

Die Regenfleckenkrankheit des Apfels.

3. Möglichkeiten der Befallsregulierung

Sascha Buchleither¹, Prof. Dr. Roland W.S. Weber²

¹ KOB Bavendorf

² Obstbauversuchsanstalt Jork, Landwirtschaftskammer Niedersachsen



S. Buchleither



R. Weber

Zusammenfassung

Der Haupterreger der Regenfleckenkrankheit des Apfels in Deutschland, *Peltaster cerophilus*, kann die Fruchtoberfläche während der gesamten Saison befallen und benötigt dafür längere Nässephasen. Die Folge ist ein gradueller Befallsaufbau, der insbesondere im Öko-Anbau in feuchten Jahren hohe Verluste verursachen kann. Diese können nur durch eine enge Spritzfolge vermieden werden, die im Juni an die intensive Schorfbekämpfung anknüpft. Schwefelkalk oder eine Kombination aus Kumar (Bicarbonat) und Netzschwefel sind im Öko-Anbau die wirksamsten Mittel. Flankierende Maßnahmen können den Befallsdruck mindern und dadurch mutmaßlich die Wirkung der Fungizide erhöhen. Hierzu zählen das Entfernen der als Überwinterungsquartiere wichtigen Fruchtmumien, das Einzelstellen der Früchte bei der Handausdünnung sowie die Förderung einer raschen Abtrocknung im Baum durch Sommerschnitt oder Beikrautregulierung im Baumstreifen. Eine Überdachung der Apfelanlagen ist die einzige uns bekannte nichtchemische Methode mit weitreichender Wirkung gegen die Regenfleckenkrankheit sowie andere wichtige Pilzkrankheiten.

Schlagwörter: Apfel, Fruchtmumien, Fungizide, Öko-Anbau, *Peltaster cerophilus*, Regenflecken, Überdachung

Sooty blotch disease of apple. 3. Control options

Summary

Peltaster cerophilus, main cause of sooty blotch disease of apples in Germany, is able to colonise the fruit surface throughout the season during prolonged wetness periods. This results in a gradually increasing infestation which can cause high losses in organic production in wet seasons. Such losses can be avoided only by a tight spray sequence, starting in June at the end of the scab spray program. Lime sulphur or a combination of bicarbonate with wettable sulphur are the most effective organic fungicides currently available. Non-chemical measures may reduce infestation pressure and thereby enhance fungicide efficacy. These include the removal of fruit mummies which may serve as overwintering niches, manual fruit thinning, and measures to promote a rapid drying-off of the inner tree canopy such as summer pruning and weed control. To our knowledge, a roof covering of orchards is the only effective non-chemical method for the control of sooty blotch and other important fungal diseases of apple.

Keywords: apple, fruit mummies, fungicides, organic production, *Peltaster cerophilus*, roof cover, sooty blotch

Dunkelgrüne pilzliche Beläge auf der Oberfläche von Äpfeln, Birnen und anderen Fruchtarten bilden sich in feuchten Sommern insbesondere im Öko-Anbau (**Abb. 1**) sowie an nicht oder nur extensiv behandelten Bäumen. Erhebliche Umsatzverluste durch herabgestufte Fruchtqualitäten sind die Folge. In einem Verbundprojekt zwischen dem KOB Bavendorf und der ESTEBURG konnten wir herausarbeiten, dass unter den vielen Pilzarten, die Regenflecken verursachen, derzeit eine und dieselbe Art in beiden Regionen für die hauptsächlichen wirtschaftlichen Schäden verantwortlich ist: *Peltaster cerophilus* (BATZER *et al.*, 2016; WEBER, 2022a). Nach mehrjähriger Forschungsarbeit verfügen wir nun über umfassende Kenntnisse zur Infektionsbiologie von *P. cerophilus*, die wir in dieser Zeitschrift zusammengetragen haben (WEBER & BUCHLEITHER, 2022). Die Überwinterung findet in den Obstbäumen sowie in anderen Wirtspflanzen statt. Die Vermehrung erfolgt ausschließlich über asexuelle Sporen (Konidien), die in Wassertropfen oder im Wasserfilm über kurze Strecken verbreitet werden. Es sind innerhalb einer Saison mehrere Zyklen der Konidienbildung möglich. Früchte können schon kurz nach der Blüte besiedelt werden, auch wenn der Befall aufgrund einer langen Inkubationszeit erst viel später sichtbar wird (WEBER *et al.*, 2016; WEBER & BUCHLEITHER, 2022). Diese Inkubationszeit wird durch eine Mindestlänge aufaddierter Feuchtestunden definiert.

Erst aus der Infektionsbiologie eines Schaderregers lassen sich konkrete Ansätze zur Bekämpfung ableiten, die dann erprobt werden können. In diesem dritten und letzten Teil unserer Serie zur Regenfleckenkrankheit stellen wir verschiedene Bausteine



Abb. 1: Regenfleckenbelag, verursacht vorrangig durch *Peltaster cerophilus*, an der Sorte Primiera am Standort KOB Bavendorf. (Foto: Roland Weber)

buchleither@kob-bavendorf.de

roland.weber@lwk-niedersachsen.de

vor, die sich einzelbetrieblich zu einer Gesamtstrategie kombinieren lassen. Hierunter fallen indirekte Ansätze, die sich aus der Kulturführung ergeben, sowie der direkte Einsatz von Fungiziden. Erstere könnten die Wirkung letzterer steigern.

Hygiene: Entfernen des Inokulums

Fruchtmumien sind erwiesenermaßen ein Überwinterungshabitat für *P. cerophilus* (WEBER & BUCHLEITNER, 2022). In Norddeutschland könnten sie eine von mehreren möglichen Erklärungen für erhöhten Befall an bestimmten Sorten wie Elstar oder Dalinbel sein. Um zu testen, ob das manuelle Entfernen der Fruchtmumien im Frühjahr vor dem Knospenaufbruch und erneut im Juni eine befallsreduzierende Wirkung besitzt, wurde in einer standardmäßig ökologisch bewirtschafteten Elstar-Altanlage im Alten Land ein entsprechender Versuch durchgeführt. Bei ansonsten identischer Behandlung aller Parzellen konnte der Regenfleckenbefall durch das Entfernen der Mumien in zwei aufeinanderfolgenden Versuchsjahren bei gleicher Parzellenbelegung um 65-75% reduziert werden (Abb. 2; BEER *et al.*, 2015). Es reichte aus, die Mumien zu Boden fallen zu lassen. Ein Entfernen aus der Anlage brachte keinen Zusatznutzen. Hervorzuheben ist hier der relativ geringe Befallsdruck, wie er für Norddeutschland unter den derzeitigen klimatischen Bedingungen typisch ist. In einem weiteren Versuch an der Sorte Gerlinde war das entsprechende manuelle Auspflücken der Fruchtmumien mit 34% Wirkungsgrad deutlich weniger effektiv (nicht dargestellt). Der Einsatz eines für die mechanische Fruchtausdünnung entwickelten Darwin-Fadengeräts zum einmaligen Entfernen der Mumien vor dem Austrieb zeigte in diesem Versuch einen noch geringeren Wirkungsgrad.

Am Bodensee war das Entfernen der Fruchtmumien an der Sorte Elstar keine wirksame Maßnahme gegen die Regenfleckenkrankheit (S. Buchleithner & S. Späth, unveröffentl. Beobachtungen). Dies war letztlich erwartbar, zumal die dort besonders stark betroffene Sorte Topaz gar nicht mumientragend ist. Der viel höhere Befallsdruck in dieser Region könnte die

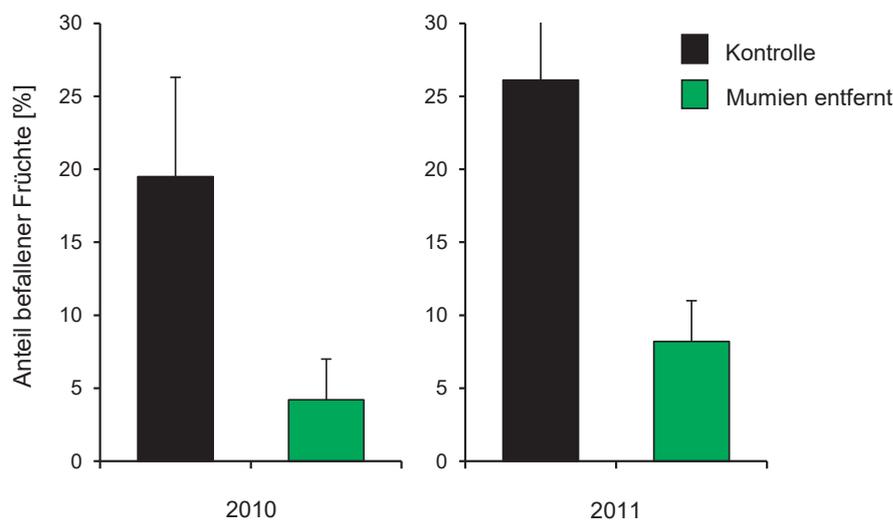


Abb. 2: Auswirkung des zweimalig pro Jahr durchgeführten Entfernens von Fruchtmumien auf Regenfleckenbefall (*Peltaster cerophilus*) in einer ökologisch bewirtschafteten Elstar-Anlage an der Niederelbe (aus BEER *et al.*, 2015).

