



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Schlussbericht zum Thema

Erarbeitung einer Gesamtstrategie aus direkten und indirekten Maßnahmen zur Substitution bzw. Reduzierung des Kupfereinsatzes bei der Regulierung von pilzlichen Schaderregern in der ökologischen Kernobstproduktion

FKZ:

2815OE072, 2815OE113, 2815OE114, 2815OE115

Projektnehmer/Projektnehmerin:

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) – Rheinpfalz,
Öko-Obstbau Norddeutschland Versuchs- und Beratungsring e.V.,
Kompetenzzentrum Obstbau-Bodensee,
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft auf Grund eines Beschlusses des deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau.

Das Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL) hat sich zum Ziel gesetzt, die Rahmenbedingungen für die ökologische Landwirtschaft in Deutschland zu verbessern. Es wird vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) finanziert und in der BÖL-Geschäftsstelle in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in die Praxis umgesetzt. Das Programm gliedert sich in zwei ineinandergreifende Aktionsfelder - das Forschungs- und das Informationsmanagement.

Detaillierte Informationen und aktuelle Entwicklungen finden Sie unter:

www.bundesprogramm.de
www.oekolandbau.de/forschung

Wenn Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich bitte an:

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
Bundesprogramm Ökologischer Landbau
Deichmanns Aue 29
53179 Bonn
Tel.: 0228-6845-3280
E-Mail: boel-forschung@ble.de

Gefördert durch



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



BUNDESPROGRAMM
ÖKOLOGISCHER LANDBAU



Rheinland-Pfalz

Dienstleistungszentrum
Ländlicher Raum
Rheinpfalz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Erarbeitung einer Gesamtstrategie aus direkten und indirekten Maßnahmen zur Substitution bzw. Reduzierung des Kupfereinsatzes bei der Regulierung von pilzlichen Schaderregern in der ökologischen Kernobstproduktion

Abschlussbericht



Laufzeit des Vorhabens: März 2017 bis Dezember 2021

Zuwendungsempfänger:

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz
Kompetenzzentrum Gartenbau, Campus Klein-Altendorf 2
53359 Rheinbach
Projektkoordination: **Jürgen Zimmer**

Förderkennzeichen:

2815OE072
2815OE113-115

Kooperationspartner:

Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB)

Sascha Buchleither

Schumacherhof 6, 88213 Ravensburg - Bavendorf

Öko-Obstbau Norddeutschland (ÖON), ESTEBURG-Obstbauzentrum Jork,

Bastian Benduhn

Moorende 53, 21635 Jork

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Fachbereich Gartenbau und Landespflege Dresden-Pillnitz

Harald Rank

August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden Pillnitz

Kooperationspartner Unteraufträge:

Bio-Protect GmbH

Dr. Stefan Kunz

Lohnerhofstrasse 7, 78467 Konstanz

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	5
Tabellenverzeichnis.....	9
1 Einführung	11
1.1 Gegenstand des Vorhabens.....	13
1.2 Planung und Ablauf des Projektes.....	13
2 Gewächshausversuche	14
2.1 Einleitung.....	14
2.2 Material und Methoden.....	14
2.2.1 Apfelpflanzen	14
2.2.2 Schorfpopulationen	14
2.2.3 Inokulation.....	15
2.2.4 Behandlung.....	15
2.2.5 Auswertung.....	15
2.3 Ergebnisse	15
2.3.1 Prüfung neuer Präparate.....	15
2.3.2 Protektive Wirkung von Mischungen aus Cuprozin progress und Carbonaten	18
2.3.3 Verbesserung der protektiven Wirksamkeit von Kupfer mit Additiven...	19
2.3.4 Verbesserung der protektiven Wirkung von Carbonaten mit Additiven .	23
2.3.5 Mikroorganismen	28
2.4 Bereitstellung von biotechnologischen Präparaten.....	32
2.4.1 Produktion von BPLEC19	32
2.4.2 Produktion von Hyperparasiten.....	34
2.4.3 Wirkung von Fungiziden auf Hyperparasiten	35
3 Freilandversuche.....	36
3.1 Primärschorf	36
3.1.1 Wirkung unterschiedlicher Haft- und Netzmittel bei präventiver Behandlung während der Primärsaison	36
3.1.2 Versuchsergebnisse zum Produkt NEU 1143F.....	42
3.2 Sekundärschorf, Sommerbehandlungen	48
3.2.1 Behandlungsintensität zur Regulierung von Regenfleckenkrankheit und Marssonina coronaria.....	48

3.2.2	Wirksamkeit neuer Präparate gegenüber der Regenfleckenkrankheit und <i>Marssonina coronaria</i>	52
3.2.3	Regulierung von Lagerschorf.....	55
3.3	Primär- und Sekundärschorfphase, Lagerkrankheiten	59
3.3.1	Behandlungsintensität - Schorfbruch 'Topaz'	59
3.3.1.1	Blattschorfbefall	61
3.3.1.2	Fruchtschorfbefall	61
3.3.2	Behandlungsintensität 'Freya'	63
3.3.3	Fungizideinsatz bei 'Natyra'	65
3.3.4	Weiterführende Untersuchungen bei 'Natyra'® 2019-2021.....	78
3.3.5	Freilandversuche zur Reduzierung von Lagerkrankheiten mit dem Fokus auf <i>Gloeosporium</i> - Fruchtfäule.....	90
3.4	Überdachungssysteme.....	93
3.4.1	Einfluss unterschiedlicher Überdachungssysteme auf den resultierenden Befall mit unterschiedlichen Krankheiten an der Sorte 'Topaz'	93
3.5	Phytoprotektive Maßnahmen	102
3.5.1	Einfluss unterschiedlicher Vinasse-Konzentrationen auf den Laubabbau und die Sporenbildung.....	102
3.5.2	Vorbeugende Maßnahmen - Förderung des Falllaub-Abbaus	109
3.5.3	Förderung des Laubabbaus / Reduzierung des Ascosporenpotentials	115
4	Danksagung.....	118
5	Literaturverzeichnis	119

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wirkung gegen <i>V. inaequalis</i> von Cuprozin progress + Haftmittel und der Tankmischung aus Cuprozin progress+Haftmittel und 2H13 im Gewächshaus nach protektiver Applikation und 10-15 mm Beregnung in Abhängigkeit von der Kupferaufwandmenge. Je Versuch wurden 4-5 Triebe ausgewertet. MW zeigt den Mittelwert der Wirkungsverbesserung durch 2H13. T-Test gibt den p-Wert nach Vergleich der Wirkungsgrade beider Gruppen im zweiseitigen, gepaarten T-Test.....	20
Abbildung 2: Änderung des Wirkungsgrads von Cuprozin progress durch Zugabe von 2H13 bei unterschiedlichen Regenmengen. N= Anzahl der Versuche. p=Überschreitungswahrscheinlichkeit im zweiseitigen, gepaarten T-Test.....	21
Abbildung 3: Protektive Wirkung gegen Apfelschorf nach Beregnung mit 15 mm. unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede in Tukey' Multiple Comparison Test nach Mittelwertsseparierung der wurzeltransformierten Befallsstärken mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse.	22
Abbildung 4: kurative Wirkung gegen Apfelschorf nach Behandlung 24 h nach Inokulation aufs trockene Blatt. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede in Tukey's Multiple Comparison Test nach Mittelwertsseparierung der wurzeltransformierten Befallsstärken mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse.	26
Abbildung 5: Schorfsymptome an 'Jonagold' ohne Hyperparasiten (links), mit Hyperparasiten (Mitte) und mit Hyperparasiten und Mehltau (rechts).	30
Abbildung 6: Wirkung gegen <i>V. inaequalis</i> einer L. enzymogenes Kultur, resuspendierter Zellen und Kulturüberstand nach Zentrifugation der Kultur im Keimungstest in Abhängigkeit von der Dosis. Die Pellets (Zellen) wurden nach der Zentrifugation in einem Zehntel des ursprünglichen Volumens resuspendiert.....	33
Abbildung 7: Dosis-Wirkungs-Kurven von BPLEC19 Chargen gegen <i>V. inaequalis</i> im Keimungstest.	34
Abbildung 8: Ergebnisse Primärschorfversuch 'Gala', DLR 2019 Vergl. der Netz- und Belagsmittel Squall und CropCover	37
Abbildung 9: Ergebnisse Primärschorfversuch 'Gala', DLR 2020; 'Gala', LfULG 2020 und 'Elstar' ÖON 2021 Vergl. der Netz- und Belagsmittel Squall und CropCover	38
Abbildung 10: Vergleich der Netz- und Belagsmittel Neu 1228I , Ergebnisse Primärschorfversuch 'Gala', DLR 2017; 'Jonagold', KOB 2017 und 'Elstar' ÖON 2021	40
Abbildung 11: Ergebnisse Primärschorfversuch 'Jonagored', KOB 2021; Vergl. der Netz- und Belagsmittel Break Thru und TS-forte.....	41
Abbildung 12: Fruchtschorfbefall	42
Abbildung 13: Darstellung der Applikationstermine bei der Schorffregulierung	43
Abbildung 14: Ergebnis des durchgeführten Fensterversuchs	44

Abbildung 15: Wirkungsgrade von NEU 1143F bei Blattschorfbefall an den Blättern der Langtriebe	45
Abbildung 16: Wirkungsgrade von NEU 1143F bei Fruchtschorfbefall.....	46
Abbildung 17: Phytotox der Blätter bei häufiger Anwendung bei der Sorte ‘Gala‘	46
Abbildung 18: Fruchtberostung bei häufiger Anwendung bei der Sorte ‘Elstar‘	47
Abbildung 19: Resultierender Befall mit Regenflecken in den Jahren 2018 bis 2020 nach unterschiedlichen Behandlungs-Strategien sowie Anzahl der jeweils erfolgten Applikationen im Versuchszeitraum Mitte Juni bis Ende August. Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung.....	50
Abbildung 20: Resultierender Befall mit <i>Marssonina coronaria</i> in den Jahren 2018 bis 2020 nach unterschiedlichen Behandlungs-Strategien sowie Anzahl der jeweils erfolgten Applikationen im Versuchszeitraum Mitte Juni bis Ende August. Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung.....	51
Abbildung 21: Schädigungsgrad P (%) <i>Marssonina coronaria</i> , Jahre 2017-2019.....	53
Abbildung 22:: Schädigungsgrad P (%) Regenflecken, Jahre 2019-2020	54
Abbildung 23: Fruchtschorfbefall in der Versuchsanlage an der Sorte ‘Braeburn‘.....	55
Abbildung 24: Befall mit Lagerschorf und Wirkungsgrade.....	57
Abbildung 25: Ergebnis der Regenfleckenbonitur dargestellt als Schädigungsgrad.....	58
Abbildung 26: Ergebnis der Berostungsbonitur dargestellt in den Boniturstufen 1-4 (bei Boniturstufe 1 ist keine Berostung vorhanden)	58
Abbildung 27: Anteil schorfbefallener Blätter in den Varianten mit unterschiedlicher Behandlungsintensität während der Primärsaison in den Jahren 2017 - 2019 am Standort KOB in Bavendorf.....	61
Abbildung 28: Anteil befallener Früchte in den Varianten mit unterschiedlicher Behandlungsintensität während der Primärsaison in den Jahren 2017 - 2019 am Standort KOB in Bavendorf.....	62
Abbildung 29: Schädigungsgrad P (%) der Jahre 2019 - 2021 in den Varianten mit unterschiedlicher Behandlungsintensität am Standort Bodensee (KOB Bavendorf).....	64
Abbildung 30: ‘Natyra‘®.....	66
Abbildung 31: Bild rechts aufgehelltes Blatt Bioanlage, Bild links Blattstand IP-Anlage	67
Abbildung 32: Versuchsvarianten mit Anzahl an Behandlungen je Präparat.....	68
Abbildung 33: Unterschiedlich gefärbte Blätter mit markierten Messpunkten und dem jeweils dazu gemessenen SPAD Wert.....	69
Abbildung 34: Verlauf der SPAD Werte der unterschiedlichen Versuchsvarianten vom ältesten Blatt (Blatt 1) bis Blatt 13 der Langtriebe	70
Abbildung 35: Schwefel- und Stickstoffgehalt der Blätter in % Trockensubstanz zum 26.06.2018	70

Abbildung 36. Aufgehellte Rosettenblätter 16.05.18	Abbildung 37: Blattfall der Rosettenblätter 16.05.18	73
Abbildung 38: Ergebnis Blattanalyse vom 12.09.18		75
Abbildung 39: Blattstand im September in den Varianten		76
Abbildung 40: Prozentualer Ertrag im Vergleich zu unbehandelten Kontrollvariante (100 %)		77
Abbildung 41: Applizierte Schwefelmenge in Kilogramm Hektar und Jahr während den Frühjahrsbehandlungen		80
Abbildung 42: Blattanalysen: Stickstoffgehalt (%-TS) in den Blättern		81
Abbildung 43: Blattanalysen: Schwefelgehalt (%-TS) in den Blättern		81
Abbildung 44: Ermittelte SPAD - Werte Frühjahrsbehandlungen 2019-2021		82
Abbildung 45: Kumulierte Erträge Frühjahrsbehandlungen 2019-2021		83
Abbildung 46: Blattscharfbefall der einzelnen Varianten in den Jahren 2019 und 2021, Frühjahrsbehandlungen		84
Abbildung 47: Applizierte Schwefelmenge in Kilogramm Hektar und Jahr während den Sommerbehandlungen		86
Abbildung 48: Ermittelte SPAD - Werte Sommerbehandlungen 2019-2021		87
Abbildung 49: Kumulierte Erträge Sommerbehandlungen 2019-2021		88
Abbildung 50: Schädigungsgrad P (%) mit <i>Marssonina coronaria</i> der Jahre 2019 - 2021		89
Abbildung 51: Schädigungsgrad P (%) mit Regenflecken der Jahre 2019 - 2021		90
Abbildung 52: Gesamtergebnis der drei <i>Gloeosporium</i> bonituren		92
Abbildung 53: System „Folie Breit“ mit 3 Folienbahnen		94
Abbildung 54: System „Folie Mittel“ mit 2 Folienbahnen (rechts)		94
Abbildung 55: Anzahl mit Apfelschorf befallener Langtriebe in den Versuchsvarianten über die Jahre 2017-2020		96
Abbildung 56: Anteil mit Regenflecken befallener Früchte in den Versuchsvarianten über die Jahre 2017-2020		97
Abbildung 57: Anteil mit Lagerfäulen befallener Früchte in den Versuchsvarianten über die Jahre 2017-2020		98
Abbildung 58: Besatz mit Spinnmilben und Raubmilben in den Versuchsvarianten über die Jahre 2017-2020		99
Abbildung 59. Anteil der mit Blutlaus befallenen Bäume in den Versuchsvarianten über die Jahre 2017 – 2020		100
Abbildung 60: kumulierte Einzelbaumerträge (kg) in den Versuchsvarianten über die Jahre 2017-2020		101

Abbildung 61: Laubdepots im Herbst 2019. Zur Verhinderung des Abbaus für die Ermittlung der Sporenreifung mit Bändchengewebe sowie zur Erfassung des natürlichen Laubabbaus direkt auf dem Erdreich.	104
Abbildung 62: Laubabbau in den Laubdepots mit unterschiedlichen Vinasse-Konzentrationen sowie in der unbehandelten Kontrollvariante über mehrere Jahre.	105
Abbildung 63: Mittels Wasserbad-Methode zu unterschiedlichen Zeitpunkten ermittelte Anzahl an Ascosporen (Sporen je Gramm Laubmasse x 1.000) in den Laubdepot-Varianten mit unterschiedlicher Vinasse-Konzentration sowie in der unbehandelten Kontrollvariante in den Jahren 2017 und 2019.....	106
Abbildung 64: verbliebene Restlaubmengen (g/m ²) zu Beginn der Primärsaison in den Varianten mit unterschiedlicher Vinasse-Konzentration sowie in der unbehandelten Kontrollvariante.	107
Abbildung 65: Resultierender Schorfbefall (Anteil befallener Blätter %) in den Varianten mit unterschiedlicher Vinasse-Konzentration sowie in der unbehandelten Kontrollvariante. Praxisversuch in der Region Bodensee in den Jahren 2018 und 2019	108
Abbildung 66: Anordnung der Parzellen im Versuch zum gezielten Falllaubabbau in der Bio-Obst GmbH Baderitz	110
Abbildung 68: Blattbenetzung in der Fahrgassenmitte.....	110
Abbildung 67: Vinasseapplikation, Baumkrone/Fahrgasse + Baumstreifen	110
Abbildung 69: Hefeapplikation, nur Fahrgasse + Baumstreifen.....	111
Abbildung 70: Blattbenetzung in der Fahrgassenmitte.....	111
Abbildung 71: Laubsauger mit Laugsammler, März 2019	112
Abbildung 72: Laubsauger Reihenputzer, März 2019	112
Abbildung 73: Restlaubmengen der Kontrolle, (2017/2018), März 2018	112
Abbildung 74: Restlaubmengen der Vinassevariante, (2017/2018), März 2018.....	113
Abbildung 75: Bearbeitung des Baumstreifens mit der Rollhacke.....	116

