



REGENDÄCHER IM APFELANBAU – MIT FOLIEN GEGEN SCHORF

Der Einsatz von Folienüberdachungen ist im Tafelkirschenanbau verbreitet, im Apfelanbau hingegen lagen bisher kaum Erfahrungen vor. Verschiedene Studien zeigen mittlerweile, dass durch die Nutzung von Abdecksystemen eine deutliche Reduktion des Fungizideinsatzes erreicht werden kann. Im Rahmen des Interreg-V-Projekts «Modellanlagen für den Integrierten Pflanzenschutz» wurden unter anderem verschiedene Abdecksysteme für Apfelanlagen umfangreich geprüft und innerhalb der dreijährigen Projektlaufzeit hinsichtlich Vor- und Nachteilen bewertet.

Im Jahr 2017 haben Obstbauberater und -forschung der Bodenseeregion ein Projekt lanciert, um der Frage nachzugehen, wie die Produktion qualitativ hochwertiger, gesunder und weitgehend rückstandsfreier Früchte bei einem weiter reduzierten Pflanzenschutzmitteleinsatz realisiert werden könnte. Dazu wurden insgesamt fünf Modellanlagen errichtet, in denen verschiedene, erfolgversprechende Anbau- und Pflanzenschutzstrategien miteinander kombiniert und weiterentwickelt wurden (Scheer et al. 2018).

In drei Apfel-Modellanlagen wurden als Schutzmassnahme vor diversen Krankheiten, allen voran dem Apfelschorf, Folienüberdachungen eingesetzt. Diese Regendächer halten die Bäume bei Niederschlagsereignissen trocken, sodass kleinklimatisch ungünstige Bedingungen zur Entwicklung von pilzlichen Erregern vorliegen. Dies wiederum erlaubt eine deutliche Einsparung an Fungizidapplikationen, z. B. gegen Schorf oder Lagerkrankheiten (Zavagli et al. 2013). Das Regenwasser wird über Lüftungsschlitze, die zur Klimatisierung der Anbaufläche notwendig sind, in die Fahrgassen abgeführt. Die Folien müssen jährlich geschlossen und geöffnet werden. Zum Schutz vor Hagel wird je nach System noch ein zusätzliches Netz montiert bzw. mit der Folie verknüpft.

Im Projekt wurden drei verschiedene Abdecksysteme geprüft. Erhoben wurden beispielsweise die Auswirkung auf Krankheitsbe-

fall, Schädlings- und Nützlingspopulationen, das vegetative Wachstum der Bäume, Ertragsmenge und -qualität. Zwei der Abdecksysteme bestehen aus breiten Folienbahnen inklusive Bewässerung (Abb. 1B), eines aus schmalen Folienbahnen ohne Bewässerung (Abb. 1C). Die Systeme wurden an jedem Standort mit einer mit Hagelnetz überdachten IP-Anlage verglichen (Abb. 1A).

Breite Folien – Schutz vor Niederschlägen

Am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB) in Bavendorf und bei Agroscope in Wädenswil wurden Regendächer mit breiten Folienbahnen (1.60 m bzw. 1.75 m je Baumseite) errichtet. Die beiden Systeme unterscheiden sich gering bezüglich Material und Konstruktion, weisen jedoch die gleiche Schutzwirkung vor Niederschlägen auf. Um die Auswirkung der Folienüberdachung auf Krankheiten zu untersuchen, wurde in beiden Anlagen eine angepasste (reduzierte) Fungizidstrategie eingesetzt. In einer Anlage wurden die Fungizidapplikationen gegen Schorf und Lagerkrankheiten stark reduziert. In der anderen wurden nach der Blüte die Fungizidapplikationen gegen alle Pilzkrankheiten eingeschränkt sowie in einem kleinen Teil der Fläche vollständig auf sie verzichtet. An beiden Standorten wurden die Folien vor der Blüte bis nach der Ernte geschlossen.