Ursache für die reduzierte Bedeutung der Fruchtmumien im Vergleich zur Niederelbe sein. Dieser Unterschied in der Wirkung und Bewertung einer Maßnahme ist ein kleines Beispiel dafür, wie wichtig eine eigenständige regionale Versuchsanstellung für die großen Obstanbaugebiete ist.

In dem bereits erwähnten Versuch an Elstar an der Niederelbe war das Entfernen von Fruchtmumien ineffektiv gegen Lagerfäulen, aber sehr wirksam gegen die Schwarze Sommerfäule (BEER *et al.*, 2015). Dies deckt sich mit Untersuchungen zur Besiedlung von Fruchtmumien durch die verschiedenen Schadpilze. Die wichtigen Lagerfäule-Erreger *Neofabraea perennans* und *N. alba* (*Syn. Phlyctema vagabunda*) konnten nur sporadisch nachgewiesen werden (WEBER, 2012), während der Erreger der Schwarzen Sommerfäule, *Diplodia seriata*, an Fruchtmumien extrem häufig war (WEBER *et al.*, 2008). Wie so vieles im Öko-Anbau ist auch das Entfernen der Fruchtmumien ganzheitlich zu sehen, d.h. der hohe Aufwand sollte nicht eindimensional gegen die Befallsreduzierung einer einzelnen Krankheit aufgerechnet werden.

Reduzierung der Feuchtigkeit durch Kulturmaßnahmen

Der Zusammenhang der Ausprägung der Regenfleckenkrankheit mit Feuchtigkeit kommt bereits in der Namensgebung zum Ausdruck und lässt sich durch den Parameter der Oberflä-

chennässe belegen (BROWN & SUTTON, 1995; WEBER & BUCHLEITNER, 2022). In unseren Beobachtungen tritt die Regenfleckenkrankheit innerhalb der Baumkrone nicht gleichmäßig auf, sondern ist in den unteren Regionen deutlich stärker ausgeprägt als in der Baumspitze (WEBER & BUCHLEITNER, 2022). Ähnlich verhält es sich mit den durch *Neofabraea perennans* und *N. alba* verursachten Lagerfäulen (SCHULTE, 1997), oder auch mit der Kirschessigfliege *Drosophila suzukii* (KOCKEROLS *et al.*, 2015). Diese Beispiele reflektieren die langsamere Abtrocknung der unteren und inneren Bereiche. Es liegt nahe, die Baumkrone im Sinne der Förderung einer raschen Abtrocknung möglichst licht zu halten.

OCAMB-BASU *et al.* (1988) führten einen drastischen Baumschnitt im Frühjahr durch und erzielten damit in nassen Jahren eine signifikante Reduzierung des Regenfleckenbefalls. COOLEY *et al.* (1997) arbeiteten mit einem Sommerschnitt und konnten für die durch *Schizothyrium pomi* verursachte Fliegenschmutzkrankheit zeigen, dass es durch diese Maßnahme zu einem deutlichen Befallsrückgang in unbehandelten Anlagen und zu einem leichteren Rückgang in fungizidbehandelten Anlagen kam. Mit dem Sommerschnitt einher ging in den Kronen der Obstbäume eine Veränderung des Mikroklimas in Form einer Reduzierung der Länge von Perioden mit einer Luftfeuchte über 95%. Ein weiterer Effekt könnte in einer besseren Durchdringung der lichtereren Baumkrone mit

Fungiziden im Sommer liegen (COOLEY *et al.*, 1997; CROSS *et al.*, 2014).

Hat die Beikrautregulierung im Baumstreifen einen befallsreduzierenden Effekt auf die Regenfleckenkrankheit? ROSENBERGER *et al.* (1996) gelang es, dies in Verbindung mit dem Ausmähen der Fahrgassen sowohl für Regenflecken (verursacht u.a. durch *Peltaster fructicola*) als auch für Fliegenschmutz für die unteren Kronenbereiche zu belegen, allerdings nur in einem nassen Jahr, welches diese Krankheiten stark begünstigte. Hingegen zeigten sich in den oberen Kronenbereichen keine signifikanten Effekte des Ausmähens. Da die Beikrautregulierung im Baumstreifen aus Sicht der Kulturführung ohnehin geboten ist, sollte sie konsequent verfolgt werden, um eine Wirkung gegen Regenflecken zu entfalten.

Auch ein dichter Behang mit Früchten erhöht die Gefahr für Regenfleckenbefall, da sich an den Berührungspunkten zwischen zwei Früchten über längere Zeit Wassertropfen halten können und obendrein die Spritzbrühe insbesondere bei geringer Wasser-Aufwandmenge dort nicht ausreichend penetriert (BROWN & SUTTON, 1986; WILLIAMSON & SUTTON, 2000). Oft findet sich ein stärkerer Regenfleckenbefall an solchen Berührungspunkten (Abb. 3). Sofern eine gezielte Handausdünnung durchgeführt werden muss, kann diese eine Nebenwirkung gegen Regenflecken haben, wenn dabei die Früchte einzeln gestellt werden.

Reduzierung der Feuchtigkeit durch Überdachung

Einer der radikalsten Ansätze zur indirekten Regulierung der Regenflecken ist die Eliminierung von Oberflächen-nässe durch eine Folienüberdachung. Nachteile in Form von hohen CO₂-Fußabdrücken, hohen Kosten, geringer Haltbarkeit der Folien sowie gesteigertem Befall durch bestimmte tierische Schädlinge sind durch BUCHLEITNER & ARNEGGER (2021) sowie ZAVAGLI *et al.* (2019) erörtert worden. In dem flächenmäßig geringeren und ertragsmäßig attraktiveren Süßkirschanbau an der Niederelbe ist die Überdachung längst zum Standard geworden (KOCKEROLS, 2018).

Eine befallsreduzierende Wirkung der Überdachung auf die durch *P. cerophilus* verursachten Regenflecken konnten wir in unserem Forschungsvorhaben eindeutig belegen. Um relevante Infektionsperioden zeitlich näher herausarbeiten zu können, wurden in einer stark und gleichmäßig mit *P. cerophilus* durchseuchten Anlage am KOB Bavendorf unbehandelte Topaz-Bäume temporär mit mobilen Foliendächern versehen. In Parzellen, die kurz vor Sichtbarwerden der ersten Symptome bis zur Ernte überdacht waren, blieben die Früchte fast vollständig befallsfrei. Wurde nach Sichtbarwerden der Symptome bis zur Ernte das Dach geschlossen, entwickelten sich diese Symptome nicht bzw. nur in äußerst geringem Umfang weiter. Wurde nach einer Phase der

Abdeckung das Dach wieder entfernt, entwickelte sich der Befall anschließend bis zur Ernte weiter. Besonders illustrativ war das Versuchsjahr 2011 (Abb. 4), in dem am 20.06., also kurz vor dem Sichtbarwerden der ersten Symptome, die Dächer über vier Versuchsvarianten geschlossen wurden, die dann ab dem 11.07. sukzessive im Abstand von etwa 10 Tagen wieder geöffnet wurden. In der entsprechenden Reihenfolge begann der Befallsaufbau in diesen Parzellen unmittelbar nach dem Öffnen der Dächer und führte jeweils zu einem weiteren Befallsanstieg bis zur Ernte. Diese Daten zeigen auf, wie die polyzyklische Infektionsbiologie von *P. cerophilus* dafür sorgt, dass der Erreger in jeder Nässephase innerhalb einer Saison in der Lage ist, seinen Befall auszuweiten. Selbst eine lange Trockenphase durch Überdachung führt nur zu einem Unterbrechen der Entwicklung, aber nicht zum Absterben des Befalls; die gleichmäßige Entwicklung setzt sich genau in dem Stadium fort, in dem sie sich vor Beginn der Trockenheit befunden hat.

Darüber hinaus stellt dieser Versuch eindrücklich die Relevanz des Befallsbeginns heraus. Je früher erste Symptome auftreten, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit eines erhöhten Befalls bis zur Ernte. Umgekehrt kann sich nach einem späten Befallsbeginn bis zur Ernte in der Regel kein starker Befall mehr aufbauen. Im abweichenden zeitlichen Auftreten der ersten Symptome liegt auch der unterschiedliche Befallsdruck zwischen den Regionen Bodensee und Niederelbe begründet. Für eine erfolgreiche Regulierung ist es somit zielführend, das Auftreten erster Symptome durch frühzeitige Behandlungen mit wirksamen Präparaten so weit wie möglich hinauszuzögern.

