pflanzenschutz- dienst NRW | Dr. A. Engel | Pflanzenschutzberatung (IP) |
| Dienstleistungs- zentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz | G. Baab M. Hellmann J. Zimmer Margret Wicke | Beratung zu Praxisrelevanten Aspekten, Pflanzenschutzberatung (IP), Pflanzenschutzberatung und Pflanzen- schutzmassnahmen (Öko) Arbeitswirtschaftliche Erhebungen und Kostenberechnungen |

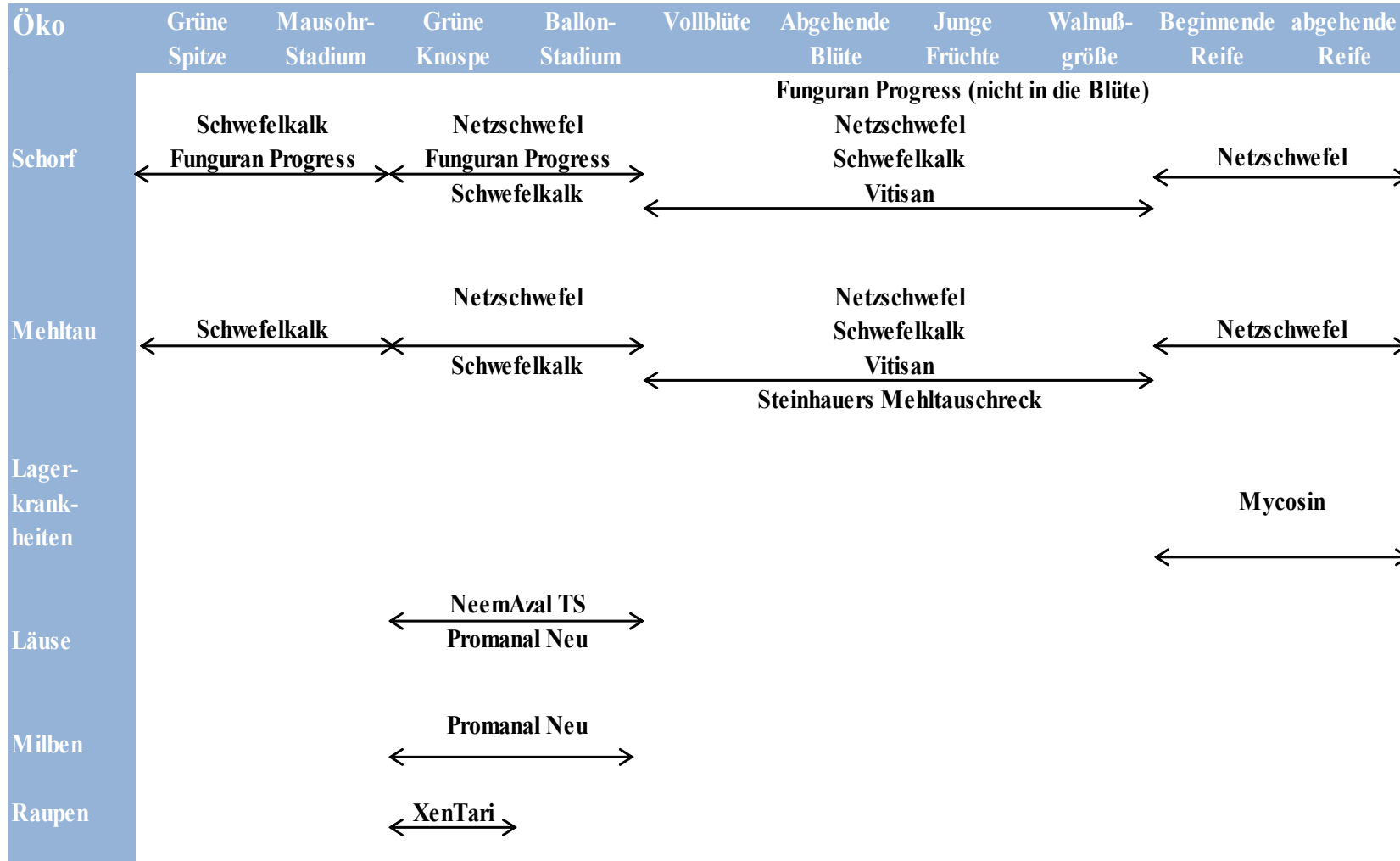
Die Projektleitung dankt allen Mitwirkenden für ihre wertvollen Beiträge zur erfolgreichen Durchführung dieses Projektes, insbesondere den technischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für die Pflege der Versuchspflanzen, Durchführung der Pflanzenschutzmaßnahmen, Ernte, Lagerung und Sortierung der Früchte sowie Beprobung, Analysen sowie Datenerfassung und -verarbeitung.