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl der durchgeführten Versuche 2017 bis 2021	12
Tabelle 2: Mittelwert (Mittel %) und Standardabweichung (St.) der Wirkungsgrade sowie Anzahl der seit 2005 durchgeführten Versuche (N) der Präparate gegen Apfelschorf nach Inokulation der Apfeltriebe im Gewächshaus. Die Präparate wurden protektiv 1Tag (-1d) oder 2 Stunden (-2h) vor der Inokulation oder im Keimungsfenster (Stopp) 5h nach der Inokulation oder kurativ 24h nach der Inokulation ausgebracht. Zur Prüfung der Regenfestigkeit wurden die Pflanzen nach protektiver Behandlung kurz vor der Inokulation mit 15 mm oder 30 mm beregnet. Die Behandlung ins Keimungsfenster wurde unter Beregnung (ca. 5mm) durchgeführt.	15
Tabelle 3: Protektive Wirkung gegen Apfelschorf nach Beregnung mit 15 mm. Stat: unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede in Dunn's Multiple Comparison Test nach Mittelwertseparierung der wurzeltransformierten Befallstärke mit einer einfaktoriellen nicht parametrischen Varianzanalyse.	19
Tabelle 4: protektive Wirkung gegen Apfelschorf nach Behandlung am Tag vor der Inokulation und 15 mm Beregnung. Stat.: unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede in Tukey' Multiple Comparison Test nach Mittelwertsseparierung der wurzeltransformierten Befallsstärken mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse.....	23
Tabelle 5: Kurative Wirkung (WG) gegen Apfelschorf nach Behandlung 24 Std. nach der Inokulation. Statistik: Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede im Tukey' Multiple Comparison Test nach Mittelwertsseparierung der wurzeltransformierten Befallsstärken mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse.	25
Tabelle 6: Protektive Wirkung der Präparate nach Beregnung in der Zusammenfassung aller Versuche an 'Jonagold' seit 2005 im Vergleich zu den Versuchen 2020 und 2021 (rot) an 'Jonagold', 'Topaz' und 'Natyra'	27
Tabelle 7: Wirkung der Präparate in der Stoppspritzung auf verschiedenen Sorten in der Zusammenfassung aller Versuche an 'Jonagold' seit 2007 im Vergleich zu den Versuchen 2020/21 (rot) an 'Jonagold', 'Topaz' und 'Natyra'	27
Tabelle 8: Kurative Wirkung der Präparate auf verschiedenen Sorten in der Zusammenfassung aller Versuche seit 2005 ('Jonagold') im Vergleich zu den Versuchen 2020/2021 (rot) an 'Jonagold', 'Topaz' ' und 'Natyra'	28
Tabelle 9: Protektive oder kurative Wirkung (WG) von Produktionschargen des L. enzymogenes Stamm creme (gelagert bei 8°C) gegen Apfelschorf nach Behandlung von Apfelpflanzen im Gewächshaus.	29
Tabelle 10: Zuordnung der Art.....	30
Tabelle 11: Reduktion der Schorfsymptome durch Hyperparasiten in bis zu 10 Versuchen. H39 wurde formuliert von E-Nema zur Verfügung gestellt. Die anderen Hyperparasiten	

wurden auf Agarplatten angezogen und die Konidien suspensionen jeweils am Tag der Behandlung gewonnen und auf 5E+06 bis 1E+07 cfu/ml eingestellt. Rot hinterlegte Felder zeigen signifikant wirksame Varianten im Vergleich zur Kontrolle (T-Test: p<0,05%) im jeweiligen Versuch.	31
Tabelle 12: Reduktion der Schorfkonidienbildung durch Hyperparasiten in bis zu 7 Versuchen. H39 wurde formuliert von E-Nema zur Verfügung gestellt. Die anderen Hyperparasiten wurden auf Agarplatten angezogen und die Konidien suspensionen jeweils am Tag der Behandlung gewonnen und auf 5E+06 bis 1E+07 cfu/ml eingestellt.....	32
Tabelle 13: Qualitative Auswertung der Keimung von Hyperparasiten auf Wasseragar nach Mischung mit Fungiziden. +++ Großteil der Konidien gekeimt, ++ etwa die Hälfte der Konidien gekeimt, + Keimung sichtbar, - keine Keimung und kein Hyphenwachstum.....	35
Tabelle 14: Übersicht Freilandversuche	36
Tabelle 15: Versuchsvarianten, Vorbonitur und Behandlungstermine.....	56
Tabelle 16: Übersicht über die durchgeführten fungiziden Maßnahmen je Variante.	60
Tabelle 17: Aufwandmenge der eingesetzten Pflanzenschutzpräparate.....	68
Tabelle 18: Applikationsversuch, Varianten und Anzahl durchgeführten Behandlungen.....	71
Tabelle 19: Präparate und Aufwandmengen.....	72
Tabelle 20: Rosettenblattbonitur Bonitur am 16.05.18	74
Tabelle 21: Varianten: Einfluss von Schwefel auf die Blattqualität der Sorte 'Natyra' in der Primärsaison	79
Tabelle 22: Varianten: Einflusses von Schwefel auf die Blattqualität der Sorte 'Natyra' in der Sekundärsaison.....	85
Tabelle 23: Varianten, Aufwandmengen, Behandlungstermine 'Pinova'	91
Tabelle 24: Reduktion Fungizideinsatz unter Folienüberdachung.....	95
Tabelle 25: Versuchsvarianten phytosanitäre Maßnahmen	109
Tabelle 26: Förderung des Laubabbaus, Restlaubmengen in den Versuchsvarianten März 2018, erstes Versuchsjahr	113
Tabelle 27: Förderung des Laubabbaus, Restlaubmengen in den Versuchsvarianten März 2019 zweites Versuchsjahr.....	114
Tabelle 28: Ergebnisse der phytosanitären Maßnahmen auf den Schorfbefall 2021, Braeburn, Praxisanlage	117

1 Einführung

Ziel des Projektes war die Erarbeitung von Kombinationsstrategien aus indirekten und direkten Maßnahmen zur Substitution bzw. Reduzierung des Kupfereinsatzes bei der Bekämpfung von Pilzkrankheiten in der ökologischen Kernobstproduktion. Der überwiegende Teil der erforderlichen Maßnahmen richtete sich dabei gegen den Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) als wichtigsten Schaderreger in der Kernobstproduktion. Aber auch weitere wesentliche pilzliche Schaderreger, wie Peltaster (Regenfleckenkrankheit), *Marssonina coronaria* sowie Lagerfäulenerreger wurden in diesem Projekt erstmalig in die Untersuchungen mit einbezogen.

In enger Verknüpfung aus Labor- und Freilandversuchen wurden dabei grundlegende Erkenntnisse zur Wirksamkeit neuer, kupferfreier Präparate sowie unterschiedlicher, ergänzender Maßnahmen erarbeitet. Im Vorfeld der geplanten Freilandversuche erfolgten ein Screening neuer Präparate und deren Kombinationen unter kontrollierten Bedingungen im Labor. Antagonisten (Testpräparate auf Basis antagonistischer Mikroorganismen) und Hyperparasiten (Pilze, die auf dem Mycel des Apfelschorfpilzes wachsen) sowie neue, kupferfreie Präparate wurden während der fünfjährigen Projektphase getestet.

Die Einführung von resistenten Sorten ist ein wichtiger Bestandteil bei der Umsetzung der Kupferminimierungsstrategie. Jedoch zeigte sich in der Vergangenheit, dass besonders bei resistenten Sorten mit einem minimierten Fungizideinsatz weitere wesentliche pilzliche Schaderreger, wie Peltaster (Regenfleckenkrankheit), *Marssonina coronaria* sowie Lagerfäulenerreger verstärkt auftraten. Um die notwendige Behandlungsintensität resistenter Sorten in Bezug auf Sommerkrankheiten zu erarbeiten, wurden hierzu umfangreiche Versuche durchgeführt.

Die Problematik bei schorffresistenten Apfelsorten zeigte sich auch bei der Sorte 'Natyra' die sich in der deutschen Bio-Kernobstproduktion etabliert hat. Neben vielen positiven Eigenschaften besitzt 'Natyra', wie jede andere Sorte, auch negative Eigenschaften. 'Natyra' ist aus einer Kreuzung von 'Elise' und einer schorffresistenten Selektion (1980-015-047) entstanden. Anders als 'Elise', die einen sehr gesunden dunkelgrünen Blattstand auch im ökologischen Anbau aufweist, zeigt 'Natyra' diesen gesunden Blattstand nur im integrierten Anbau. In der Bioproduktion hellt sich der Blattstand in den Sommermonaten besonders am mehrjährigen Holz auf. Der Grund für diesen schlechten Blattstand wurde in einer möglichen Schwefelempfindlichkeit gesehen. Hierzu wurden während der Projektverlängerung umfangreiche Versuche in der Primär- und Sekundärschorfphase durchgeführt.

Ein weiterer wesentlicher Bestandteil der Bausteinstrategie zu Schorffregulierung sind die phytosanitäre Maßnahmen, hierzu zählen alle Maßnahmen, die das potentielle Ascosporenpotential in der Apfelanlage reduzieren. Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Schorfbekämpfung ist ein niedriges Ascosporenpotential im Frühjahr. Besonders in Jahren nach einem starken Schorfbefall ist eine Reduzierung des Ascosporenpotentials sehr wichtig. Hierzu wurden weiterführende Untersuchungen durchgeführt, insbesondere im Hinblick auf eine praktikable Umsetzung in den Praxisbetrieben. Dies bedeutet, dass mit vorhandenen Maschinen, wie z. B. den Bodenbearbeitungsgeräten sowie Applikationen über die vorhandenen Pflanzenschutzgeräte die Umsetzung der phytosanitären Maßnahmen erfolgte.

Die Fragestellung einer möglichen Regulierung von pilzlichen Schaderregern durch weitestgehendes Trockenhalten von Blättern und Früchten mittels einem Überdachungssystem war ebenfalls Bestandteil der durchgeführten Erhebungen. Hierbei wurde das Einsparpotenzial von Überdachungssystemen bei der Anzahl an notwendigen Pflanzenschutzapplikationen untersucht.

Insgesamt wurden zu den aufgeführten Fragestellungen während des fünfjährigen Projekts 144 Versuche mit insgesamt 1056 Varianten durchgeführt (Tab. 1). Aufgrund der erarbeiteten Datenmenge können nicht alle Versuche in diesem Abschlussbericht einzeln dargestellt werden. Um eine übersichtliche und nachvollziehbare Ergebnisauswertung darzustellen, werden nachfolgend die einzelnen Themenschwerpunkte zu Artikeln mit den wesentlichen Kernaussagen zusammengefasst.

Die nachfolgende Gliederung der Berichterstattung wurde so gewählt, dass zuerst die Ergebnisse der Gewächshausversuche und danach die einzelnen Themenbereiche der Freilandversuche aufgeführt werden.

Tabelle 1: Anzahl der durchgeführten Versuche 2017 bis 2021

Standort	Versuch	Versuchsfrage/ Versuchsdurchführung	Anzahl Versuche	Anzahl Varianten	Anzahl Varianten 2017-2021
Bio-Protect GmbH Konstanz	Gewächshausversuche	Detailprüfung	27	195	195
DLR Rheinland Rheinbach	Freilandversuch	Primärschorf	15	134	355
		Primärschorf/Phytotox	10	85	
		Sekundärschorf/ Lagerkrankheiten	9	84	
		Phytosanitär	9	52	
ÖON Jork	Freilandversuch	Primärschorf	8	81	164
		Sekundärschorf	10	36	
		Phytosanitär	11	47	
KOB Ravensburg	Freilandversuch	Primärschorf	10	109	268
		Sekundärschorf	3	22	
		Notwendige Behandlung- intensität Sommerkrankheiten	3	23	
		Schorfdurchbruch Topaz	8	74	
		Behandlungsintensität Freya	2	10	
		Überdachungssysteme VOEN	4	9	
		Phytosanitär	5	21	
LfULG Dresden-Pillnitz	Freilandversuch	Primärschorf	5	40	74
		Sekundärschorf	4	29	
		Phytosanitär	1	5	
Gesamtsumme Versuche:			144		
				Gesamtsumme Varianten:	1056

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Zur Vermeidung wirtschaftlich relevanten Schadens durch pilzliche Schaderreger sind auch in der ökologischen Kernobstproduktion regelmäßige Applikationen mit fungizid wirksamen Präparaten erforderlich. Der überwiegende Teil der erforderlichen Maßnahmen richtet sich dabei gegen den Apfelschorf als wichtigsten Schaderreger in der Kernobstproduktion. Aber auch weitere Krankheiten wie die Regenfleckenkrankheit, diverse Lagerfäulen sowie der erst in den letzten Jahren aufgetretene Erreger *Marssonina coronaria* machen direkte Bekämpfungsmaßnahmen über die gesamte Vegetationsperiode erforderlich. Dabei sind zunehmend auch schorfresistente Apfelsorten betroffen, wodurch die Behandlungsintensität bei diesen Sorten in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen hat. In diesem Projekt sollen Kombinationsstrategien aus direkten und indirekten Maßnahmen zur wirksamen Regulierung aller im ökologischen Kernobstanbau relevanten Krankheiten entwickelt und hinsichtlich ihrer Praktikabilität und dem zu generierenden Einsparpotential beim Kupfereinsatz bewertet werden. In enger Verknüpfung aus Labor- und Freilandversuchen werden dabei grundlegende Erkenntnisse zur Wirksamkeit neuer, kupferfreier Präparate sowie unterschiedlicher, ergänzender Maßnahmen erarbeitet. Im Vorfeld der geplanten Freilandversuche erfolgte ein Screening neuer Präparate und deren Kombinationen unter kontrollierten Bedingungen im Labor. Hyperparasiten, Antagonisten sowie neue, kupferfreie Präparate sollen dabei getestet werden. Erfolgversprechende Präparate werden ergänzend in randomisierten Freilandversuchen an mehreren Standorten auf ihre Wirkungssicherheit unter natürlichen Bedingungen getestet. Die Auswahl der Präparate wird dem jeweiligen Stand der Erkenntnisse aus den Laborversuchen im Verlauf des Projekts angepasst. In weiterführenden Versuchen soll im Praxismaßstab die Wirkungssicherheit von Kombinationsstrategien aus unterschiedlichen sanitären Maßnahmen in Verbindung mit kupferfreien Behandlungsstrategien überprüft werden. Darüber hinaus sollen im Vorfeld einer Praxiseinführung notwendige Erkenntnisse zu Praktikabilität, Wirksamkeit und dem zu generierendem Einsparpotential beim Pflanzenschutz einer optimierten Applikationstechnik sowie einer Überdachung von Kernobstanlagen generiert werden.

1.2 Planung und Ablauf des Projektes

In enger Verknüpfung aus Labor- und Freilandversuchen werden grundlegende Erkenntnisse zur Wirksamkeit einzelner Präparate sowie begleitender Maßnahmen gegenüber unterschiedlicher Pathogene erarbeitet und in einer Gesamtstrategie zusammengefasst. Vielfältige Aspekte und Fragestellungen werden dabei berücksichtigt, dezidiert untersucht und in einer praxistauglichen Gesamtstrategie integriert. Die Wirksamkeitsprüfung von neuen, kupferfreien Präparaten sowie von Hyperparasiten und Antagonisten erfolgt sowohl unter kontrollierten Bedingungen im Labor als auch in randomisierten Freilandversuchen an mehreren Standorten. Vielversprechende Präparate werden dabei in den Freilandversuchen in kupferfreie bzw. kupferreduzierte Applikationsstrategien integriert und diese hinsichtlich ihrer Wirkungssicherheit gegenüber Apfelschorf, Regenflecken, *Marssonina coronaria* sowie diverser Lagerfäulen getestet. Parallel dazu werden unterschiedliche sanitäre Maßnahmen wie der Einsatz des Laubsaugers sowie Applikationen von Vinasse und Calciumhydroxid einzeln sowie in unterschiedlichen Kombinationen im Praxismaßstab getestet.

2 Gewächshausversuche



2.1 Einleitung

Die Bio-Protect GmbH unterhält ein Testsystem zur Prüfung von Präparaten auf Wirksamkeit gegen Apfelschorf im Gewächshaus. Der Vorteil gegenüber Freilandversuchen liegt darin, dass mit der künstlichen Inokulation der Zeitpunkt der Infektion bekannt ist und die Präparate somit auch auf Ihre Wirkung zu verschiedenen Zeitpunkten im Infektionsprozess geprüft werden können. Im Gewächshaus können verschiedene Infektionsbedingungen simuliert werden. So werden wichtige Informationen über die Wirksamkeit und Wirkungsweise von ökotauglichen Präparaten gesammelt, um geeignete Einsatzzeitpunkte und Strategien im Freilandversuch festzulegen. Diese Strategien wurden dann von den Projektpartnern im Freilandversuch geprüft.

Für das Projekt waren von März 2017 bis Dezember 2019 insgesamt 106 Gewächshaus tests beauftragt und in den Verlängerungsjahren 2020 und 2021 noch einmal 60 Gewächshaus tests. Wobei ein Test der Prüfung eines Mittels in einer Konzentration zu einem Anwendungszeitpunkt auf 2x 5 Trieben (also 10 Wiederholungen) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle und einem Standardpräparat entsprach. Die geplanten 166 Gewächshaus tests wurden in der Projektlaufzeit durchgeführt und sind im Ergebnisteil beschrieben.

Zusätzlich wurden von der Bio-Protect GmbH von 2018 bis 2020 Mikroorganismenpräparate für die Freilandversuche bei den Projektpartnern produziert.

2.2 Material und Methoden

2.2.1 Apfelpflanzen

Handveredelte Topfpflanzen der Sorte 'Jonagold', 'Topaz' oder 'Natyra' wurden im Gewächshaus angetrieben. Wachsende Triebe mit mindestens 5 Blättern wurden für die Versuche verwendet.