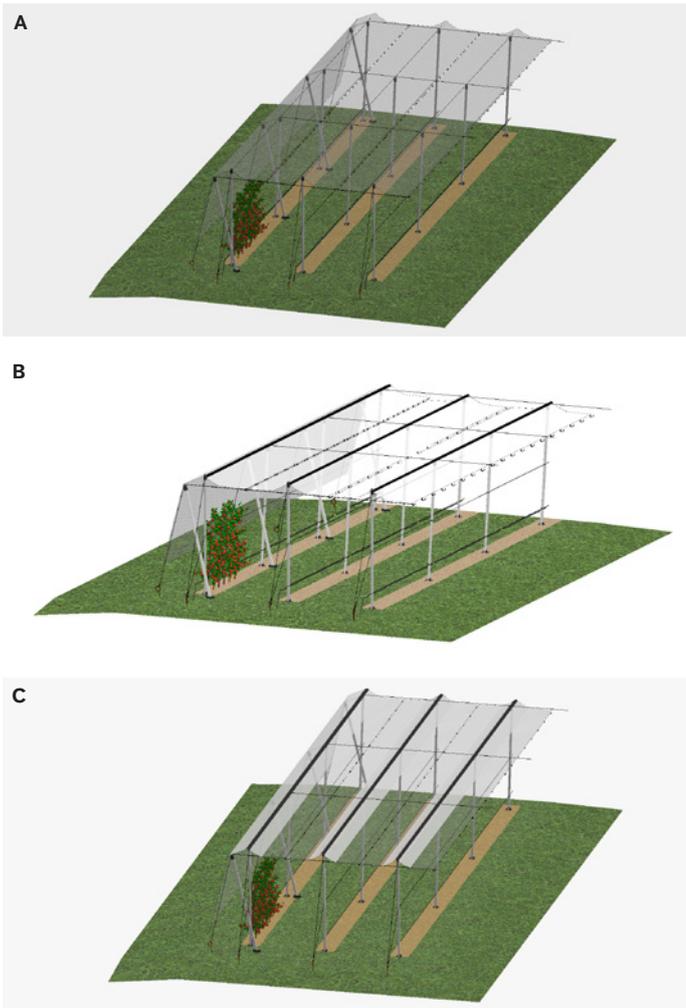


Abb. 1: A: Schematische Darstellung einer üblichen Hagelnetzabdeckung; B: Schematische Darstellung einer Regenüberdachung mit breiten Folienbahnen; C: Schematische Darstellung einer Regenüberdachung mit schmalen Folienbahnen, die in diesem Fall mit Hagelnetzen vernäht sind.

Messungen der Blattnassdauer zeigten, dass die Bäume in beiden Anlagen bei Niederschlagsereignissen so gut wie vollständig trocken blieben. Am Standort Wädenswil beispielsweise betrug die Blattnassdauer unter der Folie 2019 lediglich eine Stunde, 2020 wurde keine Blattnässe verzeichnet. Entsprechend kam es unter der Folie zu keinem bzw. fast keinem Schorfbefall, selbst wenn der Fungizideinsatz stark reduziert oder sogar vollständig darauf verzichtet wurde (Tab.). Auch bezüglich der Lagerfähigkeit konnte eine Schutzwirkung der Folien beobachtet werden. So kam es in den von Folien überdachten Parzellen zu geringeren Ausfällen durch Lagerfäulen als in den nach IP-Richtlinien bewirtschafteten Referenzanlagen ohne Folien, obwohl weniger oder keine Fungizide gegen Lagerkrankheiten appliziert worden waren. Weiter wurde der Marssonina-Befall in der Anlage in Wädenswil durch die Folienabdeckung auch ohne Fungizideinsatz komplett unterbunden. Erste Hinweise lassen zudem den Schluss zu, dass Folienüberdachungen auch den Baumausfall durch *Neonectria* (Obstbaumkrebs) mindern.

Ein anderes Bild zeigte sich bezüglich des Apfelmehltaus. In beiden Anlagen konnte ein erhöhter Befall unter den Folien beobachtet werden, was zu einem grösseren Arbeitsaufwand durch

Ausbrechen des Primärbefalls bzw. zu einer Erhöhung der benötigten Fungizidapplikationen gegen Mehltau führte.

Bezüglich der Schädlinge zeigte sich unter der Folie vereinzelt ein leicht erhöhter Befall durch Blutläuse, Blattläuse oder Spinnmilben, ansonsten konnte kein Einfluss beobachtet werden.

Bis zu 70% weniger Fungizidapplikationen

Der Einsatz einer breiten Folienüberdachung ermöglichte bei gleichbleibendem oder verbessertem Schutz der Kultur vor Krankheiten (ausgenommen Mehltau) je nach Jahr eine Reduktion von bis zu 25% der Überfahrten und nahezu 70% der Anzahl Fungizidapplikationen gegenüber der entsprechenden IP-Referenzanlage. Ergebnisse aus dem Teil einer Anlage, in dem vollständig auf Fungizide verzichtet wurde, deuten darauf hin, dass das Reduktionspotenzial sogar noch grösser sein könnte. Die Fungizidstrategie für die kommende Saison wird entsprechend angepasst.