7.2 Versuchsplan

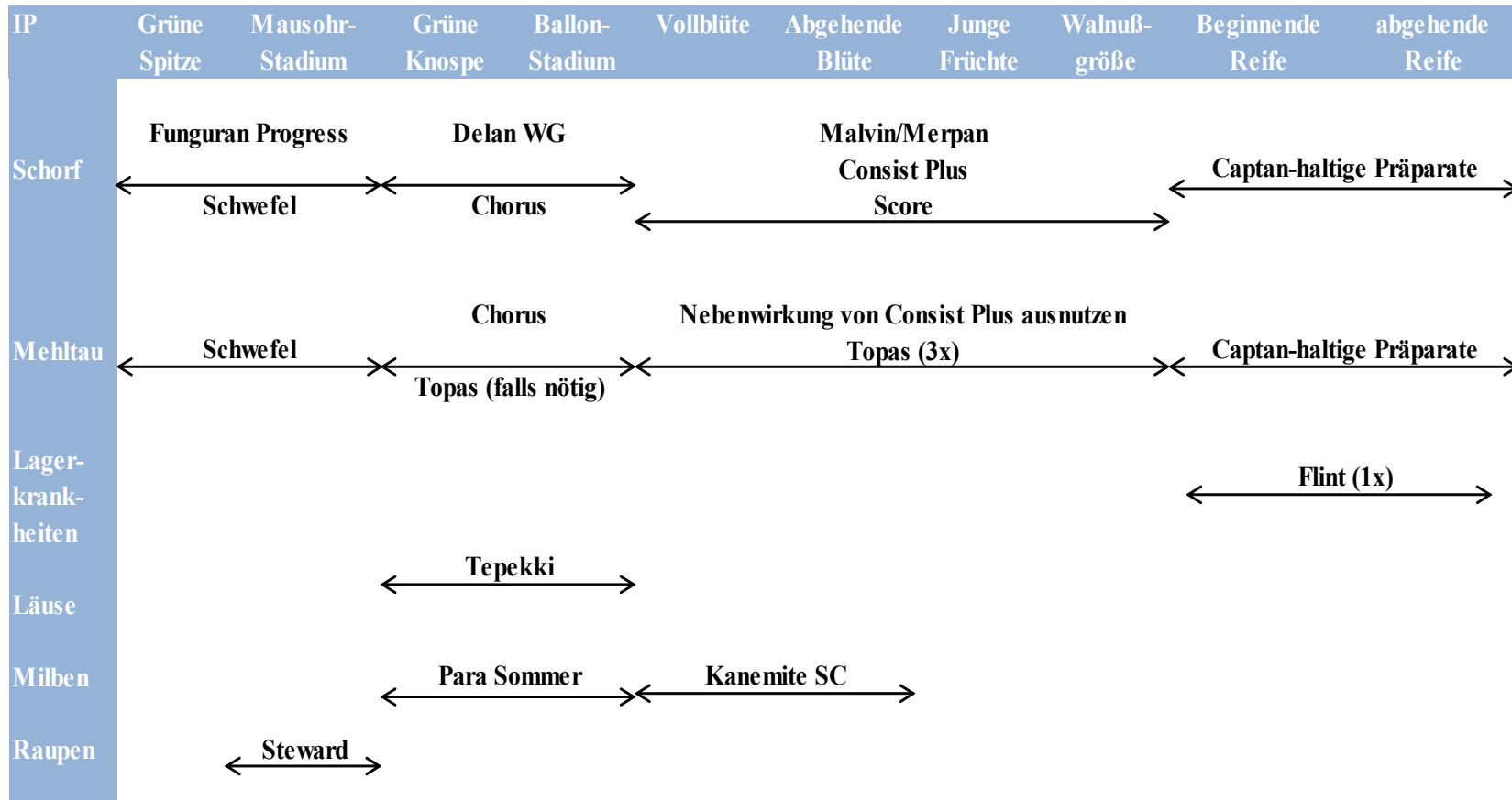
| 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|---------------------------------|------|------|------|-------|--------------------------|--------------------------|------|------|-------|------|--------------------------|------|------|-------|
| -1470 | -1331 | -1330 | -1191 | -1190 | -1051 | -1050 | -911 | -910 | -771 | -770 | -631 | -630 | -491 | -490 | -351 | -350 | -211 | -210 | -71 | -70 |
| -1468 | -1332 | -1328 | -1192 | -1188 | -1052 | -1048 | -912 | -908 | -772 | -768 | -632 | -628 | -492 | -488 | -352 | -348 | -212 | -208 | -72 | -68 |
| -1466 | -1334 | -1326 | -1194 | -1186 | -1054 | -1046 | -914 | -906 | -774 | -766 | -634 | -626 | -494 | -486 | -354 | -346 | -214 | -206 | -74 | -66 |
| -1464 | -1336 | -1324 | -1196 | -1184 | -1056 | -1044 | -916 | -904 | -776 | -764 | -636 | -624 | -496 | -484 | -356 | -344 | -216 | -204 | -76 | -64 |
| -1462 | -1338 | -1322 | -1198 | -1182 | -1058 | -1042 | -918 | -902 | -778 | -762 | -638 | -622 | -498 | -482 | -358 | -342 | -218 | -202 | -78 | -62 |
| -1460 | -1340 | -1320 | -1200 | -1180 | -1060 | -1040 | -920 | -900 | -780 | -760 | -640 | -622 | -500 | -482 | -360 | -342 | -220 | -202 | -80 | -60 |
| -1458 | -1342 | <i>Gala Mondial</i> | -1318 | -1178 | -1062 | -1038 | -924 | -898 | -782 | -758 | -642 | <i>Gala Mondial</i> | -504 | -478 | -362 | -340 | <i>Gala Mondial</i> | -200 | -82 | -58 |
| -1456 | -1344 | -1316 | -1204 | -1176 | -1064 | -1036 | -926 | -896 | -784 | -756 | -644 | -618 | -504 | -476 | -364 | -338 | -224 | -198 | -84 | -56 |
| -1454 | -1346 | -1314 | -1206 | -1174 | -1066 | -1034 | -928 | -894 | -786 | -754 | -646 | -616 | -506 | -474 | -366 | -336 | -226 | -196 | -86 | -54 |
| -1452 | -1348 | -1312 | -1208 | -1172 | -1068 | -1032 | -930 | -892 | -788 | -752 | -648 | -614 | -508 | -472 | -368 | -334 | -228 | -194 | -88 | -52 |
| -1450 | -1350 | -1310 | -1210 | -1170 | -1070 | -1030 | -932 | -890 | -790 | -750 | -650 | -612 | -510 | -470 | -370 | -332 | -230 | -192 | -90 | -50 |