2.2.2 Schorfpopulationen

Für die Inokulation der Sorte 'Jonagold' wurden Konidien verwendet, die ursprünglich von der Sorte 'Jonagold' stammten und im Gewächshaus auf der Sorte 'Jonagold' vermehrt wurden. Für die Inokulation der Sorten 'Topaz' und 'Natyra' wurden Konidien

verwendet, die ursprünglich von der Sorte 'Topaz' ' stammten und im Gewächshaus auf der Sorte 'Topaz' vermehrt wurden.

2.2.3 Inokulation

Konidien wurden von schorfbefallenen Blättern abgewaschen, auf 50.000 bis 100.000 Konidien/ml eingestellt und auf wachsende Triebe der Testpflanzen aufgesprüht. Die Pflanzen wurden zur Infektion durch *V. inaequalis* 20 h bei 18°C bis 25°C feucht gehalten.

2.2.4 Behandlung

Die Fungizidbehandlung erfolgte je nach Fragestellung protektiv (ca. 18 h vor der Inokulation), als Stoppspritzung (4-5 h nach der Inokulation unter Beregnung mit 5 mm) oder 24 h kurativ (nach der Inokulation auf das trockene Blatt). Im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrolle wurde die empfohlene Anwendungskonzentration des Präparates aufgesprüht.

Bei protektiv wirksamen Präparaten wurde zusätzlich die Regenfestigkeit geprüft, in dem die behandelten Pflanzen nach dem Antrocknen des Spritzbelags für 18 Stunden mit bis zu 30 mm beregnet wurden. Nach der Beregnung erfolgte die künstliche Inokulation. Bei Bedarf wurden die Regenmengen und Beregnungszeitpunkte variiert.

2.2.5 Auswertung

Etwa 20 Tage nach der Inokulation wurden die Schorfsymptome auf den zum Zeitpunkt der Inokulation vier jüngsten Blättern bonitiert. Dabei wurde die Befallsstärke als prozentualer Anteil der mit sporulierenden Läsionen bedeckten Blattfläche abgeschätzt. Für jeden Trieb wurde der mittlere Befall berechnet und je Variante wurden mind. 2 x 4 Triebe als Befallsstärke gemittelt und der Wirkungsgrad im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle nach Abbott berechnet (Abbott, 1925).

2.3 Ergebnisse

2.3.1 Prüfung neuer Präparate

Von 2017 bis 2021 wurden neue Präparate zu verschiedenen Anwendungszeitpunkten geprüft. Die Präparate wurden in verschiedenen Versuchen mitgeführt, so dass nicht immer ein direkter Vergleich der Wirksamkeit mit statistischer Auswertung möglich war. In Tabelle 2 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** wurden die Mittelwerte aus den Versuchen dargestellt, wobei je Versuch die Befallsstärke auf 4-5 Trieben je Behandlung ausgewertet wurde. Als Vergleich sind die Daten für die Standardpräparate Netzschwefel Stulln, Curatio, VitiSan und Curozin progress seit 2005 aufgeführt.

Tabelle 2: Mittelwert (Mittel %) und Standardabweichung (St.) der Wirkungsgrade sowie Anzahl der seit 2005 durchgeführten Versuche (N) der Präparate gegen Apfelschorf nach Inokulation der Apfeltriebe im Gewächshaus. Die Präparate wurden protektiv 1Tag (-1d) oder 2 Stunden (-2h) vor der Inokulation oder im Keimungsfenster (Stopp) 5h nach der Inokulation oder kurativ 24h nach der Inokulation ausgebracht. Zur Prüfung der

Regenfestigkeit wurden die Pflanzen nach protektiver Behandlung kurz vor der Inokulation mit 15 mm oder 30 mm beregnet. Die Behandlung ins Keimungsfenster wurde unter Beregnung (ca. 5mm) durchgeführt.

Präparat	Konz.	protektiv -1d			prot. -1d danach 15 mm Regen			prot. -1d danach 30 mm Regen			protektiv -2h			Stopp 5h im Regen			kurativ 24h trocken			
		(%)	Mittel	St.	N	Mittel	St.	N	Mittel	St.	N	Mittel	St.	N	Mittel	St.	N	Mittel	St.	N
2H13	0,06	27	0	1																
Blossom Protect	0,15	6	7	2								19	2	2				32	6	2
Ca-Silicat	1,0	31	13	3																
Cropcover CC-1000					-64	7	2											5	6	2
Cuprozin progress	0,12	89	12	8	92	7	9	80	3	2	98	2	2	81	9	2	-16	0	1	
Cuprozin progress	0,04	88	12	22	72	24	13	72	22	5	92	5	4	88	11	2				
Curatio	1,5	100	1	25	99	2	7	100	0	2	97	3	2	99	2	21	79	14	9	
Dart	0,5	24	0	1				19	0	1				97	3	2	62	7	2	
Dart	0,25	33	0	1				20	3	2				99	0	2	90	10	5	
Ethanol	4,5	44	11	2																
Fytosave	0,4	10	0	1								54	0	1			6	24	3	
Heliosol	0,2				-14	46	2										11	15	2	
Helioterpen Film	0,4				-13	5	2										18	25	2	
Kumar	0,5	68	14	2	17	0	2							35	34	2	90	9	9	
Menno Florades	2,0													100	0	2	89	16	6	
Menno Florades	1,0											75	0	1	100	0	1	94	1	3
Natriumhydrogencarbonat	0,5																78	16	6	
Netzschwefel Stulln	0,2-0,3	98	5	27	96	4	14	89	11	17	95	8	10	94	15	19	31	28	12	
Netzschwefel+Vitisan	0,25+0,5	95	4	2	97	3	2	93	7	2	100	0	1	99	1	2	82	17	7	
NEU1143F	2,0	93	12	5	59	26	8	41	28	3				73	23	9	71	14	13	
NEU1143F	4,0							34	24	2										
Nu-Film-P	0,03	49	13	2																
Prestop	0,5											57	14	2						
Salicor	1,0	3	0	1								63	0	1			4	0	1	
Squall	0,25							18	1	4										
Taegro	0,05	39	0	1								18	0	1						
Vinasse	10							-55	59	2										
VitaloSol Gold SC	2,5							100	0	2				100	0	1	19	25	3	
Vitisan	0,5				17	29	6					1	38	3	41	17	2	79	13	17
Xilon WP												54	11	2						

Die **Additive 2H13, CropCover CC-1000, Heliosol, Helioterpen-Film, Nu-Film P und Squall** wurden in Kombination mit VitiSan oder mit Kupfer- und Schwefelpräparaten auf Verbesserung der Regenfestigkeit oder der kurativen Wirkung getestet. In den wenigen Versuchen, in denen die Additive solo eingesetzt wurden, zeigten sie keine nennenswerte Eigenwirkung (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Da ein Schwerpunkt des Projektes auf der Prüfung und Entwicklung mikrobiologischer Präparate lag, wurden die verfügbaren Präparate **Xilon WP** (*Trichoderma asperellum*), **Prestop** (*Gliocladium catenulatum*), **Blossom Protect** (*Aureobasidium pullulans*) und **Taegro** (*Bacillus amyloliquefaciens*) auf protektive Wirkung gegen Apfelschorf getestet. **Xilon WP** und **Prestop** waren dabei mäßig wirksam. Beide Präparate sollten mit den für Hyperparasiten angepassten Methoden weiter untersucht werden (siehe Glp. 2.3.5.2). **Blossom Protect** und **Taegro** zeigten nur geringe Wirkung (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). **Blossom Protect** wurde aufgrund seiner Zulassung im Obstbau und seiner Wirkung gegen Lagerfäulen trotzdem in Freilandversuchen gegen Lagerschorf und Lagerfäulen in Kombination mit Kupfer oder Schwefel getestet.

Vinasse wird zur Behandlung von Falllaub eingesetzt, um die Zersetzung des Laubs zu beschleunigen und die Bildung von Ascosporen zu reduzieren (Buchleither et al., 2014). Beim Projekttreffen 2017 wurde über eine mögliche direkte Wirkung von Vinasse auf *V. inaequalis* diskutiert und Vinasse wurde deshalb als Blattapplikation im Gewächshausversuch geprüft. 10% Vinasse hatte nach protektiver Applikation und

anschließender Beregnung keine Wirkung (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Auch nicht nach Zugabe des Hefepräparates 2H13. Hier hatte man sich positive Effekte erhofft, da Vinasse als Nährstoff für 2H13 dienen könnte und so dessen Etablierung auf den Blättern verbessern können.

Ca-Silikat wurde protektiv mit nur geringer Eigenwirkung getestet. Ca-Silikat wird als Resistenzinduktor und Formulierungshilfe für Mikroorganismen diskutiert und weiterverfolgt. Für die Anwendung als Solopräparat war die Wirkung zu gering.

Salicor (Weidenrinde) und **Natriumhydrogencarbonat** sind als Grundstoffe zugelassen und wurden deshalb in die Testungen aufgenommen. **FytoSave** (COS-OGA) und **Taegro** (*Bacillus amyloliquifaciens* FZB24) sind neue Fungizide, die in verschiedenen Kulturen zugelassen wurden. Keines hatte eine ausreichende protektive Wirkung gegen Apfelschorf.

Natriumhydrogencarbonat reduzierte den Schorfbefall nach kurativer Applikation vergleichbar gut wie **VitiSan** (Kaliumhydrogencarbonat). Dies war aufgrund der chemischen Ähnlichkeit der Wirkstoffe erwartet worden.

MENNO® Florades (Benzoessäure) ist als Desinfektionsmittel gegen phytopathogene Pilze, Bakterien und Viren zugelassen. Aufgrund guter *in vitro* Wirkung auf die Keimung von Schorfkonidien, wurde die Wirkung auf der Pflanze getestet. Nach Angaben des Herstellers, ist MENNO® Florades gut wasserlöslich, so dass der protektive Einsatz aufgrund nicht erwarteter Regenfestigkeit erstmal nicht geprüft wurde. Bei einem protektiven Einsatz ohne Beregnung wurde nur eine Wirksamkeit von 75% erreicht. In Keimungsfenster eingesetzt war die Wirksamkeit sowohl von 1 % als auch mit 2% MENNO® Florades sehr hoch und vergleichbar mit Curatio. Beide Konzentrationen zeigten auch eine sehr gute kurative Wirkung. Weiter Versuche im Freiland sollten durchgeführt werden.

NEU 1143F wurde in 2017 mit protektiver Applikation mit der empfohlenen Anwendungskonzentration von 2% im Auftrag der Firma Neudorff geprüft und hatte keine ausreichende Wirkung. Da es in den Freilandversuchen der Partner besser abschnitt und dort meist mit reduziertem Wasseraufwand (500 l/ha) appliziert wurde, wurde die höhere Konzentration von 4% **NEU 1143F** 2018 im Gewächshausversuch geprüft und hatte mit 35% WG keine signifikante Wirkung. Deshalb wurde in 2019 **NEU 1143F** noch einmal ohne Beregnung und mit nur 10 mm Regen geprüft. Bei protektivem Einsatz ohne Beregnung wurde eine signifikante Befallsreduktion von 99% erreicht, während nach Beregnung mit 10 mm die Wirkung tendenziell auf 79% reduziert war. Damit war **NEU 1143F** nach 10 mm tendenziell weniger wirksam als 0,04% Cuprozin progress (100 g RK/ha). Der Versuch zeigte, dass **NEU 1143F** grundsätzlich eine gute Wirkung gegen Apfelschorf hat, allerdings nicht regenfest ist. Die Wirksamkeit in den Freilandversuchen könnte also von den Schorfinfektionen auftretenden Regenmengen abhängen. Möglicherweise beruhte die Wirkung im Freiland auf der auch in den Gewächshausversuchen 2017 festgestellten kurativen Wirkung von **NEU 1143F** (Kunz and Hinze 2018).

Dart (Caprylsäure + Capronsäure) ist ein Fettsäurefungizid, das in den USA in verschiedenen Kulturen gegen diverse Pilze zugelassen ist. Die Firma SAN Agrow betreibt die Zulassung in Europa. Da die Wirkstoffe Ähnlichkeit mit der Pelargonsäure aus **NEU 1143F** hat, **Dart** aber mit deutlich geringerer Aufwandmenge eingesetzt wird, wurden hier Vergleichsversuche mit Applikation ins Keimungsfenster und mit kurativer Applikation durchgeführt. **Dart** war in diesen beiden Anwendungen vergleichbar mit

den Standards **Curatio** und **VitiSan** und tendenziell besser als **NEU 1143F**. Die protektive Wirkung von **Dart** war nicht befriedigend und es wurde auch keine Regenfestigkeit gesehen.

VitaloSol Gold ist als Kupfer-Schwefeldünger auf dem Markt und verhinderte den Schorfbefall sowohl nach protektiver Behandlung und 30 mm Regen als auch in der Applikation ins Keimungsfenster komplett. Der Dünger sollte in Freilandversuchen weiter geprüft werden.

2.3.2 Protektive Wirkung von Mischungen aus Cuprozin progress und Carbonaten

Bei eng aufeinanderfolgenden Regenereignissen wäre der kurative Einsatz von Carbonaten mit kurativer Wirkung in Tankmischung mit Präparaten mit protektiver Wirkung eine Option, um mit einer Behandlung sowohl das zurückliegende Regenereignis als auch das kommende Regenereignis abzudecken. Nach den bisherigen Ergebnissen aus Gewächshausversuchen sind Tankmischungen aus Carbonaten (VitiSan oder Kumar) und Netzschwefel dafür geeignet, Tankmischungen aus Carbonaten mit kupferhaltigen Präparaten aber nicht (Kunz and Hinze, 2014). Demgegenüber stehen Berichte der Firma Spiess, dass die Mischung aus Cuprozin progress und Kumar eine synergistische Wirkung gegen *Peronospora* im Weinbau und gegen *Stemphylium botryosum* im Spargel hat (Welte; 2016). Allerdings wurde bei diesen Anwendungen die Aufwandmenge vom Kumar reduziert. Deshalb wurden im Gewächshausversuch die Mischungen aus Cuprozin progress mit 0,1% VitiSan oder 0,1% Kumar bei protektiver Applikation und Beregnung gegen Apfelschorf geprüft. Im Vergleich dazu wurden die Präparate solo eingesetzt und auch die Mischungen mit voller Aufwandmenge von VitiSan oder Kumar wurde noch einmal geprüft (Tabelle 3).

In der unbehandelten Kontrolle wurde eine hohe Befallsstärke von 40% bonitiert. Weder 0,1% VitiSan noch 0,1% Kumar reduzierten den Befall im Vergleich zu unbehandelt. 0,04% Cuprozin progress reduzierte den Befall signifikant um 91%. Die Zugabe von VitiSan oder Kumar reduzierte die Wirkung vom Cuprozin progress jeweils tendenziell (Tabelle 3) wobei die Reduktion durch Kumar jeweils höher war als die von VitiSan und die höhere Konzentration jeweils zu einer stärkeren Reduktion der Wirkung führte. Die höchsten Wirkungsgrade wurden mit Netzschwefel Stulln und der Mischung aus Netzschwefel Stulln und Cuprozin progress erreicht.

Für die Mischung aus 0,04% Cuprozin progress und 0,1% VitiSan wurde ein Synergismusfaktor von 0,98 ermittelt und für die Mischung aus 0,04% Cuprozin progress und 0,1% Kumar ein Synergismusfaktor von 0,72. SF von unter 1 zeigen eine antagonistische Wirkung zwischen den Präparaten (Lima et al., 2005).

Welte (Welte, 2016) zeigte, dass mit zunehmender Aufwandmenge von Kumar in der Mischung aus Kumar und Cuprozin progress der Anteil an gelöstem Kupfer steigt und erklärt damit die bessere Wirkung der Mischung gegen *Stemphylium botryosum* im Spargel.

Bei der Apfelschorfbekämpfung ist aber bei protektiven Behandlungen ein regenfester Fungizidbelag notwendig, da Infektionsbedingungen immer mit Regen einhergehen. Die Versuche an den Topfpflanzen zeigten, dass die Wirkung der Mischung aus Cuprozin progress und Kumar gegen Apfelschorf nach Beregnung der behandelten Pflanzen geringer ist als die von Cuprozin progress alleine. Durch den höheren Anteil an

gelöstem Kupfer in der Mischung war wahrscheinlich der Verlust durch Abwaschung größer als bei der Soloanwendung.

Tabelle 3: Protektive Wirkung gegen Apfelschorf nach Beregnung mit 15 mm. Stat: unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede in Dunn's Multiple Comparison Test nach Mittelwertseparierung der wurzeltransformierten Befallstärke mit einer einfaktoriellen nicht parametrischen Varianzanalyse.

Behandlung	Konz.	Regen	Befallstärke (%)		WG	Stat.
	%		mm	Mittel	± Stabw	
unbehandelt	-	15	39,5	14,8		a
VitiSan	0,1	15	40,4	15,2	-2	a
Kumar	0,1	15	38,5	25,7	3	ab
Cuprozin prog. (100g RK)	0,04	15	3,5	4,6	91	bc
Cuprozin prog. + VitiSan	0,04+ 0,1	15	4,5	7,2	89	bc
Cuprozin prog. + Kumar	0,04+ 0,1	15	13,6	11,1	66	abc
Cuprozin prog. + VitiSan	0,04+ 0,5	15	7,8	10,4	80	abc
Cuprozin prog. + Kumar	0,04+ 0,5	15	17,2	17,0	56	abc
Cuprozin prog. + NS-Stulln	0,04 + 0,25	15	0,2	0,4	99,5	c
Netzschwefel Stulln	0,25	15	0,2	0,4	99,6	c

2.3.3 Verbesserung der protektiven Wirksamkeit von Kupfer mit Additiven

2.3.3.1 Kupfer und 2H13

Der Hefestamm 2H13 wird von der Firma Bio-Protect als Zusatzstoff zu kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln entwickelt. In verschiedenen Testsystemen zeigte sich eine verbesserte Wirkung von niedrig dosiertem Kupfer gegen Oomyceten nach Zugabe von 2H13 ohne dass 2H13 selbst wirksam war (Kunz et al., 2016a).

