

Pflanzenschutzmittelreduktion und Rückstandsminimierung im Kernobst

Beispiele zur Umsetzung anhand von Modellanlagen



Titelfoto

Hintere Anlage: rechts vorne: Standard (Hagelnetz), links vorne: Volleinnetzung (Hagelnetz mit Seitennetz)
rechts hinten: Regendach (Folienüberdachung), links hinten: Regendach mit Volleinnetzung (Folie und Seitennetz)
Vordere Anlage: LowResidue (Hagelnetz)

Impressum

Autor-en-innen	Ackermann Anja, BBZ Arenenberg Bravin Esther, Agroscope Hollensten Richard, LZSG Müller Urs, BBZ Arenenberg Proske Magdalena, KOB Bavendorf Reinhard Franziska, HSWT Schlachters Scheer Christian, KOB Bavendorf Zwahlen Diana, Agroscope
Realisierung	Hanhart Johannes, AGRIDEA
Layout	Stumpe Deborah, ©AGRIDEA, März 2021
Druck	druckidee · Mooswiesen 13/1 · D-88214 Ravensburg · T 0049 751-62106 · www.druckidee-abt.de

Inhaltsverzeichnis

Projektpartner	4
Assoziierte Partner	4
Vorwort	5
Einleitung	7
Modellanlagen	8
Beschreibung und Ergebnisse der einzelnen Modellanlagen	10
Standard (IP).....	10
LowResidue	12
Volleinnetzung	14
Regendach (IP).....	16
Standard (BIO) und Regendach (BIO)	18
Regendach und Volleinnetzung	20
Kosten der Modellanlagen.....	22
Zusammenfassung der Ergebnisse: Bewertung der Verfahren nach drei Versuchsjahren	26
Diskussion	27
Fazit	29
Rechtliche Belange zu Hagelnetz- und Witterungsschutzkonstruktionen in den Ländern	30
Weiterführende Informationen	31

Projektpartner



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF

Agroscope



Assoziierte Partner



Vorwort

In Deutschland werden auf knapp 34'000 ha und in der Schweiz auf ca. 4'000 ha Äpfel angebaut. Der Selbstversorgungsgrad liegt in Deutschland bei rund 65 %, in der Schweiz sogar bei 97 %. Der Apfelanbau ist daher für die jeweils heimische Ernährungssicherung bedeutsam.

Apfelbäume sind Dauerkulturen, massvoll werden verschiedene Produktionsmittel eingesetzt, um qualitativ hochwertiges Erntegut und ausreichende Erträge zu erzielen.

Im Integrierten als auch im Biologischen Anbau werden Pflanzenschutzmittel für eine erfolgreiche Produktion ausgebracht. Diese werden in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert.

Ohne Pflanzenschutzmittel oder alternative Verfahren, die die Kulturen schützen und zur Minderung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes beitragen, könnten eine Vielzahl von tierischen, pilzlichen und bakteriellen Schaderregern das Erntegut beeinträchtigen bzw. im schlimmsten Fall ganze Pflanzen zum Absterben bringen. Andererseits beeinträchtigen Pflanzenschutzmittel die Umwelt und sind daher auf das absolut notwendige Mass zu begrenzen.

Pflanzenschutzmittel und die darin enthaltenden Wirkstoffe unterliegen in der EU und der Schweiz einem strengen Zulassungsverfahren. Die Zulassung wird von unabhängigen Behörden auf Basis wissenschaftlicher Studien ausgesprochen.

Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe werden in der EU für eine Dauer von maximal 15 Jahren genehmigt. Der Genehmigungs-erneuerung liegt eine erneute Überprüfung nach aktuellem Wissenstand zugrunde.

In den zwei gängigsten Produktionsformen – Integrierte Produktion und Biologische Produktion – werden Pflanzenschutzmittel in der Anwendung auf das absolut notwendige Mass reduziert. Dieses Mass ergibt sich u.a. aus Schadschwellen, die den Nutzen in Abhängigkeit möglicher Auswirkungen bewerten. Vor der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln werden auch andere, nicht chemische Verfahren und Methoden (z. B. biotechnische Methoden, Sortenzüchtung, Anbau- und Kulturtechniken) in das Regulierungskonzept einbezogen.

Unabhängig dieser Erfolge ist dennoch auch in Zukunft der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln durch geeignete Massnahmen und Verfahren weiter zu reduzieren, das absolute Mass damit anzupassen.

Der vorliegende Leitfaden beschreibt neue Verfahren, mit dem Reduktionen des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln möglich sein könnten. Innovative Anbau- und Kulturtechniken sind in dieses dynamische Regulierungskonzept integriert worden. Neben eines reduzierten Pflanzenschutzmitteleinsatzes und deren Folgen sind zusätzlich Kostenbewertungen vorgenommen worden.

Dr. Christian Scheer
Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee
Bavendorf im März 2021



Modell Regendäch (Folienüberdachung) am KOB Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee in Ravendorf

Einleitung

Der Detailhandel sowie Konsumentinnen und Konsumenten fordern qualitativ hochwertige, gesunde, rückstandsfreie und preiswerte Lebensmittel aus nachhaltiger und umweltschonender Produktion. Gleichzeitig gibt es europaweit Änderungen der Rahmenbedingungen wie Klimawandel, Wetterextreme, neue Schädlinge, Ressourcenverknappung und reduzierte Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln, die gravierende Einschnitte in der landwirtschaftlichen Produktion nach sich ziehen. Bereits heute absehbare Änderungen für den Pflanzenschutz sind der mittelfristige Wegfall ganzer Wirkstoffgruppen, gravierende Einschränkungen in den Anwendungsbestimmungen, erhöhte Rückstands- und Abstandsauflagen und reduzierte Aufwandmengen. Um weiterhin mit diesen Rahmenbedingungen Obst im Bodenseeraum produzieren zu können, müssen innovative systembasierte Lösungen entwickelt werden. Ziel des Projektes war die Prüfung neuer Wege, wie die Produktion qualitativ hochwertiger, gesunder und weitgehend rückstandsfreier Früchte bei messbar reduziertem Pflanzenschutzmitteleinsatz realisiert werden könnte. Die Weiterentwicklung des Integrierten Pflanzenschutzes spielt dabei eine Schlüsselrolle und stand daher im Zentrum des Vorhabens.

Im Projekt wurden länderübergreifend in verschiedenen Modellanlagen erfolgversprechende Anbau- und Pflanzenschutz-Strategien so kombiniert und weiterentwickelt, dass im Vergleich mit üblichen Standards aus der Integrierten Produktion (IP) und dem Biologischen Anbau (BIO) deutlich weniger umweltkritische Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden müssen, und möglichst keine oder nur geringe Rückstände auf den Früchten verbleiben. Nachfolgend werden die einzelnen Modell- und Referenzanlagen beschrieben, bewertet und wichtige Informationen für die Obstbaupraxis veröffentlicht. Besonderes Augenmerk legten wir dabei auf das jeweilige Reduktionspotential der eingesetzten Massnahmen auf den Pflanzenschutzmitteleinsatz. Die erreichte Reduktion der eingesetzten Pflanzenschutzmittel wurde im Projekt anhand der Anzahl applizierter Pflanzenschutzmittel dargestellt. Damit einhergehende mögliche Änderungen des Risikopotentials der einzelnen Pflanzenschutz-Strategien wurden nicht berechnet. Dazu wären weiterführende Risikobewertungen der einzelnen Pflanzenschutzmittel notwendig.

Obstanlagen als Dauerkulturen unterliegen einer fortwährenden Dynamik und eine abschliessende Bewertung ist erst nach einem langen Betrachtungszeitraum möglich. Da im Projekt bisher erst drei Jahre bewertet wurden, sind noch keine absoluten Aussagen ableitbar.

Die nachfolgend aufgeführten Massnahmen stellen Bausteine für die im Projekt errichteten Modellanlagen dar. Sie wurden in verschiedener Zusammensetzung kombiniert und verglichen.

Seitliche Insektenschutznetze

Zusätzlich zum Hagelschutznetz oder Foliendach montierte, seitliche Insektenschutznetze (=Volleinnetzung) bieten insbesondere in Kombination mit der Verwirrungstechnik einen sehr guten Schutz vor dem Apfelwickler und weiteren Schadinsekten. Dabei funktionieren die Seitennetze als physikalische Barriere, die das Einfliegen gewisser Schädlinge in die Parzelle verhindert oder reduziert. Je feinmaschiger die Insektenschutznetze, desto grösser ist die Barrierewirkung. Jüngere Forschungsergebnisse zeigten, dass durch den Einsatz von seitlichen Insektenschutznetzen die Anzahl an Insektizidapplikationen reduziert werden konnte.

Folienüberdachung

Bisherige Studien machen deutlich, dass durch Nutzung von einer Folienüberdachung eine wesentliche Reduktion des Fungizideinsatzes erreicht werden kann. Die Baumreihen sind hierbei von Folien überdacht und somit vor Regen geschützt. Das Regenwasser kann über den Fahrgassen gelegenen Lüftungsschlitze abgeführt werden. Kleinklimatisch liegen damit ungünstige Bedingungen zur Entwicklung von gewissen pilzlichen Erregern vor, so dass keine, bzw. nur geringe Fungizidapplikationen notwendig sind. Beispielsweise könnte mit einer Folienüberdachung im Apfelanbau die Anzahl Applikationen gegen Schorf deutlich reduziert werden.



Regendach und Volleinnetzung (Insektenschutznetz) am KOB

Sortenwahl

Auch mit dem Anbau von krankheitstoleranten bzw. resistenten Sorten kann der Pflanzenschutzmitteleinsatz reduziert werden. Zu beachten ist aber, dass Sorten grundsätzlich nur dann anbauwürdig sind, wenn ihre Baum- und Fruchteigenschaften in allen Belangen überzeugen und die Marktfähigkeit gegeben ist. Die Krankheitsanfälligkeit darf somit nicht isoliert betrachtet werden und es bedarf grosser züchterischer Anstrengungen, um eine marktfähige, krankheitsresistente Sorte zu generieren.

Förderung von Nützlingen

In den meisten Obstanlagen sind natürliche Gegenspieler verschiedener Schadinsekten zu finden. Besonders prominent sind die Marienkäfer, Florfliegen und Schwebfliegen als Gegenspieler der Blatt- und teilweise Blutläuse sowie die Raubmilben als Gegenspieler schädigender Milbenarten. Weitere Beispiele sind Ohrwürmer und Spinnen, die als Generalisten verschiedene Schadinsektenarten fressen, sowie Vögel, die massgeblich zur Regulation verschiedener Raupen beitragen können. Durch eine gezielte Förderung der Nützlinge kann auch deren Regulierungsleistung gesteigert werden. Dazu stehen verschiedene Elemente zur Verfügung wie z. B. Nisthilfen, Unterschlupfmöglichkeiten, Überwinterungsquartiere oder Blühstreifen. Eine erfolgreiche Nützlingsförderung kann zur Regulation gewisser Schädlinge beitragen und dadurch den Einsatz von Insektiziden reduzieren.



Einfache Hilfsmittel zur Förderung von Nützlingen: Florfliegekasten und Ohrwurmtopf

Modellanlagen

Im Rahmen des Projektes wurden verschiedene Modellanlagen errichtet und überprüft. Einerseits wurden Anlagen erstellt, die den üblichen Standards entsprechen und in den jeweiligen Regionen als Referenzanlagen dienen (Standard). Des Weiteren wurden zwei Modellanlagen installiert, in denen durch eine angepasste Pflanzenschutz Strategie die Anzahl der Rückstände auf dem Erntegut reduziert wurde (LowResidue). Der Schwerpunkt lag allerdings auf den beiden Massnahmen bzw. Schutzinfrastrukturen «Seitennetze» und «Folienüberdachung» die einzeln und in Kombination in mehreren Modellanlagen eingesetzt und untersucht wurden (Volleinnetzung, Regendach, Regendach und Volleinnetzung). Die eingesetzte Pflanzenschutzmittel-Strategie wurde hierbei jeweils dem/n verwendeten/n Schutzsystem/en angepasst: In allen Modellanlagen mit der Massnahme «Folienüberdachung» wurde der Fungizideinsatz reduziert, in den Modellanlagen mit der Massnahme «Seitennetze» der Insektizideinsatz.

In der grossen Mehrheit der Modellanlagen wurden Äpfel produziert. Alle diese Anlagen waren von einem Hagelschutznetz überdacht und die meisten wurden nach IP oder einer reduzierten Form davon bewirtschaftet. Nur in zwei Parzellen (1x Standard, 1x Regendach) wurde nach Vorschriften der Biologischen Landwirtschaft produziert. Zusätzlich zu den Apfel-Anlagen fliessen erste Resultate aus einer volleingetzten Birnenparzelle in den Leitfaden ein.