| -1448 | -1352 | -1308 | -1212 | -1168 | -1072 | -1030 | -932 | -890 | -792 | -750 | -652 | -610 | -512 | -470 | -372 | -330 | -232 | -190 | -92 | -48 |
| -1446 | -1354 | -1306 | -1214 | -1166 | -1074 | -1028 | -934 | -888 | -794 | -748 | -654 | -608 | -514 | -468 | -374 | -328 | -234 | -188 | -94 | -46 |
| -1444 | -1356 | -1306 | -1216 | -1164 | -1076 | -1026 | -936 | -886 | -796 | -746 | -656 | -606 | -516 | -466 | -376 | -326 | -236 | -186 | -96 | -44 |
| -1442 | -1358 | -1304 | -1218 | -1162 | -1078 | -1024 | -938 | -884 | -798 | -744 | -658 | -604 | -518 | -464 | -378 | -324 | -238 | -184 | -98 | -42 |
| -1440 | -1360 | -1302 | -1220 | -1160 | -1080 | -1022 | -940 | -882 | -800 | -742 | -660 | -602 | -520 | -462 | -380 | -322 | -240 | -182 | -100 | -40 |
| -1438 | -1362 | -1300 | -1222 | -1158 | -1082 | -1020 | -942 | -880 | -802 | -740 | -662 | -600 | -522 | -460 | -382 | -320 | -242 | -180 | -102 | -38 |
| -1436 | -1364 | -1298 | -1224 | -1156 | -1084 | -1018 | -944 | -878 | -804 | -738 | -664 | -598 | -524 | -458 | -384 | -318 | -244 | -178 | -104 | -36 |
| -1434 | -1366 | <i>Elstar Michielsen</i> | -1226 | -1154 | -1086 | -1016 | -946 | -876 | -806 | -736 | -666 | <i>Elstar Michielsen</i> | -526 | -456 | -386 | -316 | <i>Elstar Michielsen</i> | -176 | -106 | -34 |
| -1432 | -1368 | -1294 | -1228 | -1152 | -1088 | -1014 | -948 | -874 | -808 | -734 | -668 | -594 | -528 | -454 | -388 | -314 | -248 | -174 | -108 | -32 |
| -1430 | -1370 | -1292 | -1230 | -1150 | -1090 | -1012 | -950 | -872 | -810 | -732 | -670 | -592 | -530 | -452 | -390 | -312 | -250 | -172 | -110 | -30 |
| -1428 | -1372 | -1290 | -1232 | -1148 | -1092 | -1010 | -952 | -870 | -812 | -730 | -672 | -590 | -532 | -450 | -392 | -310 | -252 | -170 | -112 | -28 |
| -1426 | -1374 | -1288 | -1234 | -1146 | -1094 | -1008 | -954 | -868 | -814 | -728 | -674 | -588 | -534 | -448 | -394 | -308 | -254 | -168 | -114 | -26 |
| -1424 | -1376 | -1286 | -1236 | -1144 | -1096 | -1006 | -956 | -866 | -816 | -726 | -676 | -586 | -536 | -446 | -396 | -306 | -256 | -166 | -116 | -24 |