Deshalb wurde die Zugabe von 0,02% 2H13 zu Cuprozin progress auch gegen Apfelschorf bei protektiver Applikation ohne und mit Regen geprüft (Kunz and Hinze, 2018). Bei protektiver Applikation erhöhte die Zugabe von 2H13 zu den verschiedenen Cuprozin progress Dosierungen dessen Wirkung jeweils tendenziell. Nach Beregnung war die Verbesserung der Wirkung nur bei 33 g RK/ha sichtbar (Kunz and Hinze 2018).

In einer Metaanalyse der Versuche mit Tankmischungen aus Cuprozin progress und 2H13, wurden für alle Versuche, in denen Cuprozin progress mit der Tankmischung im direkten Vergleich geprüft wurden, die Differenz des Wirkungsgrades berechnet. Diese Differenzen wurden über alle getesteten Kupferkonzentrationen und 2H13 Konzentrationen gemittelt. Die Wirkungsgrade von Cuprozin progress und der Tankmischung wurden mit einem zweiseitigen, gepaarten T-Test verglichen. Die Versuche ohne Beregnung und mit Beregnung wurden getrennt analysiert. Die Metaanalyse von

insgesamt 6 Versuchen mit 3 verschiedenen Kupferaufwandmengen zeigt eine signifikante Wirkungssteigerung der Mischung im Vergleich zur Cuprozin progress bei protektiver Applikation 2 Stunden vor Inokulation um 14% (Abbildung 1).

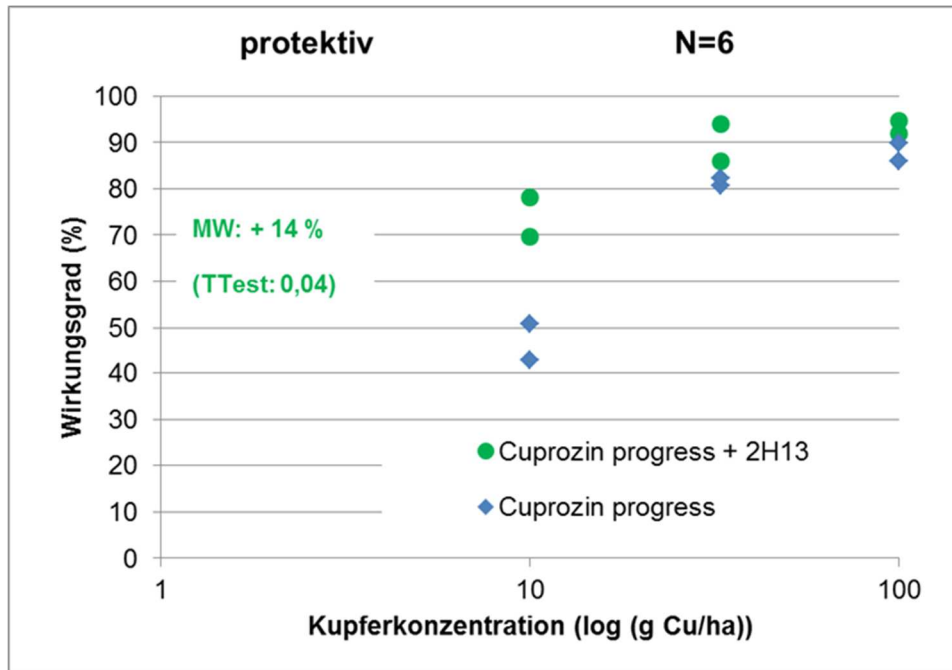
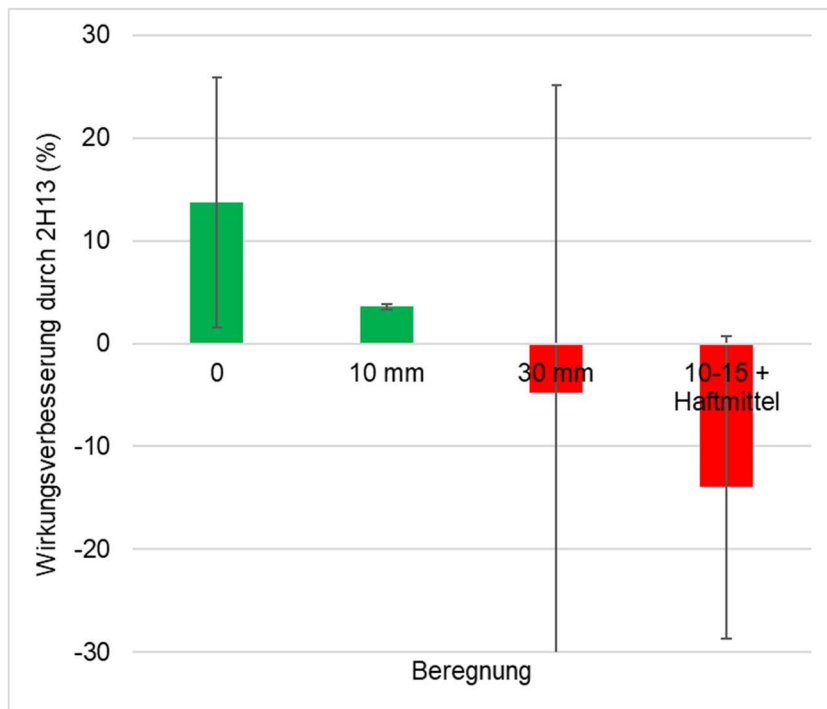


Abbildung 1: Wirkung gegen *V. inaequalis* von Cuprozin progress + Haftmittel und der Tankmischung aus Cuprozin progress+Haftmittel und 2H13 im Gewächshaus nach protektiver Applikation und 10-15 mm Beregnung in Abhängigkeit von der Kupferaufwandmenge. Je Versuch wurden 4-5 Triebe ausgewertet. MW zeigt den Mittelwert der Wirkungsverbesserung durch 2H13. T-Test gibt den p-Wert nach Vergleich der Wirkungsgrade beider Gruppen im zweiseitigen, gepaarten T-Test.

Nach protektiver Applikation und 30mm Regen ergab die Metaanalyse von insgesamt 8 Versuchen mit 4 verschiedenen Kupferaufwandmengen keine Wirkungssteigerung der Mischung mit 2H13 im Vergleich zur Cuprozin progress (Abbildung 2).

Die Zugabe der Additive NuFilmP, Helioterpen Film und Crop Cover CC-100 zu 0,04% Cuprozin progress verbesserten dessen Wirkung nach protektiver Applikation und 10-15 mm Regen jeweils tendenziell. Die Zugabe von 2H13 zu der Mischung verschlechterte die Wirkung der Mischung aus Cuprozin + Additiv jeweils tendenziell. Die Metaanalyse aus 6 Versuchen ergab eine Reduktion der Wirksamkeit durch Zugabe von 2H13 um 14% (Abbildung 2).



N	6	2	8	6
p	0,03	0,03	0,66	0,06

Abbildung 2: Änderung des Wirkungsgrads von Cuprozin progress durch Zugabe von 2H13 bei unterschiedlichen Regenmengen. N= Anzahl der Versuche. p=Überschreitungs-Wahrscheinlichkeit im zweiseitigen, gepaarten T-Test.

Der Effekt von 2H13 auf die Wirksamkeit von Cuprozin progress war von der Regenmenge abhängig. Während der Wirkungsgrad von Cuprozin progress durch 2H13 ohne Beregnung und nach 10 mm Beregnung signifikant verbessert wurde, erhöhte sich bei 30 mm Regen die Schwankungsbreite des Ergebnisses stark und führte zu einer tendenziellen Verschlechterung der Wirkung. Die Zugabe von 2H13 zu Haftmitteln und Cuprozin progress reduzierte die Wirksamkeit und kann nicht empfohlen werden (Abbildung 2).

2.3.3.2 Blossom Protect

Blossom Protect hatte ohne Beregnung eingesetzt keine Wirkung, verbesserte aber die Wirkung von 0,04% Cuprozin progress nach 10 mm Regen tendenziell von 84% auf 91%. Blossom Protect ist zur Lagerfäulebekämpfung zugelassen. Es wurden in Freilandversuchen mehrfach eine Teilwirkung gegen Frucht- und Lagerschorf gezeigt. Die Wirkung gegen Blattschorf ist bisher nicht nachgewiesen. Eine Kombination mit niedrigen Kupferaufwandmengen, die zur Schorfbekämpfung im Sommer eingesetzt werden, von denen aber keine Wirkung gegen Lagerfäulen erwartet wird, könnte sinnvoll sein, und müsste in Freilandversuchen abgeklärt werden.

2.3.3.3 NuFilm P

Der Zusatz von 0,03% NuFilm P zu 0,04% Cuprozin progress verbesserte dessen Wirkung nach 10 mm Regen tendenziell von 84% auf 96%.

2.3.3.4 Squall

Die Obstbauberatung am Bodensee empfiehlt in der IP die Zugabe von Squall zu protektiven Fungiziden zur Wirkungsverbesserung. Deshalb wurde Squall auch in Kombination mit Cuprozin progress getestet. Die Zugabe von Squall (Polyethylenglykol-Copolymergemisch) zu verschiedenen Dosierungen von Cuprozin progress reduzierte deren Wirksamkeit nach protektiver Applikation und 30mm Regen tendenziell. Die Mischung kann deshalb nicht empfohlen werden.

2.3.3.5 Heliosol, Helioterpen Film, CropCover CC-1000

Die tendenzielle Wirkung von 0,04% Cuprozin progress nach Beregnung mit 15 mm war in diesem Versuch mit 55% Wirkungsgrad geringer als im bisherigen Durchschnitt (WG 72% in 13 Versuchen).

Die Additive Heliosol, Helioterpen Film und Crop Cover CC-100 hatten jeweils solo eingesetzt keine Wirkung gegen Apfelschorf. Heliosol verbesserte in Tankmischung mit Cuprozin progress ausgebracht auch dessen Wirkung nicht. CropCover CC-100 verbesserte die Wirkung von Cuprozin progress tendenziell. Helioterpen Film verbesserte die Wirkung von Cuprozin progress auf 85%, womit diese Mischung in diesem Versuch als einzige Variante eine signifikante Wirkung im Vergleich zu unbehandelt zeigte (

Abbildung 3:).

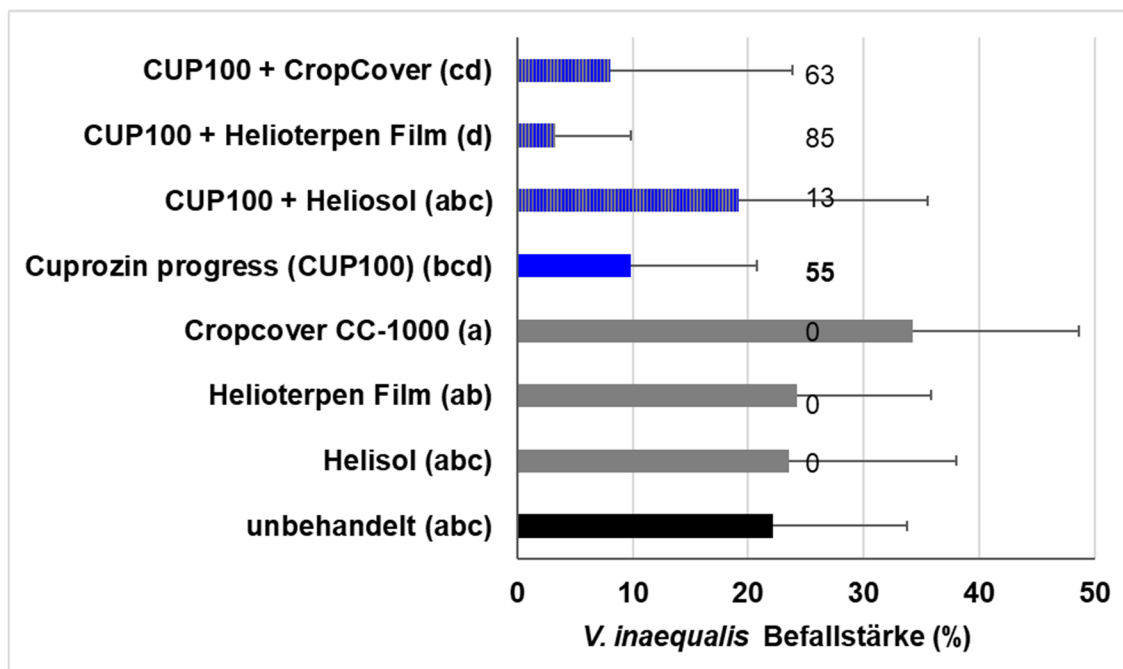


Abbildung 3: Protektive Wirkung gegen Apfelschorf nach Beregnung mit 15 mm. unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede in Tukey' Multiple Comparison Test nach Mittelwertsseparierung der wurzeltransformierten Befallsstärken mit einer einfaktoriellem Varianzanalyse.

Es ergaben sich Synergismuskoeffizienten von 1,90 für Cuprozin progress + Helioterpen Film und 0,28 für Cuprozin progress + Heliosol. Für Cuprozin progress + CropCover CC-100 konnte der Faktor aufgrund eines negativen Erwartungswertes nicht berechnet werden.

Ein Synergismusfaktor von 1 entspricht dabei einem additiven Effekt und von größer 1 einem synergistischen Effekt. Ein Synergismusfaktor von < 1 zeigt einen antagonistischen Effekt an (Lima et al., 2005).

Die Zugabe von Heliosol zu Cuprozin progress kann nicht empfohlen werden.

2.3.4 Verbesserung der protektiven Wirkung von Carbonaten mit Additiven

In Sachsen wurde in den trockenen und heißen Sommern vermehrt Sonnenbrand festgestellt, der durch Schwefelbehandlungen im Sommer verstärkt wurde. Die Infektionsbedingungen für Apfelschorf kommen meist durch Schauer zustande, die keine großen Regenmengen bringen. Deshalb wurde der protektive Einsatz der Carbonate VitiSan und Kumar mit verschiedenen Additiven und einer reduzierten Regenmenge von 15mm geprüft.

VitiSan wurde in den letzten Jahren in 3 Versuchen mit protektiver Applikation eingesetzt und hatte keine Wirkung. So wurde mit VitiSan nun auch im Versuch mit protektiver Applikation und 15 mm Regen mit 28% Wirkungsgrad keine signifikante Wirkung erzielt. Squall, NuFilm P oder 2H13 verbesserten die Wirkung tendenziell. Mit der Mischung aus VitiSan und 0,25% Netschwefel Stulln wurde mit 96% eine signifikante Befallsreduktion erreicht. Die Wirkung dieser Mischung war auch signifikant besser als VitiSan alleine (Tabelle 4 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Tabelle 4: protektive Wirkung gegen Apfelschorf nach Behandlung am Tag vor der Inokulation und 15 mm Beregnung. Stat.: unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede in Tukey' Multiple Comparison Test nach Mittelwertsseparierung der wurzeltransformierten Befallsstärken mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse.

Behandlung	Konz.	Befall (%)	Befall (%)	WG	N	Stat.
	%	Mittelw .	± Stabw.	(%)		
unbehandelt	-	32,3	14,5		8	a
Vitisan	0,5	23,4	25,9	28	8	a
Vitisan+Squall	0,5+0,25	16,3	12,0	50	8	ab
Vitisan+Nufilm P	0,5+0,03	18,8	12,8	42	8	a
Vitisan+Trifolio S-forte	0,5+0,25	28,8	24,8	11	8	a
Vitisan+2H13	0,5+0,06	11,8	13,8	64	8	ab
Vitisan+Nsstulln	0,5+0,25	1,5	1,8	96	8	b

Armicarb/Kumar zeigte in früheren Versuchen ohne Beregnung eine protektive Wirkung von durchschnittlich 62% (Kunz and Hinze, 2014). In den Versuchen 2018 wurde mit Kumar nach 15 mm Regen keine signifikante Wirkung erreicht (WG 16%). Squall und Trifolio-S forte verbesserten die Wirkung tendenziell. Die Zugabe von 0,1% Netschwefel Stulln führte zu einer signifikanten Wirkung von 65% (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die geringere Schwefeldosis wurde wegen der

Sonnenbrandgefahr getestet. 2H13 wurde nicht als Zusatz zu Kumar getestet, da Kumar die Hefe in 2H13 abtötet, die Mittel also nicht verträglich sind.

VitiSan war mit 7% Wirkungsgrad vergleichbar mit Kumar. Aufgrund der guten Zusatzwirkung von 2H13 zu VitiSan im ersten Versuch (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), wurden zwei Konzentrationen von 2H13 als Zusatz zu VitiSan getestet. Beide Konzentrationen hatten einen positiven Effekt (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**Tabelle) ohne jedoch die hohe Wirkungsverbesserung aus dem ersten Versuch zu bestätigen.

Tabelle 5: protektive Wirkung gegen Apfelschorf nach Behandlung 24 Std. vor der Inokulation und 15 mm Beregnung. Stat.: unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede in Dunn's Multiple Comparison Test nach Mittelwertsseparierung der Befallsstärken mit nicht parametrischer Varianzanalyse.