Schematische Darstellung der im Projekt betrachteten Modellanlagen

	Hagelnetz			Hagelnetz (optional)	
	Standard	LowResidue	Volleinnetzung	Folienüberdachung	
				Seitennetze	Seitennetze
Modell				Regendach	Regendach und Volleinnetzung
Kultur	Apfel	Apfel	Apfel, Birne	Apfel	Apfel
Produktion	IP, BIO**	IP	IP	IP, BIO**	IP
Pflanzenschutzmitteleinsatz	Nach Schadschwelle	Rückstände ↓	Insektizide ↓	Fungizide ↓	Fungizide und Insektizide ↓
Standorte*	Ba, Wä, Sch	Ba, Wä	Ar, Wä	Ba, Wä, Sch	Ba, Wä

*Ba = Bavendorf (D), Wä = Wädenswil (CH), Sch = Schlachters (D), Ar = Arenenberg (CH)

**BIO: Je eine Parzelle in Schlachters (D)

Aufteilung der Anlagen nach Schutzsystem, Kultur, Produktionsmethode und Pflanzenschutzmitteleinsatz

Beschreibung und Ergebnisse der einzelnen Modellanlagen

Standard (IP)



An verschiedenen Standorten wurden Standard-IP-Apfelanlagen gepflanzt, die als Vergleich für die veränderten Systeme herangezogen wurden. Zur Absicherung der Ernte (Qualität und Quantität), sind die Obstbäume in diesen Anlagen mit Hagelnetzen überdacht. In Bavendorf wurde eine Bewässerung installiert.

Es wurden verschiedene Sorten (Gala, Braeburn, Bonita, Wellant) angepflanzt, da sie aufgrund ihrer Anfälligkeiten gegenüber bestimmter Schaderreger (z. B. Apfelschorf [Gala], Spinnmilben [Braeburn], Obstbaumkrebs [Gala]) bzw. ihrer Robustheit (Schorffresistenz [Bonita], Schorftoleranz [Wellant]) exemplarisch für bestimmte Sorteneigenschaften herangezogen werden können.

Der Pflanzenschutzmitteleinsatz erfolgte gemäss den Richtlinien der Integrierten (Deutschland) und der ÖLN-Produktion (Schweiz) sowie der Auswertung des jeweils aktuellen Schädlings- und Nützlingsbefalles (Schadsschwellenprinzip). Die Düngung wurde nach der Norm ausgebracht.



Hagelnetzüberdachung im Modell Standard am KOB



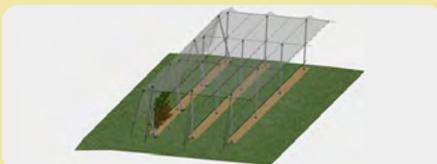
In den Standard-IP-Anlagen wurden ein guter Ertrag und stabile Qualitäten erzeugt, die vergleichbar mit Praxisanlagen in der Projektregion waren. Auch der Einsatz der Pflanzenschutzmittel war jeweils vergleichbar mit den Praxisbetrieben.

Die Bonituren zeigten im Vergleich zu Praxisanlagen in den Anbauregionen keine Auffälligkeiten: Es wurde nur ein geringer Schorfbefall bei der Ernte, ein praxisvergleichbarer Lagerfäulebefall nach Auslagerung und ein vergleichsweise niedriger Apfelwicklerbefall bonitiert. Aufgrund für Blattläuse sehr günstiger Wetterbedingungen kam es teilweise zu einem hohen Befallsdruck durch die Mehligte Apfelblattlaus, insbesondere bei jungen, wüchsigen Bäumen. Hier muss in den kommenden Jahren ein besonderes Auge darauf gehalten werden.



Robuste Sorten, wie Bonita (Foto) und Wellant im Vergleich zu Gala und Braeburn

Scan and see



Durch scannen des QR-Codes gelangen Sie zu einer bewegten Animation des beschriebenen Modells.



www.modellanlagen-obstbau.ch

	Wädenswil (CH)	Bavendorf (D)	Schlachters (D)	
Größe, Lage	0,075 ha, 434 müNN	0,5 ha, 470 müNN	0,1 ha, 423 müNN	
Sorten	Braeburn, Bonita	Gala, Braeburn, Wellant	Gala	
Pflanzjahr	2017	2017	2002	
Standorteigenschaften	Tiefgründige Kalkbraunerde, leichte Hangneigung (Südwest zu Nordost)	Pseudogley- Parabraunerde, leichte Hangneigung (Ost)	sandiger Lehm, leichte Hangneigung nach Südosten	
Pflanzabstand	3,5 m x 1,0 m	3,2 m x 0,6 m	3,5 m x 1,0 m	
Jahresdurchschnittstemperatur	11,5 °C	9,6 °C	8,8° C	
Jahresniederschlagsmenge	1440 mm	990 mm	1400-1600 mm	
Zusatzbewässerung	Keine	Tröpfchenbewässerung	Keine	
Verwirrung	Apfel-, Schalen- und Kleiner Fruchtwickler	Apfelwickler	Apfelwickler	
Anbaujahr 2019	Braeburn	Gala		
Krankheiten	Schorf (Blattbefall, Vorernte)	0,0 %	15,6 %	0,1 %
	Schorf (Fruchtbefall, Vorernte)	0,0 %	4,0 %	0,1 %
	Mehltau (Blattbefall, Vorernte)	9,0 %	0 (Blattbüschel, Primärbefall)	0,5 %
Lagerkrankheiten* (Fruchtbefall, Auslagerung)	Gloeosporium spp.	3,9 %	0,4 %	2,4 %
	Botrytis	4,8 %	0,0 %	0,9 %
	Lagerschorf	0,0 %	6,8 %	0,0 %
Schädlinge	Mehlige Blattlaus (Baumbefall, Nachblüte)	36 %	0,0 %	0,0 %
	Blutlaus (Baumbefall, Nachblüte)	0,0 %	0,0 %	0,0 %
	Rote Spinne (Blattbefall, Sommer)	0,0 %	0,0 %	0,0 %
	Apfelwickler (Fruchtbefall, Vorernte)	1,5 %	0,1 %	1,7 %
Nützlinge	Marienkäfer (Büschelbesatz, Sommer)	1,0 %	NA	0,0 %
	Ohrwürmer (Anzahl Ohrwürmer pro Quartier, Sommer)	NA	17	5 (Klopfrage)
	Raubmilben (Blattbesatz, Sommer)	6,0 %	0,8 (Raubmilben/Blatt)	4,5 %
Ertrag (Ø Gewicht pro Baum)	3,0 kg	9,8 kg	13,9 kg	
Rückstandsbewertung				
Anzahl Wirkstoffe	2	4	5	
% Ausschöpfung Höchstwert	14,5 %	14,7 %	16,5 %	

* Wädenswil: 3 °C-Kühllager bis Mai 2020; Bavendorf: 2-3°C-Kühllager bis Februar 2020; Schlachters: 1 °C- Kühllager bis Februar 2020

LowResidue



Seit einigen Jahren stehen auf dem Erntegut verbleibende Pflanzenschutzmittel-Rückstände vermehrt im Fokus der Öffentlichkeit. Damit einhergehend wurde die Rückstandsminimierung ein wichtiges Kriterium für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, unabhängig der ursprünglichen Idee des Integrierten Pflanzenschutzes. Um Rückstände auf dem Erntegut zu verringern, kann einerseits über das Abbauverhalten der einzelnen Wirkstoffe eine Pflanzenschutzstrategie erstellt werden, die darauf abzielt, dass die Wirkstoffe bis zur Ernte genügend abgebaut und somit die Rückstandsvorgaben (sekundäre Standards) des Handels erfüllt werden. Dies kann teilweise dazu führen, dass ein Produkt frühzeitig eingesetzt wird, ohne ein allfälliges Erreichen der Schadschwelle abzuwarten. Ein weiterer Ansatz besteht darin, im rückstandsrelevanten Zeitraum (Beginn Fruchtentwicklung bis zur Ernte) nur noch Pflanzenschutzmittel einzusetzen, die zu keinen Rückständen auf den Früchten führen. Für beide Ansätze Abbauverhalten und Mittelwahl wurde jeweils eine Modellanlage im Projekt errichtet. Abgesehen von der angepassten Pflanzenschutzstrategie waren die Anlagen mit der jeweiligen Standard-IP-Anlage vergleichbar.



LowResidue Anlage in Wädenswil



Hagelnetzüberdachung im Modell Sekundärer Standard am KOB



Im Modell LowResidue wurde an beiden Standorten ein guter Ertrag mit stabilen Qualitäten erzeugt, der vergleichbar mit der entsprechenden Standard-IP-Anlage war. Auch die Krankheits-, Schädlings- und Nützlingsbonituren zeigten keine Auffälligkeiten. Einige Sorten wiesen allerdings an einem Standort einen stärkeren Lagerfäulebefall (v. a. *Neofabraea* und *Botrytis*) und an einem Standort eine leichte Tendenz zu einem verstärkten Mehлтаubefall auf.

Beide Ansätze zur weiteren Reduktion von Pflanzenschutzmittel-Rückständen waren erfolgreich. Mit dem Ansatz Abbauverhalten konnte die Anzahl Rückstände auf vier reduziert werden. Die produzierten Früchte erfüllten somit die vielerorts geforderten sekundären Standards. Der Ansatz Mittelwahl führte zu vollständig rückstandsfreien Früchten.

Beim Ansatz Abbauverhalten ist zu beachten, dass für das Erreichen der Rückstandsreduktion die Schadschwelle teilweise missachtet werden musste. Beispielsweise wurde bei der Regulation von Spinnmilben bereits früh im Jahresverlauf eingegriffen, um einen genügenden Abbau der eingesetzten Wirkstoffe zu gewährleisten und eine potentielle Befallsentwicklung der Schädlinge frühzeitig zu unterbinden. Dies widerspricht dem ursprünglichen Grundgedanken des Integrierten Pflanzenschutzes, der einen Einsatz eines Pflanzenschutzmittels erst nach Überschreiten der Schadensschwelle vorsieht.

Zusammengefasst haben beide Ansätze gezeigt, dass eine weitere Reduktion von Pflanzenschutzmittel-Rückständen grundsätzlich durch eine Anpassung der Pflanzenschutzstrategie möglich ist. Bei der Gesamtbewertung der Strategien ist allerdings unbedingt zu beachten, dass längerfristig beim Ansatz Mittelwahl mit einem grösseren Ausfall durch Lagerkrankheiten zu rechnen ist. Die ersten Ergebnisse aus den Modellanlagen werden hierbei von weiteren Resultaten aus der Literatur gestützt. Es bleibt zu klären, wie die dadurch entstehenden Zusatzkosten gedeckt werden könnten, bzw. inwiefern beispielsweise Heisswasserbehandlungen nach der Ernte das Packout nach der Lagerung zu verbessern vermögen.