Die Ergebnisse aus diesen temporären Überdachungsversuchen deuteten darauf hin, dass durch eine permanente Überdachung über die gesamte Vegetationsperiode hinweg der Befall komplett und ohne fungizide Maßnahmen unterbunden werden könnte. Um dies zu testen, wurde am KOB im Jahr 2015 eine ökologisch bewirtschaftete Topaz-Anlage mit einem vollständigen Überdachungssystem versehen, welches aus beweglichen Folienbahnen bestand, die



Abb. 3: Regenfleckenbelag, verursacht durch *Peltaster cerophilus*, an der Berührungsstelle (Ber.) zwischen zwei Früchten der Sorte Delfoga am KOB Bavendorf. (Foto: Roland Weber)

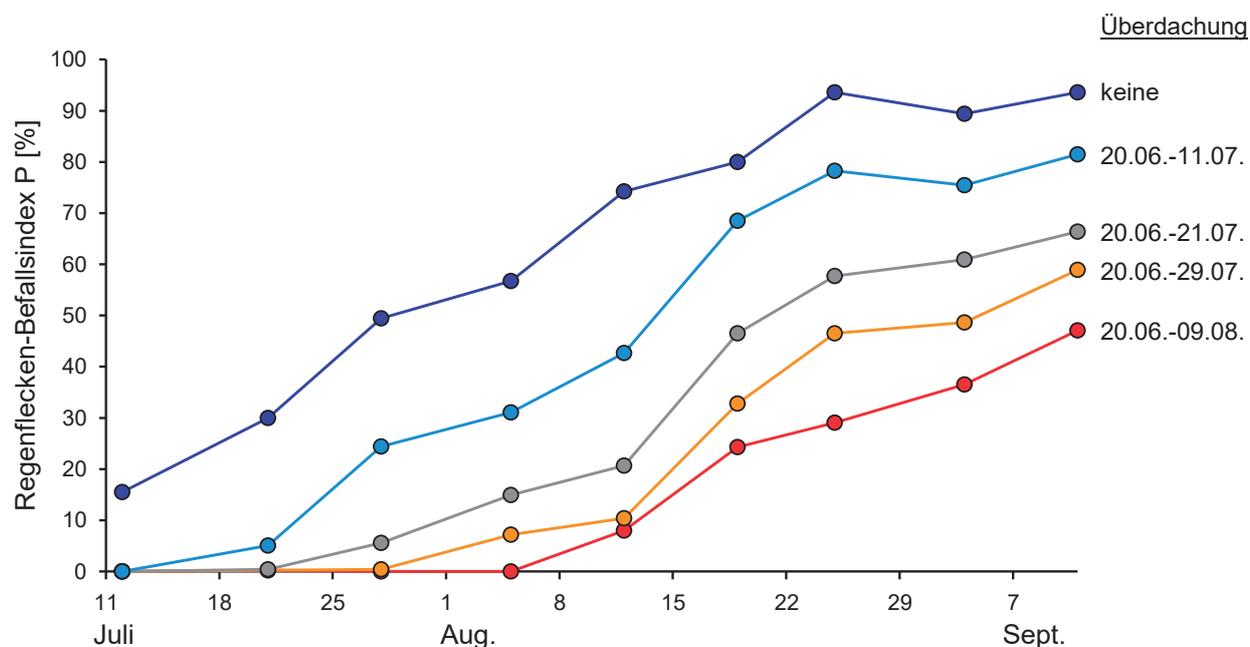


Abb. 4: Auswirkung der Überdachung auf die Befallsentwicklung der durch *Peltaster cerophilus* verursachten Regenfleckenkrankheit an der Sorte Topaz in der Saison 2011 am KOB Bavendorf. Mit Ausnahme der Kontrolle wurden die Dächer aller Varianten am 20.06. kurz vor Erscheinen der ersten sichtbaren Symptome geschlossen und erst zu den angegebenen Zeitpunkten wieder geöffnet.



Abb. 5: Permanentes Überdachungssystem in einer ökologisch bewirtschafteten Versuchsanlage am KOB Bavendorf.

(Foto: Thomas Arnegger)

am Hagelschutznetz angenähert waren (Abb. 5). Solche Konstruktionen finden im Kirschenanbau bereits verbreitet Verwendung. Die Überdachung wurde jährlich ab dem Knospenaufbruch aufgezogen und verblieb bis nach der Ernte. Während in der unbedachten, nur mit Hagelschutz versehenen Kontrollvariante ein praxisüblicher Pflanzenschutz durchgeführt wurde, waren in der Überdachungsvariante die fungiziden Behandlungen stark reduziert – um 60% im ersten Versuchsjahr 2015 und bis zu 96% in den weiteren Jahren. Unter diesen Bedingungen konnte mit der Überdachung die Regenfleckenbildung nahezu vollständig unterdrückt werden (BUCHLEITHER & WEBER, 2017; BUCHLEITHER & ARNEGGER, 2021). Hingegen entstand mit Ausnahme des sehr trockenen Jahres 2018 in der Kontrollvariante trotz eines praxisüblichen Pflanzenschutzmitteleinsatzes nach den Richtlinien für die Ökologische Produktion jährlich ein nennenswerter Anteil an Früchten mit >5% Oberflächenbedeckung durch Regenflecken, die nicht mehr als Tafelobst vermarktungsfähig waren. In der überdachten Variante war dieser Anteil in allen fünf Versuchsjahren sehr gering bzw. gar nicht vorhanden (Abb. 6).

Neben der Eindämmung der Regenfleckenkrankheit erzielte das Überdachungssystem auch eine sehr gute Regulierung von Apfelschorf und Lagerfäulen. Prinzipiell rückt durch diese Strategie eine fungizidfreie Pflanzenschutzsaison in greifbare Nähe. Lediglich Mehltaupilze werden unter solchen Bedingungen unter Umständen begünstigt (ZWAHLEN *et al.*, 2021). Allerdings resultierte die Überdachung am KOB auch in einer starken Zunahme des Blutlausbefalls, der über die gesamte Versuchsdauer mit den im ökologischen Anbau verfügbaren Möglichkeiten nicht ausreichend reguliert werden konnte (BUCHLEITHER & ARNEGGER, 2021). Auch in Versuchen mit anderen Schutzsystemen wie z.B. dem Einzelreihen-Einnetzsystem KeepIn-Touch-Antiacqua wurden die positiven Ergebnisse beim Pilzbefall durch eine nicht tolerierbare Zunahme des Blutlausbefalls neutralisiert (SCHLÜCHTER *et al.*, 2022). Aktuell wird am KOB daher ein bewegliches Überdachungssystem getestet, welches nur im Falle von Niederschlägen automatisch ge-

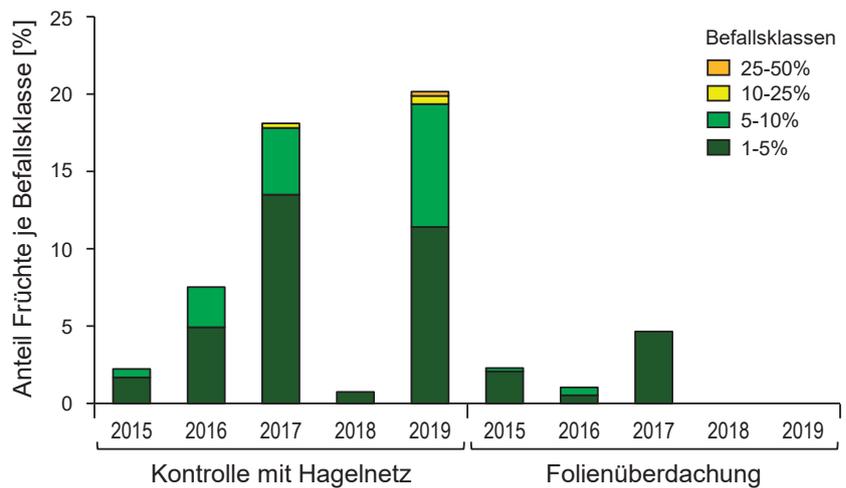


Abb. 6: Regenfleckenbefall an Topaz im Vergleich zwischen einer betriebsüblich mit Ökofungiziden behandelten, nur mit Hagelnetz versehenen Kontrollparzelle und einer überdachten, weitgehend fungizidfrei gehaltenen Parzelle am KOB Bavendorf.

schlossen wird. Es bleibt abzuwarten, ob durch eine solche Überdachung der Widerspruch zwischen Pilz- und Insektenregulierung aufgelöst werden kann.