Behandlung	Konz.	Befall (%)	Befall (%)	Wirkungsgrad	N	Stat.
	%	Mittelw.	± Stabw.	(%)		
unbehandelt	-	23,9	8,5		10	a
Kumar	0,5	20,0	17,0	16	9	ab
Kumar+Squall	0,5+0,25	14,5	7,2	39	10	ab
Kumar+Nufilm P	0,5+0,03	21,5	6,9	10	9	ab
Kumar+Trifolio S-forte	0,5+0,25	17,4	11,1	27	9	ab
Kumar+Nsstulln	0,5+0,1	8,4	10,1	65	9	b
Vitisan	0,5	22,2	11,5	7	9	ab
Vitisan + 2H13	0,5+0,02	20,4	5,1	15	9	ab
Vitisan + 2H13	0,5+0,06	20,6	15,6	14	10	ab

NEU 1143F (Pelargonsäure) wurde im Auftrag der Firma Neudorff auf kurative Wirkung gegen Apfelschorf geprüft und zeigte mit einer Aufwandmenge von 2% (entspricht 20L/ha) eine Wirkung von 74%. Auf Anfrage hat die Fa. Neudorff die Weitergabe dieser Ergebnisse an die Projektteilnehmer frei gegeben und der weiteren Prüfung von NEU 1143F im Projekt zugestimmt.

VitiSan (Kaliumhydrogencarbonat) wurde in den letzten Jahren in 10 Versuchen mit kurativer Applikation als Standard eingesetzt und hatte im Mittel eine Wirkung von 80% (Kunz and Hinze, 2014).

Im Projekt wurde deshalb ein Versuch mit der Mischung aus VitiSan und NEU 1143F durchgeführt um zu prüfen, ob es additive bzw. synergistische Effekte gibt. Die Mischung war mit 89% signifikant wirksam, jedoch nicht besser als VitiSan alleine in diesem Versuch (WG 89%).

Auch die Zusatzstoffe Buffer Protect oder Squall verbesserten die kurative Wirkung von NEU 1143F nicht. Der Zitronensäurepuffer Buffer Protect stellt die Spritzbrühe auf ca. pH 4 ein. Die Zugabe von Säure verbessert bei manchen Wirkstoffen die Penetration der Kutikula. Squall wird als Zusatzstoff zur Verminderung der Abdrift beworben.

Die Zugabe von Netzschwefel Stulln zu NEU 1143F verbesserte dessen Kurativwirkung tendenziell auf 89%. Diesen positiven Effekt des Netzschwefels wurde auch bereits für die Zugabe von Netzschwefel zu VitiSan gezeigt (Kunz and Hinze, 2014).

VitiSan wurde mit Zugabe der Hefepräparate 2H13 (wird als Zusatzstoff zu Kupfer entwickelt) oder Blossom Protect (ist gegen Lagerfäulen zugelassen) und mit Squall geprüft. Keiner der Zusatzstoffe verbesserte die kurative Wirkung von VitiSan. Squall verringerte die Wirkung von VitiSan tendenziell.

Tabelle 5: Kurative Wirkung (WG) gegen Apfelschorf nach Behandlung 24 Std. nach der Inokulation. Statistik: Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede im Tukey' Multiple Comparison Test nach Mittelwertsseparierung der wurzeltransformierten Befallsstärken mit einer einfaktoriellem Varianzanalyse.

Behandlung	pH-Wert	Konz.	Befallstärke (%)		WG (%)	Stat.
			Mittelw.	± Stabw.		
unbehandelt		-	29,3	11,5		a
VitiSan	8,7	0,5	3,1	3,8	89	b
Neu 1143 F	6,5	2	6,6	6,0	78	b
Neu 1143 F+VitiSan	8,1	2+0,5	3,3	4,7	89	b
Neu 1143 F+Buffer Protect	3,7	2+1	10,4	10,3	64	b
Neu 1143 F+Squall	6,2	2+0,25	11,7	11,8	60	b
Neu 1143 F + NS Stulln	6,1	2+0,25	3,2	7,3	89	b
VitiSan+ 2H13	8,8	0,5+0,02	4,0	3,6	87	b
VitiSan+Blossom Protect	Nb	0,5+0,15	6,1	6,7	79	b
VitiSan+Squall	8,8	0,5+0,25	9,3	8,1	68	b

VitiSan hat eine nachgewiesene kurative Wirkung gegen Apfelschorf. Die drei neuen Additive CropCover CC-100, Heliosol und Helioterpen Film wurden alleine und zusammen mit VitiSan geprüft um einen möglichen synergistischen Effekt zu prüfen (Colby, 1965).

Keines der drei Additive hatte eine signifikante kurative Wirkung gegen Apfelschorf. VitiSan hatte in diesem Versuch eine signifikante Wirkung, die mit 64% unter dem Durchschnitt der bisherigen Versuche lag (WG 79% in 17 Versuchen).

Die Zugabe eines Additives zu VitiSan hatte jeweils eine tendenzielle Verbesserung des VitiSan zur Folge (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Es ergaben sich Synergismusfaktoren von 1,0 für VitiSan+Helioterpen Film und 1,1 für VitiSan+Heliosol oder VitiSan+CropCover CC-100.

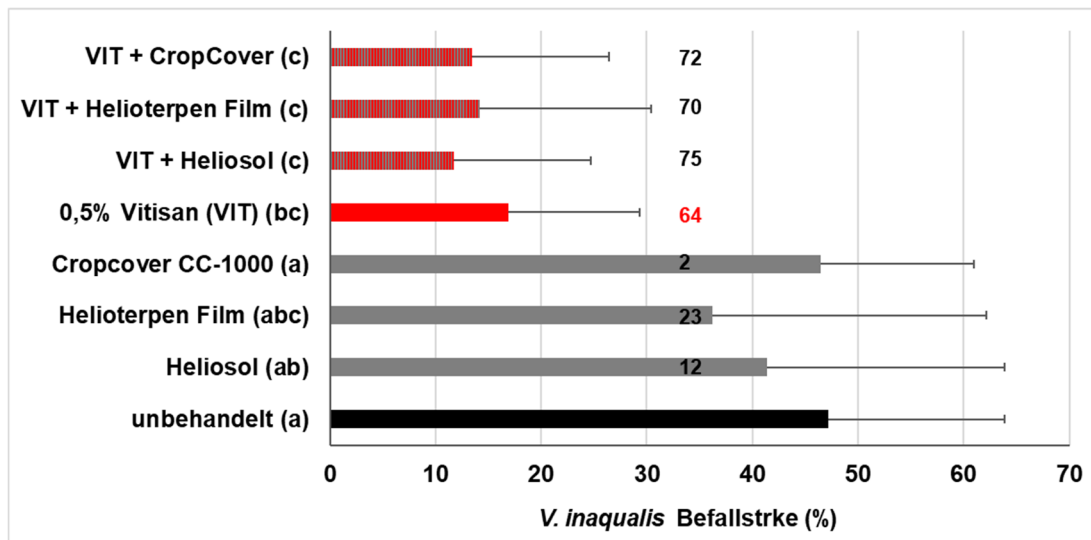


Abbildung 4: kurative Wirkung gegen Apfelschorf nach Behandlung 24 h nach Inokulation aufs trockene Blatt. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede in Tukey's Multiple Comparison Test nach Mittelwertsseparierung der wurzeltransformierten Befallsstärken mit einer einfaktoriellem Varianzanalyse.

Topfpflanzen der Sorten 'Jonagold', 'Topaz' und 'Natyra' wurden jeweils parallel behandelt und inokuliert. 'Jonagold' wurden mit der Population „botanischer Garten“ inokuliert, die ursprünglich von 'Jonagold' stammt und mehrfach auf der Sorte 'Jonagold' vermehrt wurde.

'Topaz' und 'Natyra' wurden jeweils mit der Population 44D18 inokuliert, die von 'Topaz' blättern stammt, welche 2018 am KOB-Bavendorf gesammelt wurden, und seither mehrfach im Gewächshaus auf 'Topaz' vermehrt wurden.

2.3.4.1 Protektive Applikation, Regenfestigkeit 15mm

Es wurden 3 Versuche mit jeweils 5 Trieben zur Prüfung der protektiven Wirkung mit Regenfestigkeit durchgeführt. Die Befallsstärken der Triebe wurden über alle drei Versuche gemittelt. Bei 'Natyra' gab es bei einem Versuch keinen Befall in der unbehandelten Kontrolle, so dass für 'Natyra' nur zwei Versuche mit jeweils 4-5 Trieben berücksichtigt wurden.

Im langjährigen Mittel zeigte Curatio nach protektiver Behandlung die beste Regenfestigkeit der getesteten Präparate, gefolgt von Netzschwefel Stulln und 0,12% Cuprozin progress. Diese drei Präparate blieben sowohl nach 15 mm als auch nach 30 mm Regen bei Wirkungsgraden über 90%. 0,04% Cuprozin progress zeigte größere Schwankungen und im Mittel nur 72% Wirkung nach Beregnung und NEU 1143F erwies sich nicht als regenfest. Die Wirkung lies mit zunehmender Regenmenge nach.

Auch in den Versuchen zum Vergleich der Sorten in 2020 und 2021 wurde nach 15 mm Regen an 'Jonagold' diese Daten bestätigt. Nur 0,12% Cuprozin progress war etwas weniger wirksam als im langjährigen Mittel. Zwischen den Sorten ergaben sich für die getesteten Mittel keine Unterschiede im Wirkungsgrad bei 15 mm Niederschlag (Tabelle 6).

Tabelle 6: Protektive Wirkung der Präparate nach Beregnung in der Zusammenfassung aller Versuche an 'Jonagold' seit 2005 im Vergleich zu den Versuchen 2020 und 2021 (rot) an 'Jonagold', 'Topaz' und 'Natyra'.

Behandlung	Konz.	Regen	Jonagold seit 2005	Jonagold	'Topaz'	Natyra
	%		WG % (N)	WG %	WG %	WG %
Cuprozin prog. (100g RK)	0,04	15mm	72 +/- 22 (8)	70	64	87
		30mm	72 +/-22 (5)	-	-	-
Cuprozin prog. (300g RK)	0,12	15mm	91 +/- 9 (5)	81	90	94
		30mm	83 +/- 18 (5)	-	-	-
NS-Stulln	0,25	15mm	96 +/- 5 (9)	94	96	98
		30mm	89 +/- 11 (17)	-	-	-
NEU 1143F	2	10mm	79 +/- 12 (2)	-	-	-
		15mm	57 +/-31 (3)	48	59	55
		30mm	41 +/- 28 (3)	-	-	-
Curatio	1,5	15mm	98 +/- 2 (5)	98	100	100
		30mm	99,8 +/- 0 (2)	-	-	-

2.3.4.2 Behandlung ins Keimungsfenster

Auf jeder Sorte wurden zwei Versuche mit Behandlung ins Keimungsfenster durchgeführt. Die Befallsstärken der Triebe wurde über beide Versuche gemittelt. Netzschwefel-Stulln und Curatio reduzierten den Schorfbefall nach Stopp-Spritzung im langjährigen Mittel um 94% bzw. um 99%. Im Sortenvergleich zeigten beide Mittel auf allen 3 Sorten mit 97% bis 100% wieder eine sehr gute Wirkung. Bei NEU 1143F gab es bisher sechs Versuche auf 'Jonagold' mit einer mäßigen Wirkung von 60%. Im Sortenvergleich war die Wirkung auf 'Jonagold' mit 78% höher als im bisherigen Mittelwert, aber immer noch niedriger als auf 'Topaz' und 'Natyra'. Das Zusammenspiel zwischen Resistenz der Pflanze und der Wirkung von NEU 1143F auf die Keimung der Konidien könnte hier zu einer Verbesserung der Wirksamkeit im Vergleich zur nicht resistenten Sorte 'Jonagold' geführt haben.

Tabelle 7: Wirkung der Präparate in der Stoppspritzung auf verschiedenen Sorten in der Zusammenfassung aller Versuche an 'Jonagold' seit 2007 im Vergleich zu den Versuchen 2020/21 (rot) an 'Jonagold', 'Topaz' und 'Natyra'.

Behandlung	Konz.	Regen	Jonagold seit 2005	Jonagold	'Topaz'	Natyra
	%		WG % (N)	WG %	WG %	WG %
NS-Stulln	0,25	5 mm	94 +/- 15 (16)	100	98	99
Curatio	1,5	5 mm	99 +/- 2 (18)	99,7	97	100
NEU 1143F	2	5 mm	60 +/- 18 (6)	78	99	92

2.3.4.3 Kurative Applikation

In 2020 und 2021 wurde jeweils ein Versuch mit kurativer Applikation der Präparate auf 'Topaz' und 'Natyra' durchgeführt mit jeweils 5 Trieben pro Behandlung. Die Befallsstärken der Triebe wurden über alle drei Versuche gemittelt. Auf 'Jonagold' wurde parallel nur 2021 ein Versuch mit 5 Trieben je Behandlung durchgeführt.

Tabelle 8: Kurative Wirkung der Präparate auf verschiedenen Sorten in der Zusammenfassung aller Versuche seit 2005 ('Jonagold') im Vergleich zu den Versuchen 2020/2021 (rot) an 'Jonagold', 'Topaz' und 'Natyra'.

Behandlung	Konz.	Jonagold seit 2005	Jonagold	'Topaz'	Natyra
	%	WG % (N)	WG % (N)	WG % (N)	WG % (N)
NS-Stulln	0,25	49 +/- 23 (6)	50	36	-11
VitiSan	0,5	80 +/- 12 (16)	83	93	78
Kumar	0,5	91 +/- 8 (3)	91	95	96
Curatio	1,5	67 +/- 5 (3)	71	87	93
NEU 1143F	2	70 +/- 17 (7)	63	68	79

Die kurative Wirkung von allen getesteten Präparaten entsprach an der Sorte 'Jonagold' dem Mittelwert aus allen Versuchen seit 2005. An 'Topaz' und 'Natyra' wurden mit VitiSan, Kumar und NEU 1143F vergleichbare Wirkungsgrade ermittelt wie an 'Jonagold'.

Die kurative Wirksamkeit von NS-Stulln war an 'Topaz' und vor allem an 'Natyra' deutlich reduziert im Vergleich zu 'Jonagold'. Dagegen war die kurative Wirksamkeit von Curatio an 'Topaz' und 'Natyra' tendenziell besser als an 'Jonagold'.

Da Netzschwefel aufgrund der mäßigen Wirkung nicht für die kurative Behandlung empfohlen wird, spielt die weiter reduzierte Wirkung auf den Sorten 'Topaz' und 'Natyra' für die Praxis keine Rolle.

2.3.5 Mikroorganismen

2.3.5.1 Antagonist: *Lysobacter enzymogenes*

Der Bakterienstamm U407a wurde ursprünglich in Gewächshausversuchen aufgrund seiner guten Wirkung gegen den Oomyceten *Pythium ultimum* am JKI Institut für biologischen Pflanzenschutz selektiert (Koch, 1997). Im Rahmen des vom BMVEL geförderten Forschungsprojektes „Biotechoomy“ (FKZ 2814701311) optimierte die Bio-Protect das Produktionsmedium und produzierte Testformulierungen mit dem inzwischen in JKI-BI-6432 umbenannten *L. enzymogenes* Stamm. Die Testpräparate zeigten in Klimakammerversuchen signifikante Wirkung gegen *Pseudoperonospora cubensis* an Gurke und *Plasmopara viticola* an Weinreben (Kunz et al., 2016b). Weitere Untersu-

chungen zeigten, dass JKI-BI-6432 eine Mischung aus zwei Stämmen war, die aufgrund morphologischer Unterschiede in JKI-BI-6432 gelb und JKI-BI-6432 creme separiert wurden.

Für den Stamm JKI-BI-6432 creme wurde auch eine keimungshemmende Wirkung auf Konidien von *Venturia inaequalis* (Apfelschorf) gezeigt. Im BÖLN Projekt wurden 2019 9 Chargen BPLEC19 für einen Freilandversuch am KOB-Bavendorf produziert und mit einer Anwendungskonzentration von 5% empfohlen (Glp. 2.4.1) dieser Chargen wurden auch im Gewächshausversuch auf protektive und kurative Wirkung gegen Apfelschorf getestet (Tabelle 13).

Tabelle 9: Protektive oder kurative Wirkung (WG) von Produktionschargen des L. enzymogenes Stamm creme (gelagert bei 8°C) gegen Apfelschorf nach Behandlung von Apfelpflanzen im Gewächshaus.

protektiv	Protektiv; WG (%)			Kurativ; WG (%)
	2.7.2019	15.8.2019	20.11.2019	18.09.2019
1% VitiSan				94*
0,3% Netzschwefel	97*	100*	100*	
50% BPLEC19 (190624)	93			
5% BPLEC19 (190624)	85*			
50% BPLEC19 (190812)		82		0
5% BPLEC12 (190812)		76		0
10% BPLEC24 (191115)			100*	
2% BPLEC24 (191115)			99,7*	

*signifikante Wirkung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (T-Test)

Parallel wurde in dem von der landwirtschaftlichen Rentenbank geförderten Projekt „mikorporaep“ (33466/01/34) an der Optimierung des Produktionsverfahrens und an der Entwicklung von lagerstabilen Formulierungen gearbeitet. Erste Ergebnisse aus einem Gewächshausversuch mit Charge 24 aus optimiertem Produktionsverfahren sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** enthalten. Mit 50% BPLEC19 oder 5% BPLEC19 wurden bei protektiver Applikation kurz vor der Inokulation Wirkungsgrade von über 75% erreicht. Eine kurative Wirkung konnte nicht gezeigt werden. Mit Produkt aus optimiertem Produktionsverfahren konnte in einem Versuch auch mit 2% BLEC24 eine protektive Wirkung von 99% erreicht werden (Tabelle 9).