Rückstandsfreie Früchte durch angepasste Pflanzenschutz-Strategie

	Wädenswil (CH) *	Bavendorf (D) **	
Größe, Lage	0,075 ha, 434 müNN	0,5 ha, 470 müNN	
Sorten	Braeburn, Bonita	Gala, Braeburn, Wellant	
Pflanzjahr	2017	2017	
Standorteigenschaften	Tiefgründige Kalbraunerde, leichte Hangneigung (Südwest zu Nordost)	Pseudogley-Parabraunerde, leichte Hangneigung (Ost)	
Pflanzabstand	3,5 m x 1,0 m	3,2 m x 0,6 m	
Jahresdurchschnittstemperatur	11,5 °C	9,6 °C	
Jahresniederschlagsmenge	1440 mm	990 mm	
Zusatzbewässerung	Keine	Tröpfchenbewässerung	
Verwirrung	Apfel-, Schalen- und Kleiner Fruchtwickler	Apfelwickler	
Anbaujahr 2019	Braeburn	Gala	
Krankheiten	Schorf (Blattbefall, Vorernte)	0,0 %	10,4 %
	Schorf (Fruchtbefall, Vorernte)	0,0 %	2,2 %
	Mehltau (Blattbefall, Vorernte)	8,3 %	0 (Blattbüschel, Primärbefall)
Lagerkrankheiten*** (Fruchtbefall, Auslagerung)	Gloeosporium spp.	6,2 %	0,0 %
	Botrytis	9,9 %	0,0 %
	Lagerschorf	0,0 %	4,4 %
Schädlinge	Mehlige Blattlaus (Baumbefall, Nachblüte)	30,7 %	0,0 %
	Blutlaus (Baumbefall, Nachblüte)	0,0 %	0,0 %
	Rote Spinne (Blattbefall, Sommer)	1,0 %	0,0 %
	Apfelwickler (Fruchtbefall, Vorernte)	2,5 %	0,0 %
Nützlinge	Marienkäfer (Büschelbesatz, Sommer)	0,0 %	NA
	Ohrwürmer (Anz. Ohrwürmer pro Quartier, Sommer)	NA	47
	Raubmilben (Blattbesatz, Sommer)	9,0 %	1,2 (Raubmilben/Blatt)
Ertrag (Ø Gewicht pro Baum)	3,8 kg	10,3 kg	
Rückstandsbewertung			
	Anzahl Wirkstoffe	0	4
	% Ausschöpfung Höchstwert	0,0 %	25,6 %
Rückstandsbewertung****	2019	Anzahl Applikationen: Fungizide: + 41 % Bakterizide: + 9 % Insektizide: - 33 % Akarizide: +/- 0 % Anzahl Überfahrten: + 11 %	Anzahl Applikationen: Fungizide: + 3 % Bakterizide: +/- 0 % Insektizide: + 13 % Akarizide: + 100 % Anzahl Überfahrten: + 15 %
	2020	Anzahl Applikationen: Fungizide: + 62 % Bakterizide: + 25 % Insektizide: + 17 % Akarizide: +/- 0 % Anzahl Überfahrten: + 20 %	Anzahl Applikationen: Fungizide: +/- 0 % Bakterizide: +/- 0 % Insektizide: - 6 % Akarizide: +/- 0 % Anzahl Überfahrten: - 4 %

* Ansatz Mittelwahl

** Ansatz Abbauverhalten

*** Wädenswil: 3 °C-Kühlager bis Mai 2020; Bavendorf: 2-3 °C-Kühlager bis Februar 2020

**** im Vergleich zur entsprechenden Referenz-Anlage (Modell Standard). Die Anzahl Applikationen bezieht sich auf die Einzelwirkstoffe ohne mögliche Tankmischungen. Akarizide: exkl. Nebenwirkung von Netzschwefelbehandlungen, die primär als Fungizid eingesetzt wurden

Volleinnetzung



In diesem Modell werden seitliche Insektenschutznetze (= Volleinnetzung) zur Reduktion des Insektizideinsatzes eingesetzt. Gegen Apfelwickler, Schalenwickler und Kleiner Fruchtwickler wird zudem die Verwirrungstechnik mit Pheromondispensern eingesetzt. Ergänzt wurden diese Schutzmassnahmen durch eine verstärkte Nützlingsförderung innerhalb der Einnetzung durch verschiedene Elemente wie beispielsweise das Anpflanzen von Begleitsträuchern und Blühstreifen, alternierendes Mulchen der Fahrgassen sowie das Errichten verschiedener Unterschlupfs- und Überwinterungsquartiere. Um die Nützlinge nachhaltig zu fördern und eine natürliche Regulation der Schädlinge zu erreichen, benötigt es zudem einen besonders nützlingsschonenden Pflanzenschutzmitteleinsatz. So wurde, wenn möglich, ganz auf den Einsatz von Insektiziden verzichtet und ausschliesslich nützlingsschonende Fungizide angewendet.

Es wurden Sorten gewählt welche robust (schorffresistent) resp. weniger anfällig sind wie Bonita, Ladina, Natyra, Topaz und Boskoop als die anfälligere Sorte Gala. Bei den Birnen wurden Novembra und Kaiser Alexander gepflanzt.

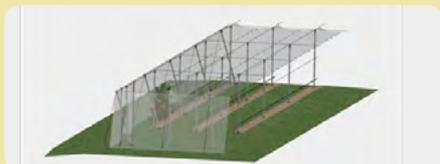


Die Erhebungen zum Ertrag und zur Erntequalität zeigten keinen Unterschied zwischen Volleinnetzung und Standard-IP-Anlagen. Es konnten den Standardjahren entsprechende Erträge erzielt werden.

Bezüglich der Krankheiten konnte kein Einfluss der Seitennetze festgestellt werden, weder im Feld bei Blatt- und Fruchtkontrollen noch bei der Auslagerung der Früchte.

Die regelmässigen Schädlingserhebungen und Beurteilungen der Früchte zeigten, dass die Strategie bestehend aus Seitennetzen, Verwirrung, Nützlingsförderung und -schonung grundsätzlich gut funktioniert. Die Wickler konnten auf tiefem Niveau gehalten werden (z. B. Apfelwickler bei rund 1 %). In einer Anlage konnte der Kleine Fruchtwickler eine grössere Population aufbauen, weshalb einmalig mit einem Insektizid eingegriffen werden musste. Dies könnte womöglich auf die anfänglich grössere Maschenweite der Seitennetze zurückzuführen sein. Auch bezüglich anderer Schädlinge wie dem Schalenwickler oder der Sägewespe ist es wichtig, dass zum Zeitpunkt der Errichtung der Seitennetze kein Befall in der Anlage vorhanden ist. Am zweiten Standort, wo von Anfang an Seitennetze mit kleiner Maschenweite installiert wurden, mussten keine zusätzlichen Insektizidanwendungen für die Regulation der Wickler eingesetzt werden.

Scan and see



www.modellanlagen-obstbau.ch

Wie zu erwarten, wies das Seitennetz keine Schutzwirkung vor Schadinsekten mit kleiner Körpergrösse wie Blattläusen auf. Trotz der nützlingsfördernden Elemente musste zu deren Regulation mit einem Insektizid eingegriffen werden. Der Befall war dabei vergleichbar mit Standard-IP-Anlagen.

Auffallend bei den volleingennetzten Birnen kam es zu grossen Schäden, verursacht durch Baumwanzen. Auch beim Apfel wurden solche Schäden beobachtet, die sich allerdings nicht von der entsprechenden Standard-IP-Anlage unterschieden (für Birnen gab es keine Referenzanlage). Je nach Standort konnte die Marmorierete Baumwanze und/oder die Rotbeinige Baumwanze nachgewiesen werden. Bei den Birnen führten die Schäden zu bis zu 35 % Ernteausschlag, beim Apfel zu bis zu rund 10 %.

Die im Modell Volleinnetzung ausgesetzten Raubmilben konnten sich erfolgreich in den Anlagen etablieren. Bei den Birnen kam es dennoch zu einem beachtlichen Befall durch Rostmilben. Grund dafür dürfte der zwecks Raubmilbenförderung reduzierte Schwefeleinsatz sein. Darüber hinaus fanden trotz Seitennetz auch viele weitere Nützlinge ihren Weg in die Anlage, insbesondere verschiedene Gegenspieler von Blattläusen wie z. B. Marienkäfer, Ohrwürmer und Schwebfliegen. Der Birnenblattsauger wurde gut durch die Nützlinge wie beispielsweise dem Ohrwurm kontrolliert und konnte, wenn nötig, mit zusätzlichen Seifen-Applikationen unter Kontrolle gebracht werden.

Durch den Einsatz der seitlichen Insektenschutznetze konnten im Modell Volleinnetzung bis zu 60 % (Apfel) bzw. 50 % (Birne) der Insektizidbehandlungen eingespart werden. Die erzielte Reduktion bei den Fungiziden ist auf den Einsatz einer LowResidue- bzw. reduzierten Fungizidstrategie zurückzuführen, welche unabhängig von den Seitennetzen in den beiden Anlagen gewählt wurde. Es ist nicht damit zu rechnen, dass die seitlichen Insektenschutznetze einen Einfluss auf den Krankheitsdruck und damit Fungizideinsatz haben. Dementsprechend funktionierten die eingesetzten Fungizidstrategien im Modell Volleinnetzung gleich gut wie in Anlagen ohne Seitennetzen.

Der reduzierte Einsatz von Insektiziden und Fungiziden schlug sich auch in der Anzahl Rückstände auf den Früchten nieder: es konnten zur Ernte keine Rückstände mehr nachgewiesen werden.



Blühende Begleitsträucher am Rand der Parzelle zur Förderung diverser Nützlinge im Modell Volleinnetzung Arenenberg

	Wädenswil (CH)	Sommeri (CH) – Apfel	Sommeri (CH) – Birne
Größe, Lage	0,1 ha, 425 müNN	1 ha, 469 müNN	0,3 ha, 496 müNN
Sorten	Gala, Bonita	Boskoop, Ladina, Topaz, Natyra,	Novembra, Kaiser Alexander
Pflanzjahr	2018	2015	2015
Standorteigenschaften	tiefgründige Kalbraunerde, leichte Hangneigung (Südwest zu Nordost)	Mittelschwerer Boden, normale Obstlage, südexponiert	Mittelschwerer Boden, normale Obstlage, südexponiert
Pflanzabstand	3,3 m x 1,0 m	3,5 x 1,1 m, Natyra 3,5 x 0,6 m	3,5 x 1,1 m
Jahresdurchschnittstemperatur	11,7 °C	10,4 °C	10,4 °C
Jahresniederschlagsmenge	1440 mm	1059 mm	1059 mm
Maschenweite Seitennetz	0,9 x 1,0 mm	1,0 x 1,3 mm	1,0 x 1,3 mm
Zusatzbewässerung	Tröpfchenbewässerung	Keine	Keine
Verwirrung	Apfel-, Schalen- und Kleiner Fruchtwickler		

Anbaujahr 2019		Braeburn	Gala	
Krankheiten	Schorf (Blattbefall, Vorernte)	0,0 %	NA	NA
	Schorf (Fruchtbefall, Vorernte)	0,0 %	NA	NA
	Mehltau (Blattbefall, Vorernte)	2,3 %	NA	NA
Lagerkrankheiten* (Fruchtbefall, Auslagerung)	Gloeosporium spp.	0,3 %	konnte nicht ausgewertet werden wegen starkem Gloeosporiumbefall	NA
	Botrytis	1,4 %		NA
	Lagerschorf	0,3 %		NA
Schädlinge	Mehlige Blattlaus (Baumbefall, Nachblüte)	3,3 %	1,8 %	0,0 %
	Blutlaus (Baumbefall, Nachblüte)	1,1 %	0,0 %	0,0 %
	Rote Spinne (Blattbefall, Sommer)	0,0 %	0,0 %	0,0 %
	Apfelwickler (Fruchtbefall, Vorernte)	0,0 %	0,6 %	0,0 %
Nützlinge	Marienkäfer (Büschelbesatz, Sommer)	0,0 %	0,3 %	0,3 %
	Ohrwürmer (Anzahl Ohrwürmer pro Quartier, Sommer)	NA	NA	NA
	Raubmilben (Blattbesatz, Sommer)	13,0 %	10,0 %	0,0 %
Ertrag (Ø Gewicht pro Baum)		3,9 kg	11,1 kg	14,6 kg
Rückstandsbewertung				
Anzahl Wirkstoffe		0	NA	NA
% Ausschöpfung Höchstwert		0 %	NA	NA
Pflanzenschutzmitteleinsatz**	2019	Anzahl Applikationen:	Anzahl Applikationen:	Anzahl Applikationen:
		Fungizide: - 9 %	Fungizide: - 30 %	Fungizide: - 20 %
		Bakterizide: - 9 %	Bakterizide: +/- 0 %	Bakterizide: +/- 0 %
	2020	Insektizide: - 50 %	Insektizide: - 60 %	Insektizide: - 50 %
		Akarizide: +/- 0 %	Akarizide: +/- 0 %	Akarizide: +/- 0 %
		Anzahl Überfahrten: - 17 %	Anzahl Überfahrten: - 17 %	Anzahl Überfahrten: +/- 0 %
Pflanzenschutzmitteleinsatz**	2019	Anzahl Applikationen:	Anzahl Applikationen:	Anzahl Applikationen:
		Fungizide: - 29 %	Fungizide: - 25 %	Fungizide: - 10 %
		Bakterizide: - 25 %	Bakterizide: +/- 0 %	Bakterizide: +/- 0 %
	2020	Insektizide: - 50 %	Insektizide: - 50 %	Insektizide: - 33 %
		Akarizide: +/- 0 %	Akarizide: +/- 0 %	Akarizide: +/- 0 %
		Anzahl Überfahrten: - 25 %	Anzahl Überfahrten: + 5 %	Anzahl Überfahrten: - 6 %

* Wädenswil: 3 °C-Kühlager bis Mai 2020; Sommeri: 1 °C-Kühlager bis Mai 2020

** im Vergleich zur entsprechenden Referenz-Anlage (Modell Standard). Die Anzahl Applikationen bezieht sich auf die Einzelwirkstoffe ohne mögliche Tankmischungen. Akarizide: exkl. Nebenwirkung von Netzschwefelbehandlungen, die primär als Fungizid eingesetzt wurden

Regendach (IP)



In diesem Modell wird eine Folienüberdachung zur Reduktion des Fungizideinsatzes verwendet. An einem Standort waren die Folienbahnen recht schmal, so dass nur ein Anteil der Niederschläge von den Bäumen abgehalten wurde. An den anderen Standorten wurde eine vollständige Baumreihenüberdachung gewählt, die die Bäume vollständig vor Nässe schützte. Über Lüftungsschlitze wurden die Niederschläge in die Fahrgassen abgeleitet. Wie in anderen Modellen kamen auch hier verschiedene marktgängige Sorten wie Gala und Braeburn, aber auch die schorfresistente Sorte Bonita zum Einsatz. Exemplarisch für die Direktvermarktung wurde die Sorte Wellant gewählt. Es wurden teilweise verschiedene nützlingsfördernde Elemente errichtet wie z. B. Blühstreifen, Kieswege sowie diverse Unterschlupf- und Überwinterungsmöglichkeiten. Um eine ausreichende Wasserversorgung zu gewährleisten wurde an einzelnen Standorten eine Tröpfchenbewässerung installiert. Je nach Bedarf wurden ca. 2-3 l Wasser/Baum und Tag ausgebracht. Am Standort mit schmaler Folienüberdachung wurde keine zusätzliche Bewässerung installiert. Die Düngermassnahmen wurden wie in der normalen Kulturführung dem tatsächlichen Bedarf angepasst. Teilweise wurden vor dem Schliessen der Folie kupferhaltige Pflanzenschutzmittel ausgebracht.