Die Reduktion des Fungizideinsatzes schlug sich auch bei den Rückständen auf den Früchten nieder. Die Ausschöpfung des Höchstwerts war durchgehend deutlich reduziert. Allerdings konnten ein verlangsamter Abbau bzw. eine verringerte Abwaschung der Wirkstoffe unter der Folie beobachtet werden. In einem Fall führte dies dazu, dass ein Wirkstoff mehr auf dem Erntegut nachgewiesen werden konnte als in der IP-Referenzanlage (Ausschöpfung Höchstwert jedoch auch in diesem Fall deutlich reduziert). Dies ist insbesondere für den Einsatz von Insektiziden relevant, der, anders als bei den Fungiziden, durch den Einsatz einer Folienüberdachung nicht reduziert werden kann (keine Schutzwirkung der Folie vor Schädlingen).

Bei den umfangreichen Untersuchungen im Projekt traten auch verschiedene weitere Auswirkungen einer Folienüberdachung im Apfelanbau zutage. So konnte beispielsweise durch die geringere Bodenfeuchtigkeit in den oberen Schichten des Baumstreifs eine gewisse hemmende Wirkung auf Unkräuter beobachtet werden (auch mit Bewässerung), was sich positiv auf das Unkrautmanagement auswirken könnte. Teilweise waren auch die Fahrgassen deutlich trockener und karger, obwohl das Regenwasser in ihrer Mitte abgeführt wurde. Die trockenere Umgebung führte vereinzelt zu vermehrter Staubablagerung auf den Blättern und Früchten und auch Spritzflecken von zeichnenden Pflanzenschutzmitteln blieben mangels Abwaschung bis zur Ernte sichtbar. Ferner war die zusätzliche Beschattung durch die Folienüberdachung sehr deutlich. Am Standort Wädenswil beispielsweise war die Globalstrahlung unter der Folie um 30% (2019) bzw. 37% (2020) reduziert. Auch wenn in den ersten drei Versuchsjahren keine signifikante Auswirkung auf Wachstum und Ertrag der Bäume festgestellt werden konnte, muss dies in den kommenden Jahren unbedingt weiterbeobachtet werden.

Schmale Folien im Vergleich

An der Versuchsstation Schlachters der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) wurde ein Regendach-System mit schmalen Folienbahnen (1 m je Baumseite) in einer bereits älteren Apfelanlage (Pflanzjahr 2002) installiert. Auf eine Bewässerung wurde verzichtet, um Investitionskosten zu reduzieren und zu untersuchen, ob der Niederschlag aus der Fahrgasse ausreichend für die Was-



	Wädenswil (Agroscope)	Bavendorf (KOB)	Schlachters (HSWT)
1. Standjahr	2018	2018	2002
Breite der Folienbahnen pro Baumseite	1.75 m	1.60 m	1.00 m
Dauer der Folienabdeckung	Vorblüte bis Ernte	Vorblüte bis Ernte	Vorblüte bis Ernte
Fungizidstrategie	Nach Schliessen der Abdeckungen nur im biologischen Landbau zugelassene Fungizide und stark reduzierte Anzahl Applikationen.	Nach Schliessen der Abdeckungen keine Fungizidapplikationen gegen Apfelschorf und Lagerfäulen; Mehltaubehandlungen nach Bedarf.	Nach Schliessen der Abdeckungen keine Fungizidapplikationen.
Schorf (Blattbefall Vorernte)			
2019:	0.0 %	0.0 %	0.1 %
2020:	0.0 %	0.0 %	0.3 %
Schorf (Fruchtbefall Vorernte)			
2019:	0.0 %	0.1 %	0.0 %
2020:	0.0 %	0.0 %	0.5 %
Mehltau (Blattbefall Vorernte)			
2019:	9.7 %	1.6 %	5.5 %
2020:	26.7 %	1.4 %	41 % befallene Bäume
Neofabraea spp. (Fruchtbefall Auslagerung)			
2019/20:	1.5 %	0.0 %	0.6 %
2020/21:	0.1 %	0.8 %	–

Übersicht der drei Abdeckungssysteme und ausgewählte Resultate zum Krankheitsbefall bei der Sorte Gala für die Versuchsjahre 2019 und 2020.

serversorgung der Kultur ist. Weiter sollte überprüft werden, inwiefern ein schmales Regendach die Bäume trocken halten und den Befall durch pilzliche Krankheiten verhindern bzw. reduzieren kann. Auch in dieser Anlage wurden die Folien vor der Blüte bis nach der Ernte geschlossen. Fungizide wurden bis zum Schliessen der Folien eingesetzt, danach wurde komplett auf sie verzichtet.