Die Rolle schorfwiderstandsfähiger (SchoWi) Sorten

Apfelsorten mit genetisch bedingter Resistenz oder erhöhter Widerstandsfähigkeit gegen den Schorfpilz (*Venturia inaequalis*) leisten vor allem im ökologischen Anbau einen bedeutenden Beitrag zur erfolgreichen Produktion. Am Bodensee beträgt der Anteil dieser Sorten auf Öko-Betrieben derzeit rund 60% (BUCHLEITHER & HAUG, 2021). Um neue Sorten frühzeitig hinsichtlich ihrer Robustheit gegenüber Apfelschorf und weiteren Krankheiten zu bewerten, werden an drei Standorten in Süddeutschland unter Federführung der Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e.V. (FÖKO) entsprechende Bäume vollständig ohne fungiziden Pflanzenschutz gehalten. Unter solchen extremen Bedingungen kann innerhalb kurzer Zeit eine erste Einschätzung zur sorteneigenen Widerstandsfähigkeit getroffen und in Relation zu etablierten SchoWi-Sorten wie Topaz, robusten alten Apfelsorten und schorfanfälligen Sorten wie Elstar und Jonagold gesetzt werden. In diesen Sortengärten erfolgt die jährliche Erfassung des Befalls durch Schorf einheitlich Mitte September. Dadurch kann insbesondere bei den später reifenden Sorten von einer weiteren Zu-

nahme des Befalls bis zum jeweiligen Erntezeitpunkt ausgegangen werden.

In Abb. 7 sind für beide Krankheiten die Ergebnisse eines solchen Sortengartens in der Region Bodensee dargestellt. Bei vielen SchoWi-Sorten trat sowohl über einen fünfjährigen Gesamtzeitraum als auch im extremen Schorfjahr 2021 kein bzw. nur ein sehr geringer Befall durch *V. inaequalis* auf (Abb. 7A). Ein vollkommen anderes Bild zeichnet der Blick auf Regenflecken: Keine der geprüften Sorten war hier ausreichend robust (Abb. 7B). Auch im Rahmen unseres Forschungsprojekts wurden über die Jahre mehrere Dutzend Sorten hinsichtlich ihrer Anfälligkeit gegenüber Regenflecken geprüft. Auch hier zeigte keine Sorte bislang eine auffallende Robustheit. Lediglich stark beduftete Sorten sowie solche mit intensiver und flächiger Bestäubung wiesen einen tendenziell geringeren Befall auf. Was an der Sortenfrage verbleibt, ist der offensichtliche Vorteil eines früheren Erntetermins (siehe WEBER & BUCHLEITHER, 2022). Der Zusammenhang zwischen Reifezeitpunkt und Befallsintensität einzelner Sorten wird auch im folgenden Abschnitt noch einmal deutlich.

Der Einsatz von Fungiziden gegen Regenflecken

Aus den Ergebnissen der vorigen Sektion geht klar hervor, dass der teilweise oder komplette Verzicht auf Fungizidbehandlungen gegen Schorf, der durch SchoWi-Sorten prinzipiell ermöglicht wird, einen drastischen An-

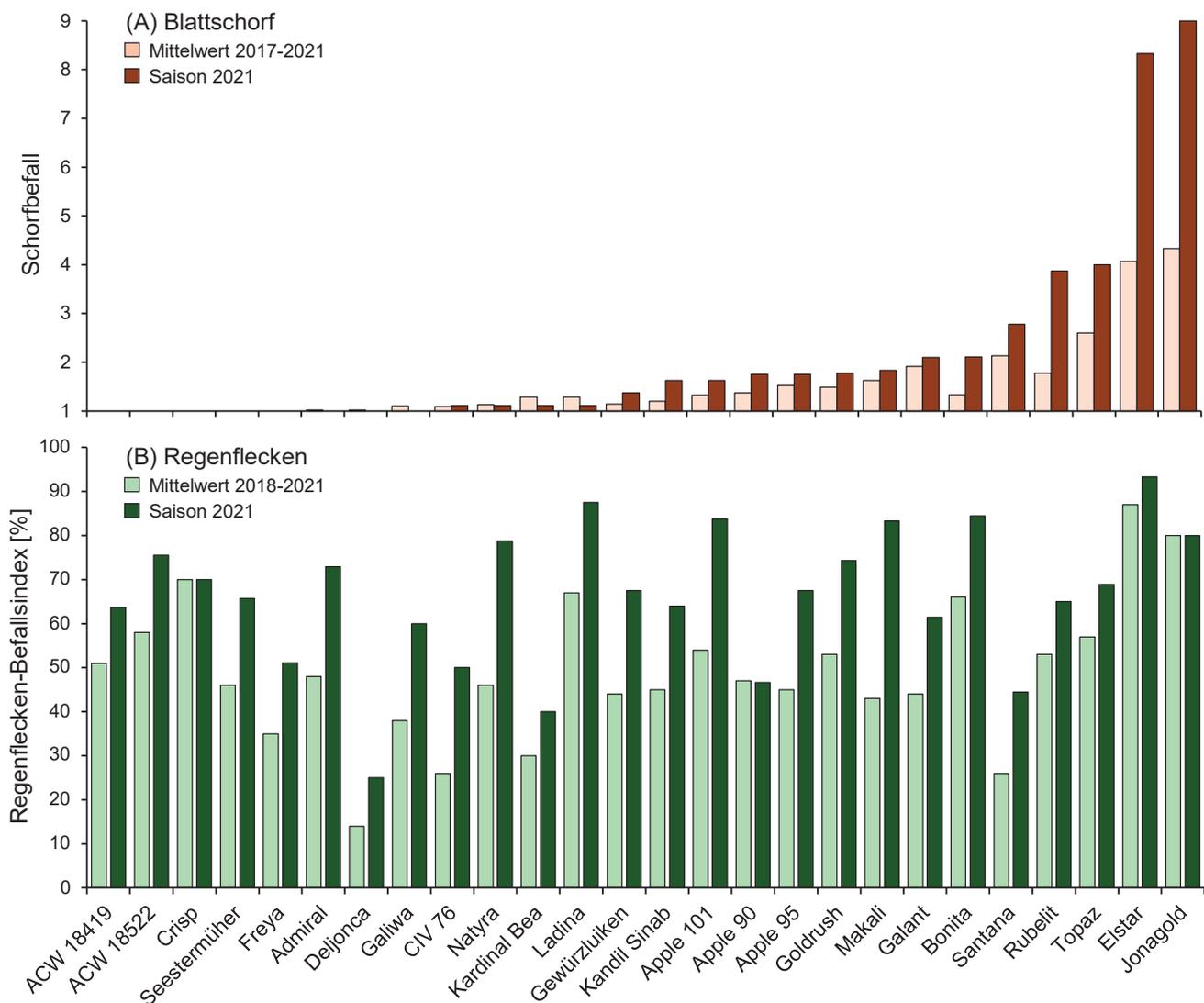


Abb. 7: (A) Schorfbefall nach LATEUR & POPULER (1994) und (B) Regenfleckenbefall nach MAYR & SPÄTH (2008) an verschiedenen Apfelsorten in einem langjährig ohne Fungizidbehandlungen bewirtschafteten Versuchsquartier am Standort Ahausen. Dargestellt sind Ergebnisse des langjährigen Mittels und des besonders starken Schorfbefalles 2021.

stieg des Befalls durch Regenflecken nach sich zieht. Wann, wie oft und mit welchen Präparaten muss behandelt werden, um dies zu verhindern? Diesen Fragen gehen wir in den folgenden Abschnitten nach.

Fungizidmaßnahmen vor der Saison

Wir wissen aus Köderungsversuchen mit Wachspapier, dass *P. cerophilus* in den Apfelanlagen überwintert und dort ganzjährig Sporen freisetzt (WEBER & BUCHLEITNER, 2022). Kann eine phytosanitäre Behandlung (Desinfektion) der Bäume im ausgehenden Winter oder im frühen Frühling den Befallsdruck für die folgende Saison messbar senken? Um dies zu untersuchen, wurden in einer ökologisch bewirtschafteten Topaz-Anlage am KOB Bavenndorf verschiedene Varianten getestet,

namentlich der Einsatz von Löschkalk zum Knospenschwellen (BBCH 51), sowie von Schwefelkalk zum Mausohrstadium (BBCH 54) oder in der Vollblüte (BBCH 65). Die Ergebnisse waren enttäuschend: Es kam zwar in allen behandelten Parzellen zunächst zu einem um 1-2 Wochen verzögerten Befallsaufbau, jedoch verwischte sich dieser Effekt bis zur Ernte, in welcher der Befall in allen Parzellen einschließlich der unbehandelten Kontrolle bei 100% der Früchte lag (Abb. 8). Obwohl Regenfleckenpilze die Pflanzen ausschließlich epiphytisch (= oberflächlich) besiedeln, sind sie ganz offensichtlich zu robust, um durch die im Öko-Anbau möglichen Mittel aus den Bäumen eliminiert zu werden. Die dichte Imprägnierung der Zellwände mit dem pilzlichen Schutzpigment Melanin könnte eine Erklärung dafür sein.