| -1422 | -1378 | -1284 | -1238 | -1142 | -1098 | -1004 | -958 | -864 | -818 | -724 | -678 | -584 | -538 | -444 | -398 | -304 | -258 | -164 | -118 | -22 |
| -1420 | -1380 | -1282 | -1240 | -1140 | -1100 | -1002 | -960 | -862 | -820 | -722 | -680 | -582 | -540 | -442 | -400 | -302 | -260 | -162 | -120 | -20 |
| -1418 | -1382 | -1280 | -1242 | -1138 | -1102 | -1000 | -962 | -860 | -822 | -720 | -682 | -580 | -542 | -440 | -402 | -300 | -262 | -160 | -122 | -18 |
| -1416 | -1384 | -1278 | -1244 | -1136 | -1104 | -998 | -964 | -858 | -824 | -718 | -684 | -578 | -544 | -438 | -404 | -298 | -264 | -158 | -124 | -16 |
| -1414 | -1386 | -1276 | -1246 | -1134 | -1106 | -996 | -966 | -856 | -826 | -716 | -686 | -576 | -546 | -436 | -406 | -296 | -266 | -156 | -126 | -14 |
| -1412 | -1388 | -1274 | -1248 | -1132 | -1108 | -994 | -968 | -854 | -828 | -714 | -688 | -574 | -548 | -434 | -408 | -294 | -268 | -154 | -128 | -12 |
| -1410 | -1390 | <i>Braeburn Marirred</i> | -1250 | -1130 | -1110 | -992 | -970 | -850 | -830 | -712 | -690 | <i>Braeburn Marirred</i> | -550 | -432 | -408 | -292 | <i>Braeburn Marirred</i> | -152 | -130 | -10 |
| -1408 | -1392 | -1270 | -1252 | -1128 | -1112 | -990 | -972 | -848 | -832 | -710 | -692 | -570 | -552 | -430 | -412 | -290 | -272 | -150 | -132 | -8 |
| -1406 | -1394 | -1268 | -1254 | -1126 | -1114 | -988 | -974 | -846 | -834 | -708 | -694 | -568 | -554 | -428 | -414 | -288 | -274 | -148 | -134 | -6 |
| -1404 | -1396 | -1266 | -1256 | -1124 | -1116 | -986 | -976 | -844 | -836 | -706 | -696 | -566 | -556 | -426 | -416 | -286 | -276 | -146 | -136 | -4 |
| -1402 | -1398 | -1264 | -1258 | -1122 | -1118 | -984 | -978 | -842 | -838 | -704 | -698 | -564 | -558 | -424 | -418 | -284 | -278 | -144 | -138 | -2 |
| -1401 | -1400 | -1261 | -1260 | -1121 | -1120 | -982 | -980 | -841 | -840 | -702 | -700 | -562 | -560 | -422 | -420 | -282 | -280 | -142 | -140 | -1 |
| G. D. | IP | | | | G. D. | IP / Öko ab Ende Ascosporenflug | | | | G. D. | IP / Öko ab Beginn Blüte | | | | G. D. | Öko | | | | G. D. |