Auswirkungen auf die Qualität wurden bisher nicht beobachtet. Bei den Sorten, deren Reife sich durch die Folienüberdachung etwas verzögerte (z.B. Gala an einem Standort), konnten dennoch mit dem Erreichen der Erntereife eine dem Standard entsprechende Rotfärbung erreicht werden.



Beim Ertrag wurden unterschiedliche Trends beobachtet, bei einigen Sorten fiel dieser gleich hoch aus wie in einer Standardparzelle, bei anderen Sorten etwas geringer.

Das Ziel der Trockenheit der Blätter während Niederschlagsereignissen konnte in allen Anlagen des Modells Regendach erreicht werden. Es traten keine Schorfinfektionen auf. Gleichzeitig wurde ein höherer Befallsdruck durch Mehltau verzeichnet. Im Vergleich zu den Standard-IP-Anlagen führte dies an einem Standort zu einer leichten Erhöhung der benötigten Applikationen gegen Mehltau. An den anderen Standorten stieg der Arbeitsaufwand durch Ausbrechen des Primärbefalles.

Nach der Auslagerung trat nur ein sehr geringer Befall durch *Neofabraea* und anderen Lagerfäulen auf, auch in den Anlagen,

in denen keine Fungizide gegen Lagerkrankheiten eingesetzt worden sind. Die Qualität der Früchte in der Lagerung war vergleichbar mit Früchten, die in den Standard-IP-Anlagen kultiviert wurden.

Teilweise traten im Modell Regendach tendenziell mehr Blatt- und Blutläuse auf. Nützlinge wie Marienkäfer, Florfliegen oder Schwebfliegen wurden vergleichbar zur Standard-IP-Anlage beobachtet. Die Raubmilbenpopulation konnte sich in diesem Modell sehr gut aufbauen, ohne dass Spinnmilben aufgetreten waren.

Die Anzahl Pflanzenschutzmittel-Applikationen konnte im Modell Regendach deutlich verringert und eine Reduktion der Rückstände auf den Früchten erreicht werden. Die grösste Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes lag dabei bei den Fungiziden. Da diese in einer Gesamtspritzfolge ca. zwei Drittel der Anwendungen ausmachen, war die Gesamtreduktion entsprechend hoch. Durch den Einsatz einer Folienüberdachung konnte somit auf bis zu 50 % der Anwendungen verzichtet werden. Ferner waren teilweise nur noch zwei Rückstände knapp über der Bestimmungsgrenze messbar. Allerdings wurden Rückstände von Insektiziden gefunden, die auch unter Hagelnetzen ausgebracht worden sind, dort aber zu keinen Rückständen geführt haben. Die Folienüberdachung könnte bei einzelnen Wirkstoffen einen verzögernden Effekt auf deren Abbau haben.

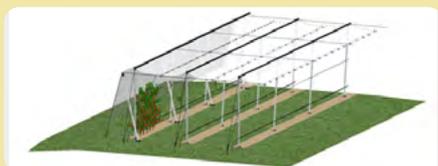
In zwei Anlagen wurde ein deutlich geringeres Unkrautwachstum beobachtet (einmal mit, einmal ohne Bewässerung). Auch waren die Gräser in der Fahrgasse je nach Standort weniger wüchsig.

Ein unerwünschter Nebeneffekt der Folienüberdachung war eine stärkere Staubablagerung an den Bäumen aufgrund des trockenen Bodens und der mangelnden Abwaschung durch Regen. Auch zeichnende Produkte auf Basis von Schwefel und Carbonat hinterliessen sichtbare Spritzflecken auf den Früchten. Auf diese Produkte soll daher in den kommenden Jahren verzichtet werden. Anzumerken ist zudem, dass schwefelhaltige Pflanzenschutzmittel die Haltbarkeit der Folienüberdachung negativ beeinflussen können.



Folienabdeckung Agroscope Wädenswil

Scan and see



www.modellanlagen-obstbau.ch

	Wädenswil (CH)	Bavendorf (D)	Schlachters (D)	
Größe, Lage	0,1 ha, 425 müNN	0,5 ha, 470 müNN	0,1 ha, 523 müNN	
Sorten	Gala, Bonita	Gala, Braeburn, Wellant	Gala	
Pflanzjahr	2018	2017	2002	
Standorteigenschaften	Tiefgründige Kalbraunerde, leichte Hangneigung (Südwest zu Nordost)	Pseudogley- Parabraunerde, leichte Hangneigung (Ost)	sandiger Lehm, leichte Hangneigung nach Südosten	
Pflanzabstand	3,3 m x 1,0 m	3,2 m x 0,6 m	3,5 m x 1,0 m	
Jahresdurchschnittstemperatur	11,7 °C	11,6 °C	8,8 °C	
Jahresniederschlagsmenge	1440 mm	990 mm	1400-1600 mm	
Folienüberdachung	Breit	Breit	Schmal	
Zusatzbewässerung	Tröpfchenbewässerung	Tröpfchenbewässerung	Keine	
Verwirrung	Apfel-, Schalen- und Kleiner Fruchtwickler	Apfelwickler	Apfelwickler	
Anbaujahr 2019		Gala		
Krankheiten	Schorf (Blattbefall, Vorernte)	0,0 %	0,0 %	0,1 %
	Schorf (Fruchtbefall, Vorernte)	0,0 %	0,1 %	0,0 %
	Mehltau (Blattbefall, Vorernte)	9,7 %	356 (Blattbüschel, Primärbefall)	5,5 %
Lagerkrankheiten* (Fruchtbefall, Auslagerung)	Gloeosporium spp,	1,5 %	0,0 %	0,6 %
	Botrytis	2,9 %	0,0 %	0,0 %
	Lagerschorf	0,0 %	2,4 %	0,0 %
Schädlinge	Mehlige Blattlaus (Baumbefall, Nachblüte)	17,4 %	0,0 %	0,0 %
	Blutlaus (Baumbefall, Nachblüte)	0,0 %	13,3 %	0,0 %
	Rote Spinne (Blattbefall, Sommer)	0,0 %	0,7 %	0,0 %
	Apfelwickler (Fruchtbefall, Vorernte)	1,5 %	0,0 %	1,2 %
Nützlinge	Marienkäfer (Büschelbesatz, Sommer)	0,0 %	NA	0,0 %
	Ohrwürmer (Anzahl pro Quartier, Sommer)	NA	97	4,0 (Klopfprobe)
	Raubmilben (Blattbesatz, Sommer)	17,0 %	0,6 (Raubmilben/Blatt)	3,0 %
Ertrag (Ø Gewicht pro Baum)	2,5 kg	8,4 kg	13,7 kg	
Rückstandsbewertung				
	Anzahl Wirkstoffe	2	2	3
	% Ausschöpfung Höchstwert	1,6 %	5,9 %	5,9 %
Pflanzenschutzmitteleinsatz**	2019	Anzahl Applikationen:	Anzahl Applikationen:	Anzahl Applikationen:
		Fungizide: - 9 %	Fungizide: - 69 %	Fungizide: - 94 %
		Bakterizide: - 9 %	Bakterizide: +/- 0 %	Bakterizide: +/- 0 %
	2020	Insektizide: - 50 %	Insektizide: + 6 %	Insektizide: +/- 0 %
		Akarizide: +/- 0 %	Akarizide: +/- 0 %	Akarizide: + 1 %
		Anzahl Überfahrten: - 17 %	Anzahl Überfahrten: - 19 %	Anzahl Überfahrten: - 56 %
Pflanzenschutzmitteleinsatz**	2019	Anzahl Applikationen:	Anzahl Applikationen:	Anzahl Applikationen:
		Fungizide: - 29 %	Fungizide: - 59 %	Fungizide: - 82 %
		Bakterizide: - 25 %	Bakterizide: + 100 %	Bakterizide: +/- 0 %
	2020	Insektizide: - 50 %	Insektizide: + 6 %	Insektizide: +/- 0 %
		Akarizide: +/- 0 %	Akarizide: + 100 %	Akarizide: +/- 0 %
		Anzahl Überfahrten: - 25 %	Anzahl Überfahrten: - 8 %	Anzahl Überfahrten: - 35 %

* Wädenswil: 3°C-Kühllager bis Mai 2020; Bavendorf: 2-3°C-Kühllager bis Februar 2020

** im Vergleich zur entsprechenden Referenz-Anlage (Modell Standard), Die Anzahl Applikationen bezieht sich auf die Einzelwirkstoffe ohne mögliche Tankmischungen, Akarizide: exkl, Nebenwirkung von Netzschwefelbehandlungen, die primär als Fungizid eingesetzt wurden

Standard (BIO)



Neben den Standard-IP-Anlagen wurde eine nach EU-Recht biologisch bewirtschaftete Apfelanlage als Vergleichsparzelle für das Modell Regendach-Bio errichtet. Die Anlage ist mit einem Hagelschutznetz überdacht. Eine Bewässerung wurde nicht installiert.

In Prüfung war die Sorte Topaz (Pflanzjahr 2016). Das Hauptaugenmerk lag bei dieser schorf-toleranten Sorte auf dem Befall durch die Regenfleckenkrankheit.



Durch Spätfröste verursachte Berostungen schädigten 2019 einen Teil der Früchte. Vereinzelt traten Schäden durch Apfelwickler auf. Rund ein Fünftel der vermarktungsfähigen Früchte war mit einzelnen Regenfleckenkolonien befallen, noch weniger wiesen eine Bedeckung mit Regenflecken von unter 10 % auf. Nicht mehr vermarktungsfähig sind Früchte mit einer Bedeckung von über 10 %, dies war nur bei wenigen Früchten der Fall.

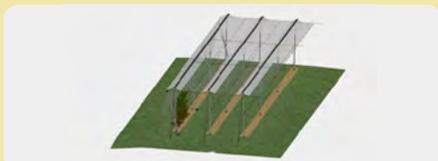
Nach einer Lagerung bei 1°C wies ein Teil der Früchte Befall mit *Neofabraea* auf.

Vereinzelt traten *Botrytis* und Kernhausfäule auf.



Markanter Unterschied des Bewuchses im Baumstreifen unter Hagelnetz (links) und schmaler Folie (rechts)

Scan and see



www.modellanlagen-obstbau.ch

Regendach (BIO)



Auch in einer biologisch bewirtschafteten Topaz-Anlage wurde der Einfluss einer Folienüberdachung untersucht. In diesem Modell wurden die Bäume von schmalen Folienbahnen (auf beide Baumseiten jeweils 1 m) überdeckt. Auf eine zusätzliche Bewässerung und den Einsatz von Fungiziden wurde verzichtet.



Im Modell Regendach-Bio konnten 2019 gute Erträge erzielt werden. Trotz Spätfrösten wiesen Früchte geringe Schäden durch Berostung auf.