Fungizidmaßnahmen während der Primärsaison

Im Öko-Quartier des KOB werden neue SchoWi-Sorten seit dem Jahr 2017 mit unterschiedlichen Behandlungsintensitäten während der Primärsaison geprüft. In Variante I (intensiv behandelt) erfolgt ein praxisüblicher Pflanzenschutz nach den Empfehlungen des Beratungsdienstes Ökologischer Obstbau für schorfwiderstandsfähige Apfelsorten mit Schorfbefall in der Vergangenheit. Im Gegensatz dazu ermöglicht die Variante R (Resistenz-Management) eine deutliche Reduktion der Anzahl an Fungizid-Behandlungen durch eine Beschränkung auf einzelne Hauptinfektionsperioden durch Ascosporen. Im Vergleich zur Variante I wurde dadurch die Anzahl der Fungizidmaßnahmen im Jahr

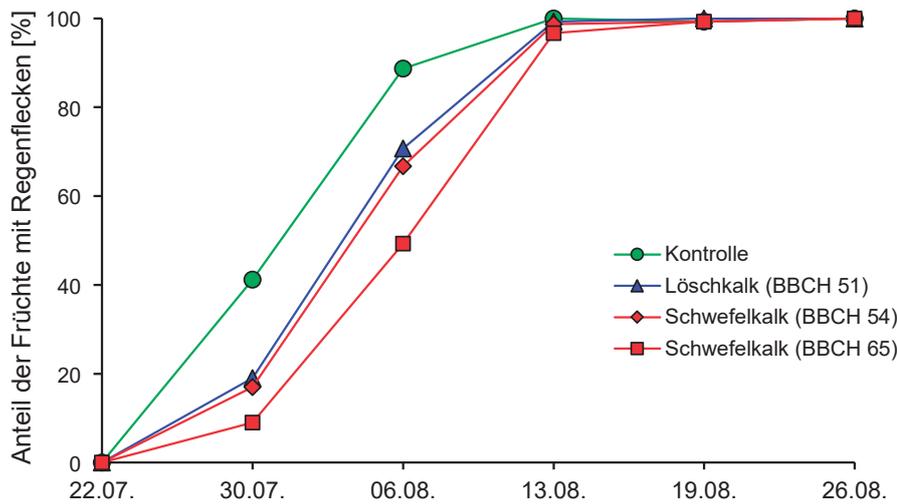


Abb. 8: Effekt einer frühen Behandlung mit Löschkalk oder Schwefelkalk auf die nachfolgende Befallsentwicklung durch *Peltaster cerophilus* in einer stark befallenen Topaz-Anlage am KOB Bavendorf in der Saison 2010 (Grafik leicht verändert nach WEBER et al., 2016).

2017 um 44%, 2018 um 38%, 2019 um 58% sowie 2020 und 2021 um jeweils 61% reduziert. Nach dem Ende der Primärsaison, spätestens jedoch ab Mitte Juni, erfolgte in beiden Varianten ein einheitliches, praxisübliches Pflanzenschutzmanagement bis zum Saisonende.

Abb. 9 illustriert die Ergebnisse für das Jahr 2020. Neben dem offensicht-

lichen Einfluss des Erntezeitpunktes zeigte sich beim Regenfleckenbefall auch ein Zusammenhang mit der Behandlungsintensität; in den allermeisten Fällen führte der in der Ascosporensaison reduzierte Fungizideinsatz zu einem erhöhten Auftreten von Regenflecken zur Ernte. Dies galt sowohl für den Anteil befallener Früchte als auch für die Befallsintensität. Dieser

Zusammenhang zwischen dem Fungizideinsatz in der Primärsaison und dem Regenfleckenbefall zur Ernte konnte in mehreren Versuchsjahren nachgewiesen werden. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass relevante Infektionen bereits im Zeitraum April bis Mai und damit deutlich vor dem Auftreten der ersten sichtbaren Regenfleckensymptome stattfinden. Dies bestätigt unsere Arbeiten zur Infektionsbiologie (WEBER & BUCHLEITNER, 2022).

Fungizide Behandlungen während der Sekundärsaison

Die in Abb. 9 dargestellten Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung des Erntezeitpunktes einer Apfelsorte. Spät reifende Sorten wie Natyra sind aufgrund der infektionsbiologischen Eigenschaften von *P. cerophilus* häufig stärker befallen als früh reifende Sorten. An den wichtigen Lagersorten ist also ein konsequentes Pflanzenschutzmanagement bis zur Ernte erforderlich. Hingegen entwickelt sich an früh reifenden Sorten wie Deljonca oder Freya bis zum Erntezeitpunkt Mitte August oder Anfang September

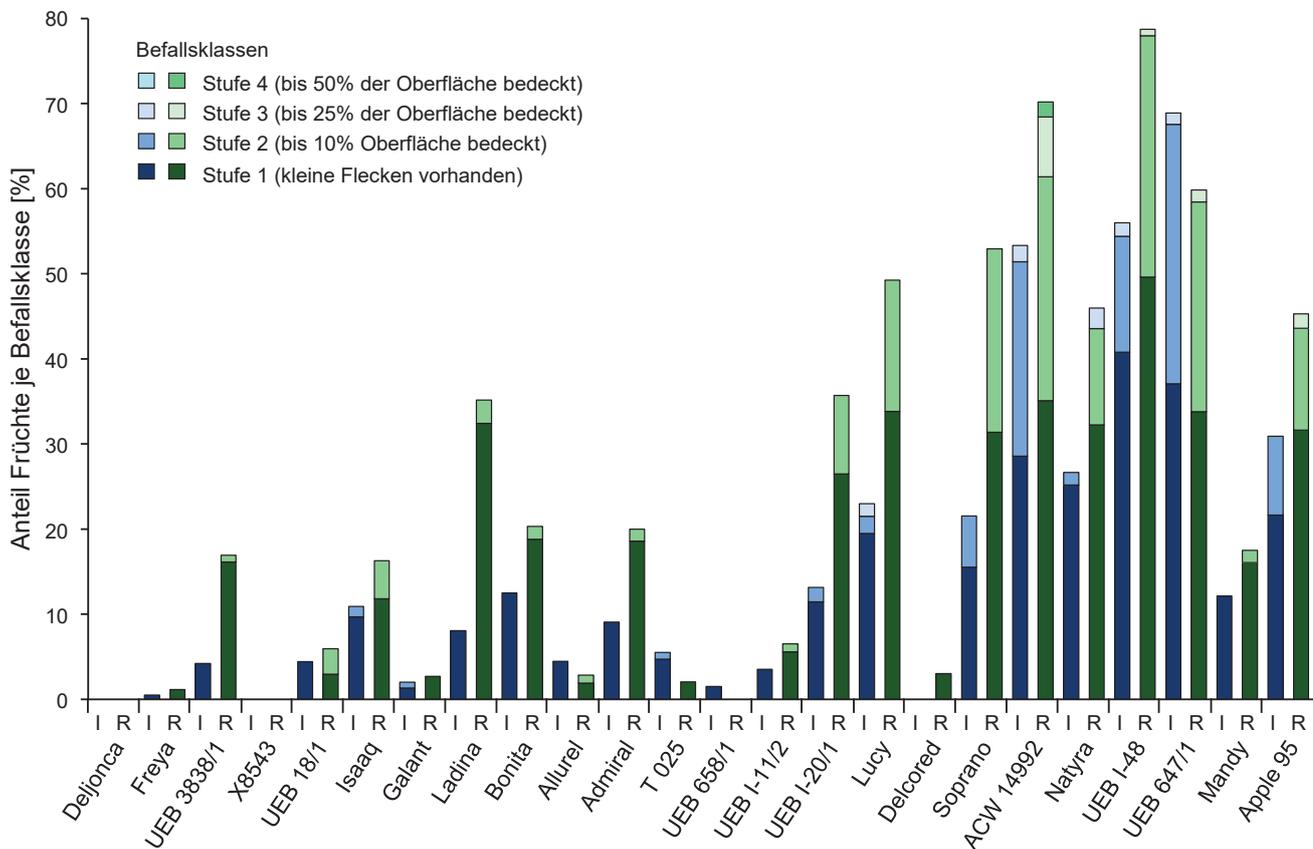


Abb. 9: Auswirkung einer intensiven (I) oder reduzierten (R) Fungizid-Intensität während der Schorf-Primärsaison auf den Befall durch Regenflecken zur Ernte in der Saison 2020 am KOB Bavendorf. Die verschiedenen Sorten sind nach Erntetermin angeordnet (links früh, rechts spät).

in den meisten Jahren kein erhöhtes Befallsniveau, so dass hier noch ein gewisses Potential zur Reduktion der Behandlungsintensität in der Sekundärsaison gegeben ist.