7.3 Spritzpläne

A. Spritzplan für die ökologische Kontrolle.



B. Spritzplan für die integrierte Kontrolle.



8. Konsequenzen für evtl. weitere Forschungsaktivitäten

Eventuelle weitere Forschungsaktivitäten sollten der Aufklärung der Ursachen der beobachteten Ertragsunterschiede und ihrer Einflussfaktoren gewidmet werden. Dadurch könnten Ansatzpunkte zu ihrer Überwindung gefunden werden.

9. Mitteilungen über eventuell schützenswerte Nutzungsrechte

nicht relevant

10. Liste über Veröffentlichungen

in Arbeit: Artikel in Fachzeitschriften ("Obstbau", "Gartenbauprofi")

11. Liste über Vorträge

29.11.2012 – Campustag Klein-Altendorf

15.07.2013 – Besuch Staatssekretär Dr. Griese am KOGA

01.10.2013 – Industrieverband Agrar (Lehrerfortbildung)

05.12.2013 – KOGA Beirat und Mitgliederversammlung

10.12.2013 – 13. Trier-Luxemburger Obstbautag

06.02.2014 – Rheinischer Obstbautag

15.05.2014 – Fruchthandelsverband

12. Liste über Pressemitteilungen

entfällt

13. Liste über Posterpräsentationen, Vorführungen und Demonstrationen

- a) Versuchs-Führung für Pflanzenschutzberater, 19.09.2012
- b) 48. Jahrestagung der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft, 27.02. – 02.03.2013: Poster „Entwicklung eines innovativen Konzeptes für eine rückstandsreduzierte Apfelproduktion (Jung, Lankes, Noga) und „Does organic management protect apple fruit from sunburn?“ (Yusuf, Tartachnyk, Schmitz-Eiberger, Lankes, Noga)
- c) Tag der offenen Tür, 30.06.2013 und Apfeltag in Klein-Altendorf, 30.08.2013: „Entwicklung eines innovativen Konzeptes für eine rückstandsreduzierte Apfelproduktion (Jung, Lankes, Noga)
- d) 49. Jahrestagung der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft, 05. – 08.03.2014: Poster „Ertragsunterschiede in Abhängigkeit zur Pflanzenschutzstrategie“ (Jung, Lankes, Noga)