2.3.5.2 Hyperparasiten

Köhl et al. (Köhl et al., 2009) beschrieben die Selektion von Hyperparasiten, die auf Schorfflecken wachsen und dadurch die Konidienbildung durch *V. inaequalis* reduzieren. Z.B. wird der Stamm H39 (*Cladosporium cladosporoides*) als aussichtsreicher Kandidat beschrieben. Die Konidienproduktion auf Sämlingen im Gewächshaus und in Freilandversuchen wurde um ca. 50% reduziert. Für die publizierten Versuche hatte die Firma Prophyta Formulierungen von H39 hergestellt.

Tabelle 10: Zuordnung der Art

Bezeichnung	Art
HSW14-1	<i>Acremonium alternatum</i>
HSW14-2	<i>Acremonium alternatum</i>
HSW14-5	<i>Acremonium sclerotigenum</i>
HSW14-6a	<i>Cladosporium cladosporioides</i>
HSW14-6b	<i>Acremonium sclerotigenum</i>



Abbildung 5: Schorfsymptome an 'Jonagold' ohne Hyperparasiten (links), mit Hyperparasiten (Mitte) und mit Hyperparasiten und Mehltau (rechts).

In den Gewächshausversuchen der Bio-Protect wurden im Herbst/Winter mehrfach untypische Schorfläsionen auf den Versuchspflanzen gesehen. Auf der und um die sporulierende Schorfläsion bildeten sich helles, oberflächliches Mycel, das aber nicht Mehltau war (Abbildung 5). Unter dem Mikroskop konnten kleine, runde Konidien beobachtet werden, die auch eindeutig von Schorf und Mehltau zu unterscheiden waren. Von diesen befallenen Schorfläsionen wurden 5 Einsporisolate gewonnen und über die Sequenzierung der ITS einer Art zugeordnet (Tabelle 10)

Im April 2017 wurde von E-Nema eine formulierte Probe von Stamm H39 für Versuche im Projekt zur Verfügung gestellt. Ab 2018 hat E-Nema dann kein Präparat mehr zur Verfügung gestellt. Ab 2019 wurden deshalb im BÖLN Projekt Hyperparasiten aus der Stammsammlung der Bio-Protect getestet und für Freilandversuche bei den Projektpartnern produziert.

In den Gewächshausversuchen wurden die Hyperparasiten entweder protektiv am Tag vor der Inokulation bzw. 1h vor der Inokulation auf die Apfelblätter gesprüht oder 6 Tage nach der Inokulation eingesetzt (Köhl et al., 2009). Der Ausbringung am Tag vor der Inokulation lag die Überlegung zu Grunde, dass die Konidien der Hyperparasiten unter den Bedingungen für die Schorfkeimung auch keimen können und sich die Pilze

bereits auf der Blattoberfläche etablieren können, bevor die Schorfflecken sich entwickeln. Bei der Ausbringung 6 Tage nach der Inokulation sind bereits die ersten Chlorosen sichtbar, der Schorfpilz hat bereits subcuticuläres Stroma gebildet und erste Konidienträger durchbrechen die Kutikula. Zu diesem Zeitpunkt können sich die Hyperparasiten direkt auf den Schorfläsionen ansiedeln und die Sporulation reduzieren.

In 2018 wurde die beiden Hyperparasiten HSW14-5 und HSW14-6b getestet, da diese in 2017 die beste Wirkung zeigten. Ab 2018 wurden die Versuchspflanzen nach der Inokulation im Freien inkubiert, damit durch nächtlichen Tau oder Niederschläge genügend Feuchtigkeit für die Entwicklung der Hyperparasiten auf den Läsionen vorhanden war.

Tabelle 11: Reduktion der Schorfsymptome durch Hyperparasiten in bis zu 10 Versuchen. H39 wurde formuliert von E-Nema zur Verfügung gestellt. Die anderen Hyperparasiten wurden auf Agarplatten angezogen und die Konidien suspensionen jeweils am Tag der Behandlung gewonnen und auf 5E+06 bis 1E+07 cfu/ml eingestellt. Rot hinterlegte Felder zeigen signifikant wirksame Varianten im Vergleich zur Kontrolle (T-Test: $p < 0,05\%$) im jeweiligen Versuch.

Variante	Anzahl N	Mittelwert Wirkung %	30.6.21	30.3.21	29.6.20	8.6.20	20.11.19	2.7.19	24.8.18	14.8.18	26.9.18	25.7.17	7.6.17	3.5.17	9.6.16	9.6.16	15.10.14
			JG	JG	JG	JG	JG	JG	Topaz	JG	JG	Topaz	Gala/JG	JG	JG	JG	JG
Netzschwefel Stulln, vor Inok.	9	98,3		100	100	94	100	97			98	100	100	96			
HSW14- 1, vor Inok.	10	29,6		4		16	72	33			27	25		50	70	15	-15
HSW14-2, vor Inok	3	19,3				27								39			-9
HSW 14-5, vor Inok.	10	26,7		8	0	44				4	29	24		61	22	40	35
HSW 14- 6a, vor Inok.	8	26,6		0		47					15	40		36	32	52	-10
HSW14-6b, vor Inok	5	31,6							21	0	40			61			36
H39 (E-Nema 24.4.2017), vor Inok	4	37,0									68	0	63	17			
HSW 14-5, (1E+7 Zellen/ml), vor Inok.	2	55,5			77	34											
HSW 14-5 in Einfriermedium (1E+ 6Zellen/ml), vor Inok.	2	30,2			39	22											
HSW 14-5 in Einfriermedium ohne Glycerin (1E+ 6Zellen/ml), vor Inok	2	49,2			98	0											
HSW 14-5 in 0,01% Saccharose (1E+ Zellen/ml), vor Inok.	3	47,9		0	88	55											
HSW 14-1, 6 d nach Inok	3	35,4		33							39	34					
HSW 14- 5, 6 d nach Inok	4	24,7		37						0	50	12					
HSW 14-6a, 6 d nach Inok	1	55,0		55													
HSW 14-6b, 6 d nach Inok	3	12,0								0	30	6					
H39 (E-Nema 24.4.2017),6 d nach	3	15,7									54	-23	16				
H39 (E-Nema 24.4.2017), 12 tage	1	45,8												46			
0,5% Prestop (AWK: 1E6 Konidien/ml); kurz vor Inok.	2	56,8					71	43									
1,0% Xilon WP (AWK: 1E7 Konidien/ml); kurz vor Inok.	2	54,5					66	43									

In der Zusammenfassung aller bisheriger Versuche mit Hyperparasiten zeigte sich sowohl bei der Auswertung der Befallsstärke (Tabelle 11) als auch bei der Auswertung der neugebildeten Konidien (Tabelle 12) starke Schwankungen zwischen den Versuchen. Im Durchschnitt hatten alle Stämme eine positive Wirkung, die allerdings deutlich geringer war als die Wirkung von Netzschwefel. Bisher konnte sich weder ein Hyperparasit als besonders wirksam zeigen, noch konnte ein Anwendungszeitpunkt favorisiert werden.

Zur Verbesserung der Lagerfähigkeit, wurden HSW14-5 Konidien in Einfriermedium mit oder ohne Glycerin formuliert. Diese Formulierungen führten nicht zu einer Verbesserung der Wirksamkeit. Zugabe von Saccharose als Formulierungshilfe zu 1E+6 Konidien/ml HSW14-5 führte in einem ersten Versuch zu einer deutlichen Verbesserung der Wirksamkeit. Diese Wirkungssteigerung durch Zuckerzugabe konnte aber nicht reproduziert werden.

Tabelle 12: Reduktion der Schorfkonidienbildung durch Hyperparasiten in bis zu 7 Versuchen. H39 wurde formuliert von E-Nema zur Verfügung gestellt. Die anderen Hyperparasiten wurden auf Agarplatten angezogen und die Konidien suspensionen jeweils am Tag der Behandlung gewonnen und auf 5E+06 bis 1E+07 cfu/ml eingestellt.

Variante	Mittelwert WG [%]	Anzahl N	30.6.21	30.3.21	8.6.20	24.8.18	14.8.18	26.9.17	25.7.17	7.6.17	3.5.17	15.10.14
			WG [%]	WG [%]	WG [%]	WG [%]	WG [%]	WG [%]	WG [%]	WG [%]	WG [%]	WG [%]
unbehandelt												
Netzschwefel Stullindirekt vor Inok.	100	8	100	100	96,7			100	100	100	100	100
HSW 1, 1h vor Inok.	32	6		0	0			72	46		88	-12
HSW14-2, 2h vor Inok	40	3			0						94	27
HSW 14-5, 1h vor Inok.	29	7		0	0		0	80	0		95	31
HSW 14-6a, 1h vor Inok.	41	7		0	26,3			74	84	1	99	0
HSW14-6b, 1h vor Inok	51	5				46	0	50			95	64
HSW-14-1 + 10% Zucker, 1h vor Inok	0	1		0								
HSW-14-5 + 10% Zucker, 1h vor Inok	27	2		0	53,4							
HSW-14-6a + 10% Zucker, 1h vor Inok	0	1		0								
H39 (E-Nema 24.4.2017), 1h vor Inok.	63	3						91	0		97	
HSW 1, 6 d nach Inok	55	3	17					61	86			
HSW 5, 6 d nach Inok	43	4	12				0	74	86			
HSW 5 + 10% Zucker, 6 d nach Inok	46	1	46									
HSW 6a, 6 d nach Inok	36	3	0					19	88			
HSW 6b, 6 d nach Inok	35	2					0	70				
H39 (E-Nema 24.4.2017), 6 d nach Inok	35	3						37	69	0		

2.4 Bereitstellung von biotechnologischen Präparaten

2.4.1 Produktion von BPLEC19

2018: Kulturen von *Lysobacter enzymogenes* Stamm creme wurden im Standardmedium (Melasse; Hakaphos grün) bei 27°C 3 Tage geschüttelt und dann zentrifugiert, um die Zellen vom Kulturüberstand zu trennen. Die Pellets mit den Zellen wurden in einem Zehntel des Ausgangsvolumens 0,6% NaCl resuspendiert, wodurch die Zellen im Vergleich zur Kultur um Faktor 10 konzentriert wurden.

Dosis-Wirkungskurven gegen *V. inaequalis* im Keimungstest zeigten, dass die Wirkung an die Zelle gekoppelt war. Mit dem Kulturüberstand wurde keine Keimhemmung der Konidien erreicht. Die Dosis-Wirkungskurve der Zellfraktion war im Vergleich zur Kultur um ca. Faktor 10 zu niedrigen Konzentrationen verschoben (Abbildung 7). Dies entspricht der bei der Zentrifugation erreichten Anreicherung der Zellen.

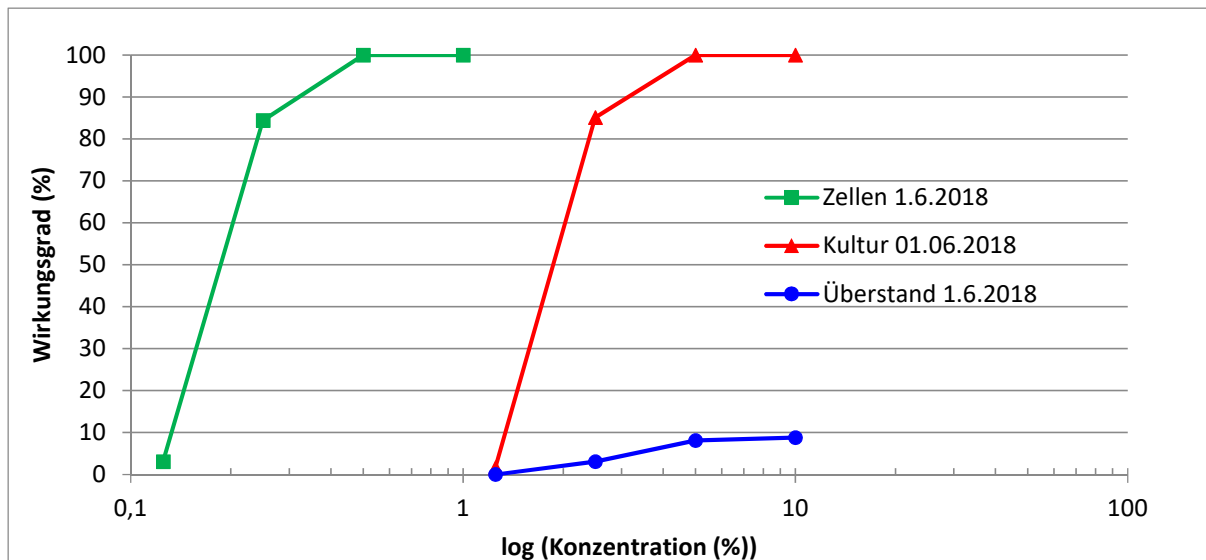


Abbildung 6: Wirkung gegen *V. inaequalis* einer *L. enzymogenes* Kultur, resuspendierter Zellen und Kulturüberstand nach Zentrifugation der Kultur im Keimungstest in Abhängigkeit von der Dosis. Die Pellets (Zellen) wurden nach der Zentrifugation in einem Zehntel des ursprünglichen Volumens resuspendiert.

Die wie oben beschrieben gewonnene Zellfraktion wurde BPLEZ18 genannt und Proben wurden bei -20°C bis zur Verwendung gelagert, da noch keine Daten zur Lagerstabilität bei anderen Bedingungen vorlagen.

Chargen von BPLEZ18 wurde wöchentlich produziert und für einen Freilandversuch am KOB bereitgestellt. Aufgrund der Vorversuche (siehe oben) und der Ergebnisse im Keimungstest, wurde eine Konzentration von 0,5% BPLEZ18 angestrebt. Bei 20l Spritzbrühe pro Behandlung musste also 1l Kultur zu 0,1l BPLEZ18 aufgearbeitet werden.

Da die Produktion noch nicht standardisiert ablief und Schwankungen in der Ausbeute (Zellzahl) festgestellt wurde, variierte das eingesetzte Volumen BPLEZ18 bei den Spritzungen. Das Volumen wurde entsprechend der Zellzahl festgelegt und Portionen für jeweils 20L Spritzbrühe im Zeitraum von Mai bis Juli 2018 produziert.

2019: Kulturen von *Lysobacter enzymogenes* Stamm creme wurden im Standardmedium (Melasse; Hakaphos grün) bei 27°C 3 Tage geschüttelt. Die Kulturbrühe wurde als BPLEC19 bezeichnet und im Freilandversuch mit 5% Anwendungskonzentration eingesetzt. Bis zur Verwendung wurde BPLEC19 bis zu 4 Wochen bei 8°C gelagert. Für jede Produktionscharge wurde nach der Produktion die Dosis-Wirkungskurve gegen Apfelschorf im Keimungstest bestimmt (Abbildung 7) und nach einer logit Transformation die Dosis berechnet, die für eine Wirkung von 90% notwendig war (ED90). Die ED90 Werte der 9 gelieferten Chargen lagen zwischen 1,6 % und 3,0%.

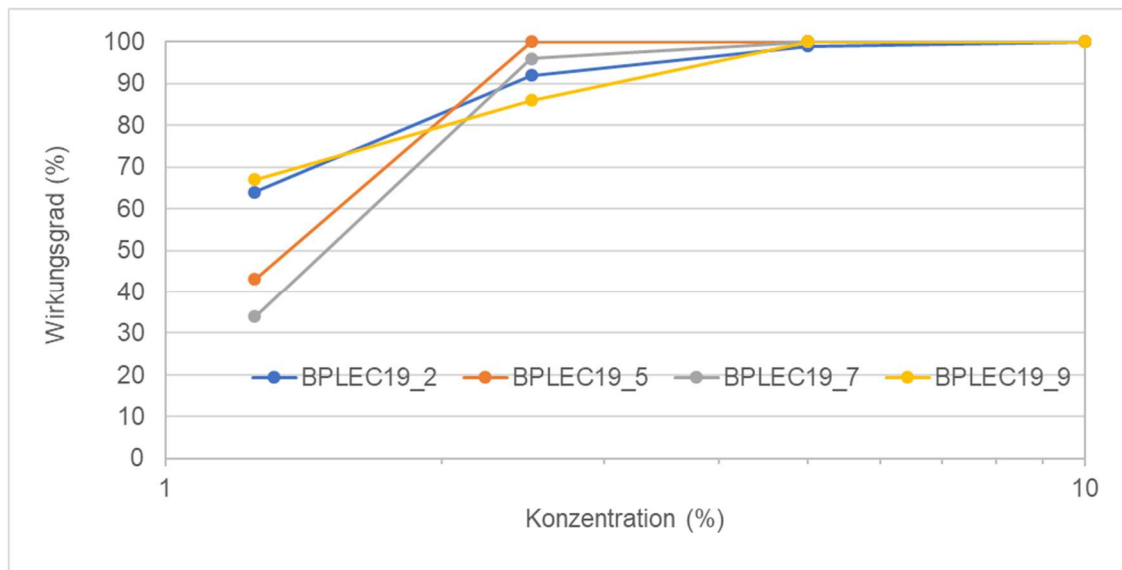


Abbildung 7: Dosis-Wirkungs-Kurven von BPLEC19 Chargen gegen *V. inaequalis* im Keimungstest.

In Rückstellproben der BPLEC19 Chargen wurde der ED90 nach unterschiedlich langer Lagerung bei 8°C wieder gemessen. Es zeigte sich, dass die Chargen mind. 90 Tage lagerstabil waren. Die kurze Lagerung für die Verwendung im Freilandversuch 2019 war also kein Problem. Für eine Vermarktung des Produkts, muss die Lagerstabilität durch die Wahl geeigneter Formulierungen noch verbessert werden.