Die gemessenen Fruchtgrößen streuten in kleinere Kaliber. Grund hierfür könnte eine für die jungen Bäume nicht ausreichende Wasserversorgung unter der Folienüberdachung sein, da diese noch nicht genügend bewurzelt waren. Weiter zeigten die Früchte einen etwas geringeren Deckfarbenanteil. Im Modell Regendach-Bio wurde nur ein geringer Befall durch die Regenfleckenkrankheit beobachtet. Dabei traten nur einzelne Regenfleckenkolonien auf, höhere Bedeckungsanteile kamen nicht vor. 2019 war der Befall durch Mehltau im Modell Regendach-Bio mit 1,6 % höher als in der Standard-Bio-Anlage, in welcher nur vereinzelt Mehltau gefunden wurde.

Bei der Auslagerung Mitte Februar wiesen einige Früchte Kernhausbräune auf. Bezüglich der parasitären Lagerschäden konnte insgesamt ein geringerer Anteil als in der Standard-Bio-Anlage festgestellt werden. Tendenziell trat *Gloeosporium* seltener auf.

Apfelrostmilben traten im Modell Regendach-Bio verstärkt auf, was auch auf den Verzicht der Bekämpfung mit Netzschwefel aufgrund dessen fungizider Wirkung zurückzuführen sein könnte. Es konnte zudem ein höherer Raubmilbenbesatz beobachtet werden als in der Standard-Bio-Anlage.

Unter der Folienüberdachung wurde ein geringerer Unkrautbesatz dokumentiert.



Deutlich sichtbar ist der Effekt auf die Niederschlagsverteilung unter der schmalen Folie. Dadurch konnte auch auf eine Bewässerung verzichtet werden

	Schlacters (D)		
	Standard BIO	Regendach BIO (Schmale Folie)	
Größe, Lage	0,1 ha, 523 müNN	0,1 ha, 523 müNN	
Sorten	Topaz	Topaz	
Pflanzjahr	2016	2016	
Standorteigenschaften	sandiger Lehm, leicht Hangneigung nach Südost	sandiger Lehm, leichte Hangneigung nach Südost	
Pflanzabstand	3,2 m x 1,0 m	3,2 m x 1,0 m	
Jahresdurchschnittstemperatur	8,8 °C	8,8 °C	
Jahresniederschlagsmenge	1400-1600 mm	1400-1600 mm	
Folienüberdachung	Keine	Schmal	
Zusatzbewässerung	Keine	Keine	
Verwirrung	Apfelwickler	Apfelwickler	
Anbaujahr 2019		Topaz	
Krankheiten	Schorf (Blattbefall, Vorernte)	0,0 %	0,0 %
	Schorf (Fruchtbefall, Vorernte)	0,0 %	0,0 %
	Mehltau (Blattbefall, Vorernte)	0,0 %	1,6 %
Lagerkrankheiten* (Fruchtbefall, Auslagerung)	Gloeosporium spp.	8,7 %	0,3 %
	Botrytis	0,0 %	0,0 %
	Lagerschorf	0,0 %	0,0 %
Schädlinge	Mehlige Blattlaus (Baumbefall, Nachblüte)	0,0 %	0,0 %
	Blutlaus (Baumbefall, Nachblüte)	0,2 %	1,2 %
	Rote Spinne (Blattbefall, Sommer)	0,0 %	0,0 %
	Apfelwickler (Fruchtbefall, Vorernte)	4,2 %	3,7 %
Nützlinge	Marienkäfer (Büschelbesatz, Sommer)	0 %	2,0 %
	Ohrwürmer (Anzahl pro Quartier, Sommer)	3,5 (Klopfprobe)	6,5 (Klopfprobe)
	Raubmilben (Blattbesatz, Sommer)	0,8 %	3,3 %
Ertrag (Ø Gewicht pro Baum)	3,1 kg	3,7 kg	
Pflanzenschutzmitteleinsatz**	2019	Anzahl Applikationen: Fungizide: - 76 % Bakterizide: +/- 0 % Insektizide: +/- % Akarizide: + 200 % Anzahl Überfahrten: -13	

* 1 °C Kühllager bis Februar 2020

** im Vergleich zur entsprechenden Referenz-Anlage (Modell Standard). Die Anzahl Applikationen bezieht sich auf die Einzelwirkstoffe ohne mögliche Tankmischungen. Akarizide: exkl. Nebenwirkung von Netzschwefelbehandlungen, die primär als Fungizid eingesetzt wurden
Regendach (BIO): keine Daten für 2020 aufgrund von Sturmschäden an der Folie

Regendach und Volleinnetzung



In diesem Modell wurden die beiden Schutzinfrastrukturen «Folienüberdachung» und «seitliche Insektenschutznetze» kombiniert. Diese Kombination zielt darauf ab, den Pflanzenschutzmitteleinsatz betreffend Fungizide sowie Insektizide reduzieren zu können. Die zusätzlich eingesetzten Massnahmen wie Verwirrungstechnik, Nützlingsförderung und Sortenwahl entsprachen jeweils dem Modell Regendach bzw. Volleinnetzung.



Sichtbare Beläge (Trägerstoffe) von Pflanzenschutzmitteln treten unter Folie häufiger auf. Insbesondere auf rotschaligen Früchten.



Blutläuse traten unter Folie etwas vermehrt auf



Bezüglich Ertrag und Erntequalität konnten mit dem Modell Regendach und Volleinnetzung keine Unterschiede zu Standard-Anlagen festgestellt werden.

Zudem konnte beobachtet werden, dass sich die Ergebnisse bezüglich der Krankheiten analog den Ergebnissen aus dem Modell Regendach verhielten, bezüglich der Schadinsekten analog dem Modell Volleinnetzung. Eine einzige Ausnahme gab es beim Mehltau und beim Obstbaumkrebs: Bei diesen beiden Krankheiten konnte in diesem Modell ein geringerer Befall als im Modell Regendach beobachtet werden, vermutlich aufgrund eines durch die Seitennetze verminderten Sporeneinflugs. Der reduzierende Effekt der Seitennetze wirkte also dem verstärkenden Effekt der Folienüberdachung entgegen. Es bleibt abzuwarten, wie sich dies über einen längeren Zeitraum entwickeln wird.

An einem der Standorte trat die Blutlaus im Modell Regendach und Volleinnetzung stärker auf als im Modell Regendach (kein Vergleich mit Volleinnetzung an diesem Standort vorhanden). Es ist damit zu rechnen, dass Schadinsekten, welche sowohl durch die Folienüberdachung als auch durch die zusätzlichen Seitennetze gefördert werden, durch die Kombination der beiden Massnahmen unter Umständen zu einem stärkeren Befall führen können.

Durch die Kombination von seitlichen Insektenschutznetzen und einer Folienüberdachung ist es gelungen, den Pflanzenschutzmitteleinsatz um rund zwei Drittel zu reduzieren. Entsprechend konnten auch die Pflanzenschutzmittel-Rückstände auf dem Erntegut im Vergleich zum IP-Standard reduziert werden. An einem Standort konnten allerdings noch Spuren von Rückständen nachgewiesen werden, was bei Einsatz der gleichen Pflanzenschutzmittelstrategie unter Hagelnetz nicht der Fall war (entsprechend dem Modell Regendach vermutlich aufgrund verminderter Abwaschung und/oder Abbaus der Wirkstoffe unter der Folienüberdachung).



Regendach und Volleinnetzung in Wädenswil

Scan and see



www.modellanlagen-obstbau.ch

	Wädenswil (CH)	Bavendorf (D)
Größe, Lage	0,4 ha, 425 müNN	0,5 ha, 470 müNN
Sorten	Gala, Bonita	Gala, Braeburn, Wellant
Pflanzjahr	2018	2017
Standorteigenschaften	tiefgründige Kalbraunerde, leichte Hangneigung (Südwest zu Nordost)	Pseudogley- Parabraunerde, leichte Hangneigung (Ost)
Pflanzabstand	3,3 m x 1,0 m	3,2 m x 0,6 m
Jahresdurchschnittstemperatur	11,9 °C	11,6 °C
Jahresniederschlagsmenge	1440 mm	990 mm
Folienüberdachung	Breit	Breit
Maschenweite Seitennetz	0,9 x 1,0 mm	1,0 x 1,2 mm
Zusatzbewässerung	Tröpfchenbewässerung	Tröpfchenbewässerung
Verwirrung	Apfel-, Schalen- und Kleiner Fruchtwickler	Keine

Anbaujahr 2019		Gala	
Krankheiten	Schorf (Blattbefall, Vorernte)	0,0 %	0,0 %
	Schorf (Fruchtbefall, Vorernte)	0,0 %	0,0 %
	Mehltau (Blattbefall, Vorernte)	4,0 %	207 (Blattbüschel, Primärbefall)
Lagerkrankheiten* (Fruchtbefall, Auslagerung)	Gloeosporium spp.	0,3 %	0,0 %
	Botrytis	0,2 %	0,0 %
	Lagerschorf	0,0 %	0,4 %
Schädlinge	Mehlige Blattlaus (Baumbefall, Nachblüte)	22,2 %	0,0 %
	Blutlaus (Baumbefall, Nachblüte)	0,0 %	38,7 %
	Rote Spinne (Blattbefall, Sommer)	0,0 %	0,0 %
	Apfelwickler (Fruchtbefall, Vorernte)	0,0 %	0,0 %
Nützlinge	Marienkäfer (Büschelbesatz, Sommer)	0,0 %	NA
	Ohrwürmer (Anzahl Ohrwürmer pro Quartier, Sommer)	NA	86
	Raubmilben (Blattbesatz, Sommer)	18 %	1,2 (Raubmilben/Blatt)
Ertrag (Ø Gewicht pro Baum)	3,4 kg	11,0 kg	
Rückstandsbewertung			
	Anzahl Wirkstoffe	2	1
	% Ausschöpfung Höchstwert	2 %	5,7 %
Pflanzenschutzmitteleinsatz**	2019	Anzahl Applikationen: Fungizide: - 9 % Bakterizide: - 9 % Insektizide: - 50 % Akarizide: +/- 0 % Anzahl Überfahrten: - 17 %	Anzahl Applikationen: Fungizide: - 69 % Bakterizide: +/- 0 % Insektizide: - 50 % Akarizide: +/- 0 % Anzahl Überfahrten: - 69 %
	2020	Anzahl Applikationen: Fungizide: - 29 % Bakterizide: - 25 % Insektizide: - 50 % Akarizide: +/- 0 % Anzahl Überfahrten: - 25 %	Anzahl Applikationen: Fungizide: - 59 % Bakterizide: + 100 % Insektizide: - 75 % Akarizide: +/- 0 % Anzahl Überfahrten: - 31 %

* Wädenswil: 3°C-Kühllager bis Mai 2020; Bavendorf: 2-3°C-Kühllager bis Februar 2020

** im Vergleich zur entsprechenden Referenz-Anlage (Modell Standard). Die Anzahl Applikationen bezieht sich auf die Einzelwirkstoffe ohne mögliche Tankmischungen. Akarizide: exkl. Nebenwirkung von Netzschwefelbehandlungen, die primär als Fungizid eingesetzt wurden

Kosten der Modellanlagen

Erstellungskosten für die Schutzinfrastruktur

Anhand eigener Projekterfahrungen und Informationen aus Publikationen für die Praxis, wurden die Erstellungskosten für die Infrastruktur, die Arbeitszeiten für die Infrastrukturbewirtschaftung die Kosten für die Pflanzenschutzbehandlungen und für die Biodiversitätsförderung zusammengestellt.

		Erstellungskosten	Hagelnetz (Standard)	Volleinnetzung (mit Hagelnetz)	Regendach (mit Tropfbewässerung)	Regendach und Volleinnetzung (mit Tropfbewässerung)
Schutzinfrastruktur (Überdachung bzw. Seitennetze)	Materialkosten	Schweiz (Fr./ha)	17'000-28'000	19'000-30'000	50'000-70'000	52'000-73'000
		Deutschland (€/ha)	8'000 -15'000	9'000 -17'000	30'000-50'000	31'000-52'000
	Arbeitsaufwand (h/ha)		300-400	330-430	320-520	350-550
	Traktor (h/ha)		25-35	25-35	30-40	30-40
	Hebebühnen (h/ha)		40-60	50-60	45-65	55-75
	Kleinbagger (h/ha)		15	15	15	15
Tropfenbewässerung	Materialkosten	Schweiz (Fr./ha)			6'000-7'000	6'000-7'000
		Deutschland (€/ha)			4'000-5'000	4'000-5'000
	Arbeitsaufwand (h/ha)				100	100
	Traktor (h/ha)				6	6
	Kleinbagger (h/ha)				3	3
Materialkosten gesamt		Schweiz (Fr./ha)	17'000-28'000	19'000-30'000	56'000-77'000	58'000-80'000
		Deutschland (€/ha)	8'000 -15'000	9'000 -17'000	34'000-55'000	35'000-57'000
Gesamtarbeitsaufwand (Akh/ha)			300-400	330-430	320-520	350-550
Gesamtkosten		Schweiz (Fr./ha)	28'000-42'000	30'000-45'000	68'000-94'000	70'000-98'000
		Deutschland (€/ha)	15'000-24'000	16'000-26'000	43'000-67'000	45'000-70'000

Quelle: Anbauempfehlung Nordwestschweiz 2015 und Erfahrungswerte

Schätzungen für die Materialkosten und die Anzahl Arbeits- und Maschinenstunden sowie die Gesamtkosten für die Erstellung der Modellanlagen Standard (Hagelnetz), Volleinnetzung mit Hagelnetz, Regendach (mit Tropfbewässerung), Regendach und Volleinnetzung (mit Tropfbewässerung).