In der Anlage installierte Blattnässesensoren zeigten, dass die schmalen Folien vor allem bei Niederschlagsereignissen von geringer Menge beziehungsweise kurzer Dauer eine gute Wirkung erbrachten. Bei langanhaltenden Niederschlägen über mehrere Tage sowie starken Niederschlägen stieg die Blattnässedauer auch unter der Folie steil an. Dabei ergaben Messungen der Niederschlagsverteilung mithilfe von Regenbechern, dass unter den schmalen Folien insbesondere der äussere Bereich der Baumkrone den Niederschlägen ausgesetzt war, jedoch das Innere der Baumkrone weitgehend trocken blieb.

Durch den in dieser Anlage stark reduzierten Pflanzenschutzmitteleinsatz (Verzicht auf Fungizide nach Schliessen der Folien) wurden bis zu 94 % weniger Fungizidapplikationen ausgebracht als in der IP-Referenzanlage. Wie bei den breiten Folien hatte dies eine Reduktion der Pflanzenschutzmittelrückstände zur Folge (Anzahl Wirkstoffe sowie Ausschöpfung Höchstwert). Trotz der geringeren Schutzwirkung vor Niederschlägen und stark reduziertem Fungizideinsatz zeigten die schmalen Folien in den ersten drei Jahren sehr ähnliche Ergebnisse bezüglich des Krankheitsbefalls wie die breiten (guter Schutz vor Schorf und Lagerfäulen, stärkerer Befall durch Mehltau). Eine Erklärung für diese Beobachtung könnte sein, dass in dieser Anlage der Schorfdruck allgemein eher gering ist und so trotz Blattnässe nur wenige Sporen vorhanden waren. Zum langfristigen Verhalten in dieser Anlage müsste die Schorfinfektion in den kommenden Jahren weiterbeobachtet werden. Auch sollten an anderen Standorten schmale Folienbahnen installiert werden, um diese ersten Ergebnisse zu verifizieren.

Untersuchungen auf Trockenschäden an den Bäumen ergaben, dass in der älteren Anlage die Wasserversorgung durch den Einsatz von schmalen Folienbahnen ohne zusätzliche Bewässerung ausreichend war. 2020 zeigte sich jedoch, dass Bäume einer Junganlage (Pflanzung 2017; im vorliegenden Artikel nicht weiter beschrieben) unter schmaler Folie weniger gut gewachsen waren und weniger Früchte sowie kleinere Kaliber produzierten, als dies unter Hagelnetz der Fall war. Selbst mit schmalen Folienbahnen ist eine Überdachung ohne zusätzliche Bewässerung daher für Neupflanzungen und Junganlagen nicht zu empfehlen.

Mehrkosten des Regendachs

Die Investitions- und Jahreskosten für einen Witterungsschutz mit Regendach sind höher als die Kosten eines Witterungsschutzes mit Hagelnetz. Die Berechnungen mit effektiven Kosten für Hagelnetz und Regendach sowie Standardzahlen für Maschinenkosten (Gazzarin 2020) und Arbeitsstunden (Anbauempfehlungen Nordwestschweiz 2016) ergeben, dass breite Folien jährlich rund 4800 Fr./ha mehr und schmale Folien jährlich 2700 Fr./ha mehr als ein Hagelnetz kosten. Inbegriffen sind die Abschreibungen der Investitionen des Witterungsschutzes, Zinskosten sowie die jährlich anfallende Arbeit für das Schliessen und Öffnen. Grund für die höheren Kosten der breiten Folien sind einerseits die höheren Materialkosten des Regendachs andererseits die Materialkosten für die notwendige Bewässerung. Je nach Boden und Regenmenge kann mit den schmalen Folien auf eine Bewässerung verzichtet werden, insbesondere bei älteren Anlagen.