Versuche mit Spätsorten, in denen während der Sekundärsaison wiederholt behandelt wurde, haben eine ansprechende Regenfleckenwirkung für Schwefelkalk sowie Bicarbonate gezeigt, wobei der Zusatz von Netzschwefel oder Seifen die Bicarbonatwirkung erhöhen konnte. Verschiedene Bicarbonat-Präparate unterschieden sich in ihrer Wirkungsstärke (BEER *et al.*, 2010). In mehreren Versuchen am KOB war das formulierte Kaliumhydrogencarbonat-Präparat Kumar am wirksamsten. Im direkten Vergleich zeigten Kupferpräparate und Netzschwefel eine geringere, miteinander vergleichbare Wirkung. Vielversprechende Ergebnisse konnten in einem zweijährigen Versuch mit dem Versuchspräparat NEU1143F der Firma Neudorff generiert werden. Dieses Produkt mit dem Wirkstoff Pelargonsäure befindet sich aktuell im Zulassungsverfahren und kann daher noch nicht angewendet werden. Selbst im Falle einer Zulassung wären weiterführende Versuche zur erforderlichen Anzahl an Behandlungen, zum Berostungsmanagement sowie zur Einbettung des Präparats in eine Gesamtstrategie erforderlich.

Wie häufig müssen die wirksamen Präparate eingesetzt werden, um Regenflecken ausreichend einzudämmen? In einem dreijährigen Versuch

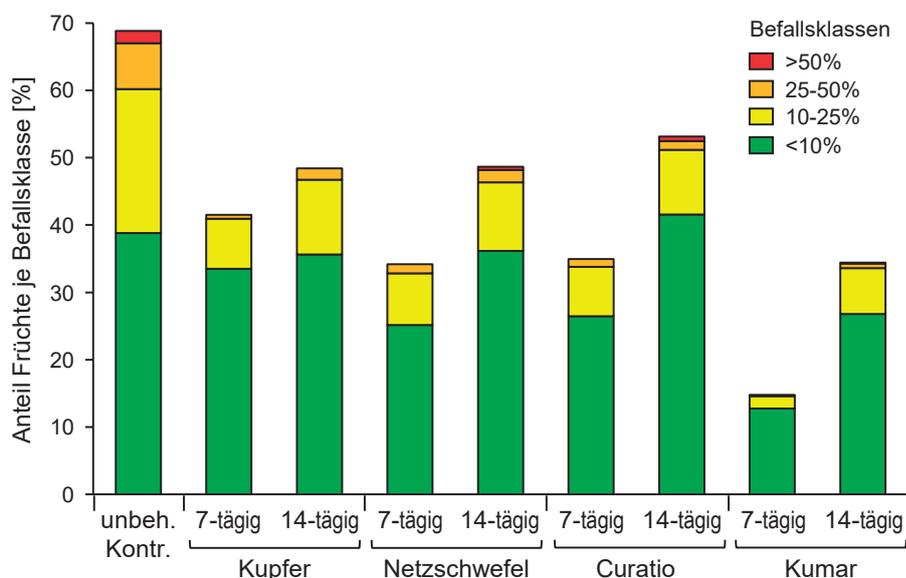


Abb. 10: Eindämmung des Regenfleckenbefalls (*Peltaster cerophilus*) durch wiederholte Behandlungen mit verschiedenen fungiziden Präparaten im 7- oder 14-tägigen Abstand in der Sekundärsaison 2021 (ab 06.07.). Der Versuch wurde an der Sorte Natyra am KOB Bavendorf durchgeführt; die Auswertung von 150 Früchten pro Variante erfolgte am 28.09.

an der Sorte Natyra wurden die im ökologischen Anbau zugelassenen Fungizide Cuprozin Progress (Kupfer), Netzschwefel Stulln, Curatio und Kumar in unterschiedlicher Behandlungsintensität verglichen. Nach einheitlichem und betriebsüblichem Pflanzenschutzmanagement im Frühjahr wurden im Versuchszeitraum zwischen Anfang Juli und der Ernte alle geprüften Präparate sowohl im wöchentlichen als auch im 14-tägigen Behandlungsintervall jeweils präventiv appliziert. Die Kontrollvariante verblieb während des Versuchszeitraums ohne fungizide Behandlungen. Mit allen geprüften Produkten konnte bei

wöchentlicher Applikation eine höhere Wirkung erzielt werden. Auch in diesem Versuch zeigte Kumar die höchste Wirksamkeit (Abb. 10).

Um die Anzahl der nötigen Behandlungen zu senken, waren am Standort KOB Bavendorf an der Sorte Topaz schon in der Saison 2011 Fensterversuche mit den wirksamsten verfügbaren Mitteln – Schwefelkalk oder die Kombination aus Bicarbonat und Netzschwefel – durchgeführt worden. Zum Vergleich standen zwei Zeiträume: einerseits ab dem Ende der Ascosporensaison bis Mitte Juli (4 Behandlungen), andererseits ab Mitte Juli bis Mitte August (6 Behandlungen). Vergleichspar-

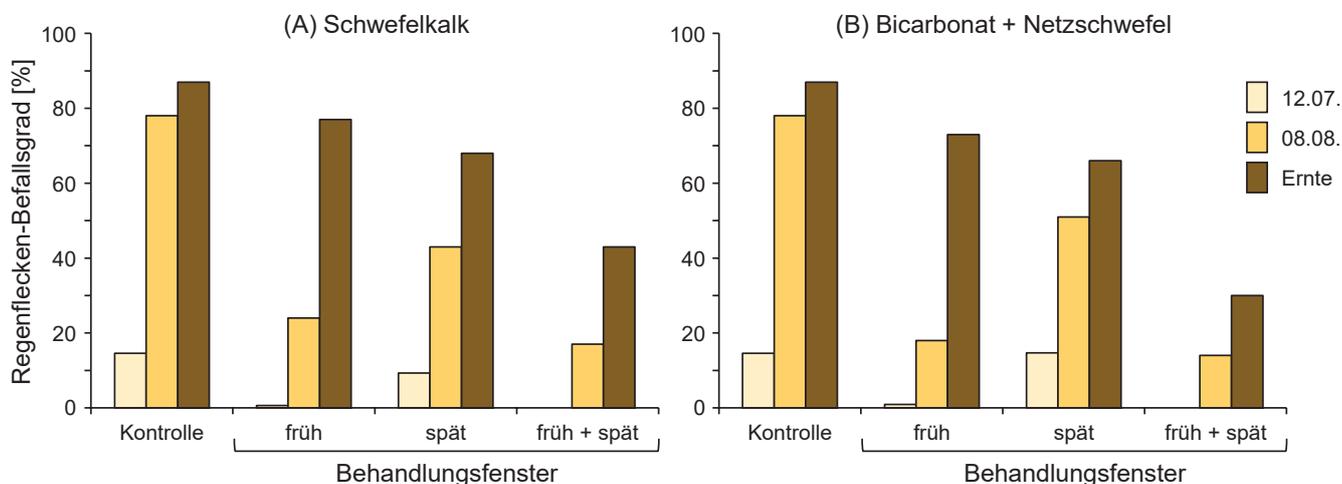


Abb. 11: Fensterversuch zur Bekämpfung der durch *Peltaster cerophilus* hervorgerufenen Regenfleckenkrankheit an Topaz am KOB Bavendorf in der Saison 2011. Behandlungen wurden im frühen Zeitfenster (01.06., 10.06., 19.06. und 10.07.), im späten Zeitfenster (14.07., 21.07., 25.07., 05.08., 09.08. und 16.08.), in beiden Fenstern oder zu keinem Zeitpunkt (Kontrolle) ausgeführt. Der Regenfleckenbefall wurde nach der von MAYR & SPÄTH (2008) beschriebenen Methode bonitiert. Grafik leicht verändert nach WEBER *et al.* (2016).

zellen wurden entweder zu keinem oder in beiden dieser Fenster behandelt. Die Ergebnisse (Abb. 11) zeichnen für beide Mittel fast identische Bilder, die wir hier zusammenfassend betrachten können. In der unbehandelt gebliebenen Kontrolle baute sich ein starker Befall auf, der zur Ernte einen Schädigungsgrad von über 80% erreichte. In der nur früh behandelten Variante setzte der Befall zunächst zögerlich ein, baute sich dann aber im unbehandelt belassenen Zeitraum vor der Ernte stark auf. Umgekehrt war der Befallsaufbau in der nur spät behandelten Variante zunächst so rasch wie in der unbehandelten Kontrolle, wurde dann aber im Zeitraum vor der Ernte verlangsamt. Nur mit der durchgehenden Behandlung über beide Zeitfenster hinweg konnte eine echte Befallsreduktion zur Ernte realisiert werden. Dieser Versuch zeigt erneut, dass unter den Infektionsbedingungen der Bodensee-Region eine direkte Regulierung erst ab dem Zeitpunkt des Auftretens erster Symptome nicht ausreichend wirksam ist.