Mit den Material-, Maschinen- und Arbeitskosten können die Gesamterstellungskosten der Schutzinfrastrukturen berechnet werden. Die Gesamterstellungskosten des Modells Regendach und Volleinnetzung werden zwischen 70'000 Fr. und 98'000 Fr. in der Schweiz bzw. zwischen 45'000 € und 69'000 € in Deutschland geschätzt. Das sind mehr als Doppel so viel wie diejenigen der Referenzanlage Standard-IP mit Hagelnetz.

Jahresarbeitszeit für die Pflege der Schutzinfrastruktur

Das Öffnen und Schliessen der verschiedenen Schutzinfrastrukturen (Hagelnetz, Regendach, Seitennetze) verursacht Arbeitszeit- und Maschinenaufwand. Beim Hagelnetz werden dafür rund 30 Akh/ha benötigt, beim Regendach rund 60 Akh/ha.

Aufwand pro ha und Jahr	Hagelnetz (Standard)	Volleinnetzung (mit Hagelnetz)	Regendach (mit Tropfbewässerung)	Regendach und Volleinnetzung (mit Tropfbewässerung)
Arbeitszeit öffnen und schliessen der Schutzinfrastruktur (h/ha)	30	40	60	70
Arbeitszeit Bewässerung (Kontrolle und Spülung) (h/ha)			15	15
Arbeitszeit Schutzinfrastruktur bzw. Schutzinfrastruktur und Bewässerung (h/ha)	30	40	75	85
Hebebühne öffnen und schliessen Folien/Hagelnetz (h/ha)	15	20	30	30
Wasserverbrauch (m ³)			1'000	1'000
Gesamtkosten Pflege und Schutzinfrastruktur Schweiz (Fr./ha)	930	1'240	3'220	3'460
Gesamtkosten Pflege und Schutzinfrastruktur Deutschland (€/ha)	675	900	2'965	3'115

Quelle: Anbauempfehlung Nordwestschweiz 2015 und Erfahrungswerte

Jährlicher Arbeitsaufwand und geschätzte Gesamtkosten für die Schutzinfrastruktur der verschiedenen Modellanlagen

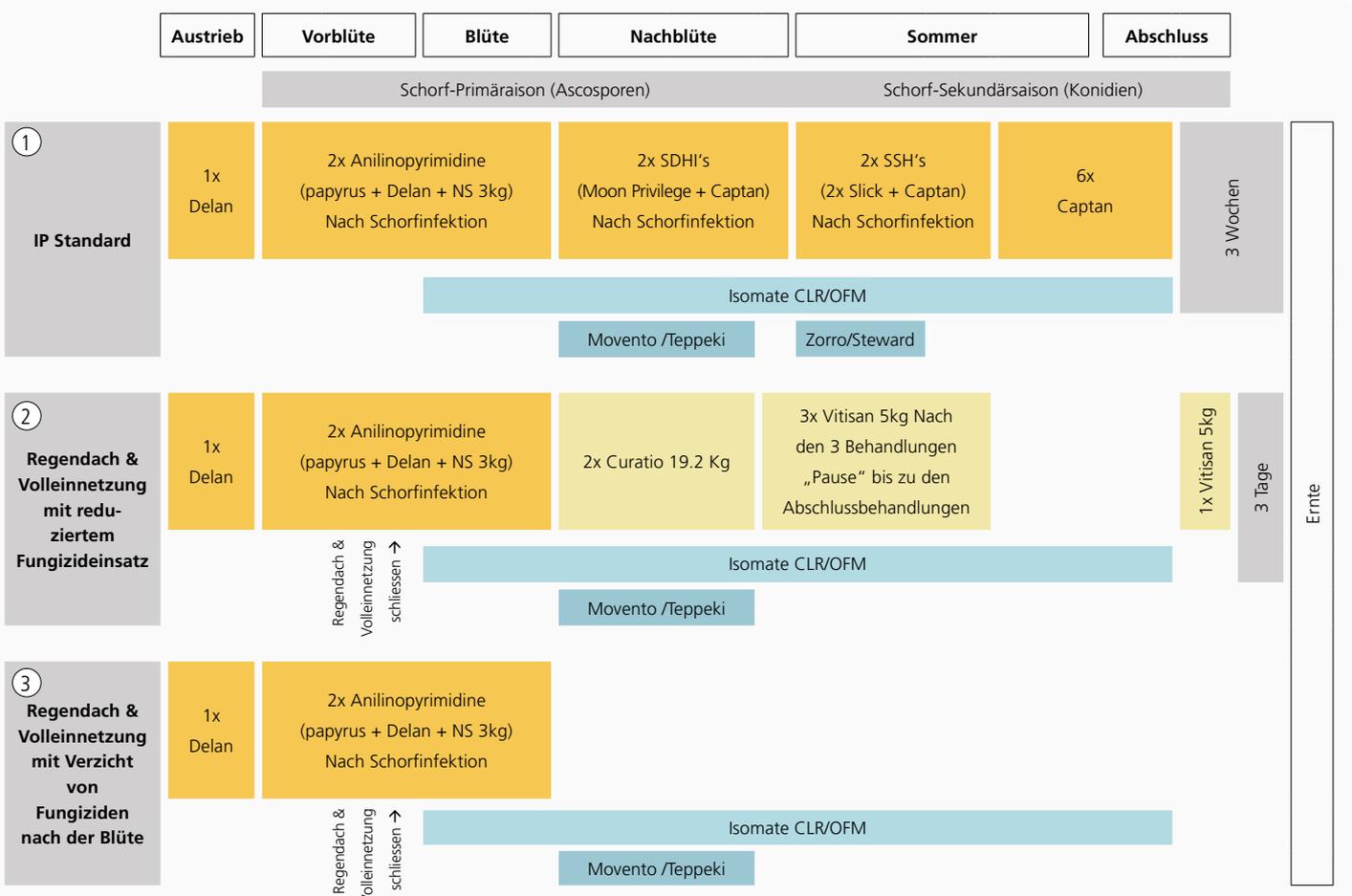
Für die Bewässerung ist mit Wasserkosten für rund 1'000 m³/ha und Jahr zu rechnen. Die Jahreskosten des Modells Regendach und Volleinnetzung sind rund 3,5-mal so hoch wie diejenigen der Referenzanlage Standard-IP mit Hagelnetz.

Für die Berechnungen der Gesamtkosten wurde für die Arbeitskräfte, Maschinenkosten und Wasser die Standards gemäss Maschinenkostenkatalog Agroscope 2020 und KTBL 2010 verwendet.

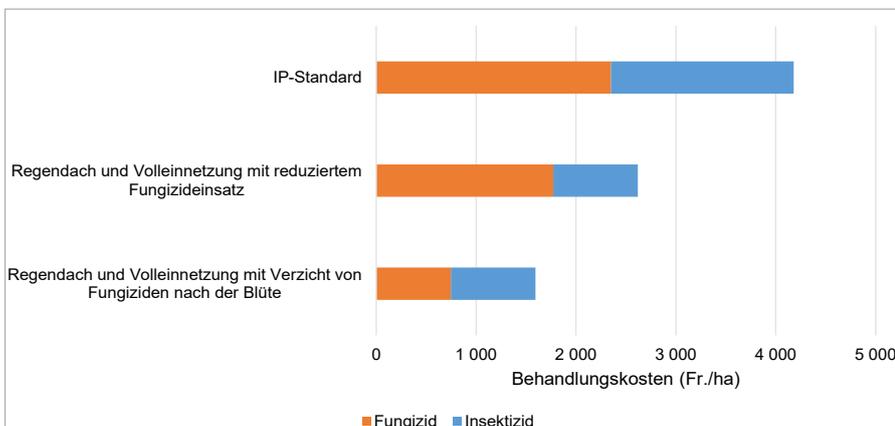
Pflanzenschutzbehandlungen

Für die Kostenberechnung der Pflanzenschutzbehandlungen (Fungizid und Insektizid) wurden Kosten von drei Pflanzenschutzstrategien verglichen. Die Kostenberechnung wurde ausschliesslich für die Schweiz durchgeführt.

Pflanzenschutzstrategie 1 ist das Referenzmodell IP-Standard, die Pflanzenschutzstrategien 2 und 3 werden in Verbindung mit dem Regendach und der Volleinnetzung eingesetzt mit stark reduzierten Pflanzenschutzmittelapplikationen Strategie 2 beinhaltet in der Anfangsphase ähnliche Pflanzenschutzmittel wie das Referenzmodell, in der zweiten Phase wird auf chemischsynthetische Pflanzenschutzmittel verzichtet. Erste Ergebnisse haben gezeigt, dass nach dem Öffnen des Regendachs auf sämtliche weiteren Schorfbehandlungen verzichtet werden kann. Dadurch würden im aktuellen Beispiel sechs Fungizideinsätze wegfallen und die Kosten für dieses Modell weiter sinken, wie die Berechnung der Strategie 3 zeigt.



Pflanzenschutzstrategie für die beiden Modelle Standard-IP und Regendach und Volleinnetzung im Jahr 2020 am Standort Wädenswil



Die Behandlungskosten beinhalten sowohl die Kosten der Pflanzenschutzmittel wie auch die Arbeits- und Maschinenkosten für das Ausbringen der Pflanzenschutzmittel. Behandlungen welche gemischt und gemeinsam ausgebracht werden konnten wurden als Tankmischungen berechnet und reduzieren somit die Behandlungskosten.

Die Kosten für das Modell Standard-IP sind rund 60 % höher als für das Modell Regendach und Volleinnetzung mit reduziertem Fungizideinsatz.

Kosten für die Fungizid- und Insektizidapplikationen

Nützlingsförderung

Zur Förderung der Nützlinge wurden 250 Ohrwurmtröpfe und fünf Florfliegenkasten pro Hektar in den Modellanlagen verteilt. Zusätzlich wurden Blühstreifen und Kieswege errichtet.

	Erstellungskosten Fr./ha	Zusätzliche Jahreskosten Fr./ha und Jahr
Ohrwurmbehandlungen	400	60
Florfliegenkasten	200	20
Blühstreifen	400	
Kiesweg	2'200	

Kosten für Material und Arbeit für die Erstellung und den jährlichen Unterhalt der verschiedenen Fördermassnahmen.

Die Erstellungskosten für die Blühstreifen bestehen aus Saatgut- sowie Arbeits- und Maschinenkosten für die Anlage des Saatbeets und die Saat. Für die Angaben wurden Berechnungen des Südtiroler Beratungsring verwendet, welche in der Publikation «Blühstreifen im Obstbau» (Piffner et. al, 2018) beinhaltet sind.

Erstellungskosten und Pflege	Kosten pro Einheit			Kosten pro Hektar		Kosten pro Hektar und Jahr	
	Deutschland	Schweiz	Menge pro Hektar	Deutschland	Schweiz	Deutschland (Säen alle 5 Jahre)	Schweiz (Säen alle 5 Jahren)
Saatgut							
Regio-Saatgutmischung: 30 Kräuter (15 %) und 8 Grasarten (85 %)	60 €/kg	66 Fr./kg	2'000 m ² /ha 5 g/m ²	600 €/ha	660 Fr./ha	120 €/ha	132 Fr./ha
Anlage des Saatbeets							
Traktor	14 €/h	37 Fr./h	6 h	252 €/ha	624 Fr./ha	50 €/ha	125 Fr./ha
Bodenfräse	13 €/h	43 Fr./h					
Lohnkosten	15 €/h	24 Fr./h					
Saat							
Traktor	14 €/h	37 Fr./h	2.5 h	105 €/ha	260 Fr./ha	21 €/ha	52 Fr./ha
Säegerät	13 €/h	43 Fr./h					
Lohnkosten	15 €/h	24 Fr./h					
Pflege der Blühstreifen							
Traktor	14 €/h	37 Fr./h	5 h	220 €/ha	415 Fr./ha	220 €/ha	415 Fr./ha
Blühstreifenmulchgerät / Siechelmulchgerät	15 €/h	22 Fr./h					
Lohnkosten	15 €/h	24 Fr./h					
Gesamtsumme						411 €/ha	724 Fr./ha

Quelle : Kosten im Apfelanbau, Ausgabe 2018–2019, Südtiroler Beratungsring für Obst und Weinbau, eigene Angaben für die Schweiz, sowie Arbeitskosten für Deutschland.