Wie oben beschrieben, ermöglicht der Einsatz eines Regendachs eine Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes. Werden nach dem Schliessen des Regendachs keine Fungizide mehr appliziert, können bis zu 45 % der Kosten der Fungizidbehandlungen eingespart werden (inkl. Arbeits- und Maschinenkosten). Insgesamt



Apfelanlage mit Regendach (vorne) und Hagelnetz (hinten) in Wädenswil (Parzelle 42, Modellanlage, Agroscope).

steigen die Produktionskosten mit den breiten Folien (inkl. Bewässerung) pro Fläche um rund 13 % und mit den schmalen Folien um rund 6 %. Wird dem unter der Folienüberdachung beobachteten höheren Mehлтаubefall mit Fungizidapplikationen entgegengewirkt, steigen die Kosten entsprechend.

Fazit

Betreffend den Schutz der Kulturen vor Schorf und Lagerfäulen konnten im Rahmen des Interreg-V-Projektes «Modellanlagen zur Weiterentwicklung des Integrierten Pflanzenschutzes» bisher gute Ergebnisse mit Folienüberdachungen im Apfelanbau erzielt werden. Ähnliche Resultate wurden von Buchleiter und Arnegger (2021) auch für den ökologischen Anbau beschrieben. Damit ist mit Folien eine weitere Reduktion des Fungizideinsatzes und der Rückstände auf dem Erntegut möglich. Allerdings ist der Einsatz von Folienüberdachungen mit hohen Kosten verbunden, wobei schmale Folien etwas günstiger sind als breite. Besonders bei den schma-

DANK

Wir danken dem Interreg-V-Programm für die Finanzierung des Projekts sowie Richard Hollenstein und Johannes Hanhart.

len Folien muss weitergehend überprüft werden, wie sich die Schutzwirkung bei längeren und starken Niederschlagsereignissen verhält. Für Praktikerinnen und Praktiker ist es im Einzelfall möglicherweise schwierig zu entscheiden, ob gegen Apfelschorf behandelt werden muss oder ob die Schutzwirkung der Folie ausreichend ist. Dazu wurde 2021 am relativ niederschlagsreichen Standort Wädenswil ein weiteres Regendach mit schmalen Folien installiert.

Allgemein sollte weiter beobachtet werden, wie sich der Krankheitsdruck, aber auch die Schädlings- und Nützlingspopulationen unter den Folien in den kommenden Jahren entwickeln werden und ob eine nachhaltige Reduktion bzw. ein vollständiger Verzicht von Fungiziden (und damit der Rückstände) bei gleichbleibender Schutzwirkung auch langfristig möglich sein wird. Darüber hinaus ist die Entwicklung des Baumwachstums, des Ertrags und der Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen weiterzuverfolgen. Mehr Informationen zum Interreg-V-Projekt: www.modellanlagen-obstbau.ch



DIANA ZWAHLEN

Agroscope, Wädenswil
diana.zwahlen@agroscope.admin.ch

Esther Bravin, Agroscope, Wädenswil
Franziska Reinhard, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (D)
Anja Ackermann, BBZ Arenenberg (TG)
Magdalena Proseke und Christian Scheer, Kompetenzzentrum Bodensee, Bavendorf (D)

LITERATUR

Buchleither S. und Arnegger T., 2021: Geschützter ökologischer Anbau von Tafeläpfeln. *Obstbau* 2, 71–76.
Gazzarin C., 2020: Maschinenkosten 2020, Agroscope Transfer 347.
Kantonale Fachstellen der Kantone Aargau, Baselland, Solothurn und Zürich, Steinobstzentrum Breitenhof und Agroscope, 2016: Anbauempfehlungen für die Nordwestschweiz, 8. Auflage.
Scheer C., Proseke M., Zwahlen D., Bravin E., Reinhard F., Müller U. und Hollenstein R., 2018: Weiterentwicklung des Integrierten Pflanzenschutzes im Obstbau. *Schweiz. Zeitschrift Obst- und Weinbau* 24, S. 10–14.
Zavagli F., Giraud M., Favareille J. et Verpont F., 2013: Protection des pommiers contre la tavelure: la bâche antipluie, un moyen innovant à l'étude. *Infos CTIFL*, S. 22–29.

ANZEIGE

Wissen trägt Früchte!

Sparen Sie **Fr. 20.- ***
Code: juni21

*NeuabonentInnen (18 Hefte) Fr. 75.- statt Fr. 95.- (im 1. Jahr) • Schnupperabo (6x) Fr. 20.- • Bestellung an info@szow.ch • Code angeben.