In einem weiteren Versuch wurden am KOB in den Jahren 2018 bis 2020 unterschiedliche Behandlungsintensitäten während der Sekundärsaison an der Sorte Topaz verglichen. In allen Versuchsvarianten erfolgte bis zu Versuchsbeginn Mitte Juni ein einheitlicher, praxisüblicher Pflanzenschutz nach den Vorgaben für die ökologische Produktion. Im Zeitraum zwischen Mitte Juni und Ernte wurde eine ausschließlich präventiv mit Netzschwefel behandelte Variante mit einer rein kurativ mit Curatio behandelten Variante sowie mit einer praxisüblichen Variante, bestehend aus präventiven und ergänzenden kurativen Behandlungen, verglichen. Dadurch erfolgte in den einzelnen Versuchsvarianten eine unterschiedliche Anzahl an fungiziden Maßnahmen. Die Kontrollen blieben ab Versuchsbeginn bis zur Ernte unbehandelt. Im Ergebnis zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem jährlichen Befallsdruck und der Wirkung der Fungizidmaßnahmen (Abb. 12). Im trockenen Jahr 2018 lag ein insgesamt geringes Befallsniveau vor, wodurch auch in den Varianten mit reduzierter Anzahl an Behandlungen eine zufriedenstellende Regulierung erzielt wer-

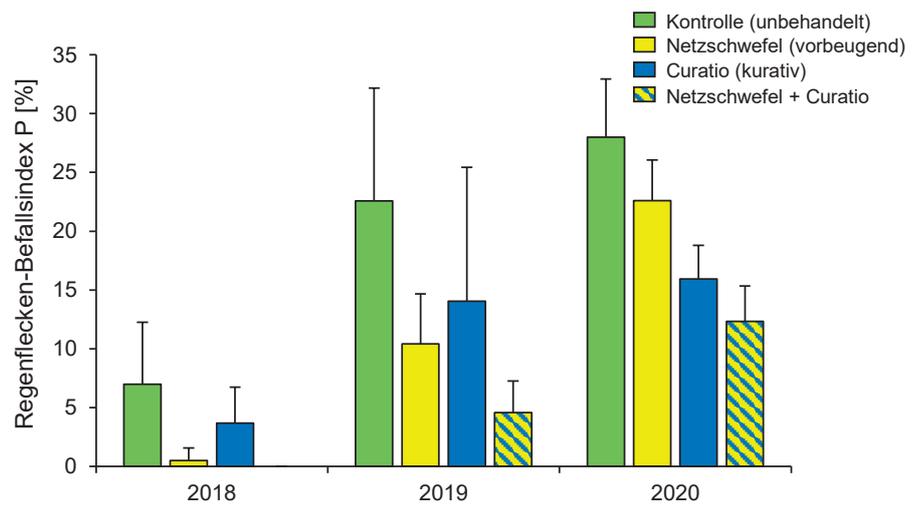


Abb. 12: Wirkung unterschiedlicher Behandlungsintensitäten bestehend aus Behandlungen mit Netzschwefel vor und/oder mit Curatio nach Niederschlägen während der Sekundärsaison. Der Regenfleckenbefall wurde nach der von MAYR & SPÄTH (2008) beschriebenen Methode bonitiert.

den konnte. In den Folgejahren wurde bei steigendem Befallsdruck eine abnehmende Wirkung der geprüften Strategien erkennbar. In der Saison 2020 entwickelte sich der insgesamt höchste Befall in der unbehandelten Kontrolle. In diesem Jahr konnte selbst mit der erhöhten Behandlungsintensität einer Kombination aus präventiven und kurativen Maßnahmen keine zufriedenstellende Wirkung erzielt werden.

Nach allen Erkenntnissen, die wir über die Regenflecken gewonnen haben, ist die Schlussfolgerung ernüchternd, dass die im ökologischen Anbau verfügbaren Präparate auch nach dem Ende der Ascosporensaison wiederholt eingesetzt werden müssen, um der Krankheit in schweren Befallsjahren mit entsprechend langen Nässephasen beizukommen. Dies ist jedoch im Lichte der polyzyklischen Befallsbiologie, die wir für *P. cerophyllus* nachgewiesen haben, absolut plausibel. Die Regenfleckenkrankheit gefährdet somit das Fungizideinsparpotential, welches uns die schorf-widerstandsfähigen Apfelsorten ermöglichen (WEBER *et al.*, 2016). Auf der anderen Seite ist dieses Potential zumindest an der Niederelbe durch das im Jahr 2021 erfolgte Durchbrechen der Vf-Resistenz durch neue Rassen des Schorfpilzes *V. inaequalis* (WEBER, 2022b) ohnehin gefährdet. Am Bodensee bestehen solche Probleme schon seit etwa 2013 (BUCHLEITHER, 2021). Der maßvolle Fungizideinsatz an SchoWi-

Sorten ist also aus verschiedenen fachlichen Gründen geboten.

Ausblick

Wir müssen uns von der Idee verabschieden, dass Wunschdenken eine tragfähige Grundlage für die Realität ist. Hierzu zählt die Hoffnung, dass schorf-widerstandsfähige Apfelsorten generell zu einer deutlichen Reduzierung an fungiziden Maßnahmen führen. Dies kann im Falle früh reiferer Sorten wie Deljonca funktionieren, aber gerade bei den später reifenden Lagersorten geraten durch eine solche Einsparung neue Krankheiten in den Fokus, die zuvor unerkannt miterfasst worden sind. Abgesehen von der Regenfleckenkrankheit ist ein gutes Beispiel hierfür die in Süddeutschland und angrenzenden Regionen seit einigen Jahren stark auftretende *Marssonina*-Blattfallkrankheit (LINDNER, 2012; NAEF *et al.*, 2013; BUCHLEITHER, 2019). Die für eine sichere Bekämpfung nötige hohe Anzahl von fungiziden Maßnahmen gegen die Regenfleckenkrankheit ist letztlich die Konsequenz extrem hoher Anforderungen an die Fruchtkosmetik seitens der Verbraucher bzw. der Vermarktung. Dabei ist bekannt, dass die inneren Qualitäten der Frucht durch die Regenfleckenkrankheit nicht beeinträchtigt werden. Leider können wir als Produzenten diese Anforderungen kaum beeinflussen, allenfalls durch die Sisyphusarbeit der Aufklärung.

Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung des Obstbaus müssen wir uns darüber im Klaren sein, dass wir über viel mehr Stellschrauben verfügen als nur die fungiziden Maßnahmen. Hierunter fallen auch Ansätze, die nicht zur alleinigen Befallskontrolle ausreichen, im Rahmen einer Bausteinstrategie jedoch eine wichtige Rolle spielen. Aus vielen Versuchen wissen wir, dass der Wirkungsgrad einer Bekämpfung in dem Maße nachlässt, in dem der Befallsdruck durch den Erreger steigt. Dies kann auf die chemische Befallsregulierung zutreffen wie beim Fruchtschalenwickler (WEBER *et al.*, 2021a), aber auch auf Hygienemaßnahmen wie beim Ausmähen der Grabenränder und Fahrspalten gegen die Grüne Futterwanze (WEBER *et al.*, 2021b). Oftmals stehen verschiedene Ansätze in einem direkten Zusammenhang zueinander. So erbringt der Mehltauschnitt ohne Einsatz von Fungiziden keinen messbaren befallsreduzierenden Effekt gegen den Apfelmehltau, kann aber die Wirkungsgrade der Fungizide deutlich steigern, wenn beide Maßnahmen zusammen durchgeführt werden (PALM & KRUSE, 2010).

In der Bewertung der verfügbaren Optionen müssen wir daher zwischen einer Region mit hohem Befallsdruck wie dem Bodensee und einer mit deutlich reduziertem Befallsdruck wie der Niederelbe unterscheiden. In Norddeutschland ist es denkbar, dass der Befallsdruck durch *P. cerophilus* durch das Entfernen der Fruchtmumien, den Sommerschnitt und ggf. ein Beikrautmanagement ausreichend reduziert wird, um bedeutsame Einsparungen im Fungizidprogramm zu realisieren. In Süddeutschland ist eine ausreichende Regulierung der Regenflecken in regenreichen Jahren nicht ohne die wiederholte Applikation wirksamer Präparate über die gesamte Saison zu erreichen. Zukünftig könnte dabei wirksamen Prüfmitteln wie z.B. dem Neudorff-Präparat Neu1143F im Falle einer Zulassung eine wichtige Rolle zukommen. Auch innovative indirekte Maßnahmen wie eine Überdachung könnten in dieser Region an Bedeutung gewinnen. Des Weiteren wird am KOB derzeit das Potential modernster Putzanlagen zur mechanischen Entfernung von Regenfleckenbelägen nach

der Ernte untersucht. Die Ergebnisse dieser Versuchsarbeit müssen noch abgewartet werden.