Jahreskosten für die Erstellung und Pflege der Blühstreifen mit der angenommenen Strategie für Deutschland und die Schweiz

Zusammenfassung der Ergebnisse: Bewertung der Verfahren nach drei Versuchsjahren

Im Interreg-V-Projekt «Rückstandsarme Obstproduktion – Modellanlagen zur Weiterentwicklung des Integrierten Pflanzenschutzes» wurden verschiedene Anbau- und Kulturtechniken variiert und mit praxisüblich bewirtschafteten Obstanlagen verglichen. Im Fokus standen insbesondere die beiden Schutzinfrastrukturen «seitliche Insektenschutznetze» und «Folienüberdachung». Das Ziel war es, den Pflanzenschutzmitteleinsatz zu optimieren und wo möglich zu reduzieren und Spuren von Pflanzenschutzmittelrückständen auf dem Erntegut zu vermindern. Die Leitkultur war der Apfel. Zusätzlich wurden auch erste Ergebnisse aus einer volleingegnetzten Birnenanlage berücksichtigt.

Die errichteten Modellanlagen wurden umfassend überprüft und bewertet. Es wurden folgende Parameter erhoben: Ertrag, Erntequalität, Lagerfähigkeit, Krankheits- und Schädlingsbefall, Nützlingsbesatz, vegetatives Wachstum, Unkrautaufkommen, Mikroklima, Pflanzenschutzmitteleinsatz und Rückstandsanalysen. Zudem wurden die Anlagen einer ökonomischen Bewertung unterzogen.

Die Ergebnisse bezüglich der untersuchten LowResidue-Strategien (Angepasste Pflanzenschutzstrategie zur Rückstandsminimierung ohne Einsatz zusätzlicher Schutzinfrastrukturen) zeigen, dass sowohl mit dem Ansatz Abbauverhalten als auch Mittelwahl das Ziel der Rückstandsminimierung erreicht werden konnte. Im ersten Ansatz blieb der Pflanzenschutzmitteleinsatz (Anzahl Applikationen) vergleichbar zu Standardanlagen und es traten in den ersten drei Versuchsjahren keine Auffälligkeiten im Krankheits- und Schädlingsbefall auf. Inwieweit im einem Langzeitversuch diesbezüglich Nachteile entstehen, ist zu prüfen. Im zweiten Ansatz war der Pflanzenschutzmitteleinsatz höher als in Standardanlagen, dafür konnten keine Rückstände mehr auf den produzierten Früchten gefunden werden. Eine grosse Schwäche des zweiten Ansatzes besteht in der verminderten Lagerfähigkeit der Früchte.

Mit dem Errichten von seitlichen Insektenschutznetzen konnte ein guter Schutz vor verschiedenen einfliegenden Schadinsekten erreicht werden. So waren keine Pflanzenschutzmittelbehandlungen gegen Wickler und Sägewespen nötig und der Insektizideinsatz konnte insgesamt um bis zu 60 % reduziert werden verglichen mit Standardanlagen. Diese Reduktion ist nur möglich bei einer geringen Ausgangspopulation zu Beginn der Einnetzung. Wie zu erwarten, boten die Seitennetze hingegen keinen Schutz vor Blatt- und Blütläusen. Diese Schädlinge mussten je nach regionalem Druck gleich wie in Standardanlagen reguliert werden.

Durch den Einsatz einer Folienüberdachung konnte die Anzahl benötigter Applikationen mit Schorffungiziden um bis zu 90 % im Vergleich zu Standardanlagen reduziert werden. Auf Anwendungen von Fungiziden gegen Lagerfäulen konnte teilweise vollständig verzichtet werden, ohne die Lagerfähigkeit negativ zu beeinflussen. Hierbei ist zu prüfen, wie sich die Lagerfähigkeit der Früchte unter Folienabdeckung über die Jahre entwickeln wird. Andererseits begünstigte die Folienüberdachung den Befall durch Mehltau, wodurch die Anzahl der Applikationen an einem Standort erhöht werden musste. An den anderen Standorten stieg der Arbeitsaufwand durch das Ausbrechen des Primärbefalls. Auch das Auftreten der Blutlaus wurde durch die Folienüberdachung teilweise begünstigt. Insgesamt konnte mit dem Einsatz einer Folienüberdachung die Anzahl an Pflanzenschutzmittelanwendungen (Fungizide, Insektizide und Akarizide) um bis zu 50 % reduziert werden.

Die Modellanlagen mit einer Folienüberdachung und zusätzlichen seitlichen Insektenschutznetzen zeigten dieselben Vorteile bezüglich des Reduktionspotentials beim Fungizideinsatz. Durch die Kombination mit Seitennetzen konnte zudem auf den Einsatz bestimmter Insektizide, beispielsweise gegen Apfelwickler und den Apfelblütenstecher, verzichtet werden. Andere Schädlinge wie



Drohnenaufnahme der Modellanlagen für die integrierte Produktion am KOB

Blatt- und Blattläuse traten hingegen an einigen Standorten in den Anlagen mit Folienüberdachung und Seitennetzen verstärkt auf. Die weitere Entwicklung der Schädlings- und Nützlingspopulationen in diesen Anlagen muss in den kommenden Jahren unbedingt weiterbeobachtet werden. Insgesamt konnte mit dem Einsatz einer Folienüberdachung und seitlichen Insektenschutznetzen die Anzahl an Pflanzenschutzmittelanwendungen (Fungizide, Insektizide und Akarizide) um bis zu 60 % reduziert werden.

Durch den Wegfall von Fungizid- bzw. Insektizidbehandlungen aufgrund des Einsatzes von Folienüberdachungen bzw. seitlichen Insektenschutznetzen wurden auch die Rückstände auf dem Erntegut vermindert. Die grösste Reduktion konnte dabei mit der Kombination der beiden Massnahmen erreicht werden. Ebenfalls gute Resultate erzielte die Kombination der Volleinnetzung mit einer reduzierten Fungizidstrategie.

Die ökonomischen Bewertungen haben gezeigt, dass die Erstellungs- und Jahreskosten der Modellanlagen mit Folienüberdachung und Seitennetzen im Vergleich zu den anderen Modellen sehr hoch sind. Kommt noch eine Bewässerung dazu, betragen die Erstellungskosten beispielsweise in der Schweiz zwischen 70'000 und 100'000 Fr./ha, im Vergleich dazu eine Standardanlage zwischen 30'000 und 40'000 Fr./ha. Werden Biodiversitätsförderungsmaßnahmen eingeführt, nehmen die Erstellungskosten zu. Dank Folienüberdachung und Seitennetzen können andererseits Fungizid- und Insektizidbehandlungen eingespart werden. Diese Kostenreduktion kann die zusätzlichen Infrastrukturkosten für Folienüberdachung und Seitennetze nicht kompensieren. Es ist allerdings nochmals festzuhalten, dass durch den Einsatz der Schutzinfrastrukturen der Pflanzenschutzmitteleinsatz reduziert und Rückstände auf den Früchten verringert werden konnte.

Allgemein ist zu berücksichtigen, dass sich alle Aussagen auf einen dreijährigen Betrachtungszeitraum beziehen. Eine abschliessende Bewertung ist verständlicherweise noch nicht möglich. Längerfristige Beobachtungen sind insbesondere bezüglich des Auftretens der Schaderreger und deren Gegenspieler notwendig, sowie zur Entwicklung der Lagerfähigkeit der Früchte. Auch

können noch keine Ertragsprognosen für die kommenden Jahre gegeben werden.

Diskussion

Die Ergebnisse des Interreg-V-geförderten Projekts «Rückstandsarme Produktion – Modellanlagen zur Weiterentwicklung des Integrierten Pflanzenschutzes» haben gezeigt, dass es möglich ist, durch das Errichten einer Folienüberdachung bzw. von seitlichen Insektenschutznetzen den Einsatz von Fungiziden bzw. Insektiziden im Kernobst im Vergleich zu Standardanlagen zu reduzieren. Der Schutz der Kulturen vor Krankheiten und Schädlingen konnte dabei aufrechterhalten werden. Durch die Optimierung und die Einsparung an Fungizid- und Insektizidapplikationen konnten auch die auf den Früchten verbleibenden Rückstände verringert werden. Bei der Folienüberdachung ist hierbei aber Vorsicht geboten: durch den verminderten Abbau der Wirkstoffe (weniger Globalstrahlung) und/oder die fehlende Abwaschung können Pflanzenschutzmittel unter einer Folienüberdachung länger nachgewiesen werden. Eine erfolgreiche Rückstandsreduktion unter einer Folienüberdachung kann also nur durch das Weglassen von (rückstandsrelevanten) Pflanzenschutzmittel-Anwendungen erreicht werden. Muss unter der Folienüberdachung mit einem Pflanzenschutzmittel eingegriffen werden, kann das unter Umständen zu höheren Rückständen führen, als dies ohne Folienüberdachung der Fall wäre.

Da die Fungizidapplikationen in einer üblichen Pflanzenschutzstrategie für Kernobst ca. zwei Drittel der Behandlungen ausmachen, konnte mit einer Folienüberdachung die grössten Ersparnisse an eingesetzten Pflanzenschutzmitteln erreicht werden. Bei den seitlichen Insektenschutznetzen war das Reduktionspotential auf die Gesamtstrategie geringer, da Insektizidbehandlungen einen weitaus kleineren Teil der Applikationen ausmachen. Offen ist, wie sich diese Veränderungen auf das Gesamt-Umweltrisikopotential der jeweiligen Pflanzenschutzstrategien auswirkt, da in diesem Projekt keine solche Risikobewertung für die einzelnen eingesetzten Pflanzenschutzmittel durchgeführt wurde. Des Weiteren wurde



Bäume mit der Erziehungsform zur Hohen-Super-Schlanken-Spindel unter der Folienüberdachung Kurz vor der Ernte am KOB.

in diesem Projekt keine ganzheitliche Nachhaltigkeitsbewertung für die verschiedenen Systeme durchgeführt. Wie sich weitere Faktoren wie die Anzahl Überfahrten (Treibstoffverbrauch) oder der Energie und Rohstoffverbrauch für Folien oder Netze etc. auf die Nachhaltigkeit auswirken, müsste in weiterführenden Studien berechnet werden.

Dass keine Umweltrisikobewertungen gemacht wurden, gilt es speziell auch bei der LowResidue-Strategie mit dem Ansatz Mittelwahl zu beachten. Da die in der Biologischen Produktion zugelassenen Mittel teilweise eine geringere Schutzwirkung aufweisen und daher öfters eingesetzt werden müssen, führte diese Strategie teilweise zu einer grösseren Anzahl an Fungizidapplikationen als in einer üblichen IP-Strategie. Um eine genauere Aussage über das Umweltrisikopotential der Strategie zu machen, müssten auch hier die Risikobewertung der einzelnen Pflanzenschutzmittel betrachtet werden.

Bei der anderen im Projekt abgebildeten LowResidue-Strategie mit dem Ansatz Abbauverhalten gilt es zu beachten, dass die Schadschwelle beim Pflanzenschutzmitteleinsatz teilweise missachtet wurde. Dies weicht stark vom ursprünglichen Grundgedanken des Integrierten Pflanzenschutzes «so wenig

wie möglich» ab und sollte dringend mit allen involvierten Akteuren diskutiert werden. Falls nötig sollten wirksame Alternativen entwickelt werden. Gleiches gilt für das zunehmende Resistenzrisiko bei verschiedenen Krankheiten oder Schädlingen, wenn zur Verminderung der Anzahl verschiedener Pflanzenschutzmittelrückstände mehrmals mit dem gleichen Wirkstoff behandelt wird, anstatt zwischen verschiedenen Resistenzgruppen abzuwechseln.