- e) Lehre: Studentenfürungen je 1 im WiSe, 2 im SoSe, 1 Diplomarbeit (Zontek), 2 Bachelorarbeiten (Velarde, Mager) , 1 Seminararbeit (Mager), 2 Masterarbeiten (Mager, Fuzeau)

14. Kurzfassung

Die kontrolliert-integriert produzierende (IP), obstbauliche Praxis sieht sich derzeit konfrontiert mit Forderungen des Handels nach Früchten, deren Rückstandswerte weit unterhalb der gesetzlich geforderten Höchstmengen liegen. Vor diesem Hintergrund sah sich das Kompetenzzentrum Gartenbau (KoGa) mit seinen Partnern in Forschung und Versuchswesen gefordert, ein innovatives Konzept für eine Rückstandsfreie Apfelproduktion zu entwickeln. Die Konzeption zielte darauf ab, durch chemische Pflanzenschutzmaßnahmen nach IP-Richtlinien bis zu entscheidenden Stadien in der Fruchtentwicklung die Ertrags- und Qualitätssicherung sowie die Kostenvorteile dieser Wirtschaftsweise zu nutzen. Dabei sollte durch entsprechend terminierte Umstellung auf Einsatz von im ökologischen Anbau verwendeten Mitteln eine Rückstandsfreiheit der Früchte erreicht werden. Als Kontrollen dienten Pflanzenschutzmaßnahmen nach kontrolliert-integrierter bzw. ökologischer Wirtschaftsweise. Die Untersuchungen wurden auf dem Campus Klein-Altendorf der Universität Bonn an den Apfelsorten Braeburn, Elstar und Gala durchgeführt. Die Bäume befanden sich bei Versuchsbeginn 2011 im fünften Standjahr.

In den dreijährigen Versuchen wurde mit den Kombinationsstrategien das Ziel der Rückstandsfreiheit ohne erhöhten Krankheits- oder Schädlingsbefall erreicht. Dabei zeigten sich in Abhängigkeit von der Sorte höhere Erträge mit zunehmendem IP-Anteil in der Pflanzenschutzstrategie. Zwischen den Varianten „IP“ und „IP_AE_Öko“ waren Ertragsunterschiede von + 4 bis - 10% zu verzeichnen. Fortgeschrittener Stärkeabbau (bei allen drei Sorten) und erhöhte Zuckergehalte (bei 'Braeburn') ließen auf eine Reifefördernde Wirkung der Kombinationsstrategien schließen. Ausprägungen und Veränderungen der Fruchtreife- und Qualitätsparameter Festigkeit, Zucker- und Säuregehalte zum Zeitpunkt der Ernte, im Laufe der Lagerung sowie einer anschließenden Shelf-Life-Phase waren in erster Linie Sortenbedingt. Die Kombinationsstrategien zeigten nur geringe Auswirkungen. Bei ausschließlicher Verwendung von Präparaten des ökologischen Anbaus war die Fruchtausfärbung am besten und das Auftreten von Sonnenbrand am geringsten ausgeprägt. Dies steht in Zusammenhang mit der erhöhten UV-A-Absorption dieser Früchte. Auswirkungen der Pflanzenschutzstrategie auf Wasserverluste der Früchte infolge von kontrolliertem Hitzestress waren in Abhängigkeit von der Sorte unterschiedlich. Untersuchungen verschiedener Blatt-Indices ließen bei den Bäumen der ökologischen Variante höhere sekundäre Inhaltsstoffgehalte im Blatt vermuten. Gleichzeitig wurden geringere Chlorophyllgehalte und kleinere Blattflächen beobachtet. Dies ließ auf eine geringere Assimilationsleistung schließen.

Die Ergebnisse aus Mineralstoffanalysen des Blattgewebes unterstützen die Befunde zu verschiedenen Blattindices sowie zur Ertragsleistung in Abhängigkeit von der Pflanzenschutzstrategie.