Insgesamt wurden 9 Chargen mit je 0,75 L produziert und für einen Freilandversuch am KOB bereitgestellt. Aufgrund der Ergebnisse im Keimungstest, wurde eine Konzentration von 5% BPLEC19 eingesetzt.

2.4.2 Produktion von Hyperparasiten

2019: Der *Acremonium alternatum* Stamm HSW14_1 wurde auf YM-Agarplatten produziert. Ein Vorversuch ergab die höchsten Ausbeuten an lebenden Konidien bei Inkubation der Platten bei 20°C nach 9 Tagen, so dass dies als Standardverfahren festgelegt wurde. Die Konidien wurden in sterilem Wasser geerntet und als Suspensionskonzentrat unter der Bezeichnung BPHSW1_19 ausgeliefert. Insgesamt wurden für die zwei Freilandversuche am KOB und am DLR 20 Chargen Lagerversuche mit einzelnen Chargen bei 8°C zeigten eine Lagerstabilität von 30 bis 60 Tagen. Dies war für die Freilandversuche 2019 ausreichend, da die Chargen bis zur Verwendung jeweils max. 3 Wochen gelagert wurden. Für eine Vermarktung muss eine stabilere Formulierung entwickelt werden.

2020: Die Stämme HSW14-5 (BPHSW5_20) und HSW14-1 (BPHSW1-19) wurden für die Freilandversuche am KOB und DLR produziert. Insgesamt 8 Chargen BPHSW5 wurden an das KOB ausgeliefert. Diese wurden portioniert für 11 L Spritzbrühe verschickt. Für das DLR wurden je 8 Chargen der Stämme HSW-14-5 (BPHSW5_20) und HSW-14-1 (BPHSW1_19) bereitgestellt. Zusätzlich wurde für das DLR 8 Chargen einer Formulierung des Stammes HSW-14-5 mit 50% Zucker (BPHSW5_20F) bereitgestellt. Diese wurden für 10 L Spritzbrühe portioniert.

Beim mit Saccharose formulierten Präparat wurden 10g Saccharose zugesetzt. Also eine durchschnittliche Zuckerkonzentration von 50% im Produkt und eine Konzentration von 0,1% Zucker in der Spritzbrühe eingesetzt.

Für den Stamm HSW14-5 wurde im Vorfeld der Produktionen durch Medienoptimierung die Ausbeuten erhöht und durch Optimierung der Inkubationstemperatur die Produktionszeit von 9 Tagen auf 6 Tage verkürzt. Wodurch die Beschickung von 2 Versuchen mit unterschiedlichen Formulierungen möglich wurde. Die Produktion wurde weiterhin auf festen Medien durchgeführt, da die Produktion von HSW14-5 in Flüssigkultur bisher nicht gelang.

In 2021 wurde eine Formulierung von HSW-14-5 (BPHSW5_21) für Freilandversuche bei den Projektpartnern produziert. 9 Chargen wurden von Mai bis Juli nach Dresden Pillnitz und 5 Chargen von August bis September ans DLR Rheinpfalz geliefert. In Dresden Pillnitz wurde BPHSW5-21 in einem Sommersversuch an der Sorte Gala jeweils zur Infektion eingesetzt. Der Schorfbefall an Langtrieblättern wurde um 34% reduziert. Damit war BPHSW5_21 deutlich weniger wirksam als Schwefelkalk zur Infektion (Harald Rank per. Mitteilung, 5.11.2021). Ergebnisse vom DLR-Rheinpfalz liegen noch nicht vor.

2.4.3 Wirkung von Fungiziden auf Hyperparasiten

Tabelle 13: Qualitative Auswertung der Keimung von Hyperparasiten auf Wasseragar nach Mischung mit Fungiziden. +++ Großteil der Konidien gekeimt, ++ etwa die Hälfte der Konidien gekeimt, + Keimung sichtbar, - keine Keimung und kein Hyphenwachstum

	H39	HSW14-6a	HSW14-1	HSW14-2	HSW14-5	<i>Venturia inaequalis</i>
Wasser	+++	+++	++	++	+++	+++
0,25% Netzschwefel Stulln	+++	+++	++	++	+++	+
1% Armicarb	+++	+++	++	++	+++	-
1% VitiSan	+++	+++	++	++	+++	+++
0,2% Cuprozin prog.	+	+++	++	++	+++	+
0,6% Cuprozin prog.	+	++	+	+	++	-

Die Wirksamkeit von im Ökoanbau gängigen Fungiziden auf die Keimung und das Wachstum der Hyperparasiten wurde *in vitro* im Vergleich zur Wirkung auf *Venturia inaequalis* getestet. Die Konidien suspensionen wurden mit Fungizidlösungen versetzt, 30 min. im Schüttler inkubiert und dann auf Wasseragarplatten getropft. Nach 24 h bei 20°C wurde die Keimung der Konidien unter dem Mikroskop qualitativ beurteilt (Tabelle 13) und nach 4 Tagen das Pilzwachstum (außer Schorf) auf den Platten makroskopisch beurteilt.

Während die Keimung von *Venturia inaequalis* durch 1% Armicarb oder 0,6% Cuprozin progress komplett, und durch 0,25% Netzschwefel Stulln oder 0,2% Cuprozin progress größtenteils verhindert wurde, hemmten weder VitiSan, Armicarb noch Netzschwefel Stulln die Keimung und das Wachstum der Hyperparasiten (Tabelle 13). Cuprozin progress hatte in Abhängigkeit von der Dosierung hemmende Wirkung auf die Hyperparasiten. Wobei H39 empfindlicher war als die anderen getesteten Pilze. Insgesamt deuten die Versuche daraufhin, dass die Hyperparasiten auch in Kombination oder abwechselnd mit anderen Fungiziden eingesetzt werden könnten.

3 Freilandversuche



Freilandversuche in der Primär- und Sekundärschorfphase wurden an den vier Versuchsstandorten (DLR Rheinpfalz, ÖON, KOB, und LfULG) durchgeführt. Um schneller aussagekräftige Ergebnisse zu erlangen wurden je nach Fragestellung die Versuche auch parallel durchgeführt. Insgesamt wurden in 117 Versuche 861 Varianten getestet (Tabelle 14).

Tabelle 14: Übersicht Freilandversuche

Standort	Anzahl Versuche 2017-2021	Anzahl Variante 2017-2021
DLR Rheinpfalz, Rheinbach	43	355
ÖON, Jork	29	164
KOB, Ravensburg	35	268
LfULG, Dresden-Pillnitz	10	74
Summe	117	861

3.1 Primärschorf



3.1.1 Wirkung unterschiedlicher Haft- und Netzmittel bei präventiver Behandlung während der Primärsaison

In den Versuchsjahren wurde an den einzelnen Versuchsstandorten untersucht, ob eine Wirkungssteigerung des eingesetzten Kupferfungizids, ausgebracht in Standard- und reduzierten Aufwandmengen, durch die Kombination mit unterschiedlichen Haft-

und Netzmitteln, einen ähnlichen Wirkungsgrad erreichen kann, wie Kupfer ausgebracht in voller Aufwandmenge bzw. ohne den Zusatz von Belagsmitteln. Als Haft- und Netzmittel wurden in den Jahren die Präparate CropCover CC ®, Squall, Neu1228I, BreakThru SP133 und „Trifolio S-forte“ geprüft.

3.1.1.1 Squall

In der Sorte ‘Gala’ wurde im Versuchsjahr 2019 am DLR überprüft, ob durch die Zugabe der Additive Squall und CropCover eine mögliche Wirkungssteigerung vorliegt. Bei den Additiven Squall und CropCover zeigte in dem Versuchsjahr nur CropCover eine positive Wirkungssteigerung (Abbildung 8).

Am Standort KOB führte die Zugabe von Squall 2019 sowohl beim Blatt- als auch beim Fruchtschorf sogar zu geringeren Wirkungsgraden. Einzig die Zugabe des Haft- und Netzmittels CropCover konnte die Wirkung von Cuprozin progress etwas steigern. Die Wirkungsgrade lagen sowohl bei der Blatt- als auch bei der Fruchtbonitur um ca. 10 % höher als in der Cuprozin progress solo-Variante.

Im Versuchsjahr 2019 zeigten am LfULG in 2019 Spritzfolgen mit Cuprozin progress und einem Haftmittel (Squall bzw. Cropcover) sowohl bei voller Kupferaufwandmenge als auch mit einer 25 %-Kupferreduzierung eine vergleichbar gute Wirkung wie in der bisher für die Praxis empfohlenen Strategie. Eine Reduzierung des Reinkupferaufwandes war in 2019 möglich.



Abbildung 8: Ergebnisse Primärschorfversuch ‘Gala’, DLR 2019 Vergl. der Netz- und Belagsmittel Squall und CropCover

3.1.1.2 CropCover und TS-forte im Vergleich

Das Netzmittel CropCover wurde 2020 in der Sorte ‘Gala’ am DLR getestet. CropCover ist ein Netzmittel auf Stärkebasis mit einer sehr hohen Regenfestigkeit. In diesem Versuch wurde die Wirkung von Kupfer als solo Anwendung und als Kombination mit Netzschwefel Stulln, CropCover und T/S forte verglichen. Zusätzlich wurden alle Varianten auch mit um 25 % geringerer Kupferaufwandmenge getestet. Die Kombination von Kupfer mit Netzschwefel diente als Vergleichsvariante. Bei der Bonitur der Blätter der

Langtriebe zeigte sich, dass im Vergleich zur „solo“ Kupferapplikation durch alle Additive eine Wirkungsverbesserung erreicht werden konnte. Die reduzierte Kupfermenge führte in dem Versuchsjahr nicht zu einem deutlichen Unterschied im Vergleich zur vollen Aufwandmenge. Die Bonitur an den Früchten (Fruchtschorf) zeigte keine Unterschiede zwischen den Varianten und der unbehandelten Kontrolle (Abbildung 9).

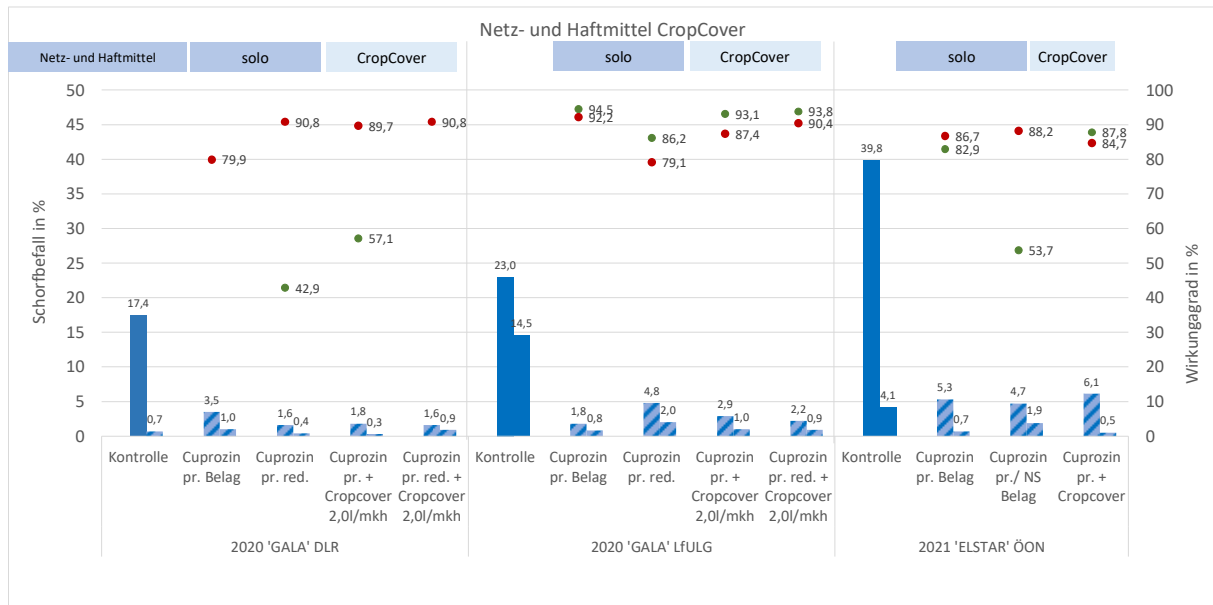


Abbildung 9: Ergebnisse Primärschorfversuch 'Gala', DLR 2020; 'Gala', LfULG 2020 und 'Elstar' ÖON 2021. Vergleich der Netz- und Belagsmittel Squal und CropCover

Auch am KOB wurde die Wirkung unterschiedlicher Haft- und Netzmittel (TS-forte und CropCover) bei präventiver Behandlung während der Primärsaison 2020 untersucht. Die Variante mit dem Kupferpräparat Cuprozin progress in praxisüblicher Aufwandmenge zeigte einen Wirkungsgrad von 51 % gegenüber der unbehandelten Kontrolle (am Langtrieb). Die Zugabe des Haft- und Netzmittels TS-forte erhöhte den Wirkungsgrad von Cuprozin progress auf 63,3 %. Der Wirkungsgrad in der Variante mit um 25 % reduzierter Kupferaufwandmenge ging, im Vergleich zur praxisüblichen Aufwandmenge, mit einem Wert von 38,9 % jedoch deutlich zurück. Durch die Zugabe des Haft- und Netzmittels CropCover konnte die Wirkung der reduzierten Kupferaufwandmenge marginal verbessert werden, erreichte jedoch nicht den Wert der praxisüblichen Aufwandmenge. Eine mit der vollen Kupferaufwandmenge vergleichbare Wirkung konnte bei der reduzierten Kupferaufwandmenge hingegen durch die Zugabe von TS-forte sowie durch Netzschwefel erreicht werden. Mit diesen beiden Produkten konnte somit eine Reduktion der Kupferaufwandmenge um 25 % ohne negative Auswirkungen auf den resultierenden Schorfbefall erreicht werden. Beim Fruchtschorf konnte mit der praxisüblichen Kupferaufwandmenge ein Wirkungsgrad von 80,2 % erzielt werden. Durch Zugabe der geprüften Haft- und Netzmittel CropCover und TS-forte sowie von Netzschwefel konnte keine weitere Wirkungssteigerung erreicht werden. Ähnlich wie beim Blattschorf resultierte die Reduktion der Kupferaufwandmenge um 25 % in einem deutlichen Wirkungsverlust, der sich in einem Rückgang der Wirkungsgrade auf 56,4 % widerspiegelte.

Analog zum Blattschorf konnte der Wirkungsverlust durch Zugabe von CropCover nicht ausgeglichen werden. Wiederum resultierte die Zugabe von TS-forte sowie von Netzschwefel zur reduzierten Kupferaufwandmenge in mit der vollen Kupferaufwandmenge zu gleichen Wirkungsgraden von 80,1 % bzw. 79,5 %. Eine 25 %ige Reduktion

der Kupfermenge konnte durch Zugabe der Präparate TS-forte bzw. Netzschwefel damit ohne negative Auswirkungen auf den Schorfbefall an den Blättern und Früchten ermöglicht werden

Am LfULG im Versuchsjahr 2020 konnte in allen Behandlungen eine deutliche Wirkungssteigerung erreicht werden. In den Varianten mit jeweils 25 % weniger Aufwand an Cuprozin progress sowie dem Zusatz von CropCover bzw. Netzschwefel, lag der Befall dabei auf dem gleichen Niveau wie in den Vergleichsvarianten mit vollem Kupferaufwand. Über den gesamten Versuchszeitraum ergab sich in den Varianten mit reduziertem Mitteleinsatz eine Einsparung von jeweils 281 g Reinkupfer. Beide Kombinationen könnten somit einen Beitrag zur Verringerung des Gesamtkupferaufwandes leisten (Abbildung 9).

Auch in 2021 konnte in allen Behandlungsvarianten am LfULG eine deutliche Schorf-reduzierung erreicht werden. Bei den Kupfervarianten fiel nur die Variante „Cuprozin progress mit 25 % Mittelreduzierung, ohne zusätzliches Additiv“ mit einem etwas geringeren Wirkungsgrad (WG = 76 %) beim Blattbefall heraus. Dies ist ein möglicher Hinweis darauf, dass sich für den „einfachen Einsatz“ bei Cuprozin progress die lt. Zulassung empfohlene Aufwandmenge schon am unteren Bereich der Wirkung bewegt und daher nicht ohne weiteres unterschritten werden sollte. In den Varianten mit 25 % reduziertem Cuprozin progress und zusätzlichem Netzmittel lag die Bekämpfungswirkung dagegen auf dem gleichen Niveau wie in der Standardvariante mit vollem Kupferaufwand, sowohl an Blättern (WG: 86 - 89 %) als auch an Früchten (WG: 95 - 97 %). Nur in der Variante mit dem Additiv CropCover CC-1000 fiel beim Fruchtbefall mit 2,5 % (81 % WG) etwas schwächer als die anderen Kombinationen aus.

Am Standort ÖON wurde ebenfalls die Wirksamkeit des Netz- und Haftmittels CropCover an der Sorte 'Elstar' getestet. Die unbehandelte Kontrollparzelle wies im Versuchsjahr 2021 zum Zeitpunkt der Fruchtschorfbonitur den höchsten Schorfbefall mit 4,1 % auf. In den behandelten Varianten, konnte der Schorfbefall deutlich reduziert werden und lag zwischen 0,5 % und 1,9 % mit Wirkungsgraden zwischen 53 % und 83 % gegenüber der unbehandelten Kontrolle, mit nur geringen Unterschieden zwischen den einzelnen Varianten. Eine Kombination aus Cuprozin progress mit Netzschwefel und CropCover reduzierte den Schorfbefall am Langtrieb um 88 % (Abbildung 9).