Ansätze, in denen Aspekte der indirekten Schaderregerkontrolle durch Kulturführung und Hygiene mit solchen der direkten Bekämpfung durch Fungizide kombiniert werden, sind im ökologischen Anbau und Versuchswesen durchaus etabliert. Ihre Anwendung auf Regenflecken ist aber aufgrund der besonders hohen Komplexität dieser Krankheit schwierig. In der Integrierten Produktion, in der Regenflecken bislang keine Rolle gespielt haben, drohen die Zulassungen vieler wirksamer Mittel auszulaufen. Daher sehen wir auch für diesen Bereich einen steigenden Bedarf an ganzheitlichen Strategien unter Einbeziehung von Pflanzenschutz- und Kulturmaßnahmen, und an einem entsprechend aufgestellten Versuchswesen.

Danksagung

Unser Gemeinschaftsprojekt zum Thema Regenflecken wurde durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau gefördert (Projekt-Nummern 06OE323 und 2810OE004). Nachfolgende Arbeiten wurden durch das Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz des Landes Baden-Württemberg finanziert. Wir danken Sybille Späth für ihre bereichernde Mitarbeit und Dr. Ulrich Mayr (KOB Bavendorf) für den langjährigen fruchtbaren Austausch.

Literatur

- BATZER, J.C., WEBER, R.W.S., MAYFIELD, D.A. & GLEASON, M.L. (2016). Diversity of the sooty blotch and flyspeck complex on apple in Germany. *Mycological Progress* **15**:2.
- BEER, M., SPÄTH, S. & BUCHLEITHER, S. (2010). Strategien zur Bekämpfung von Regenflecken im ökologischen Obstbau. *Öko-Obstbau* **2/2010**: 10-13.
- BEER, M., BROCKAMP, L. & WEBER, R.W.S. (2015). Control of sooty blotch and black rot of apple through removal of fruit mummies. *Folia Horticulturae* **27**: 43-51.
- BROWN, E.M. & SUTTON, T.B. (1986). Control of sooty blotch and flyspeck of apple with captan, mancozeb, and mancozeb combined with dinocap

in dilute and concentrate applications. *Plant Disease* **70**: 281-284.

- BROWN, E.M. & SUTTON, T.B. (1995). An empirical model for predicting the first symptoms of sooty blotch and flyspeck of apples. *Plant Disease* **79**: 1165-1168.
- BUCHLEITHER, S. (2019). Neueste Erkenntnisse zur Blattfallkrankheit „*Marssonina coronaria*“. *Öko-Obstbau* **3/2019**: 8-11.
- BUCHLEITHER, S. (2021). Bietet Topaz auch nach Durchbruch der Schorfresistenz noch Vorteile? *Obstbau Weinbau* **58** (6): 36-39.
- BUCHLEITHER, S. & ARNEGGER, T. (2021). Geschützter ökologischer Anbau von Tafeläpfeln. *Obstbau* **46**: 71-76.
- BUCHLEITHER, S. & HAUG, P. (2021). Prüfung und Bewertung der Anfälligkeit neuer schorf widerstandsfähiger Apfelsorten gegenüber Apfelschorf, Regenflecken und *Marssonina coronaria*. *Öko-Obstbau* **4/2021**: 10-14.
- BUCHLEITHER, S. & WEBER, R.W.S. (2017). Ansätze zur Reduzierung der Regenfleckenkrankheit des Apfels im Öko-Obstbau. *Öko-Obstbau* **3/2017**: 10-13.
- COOLEY, D.R., GAMBLE, J.W. & AUTIO, W.R. (1997). Summer pruning as a method for reducing flyspeck disease on apple fruit. *Plant Disease* **81**: 1123-1126.
- CROSS, J., BERRIE, A., JOHNSON, D., BIDDLECOMBE, T., PENNELL, D., LUTON, M. & ASHDOWN, C. (2014). *Apple Best Practice Guide*. Kenilworth: Horticultural Development Company (<http://apples.hdc.org.uk>)
- KOCKEROLS, M. (2018). Geschützter Kirschenanbau in Norddeutschland. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **73**: 137-140.
- KOCKEROLS, M., WOLTERS, A. & WEBER, R.W.S. (2015). Die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) an Süßkirschen an der Niederelbe 2015. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **70**: 287-292.
- LATEUR, M. & POPULIER, C. (1994). Screening fruit tree genetic resources in Belgium for disease resistance and other desirable characters. In: *Progress in Temperate Fruit Breeding* (Hrsgg.: Schmidt, H. & Kellerhals, M.), 425-431. Dordrecht: Kluwer.
- LINDNER, L. (2012). Die *Marssonina*-Blattfleckenkrankheit jetzt auch in Südtirol. *Obstbau Weinbau* **49**: 66-68.

- MAYR, U. & SPÄTH, S. (2008). Sooty blotch of apple: efficacy of different application strategies. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing*, 82-86. Weinsberg: FÖKO.
- NAEF, A., HÄSELI, A. & SCHÄRER, H.J. (2013). *Marssonina*-Blattfall, eine neue Apfelkrankheit. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **149** (16): 8-11.
- OCAMB-BASU, C.M., SUTTON, T.B. & NELSON, L.A. (1988). The effects of pruning on incidence and severity of *Zygothia jamaicensis* and *Gloeodes pomigena* infections of apple fruit. *Phytopathology* **78**: 1004-1008.
- PALM, G. & KRUSE, P. (2010). Der Apfelmehltau – Möglichkeiten und Grenzen der mechanischen und chemischen Bekämpfung. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **65**: 148-151.
- ROSENBERGER, D.A., ENGLE, C.A. & MEYER, F.W. (1996). Effects of management practices and fungicides on sooty blotch and flyspeck diseases and productivity of Liberty apples. *Plant Disease* **80**: 798-803.
- SCHLUCHTER, M., SPÄTH, S. & BUCHLEITHER, S. (2022). Four-year experiences with exclusion netting row covers in an organic apple orchard: handling, relevant pests and diseases. In: *Proceedings of the 20th International Conference on Organic Fruit-Growing*, 94-100. Weinsberg: FÖKO.
- SCHULTE, E. (1997). Infektion und Krankheitsverlauf der Bitterfäule des Apfels während der Fruchtentwicklung und Lagerung. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **52**: 237-247.
- WEBER, R.W.S. (2012). Mikroskopische Methode zum Nachweis pathogener Pilze auf Fruchtmumien von Äpfeln. *Erwerbs-Obstbau* **54**: 171-176.
- WEBER, R.W.S. (2022a). Die Regenfleckenkrankheit des Apfels. 1. Beteiligte Erreger. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **77**: 209-214.
- WEBER, R.W.S. (2022b). Status der Fungizidresistenz beim Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) an der Niederelbe. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **77**: 97-102.
- WEBER, R.W.S. & BUCHLEITHER, S. (2022). Die Regenfleckenkrankheit des Apfels. 2. Biologie von *Peltaster cerophilus*. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **77**: 259-267.
- WEBER, R.W.S., MAXIN, P. & TRAPMAN, M. (2008). *Diplodia seriata* als Ursache der schwarzen Sommerfäule im ökologischen Apfelanbau Norddeutschlands. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **63**: 46-50.
- WEBER, R.W.S., SPÄTH, S., BUCHLEITHER, S. & MAYR, U. (2016). A review of sooty blotch and flyspeck disease in German organic apple production. *Erwerbs-Obstbau* **58**: 63-79.
- WEBER, R.W.S., MOHR, D., HEIN, M., KRUSE, P. & HOLTHUSEN, H.H.F. (2021a). *Adoxophyes orana* an der Niederelbe. 3. Bekämpfung der Sommer- und Herbstgeneration im Kernobst. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **76**: 237-244.
- WEBER, R.W.S., MOHR, D. & HOLTHUSEN, H.H.F. (2021b). Ausmähen krautiger Pflanzen in Fahrgassen und Baumstreifen zur Befallskontrolle der Grünen Futterwanze. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **76**: 421-425.
- WILLIAMSON, S.K. & SUTTON, T.B. (2000). Sooty blotch and flyspeck of apples: biology, etiology, and control. *Plant Disease* **84**: 714-724.
- ZAVAGLI, F., BERTELSEN, M., BINARD, P., BUTCARU, A., CABREFIGA, J., DE JONG, P.F., DERUWE, H., FOUNTAIN, M., HOLTHUSEN, H., IACOMI, B., KELDERER, M., SPINELLI, F., VAN HELMRUICK, W. & WENNEKER, M. (2019). Pflanzenschutz: Stand der Technik und Forschung – Teil 1. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **74**: 215-227.
- ZWAHLEN, D., BRAVIN, E., REINHARD, F., ACKERMANN, A., PROSKE, M. & SCHEER, C. (2021). Regendächer im Apfelanbau – mit Folien gegen Schorf. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **157** (8): 29-32. ●