Als Praxisrelevante Schlussfolgerung lässt sich aus diesen Ergebnissen ableiten, dass durch eine Umstellung von chemisch-synthetischen Fungiziden und Insektiziden auf Mittel des ökologischen Anbaus nach dem Ende des Ascosporenfluges des Schorfpilzes das Ziel der Rückstandsfreiheit bei Freiheit von Krankheiten und Schaderregern erreicht werden kann. Bei Sorten mit geringerer oder ohne Neigung zu Ertragsminderungen ist diese Empfehlung auch unter Berücksichtigung der erhöhten Kosten vertretbar, da Vorteile, wie z.B. verbesserte Fruchtausfärbung und geringere Sonnenbrandempfindlichkeit, damit verbunden sind. Insbesondere Direktvermarkter könnten davon profitieren, sofern sie durch eine entsprechende Marketingstrategie angemessene Preise realisieren können. Unter Berücksichtigung der Kosten- und Ertragssituation stellt die kontrolliert-integrierte Strategie, mit der während der dreijährigen Untersuchungen die Rückstandsanforderungen des Großhandels erreicht werden konnten, für die Produzenten mit ausschließlicher Vermarktung über den Großhandel die vorzüglichste Alternative dar.

Abstract

Integrated production is currently facing market demands for apple fruits that are free of pesticide residues or at least far below the permitted maximum levels. In this situation, the Center of Competence in Horticulture (KoGa) with its partners in fundamental and applied research was challenged to develop an innovative concept for an apple production free of pesticide residues. This conception aimed at the application of chemical fungicides and insecticides according to integrated plant protection up to crucial stages in fruit development in order to secure yield and quality and make use of the lower costs of this production system. By changing to the agents of organic production at different stages of flower and early fruit development, respectively, production of fruits without pesticide residues should be achieved. Crop protection measures according to integrated and organic production were applied as control treatments. Evaluation of the treatments was performed in an apple orchard with cvs. Braeburn, Elstar and Gala at Campus Klein-Altendorf of Bonn University. The trees were in their fifth leaf.

The results of three years of examination showed that with implementation of the hybrid strategies pesticide residues in the fruit could be avoided without increased incidence of pests or diseases. Depending on the cultivar, there was a tendency of higher yields, when increasing input of chemicals according to integrated production. Between the treatments "IP" and „IP_AE_Öko“ deviations in yield of + 4 to - 10% were observed. It was concluded from

advanced degradation of starch (in all three cultivars) and increased sugar content (in 'Braeburn') that the hybrid strategies accelerated maturation of the fruits. Characteristics and changes in parameters of fruit maturity and quality, e. g. firmness, contents of sugar and acids, at the time of harvest, during storage and after a fortnight's shelf-live-period were predominantly determined by the cultivar. The hybrid strategies only showed minor impact. When only agents of organic production were used, this resulted in best fruit coloration and least sunburn incidence. This is related to the elevated UV-A absorption potential of these fruits. Effects of the plant protection strategy on evaporation of the fruits after controlled heat stress treatment varied and depended on the cultivar studied. From investigations of different leaf indices it is supposed that the organic strategy led to higher secondary metabolites in the leaves. In parallel, lower contents of chlorophyll and smaller leaf blades were recorded. From that a lower potential assimilation rate can be assumed. Results of leaf analyses for minerals support the findings from leaf indices and yield performance as influenced by the plant protection strategy.

From these results conclusions relevant for commercial fruit production are derived: By changing application of chemical fungicides and insecticides to agents of organic production at the end of apple scab ascospore flight, residue-free fruits are achievable. With cultivars having no or only a small tendency to yield reductions this can be recommended despite elevated costs since it is accompanied by certain advantages, e. g. improved coloration of the fruits and less sensitivity to sun burn.

This is especially valuable for growers with their own marketing strategy allowing for appropriate prices. Taking into account the situation of costs and yield for the growers who sell to the wholesalers, the integrated production strategy is recommended as the preferable option.