Auch von zentraler Rolle für die Beurteilung der im Projekt betrachteten Systeme – insbesondere der Folienüberdachung – ist, wie sich die Erträge in den kommenden Jahren entwickeln werden. Versuche in Frankreich haben gezeigt, dass es teilweise in Apfelanlagen mit Folienüberdachung nach ein paar Jahren zum Einbrechen der Erträge kam. Inwiefern dies auf die Bodenseeregion sowie auf die im Projekt eingesetzten Sorten und Foliensysteme zutrifft, muss in den kommenden Jahren weiter beobachtet werden. Gleiches gilt für die langfristige Entwicklung des Krankheitsdrucks resp. der Populationsdynamik verschiedener Schädlinge und Nützlinge. Zum heutigen Zeitpunkt ist unklar, wie sich dies bei einem so stark reduzierten Pflanzenschutzmitteleinsatz verhalten wird und ob es auch in ein paar Jahren noch möglich sein wird, gleich viele Applikationen

		Hagelnetz			Seitennetze	
Modelle	LowResidue Ansatz "Abbauverhalten"	LowResidue Ansatz "Mittelwahl"		Volleinnetzung		
	Reduktionspotential PSM					
Fungizide			bei Ansatz "Abbauverhalten" gleich wie Standard; bei "Mittelwahl" etwas schlechter, da mehr Fungizide appliziert werden mussten (andere Wirkstoffe)"		gleich wie Standard	
Insektizide			bei beiden Ansätzen gleich wie Standard		es mussten weniger Insektizide appliziert werden als im Standard	
Rückstandsverhalten			bei "Abbauverhalten" leicht weniger Rückstände als Standard; bei "Mittelwahl" deutlich weniger		leicht weniger Rückstände als Standard	
Lagerfähigkeit			bei "Abbauverhalten" leicht besser als Standard; bei "Mittelwahl" schlechter (mehr Lagerausfälle)		gleich wie Standard	
Infrastrukturkosten						
Erstellung			bei beiden Ansätzen gleich wie Standard		leicht erhöhte Kosten als beim Standard	
Unterhalt			bei beiden Ansätzen gleich wie Standard		leicht erhöhte Kosten als beim Standard	
Arbeitsaufwand Pflanzenschutz			bei beiden Ansätzen etwas mehr Applikationen bzw. Überfahrten als beim Standard		etwas weniger Applikationen bzw. Überfahrten als beim Standard	



Auswirkungen der verschiedenen Modelle im Vergleich zu Standard (Hagelnetz)

einzusparen wie in den ersten Versuchsjahren.

So oder so ist bereits jetzt klar, dass mit dem Ersatz von Pflanzenschutzmittelanwendungen durch die Schutzinfrastrukturen «Folienüberdachung» und «seitliche Insektenschutznetze» grosse Zusatzkosten anfallen und eine wirtschaftlich erfolgreiche Produktion schwierig wird. Insbesondere die Folienüberdachung verursacht sehr viel höhere Kosten für die Erstellung und den Unterhalt als eine übliche Strategie mit Hagelnetz. Umso mehr Kosten fallen an, wenn eine zusätzliche Bewässerung notwendig ist. Dies ist insbesondere bei Junganlagen der Fall, auch bei Verwendung eines schmalen Foliendachs. In einer gut eingewachsenen Ertragsanlage hat sich für die ersten der Versuchsjahre gezeigt, dass die geringeren Bodenwassergehalte zu beruhigterem Wachstum führten. Auch bei gleichbleibenden Erträgen und Erlösen wird es nicht möglich sein, die zusätzlichen Infrastrukturkosten durch die eingesparten Kosten der wegfallenden Pflanzenschutzmittelanwendungen zu kompensieren. Eine solche Produktionsweise würde sich mit gleichbleibenden Erlösen nicht rentieren. Für eine erfolgreiche Weiterverfolgung dieser Anbausysteme muss diskutiert und geklärt werden, wer für diese zusätzlichen Produktionskosten aufkommen würde.

Fazit

Die Ergebnisse der ersten drei Versuchsjahre haben gezeigt, dass es grundsätzlich möglich ist, durch physikalische Schutzvorrichtungen wie Folienüberdachung und seitliche Insektenschutznetze den Fungizid- und Insektizideinsatz deutlich zu reduzieren, ohne dass es sich negativ auf die Fruchtqualität niedergeschlägt. Gleichzeitig konnte eine Rückstandsminimierung erreicht werden. Offen ist aber, wer die in einem solchen System hohen Zusatzkosten tragen würde und wer die Diskussion der Kostenbeteiligung anreisst und führt. Ausserdem müssen die Systeme langfristig weiterbeobachtet werden. Insbesondere relevant wird sein, wie sich Ertrag, Krankheitsdruck, Schädlings-/Nützlingspopulationen und Lagerverhalten der Früchte entwickeln werden.

Hagelnetz (optional)			
Folienüberdachung			
		Seitennetze	
Regendach		Regendach und Volleinnetzung	
	es mussten weniger Fungizide appliziert werden als im Standard		es mussten weniger Fungizide appliziert werden als im Standard
	gleich wie Standard		es mussten weniger Insektizide appliziert werden als im Standard
	weniger Rückstände als Standard		deutlich weniger Rückstände als Standard
	besser als Standard		besser als Standard
	deutlich höhere Kosten als beim Standard		deutlich höhere Kosten als beim Standard
	höhere Kosten als beim Standard		höhere Kosten als beim Standard
	weniger Applikationen bzw. Überfahrten als beim Standard		deutlich weniger Applikationen bzw. Überfahrten als beim Standard

Rechtliche Belange zu Hagelnetz- und Witterungsschutzkonstruktionen in den Ländern

Das schweizer und deutsche Recht unterscheiden sich hinsichtlich Bewertung von Hagelnetz- und Witterungsschutzkonstruktionen, worunter Abdecksysteme aus Folien zu verstehen sind. In der Schweiz müssen gesetzliche Regelungen bei der Erstellung von Hagelnetz- und Witterungsschutzkonstruktionen miteinbezogen werden. Eventuell ist ein Baugesuch an die kantonale Behörde einzureichen. Die Fachstellen für Obstbau der jeweiligen Kantone geben über die Details Auskunft. In Deutschland hingegen werden Hagelnetz- und Witterungsschutzkonstruktionen lediglich gemäss Wasserrecht bewertet. Hier sind Mindestabstände zu Gewässern bei der Erstellung vorgeschrieben. Die jeweiligen Landratsämter geben detaillierte Auskunft dazu.

Schweiz

Das Bundesgesetz über die Raumplanung schreibt vor, dass alle Bauvorhaben ausserhalb der Bauzonen (Landwirtschaftszone, übriges Gemeindegebiet, Schutzzonen) der zuständigen kantonalen Behörde zu unterbreiten sind.

Als Bauvorhaben gelten Bauten und Anlagen. Teilweise legen Kantone fest, dass Hagelnetz- und Witterungsschutzkonstruktionen als Anlage gelten. Demzufolge sind in diesen Kantonen die Hagelnetz- und Witterungsschutzkonstruktionen bewilligungspflichtig. Die Erteilung einer Baubewilligung setzt voraus, dass ein Baugesuch eingereicht wird. In die Planung ist somit auch das Baubewilligungsverfahren miteinzubeziehen. Dies braucht Zeit. Der Vorteil einer Bewilligung liegt darin, dass eine Rechtssicherheit besteht.

In Kantonen, die auf ein Baubewilligungsverfahren verzichten, ist bei der Erstellung auf Grenzabstände zu Nachbarn, Strassen, Wegen, Gewässern und Wald zu achten.

Deutschland

Rechtliche Regelungen bezgl. Errichtung von Hagelnetz- und Witterungsschutzkonstruktionen in Gewässernähe sind in §29 des Wassergesetzes für Baden-Württemberg (WG vom 3. Dezember 2013) in Verbindung mit §38 des Wasserhaushaltsgesetzes aufgeführt. Dementsprechend ist an Gewässern von wasserwirtschaftlicher Bedeutung im Aussenbereich ein Gewässerrandstreifen von zehn Metern Breite definiert, im Innenbereich von fünf Metern Breite. Ausgenommen sind Gewässer von wasserwirtschaftlich untergeordneter Bedeutung. Hiernach ist untersagt, bauliche oder sonstige Anlagen (damit Hagelnetz- und Witterungsschutzkonstruktionen) in diesem Gewässerrandstreifen zu errichten, soweit sie nicht standortgebunden oder wasserwirtschaftlich erforderlich sind. Somit ist die Errichtung von Hagelnetz- und Witterungsschutzkonstruktionen im Gewässerrandstreifen z. B. im Aussenbereich erst mit einem mindestens 10 Metern währendem Abstand möglich. Weitere Regelungen können für Naturschutz- oder Landschaftsschutzgebiete ausgesprochen sein, die örtlich beim zuständigen Landratsamt abgefragt werden müssen. In Bayern sind «transparente Wetterschutzeinrichtungen, die auf Masten mit einer Höhe bis 10 m befestigt werden und einem Betrieb der gartenbaulichen Erzeugung im Sinn von § 35 Abs. 1 Nr. 2 BauGB dienen» verfahrensfrei (BayBO Art. 57). Zudem ist jedoch zu beachten, dass Gewässerrandstreifen nicht bebaut und acker- oder gartenbaulich genutzt werden dürfen.

Weiterführende Informationen

- Egger B., Holliger E., Kuster T., Perren S., Zwahlen D., Stäheli N., Stutz C. J., Bünter M., Linder C., Kehrli P., Dubuis P.-H., Christen D., Naef A., **Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau 2020/2021**, Agroscope Transfer 309, 2020
- Gazzarin C., **Maschinenkosten 2020**, Agroscope Transfer 347, 2020
- Göllés M., Bravin E., Kuske T., Naef A., **Herausforderungen der rückstandsfreien Apfelproduktion**, Agrarforschung Schweiz 6/2015, S.15-19
- Kantonalen Fachstellen der Kantone Aargau, Baselland, Solothurn und Zürich, Steinobstzentrum Breitenhof, Agroscope, **Anbauempfehlungen für die Nordwestschweiz**, 8. Auflage, 2016
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., **KTBL-Datensammlung Obstbau**, 4. Auflage, Darmstadt 2010
- Kuster T., Bravin E., Brunner J., Werth J., Kitemann D., Beck M., Buchleither S., Zoth M., Scheer C., **Leitfaden Unkrautregulierung im Obstbau**, Agroscope Transfer 361, 2020
- Perren S., Naef A., **Innovative Pflanzenschutzstrategien im Obstbau**, Schweizer Obst. 1/2019
- Pfiffner L., Jamar L., Cahenzli F., Korsgaard M., Swiergiel W., Sigsgaard L., **Mehrjährige Blühstreifen – ein Instrument zur Förderung der natürlichen Schädlingsregulierung in Obstanlagen**, FiBL, Julius Kühn-Institut, Versuchszentrum Laimburg, 2008
- Proske M., Scheer C., **Folienüberdachungen zur Reduktion des Fungizideinsatzes gegen Apfelschorf und deren Auswirkungen auf Ertrag und Qualität**, Lagerseminar-Broschüre 2020 KOB Bavendorf, S.6-8
- Scheer C., Proske M., Zwahlen D., Bravin E., Reinhard F., Müller U., Hollenstein R., **Weiterentwicklung des Integrierten Pflanzenschutzes im Obstbau**, Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 24/2018, S.10-13
- Scheer C., Proske M., **Rückstandsarme Produktion – Modellanlage zur Weiterentwicklung und Bewertung des Integrierten Pflanzenschutzes**, Gartenbau Profi 6/2020, S. 6-10
- Scheer C., Proske M., Zwahlen D., Bravin E., Müller U., Ackermann A., Reinhard F., Kitemann D., Hollenstein R., **Rückstandsarme Produktion durch veränderte Kulturführung – Weiterentwicklung des Integrierten Pflanzenschutzes im Obstbau**, Besseres Obst 9/10 2020 S.8-12
- Zwahlen D., Ackermann A., **Gesunde Früchte dank Nützlingsförderung und Folienabdeckung**, Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 15/2019, S. 10-12

Links

- **Bauen ausserhalb der Bauzonen**, Bundesamt für Raumplanung und Entwicklung, <https://www.are.admin.ch/are/de/home/raumentwicklung-und-raumplanung/raumplanungsrecht/bauen-ausserhalb-der-bauzonen.html> (26.10.2020)
- **Evaluation des Zulassungsverfahrens von Pflanzenschutzmitteln** <https://www.anmeldestelle.admin.ch/chem/de/home/themen/recht-wegleitungen/evaluation-zulassungsverfahren-psm.html>
- **Modellanlagen für den Integrierten Pflanzenschutz**, Interreg V, <https://www.modellanlagen-obstbau.ch>
- **Wassergesetz für Baden-Württemberg § 29** <https://dejure.org/gesetze/WasserG/29.htm>