3.1.1.3 Neudosan Neu

In diesem Versuch sollte am DLR in der Sorte 'Golden Delicious' der Einsatz des Wirkstoffs NEU 1228I als Additiv zu Cuprozin progress getestet werden. Der Schorfbefall an den Rosettenblättern war in allen behandelten Varianten mit einem Niveau zwischen 0,3 % und 1,1 % befallener Blätter sehr gering. Auch in der Kontrolle wurde ein sehr niedriger Befall von 5,3 % ermittelt. Unterschiede durch die Zugabe von NEU 1228I als Additiv waren entweder nicht oder minimal vorhanden. Auch bei der Schorfbonitur der Langtriebe konnte beim Netzschwefel bzw. Netzschwefel in Kombination mit NEU 1228I als Additiv kein Unterschied festgestellt werden. Bei der Cuprozin progress Variante wurde eine Wirkungssteigerung von 58,5 % Wirkungsgrad bei Cuprozin progress auf 67,9 % bei Cuprozin progress in Kombination mit NEU 1228I erzielt.

Ansonsten konnten keine nachweislichen Unterschiede zwischen den behandelten Varianten bei der Fruchtschorfbonitur am Baum, der Mehлтаubonitur und der Berostungsbonitur festgestellt werden. Bei der Fruchtschorfbonitur nach der Ernte führte NEU 1228I in Kombination mit Cuprozin progress bei einem Schorfbefall von 1,9 % im

Vergleich zur Soloanwendung mit einem Befall von 5,4 % zu einer Befallsverringerung um 3,5 %. In Kombination mit Netzschwefel führte die Zugabe von NEU 1228I hingegen zu einer Minderung des Wirkungsgrades. In diesem Versuch wurde zusätzlich eine Bonitur des Blattfalls durchgeführt um eventuelle phytotoxische Wirkungen auszuschließen. Der prozentuale Blattfall der behandelten Varianten befand sich in allen Fällen auf dem Niveau der Kontrolle, sodass zu diesem Zeitpunkt nicht davon ausgegangen werden kann, dass durch NEU 1228I eine Förderung des Blattfalls bzw. phytotoxische Schäden an der Pflanze oder Früchten entstehen (Abbildung 10). Am Standort KOB konnte in 2017 das Haft- und Netzmittel Neudosan Neu 1228I die Wirkungsgrade in der Variante mit Cuprozin progress/Netzschwefel nicht erhöhen (Abbildung 10).

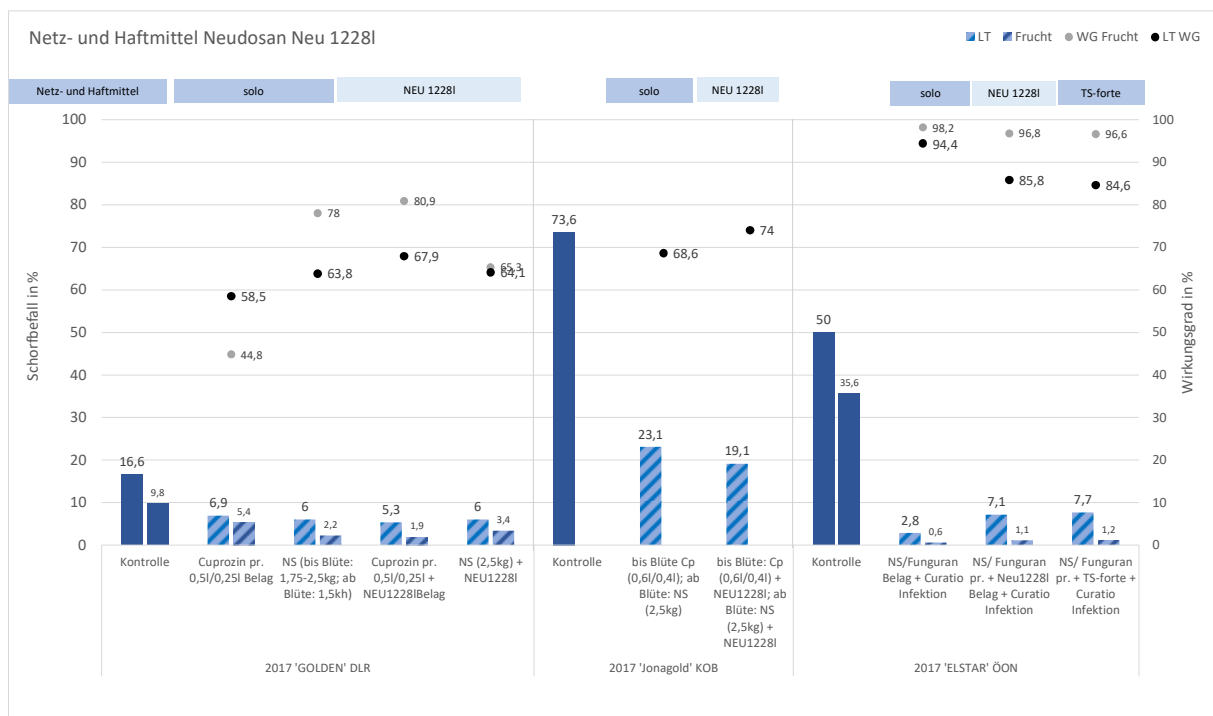


Abbildung 10: Vergleich der Netz- und Belagsmittel Neu 1228I, Ergebnisse Primärschorfversuch 'Gala', DLR 2017; 'Jonagold', KOB 2017 und 'Elstar' ÖON 2021

Der Vergleich der beiden Netz- und Haftmittel Trifolio S-forte (TSF) und NEU 1228I am Standort Jork, zeigte ähnliche Wirkungsgrade. In einer Kupfer-Netzschwefel Strategie in Verbindung mit TS-forte wurde ein Wirkungsgrad von 96,9 % auf den Früchten und 84,6 % auf den Blättern der Langtriebe erreicht. Dieselbe Strategie mit dem Produkt NEU 1228I erreichte Wirkungsgrade von 96,9 % bezüglich Schorfbefall auf den Früchten bzw. 85,8 % hinsichtlich befallener Langtriebblätter. Die Variante ohne Netzmittel erreicht sowohl an der Frucht als auch am Langtrieb Wirkungsgrade von über 94 % (Abbildung 10).

3.1.1.4 Break-Thru SP133 und TS-forte

In diesem Versuch sollte am Standort KOB 2021 in der Sorte 'Jonagored' untersucht werden, ob eine Wirkungssteigerung des Kupferpräparates Cuprozin progress durch Kombination mit unterschiedlichen Haft- und Netzmitteln bzw. mit Netzschwefel erzielt werden kann.

Als Haft- und Netzmittel wurden die Präparate Break-Thru SP133 und T/S forte geprüft. Zur Prüfung des möglichen Einsparpotentials wurden alle Versuchsvarianten neben

der praxisüblichen Kupferaufwandmenge jeweils auch mit einer um 25 % reduzierten Kupferaufwandmenge geprüft.

Das Kupferpräparat Cuprozin progress zeigte mit einem Wirkungsgrad von 72,7 % zu diesem Zeitpunkt die beste Wirkung, deutlich geringer war die Wirkung beim Netzschwefel mit einem Wirkungsgrad von 29,1 %. Durch die Kombination mit dem Haft- und Netzmittel Break-Thru SP133 konnte die Wirkung von Netzschwefel auf 38,2 % erhöht werden, während durch die Kombination mit Cuprozin progress für das Kupferpräparat keine Wirkungssteigerung erreicht werden konnte. Durch die Reduktion der Kupferaufwandmenge um 25 % fiel der Wirkungsgrad in der Variante ‚Cuprozin progress reduziert‘ auf 49,1 % ab. Durch die Zugabe der Netzmittel Break-Thru SP133 und TS forte konnte der Wirkungsverlust bei der Reduktion der Kupfermenge aufgefangen werden. Analog zum Blattschorf fiel auch beim Fruchtschorf die Wirkung des Kupferpräparates durch die Reduktion der Kupferaufwandmenge um 25 % deutlich ab. Wie auch beim Blattschorf konnte dieser Wirkungsverlust durch die Zugabe von Break-Thru SP 133 bzw. Netzschwefel abgefangen werden. Eine Reduktion der Kupferaufwandmenge um 25 % je Applikationstermin führt in diesem Versuch durch die Zugabe des Haft- und Netzmittels Break-Thru Sp133 sowie durch die Kombination mit Netzschwefel zu einer mit der vollen Kupferaufwandmenge vergleichbaren Wirkung auf Blatt- und Fruchtschorf (Abbildung 11).



Abbildung 11: Ergebnisse Primärschorfversuch 'Jonagored', KOB 2021; Vergl. der Netz- und Belagsmittel Break Thru und TS-forte

3.1.1.5 Fazit

In den Jahren 2017 bis 2021 wurden Versuche durchgeführt, mit dem Ziel, u. a. die Möglichkeiten einer Wirkungssteigerung des Kupfers in Kombination mit verschiedenen biologischen Netz- und Haftmitteln zu untersuchen. Ein weiterer Ansatz lag in der Kombination einer reduzierten Kupferaufwandmenge je Behandlungstermin, in Verbindung mit einem Additiv. Insbesondere das Netz- und Haftmittel CropCover zeigte gute Ergebnisse zur Wirkungsverstärkung von Schorffungiziden, vor allem beim Kupfer. In der Primärsaison konnten mit einem reduzierten Einsatz der Kupferaufwandmenge in

Kombination mit dem Additiv CropCover, speziell am Standort LfULG ähnlich gute Wirkungsgrade erzielt werden, wie mit der Standardvariante.

Auch der Zusatz des Netz- und Haftmittels TS-forte zeigte an allen Versuchsstandorten gute Wirkungsgrade auf den Frucht- und Langtriebschorf. An den Standorten KOB und LfULG konnte durch das Additiv TS-forte mit einer um 25 % reduzierten Kupferaufwandmenge eine deutliche befallsreduzierende Wirkung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle erzielt werden außerdem wurden mit dem Additiv ähnliche Wirkungsgrade im Vergleich zur Variante mit der praxisüblichen Kupferaufwandmenge erreicht. Beim Netzmittel Squall konnten nur am Standort LfULG tendenzielle positive Unterschiede zu Varianten ohne den Zusatz von Netzmitteln beobachtet werden.

Während am Standort KOB bei einer Reduktion der Kupferaufwandmenge um 25 % die Wirkung des Kupferpräparates sowohl beim Blatt- als auch Fruchtschorf deutlich abfiel, konnte unter Zugabe des Additivs Break-Thru SP133 eine mit der vollen Kupferaufwandmenge vergleichbare Wirkung auf Frucht- und Blattschorfbefall erreicht werden.

Insgesamt deuten die vorliegenden Versuchsergebnisse daraufhin, dass in der Reduzierung der Kupferaufwandmengen und dem Zusatz eines Additivs (TS-forte/ CropCover) ein Potential zur Verringerung der Kupferaufwandmenge vorhanden ist.

3.1.2 Versuchsergebnisse zum Produkt NEU 1143F

Auf der nach Substitutionspräparaten zu Kupfer wurden nach positiven Ergebnissen der Gewächshausprüfung zwischen 2017 und 2020 auch Freilandversuche mit dem Präparat NEU 1143F der Firma Neudorff durchgeführt. Das Präparat NEU 1143F enthält als Wirkstoff 81,6 g/l Eisensalz der Pelargonsäure, wobei die aktive Substanz das Eisensalz einer Fettsäure bildet. Fettsäuren kommen in Pflanzen natürlich vor und Fettsäurefungizide besitzen in der Regel ein breites Wirkungsspektrum gegen verschiedene Pilzpathogene wie z. B. Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) und Mehltau (*Podosphaera leucotricha*). Da sie einen unspezifischen Wirkungsmechanismus besitzen, ist die Gefahr einer Resistenzbildung sehr gering.

3.1.2.1 Regulierung von Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) mit NEU 1143F



Abbildung 12: Fruchtschorfbefall

Die Anwendungen an den Applikationsterminen in der Primärschorphase können protektiv, ins Keimungsfenster und kurativ erfolgen (Abbildung 12). Protektiv bedeutet,

dass die Applikation vor einem prognostizierten Ascosporenausstoß und somit vor einer möglichen Schorfinfektion in der Regel auf das trockene Blatt erfolgt. Kupfer- und Schwefelpräparate oder deren Kombination werden hierfür überwiegend als Belagsmittel verwendet.

Bei Applikationen in das sogenannte Keimungsfenster erfolgten die Behandlungen nach dem Sporenausstoß und vor Beginn einer Infektion. Bei dem Prognosemodell RIMpro wird der Beginn der Infektion mit einer roten Linie angezeigt (Abbildung 13). Dies bedeutet, dass die meisten Applikationen in dieser Phase auf das nasse Blatt erfolgen.

Curatio (Schwefelkalk) zeigt in diesem Applikationszeitraum, bevor die Bildung des Appressoriums stattfindet, eine zuverlässig gute Wirkung. Durch die Applikation werden die keimenden Sporen abgetötet bevor die Bildung des Appressorium erfolgt und die Pilzfäden durch die Kutikula in das Blatt eindringen. Somit wird die Bildung eines Pilzgeflechtes zwischen Kutikula und Epidermis unterbunden.

Nach einer erfolgten Infektion, wenn die Pilzspore gekeimt ist und die Pilzhyphe das Appressorium gebildet hat, dringen die Pilzfäden durch die Kutikula und bilden ein Pilzgeflecht zwischen Kutikula und Epidermis. Nach der Bildung des Appressoriums beginnt die kurative Phase (Abbildung 13). Ab diesem Moment können nur noch kurativ, also heilend wirkende Präparate den Schorfbefall verhindern. Der kurative Bereich wird bei der Testung von Präparaten unterteilt in kurativ bis 24 Stunden nach erfolgter Infektion und 48 Stunden nach erfolgter Infektion (Abbildung 13).

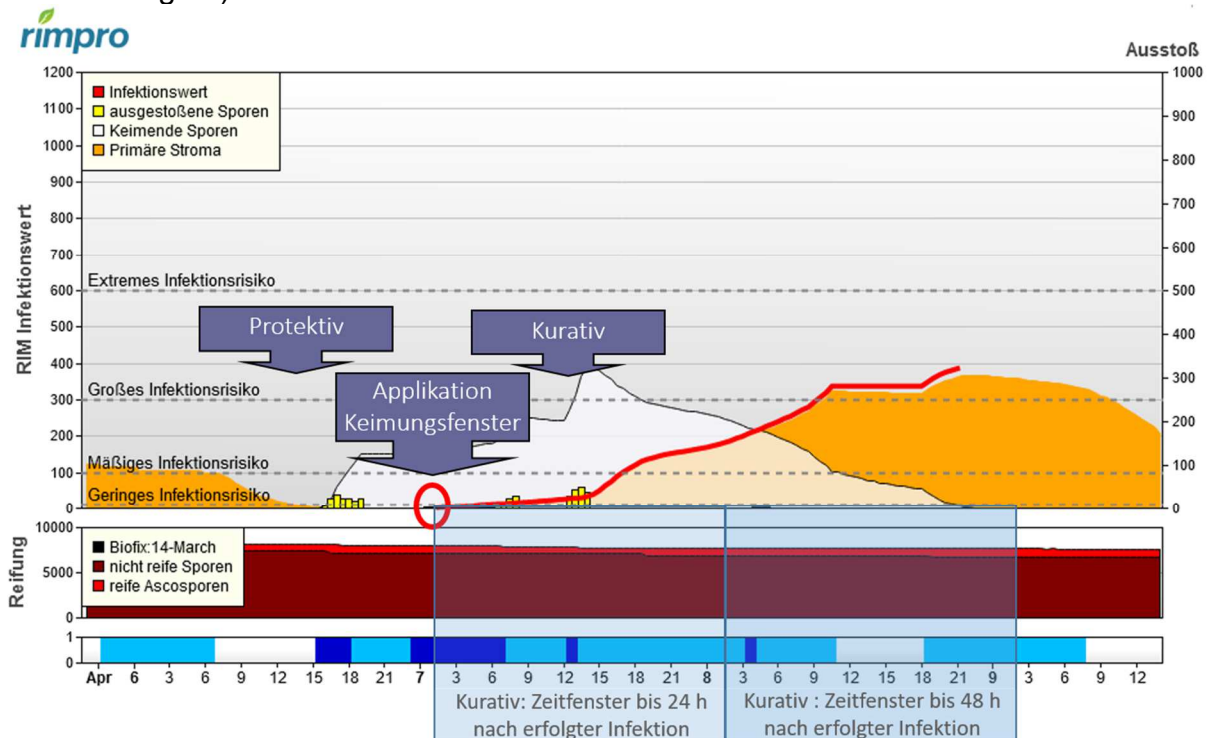


Abbildung 13: Darstellung der Applikationstermine bei der Schorfbefugung

Durch die Gewächshausversuche und die ersten Freilandversuche wurde ersichtlich, dass NEU 1143F insbesondere in der kurativen Phase gute Wirkung zeigte. Hierzu wurde ein Fensterversuch durchgeführt, indem NEU 1143F im Vergleich zu Curatio, VitiSan sowie Kumar beide in Kombination mit Netzschwefel verglichen wurden. Die Applikation aller Prüfpräparate erfolgte einmalig zu einer prognostizierten schweren Infektion im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrolle. Appliziert wurde in das Keimungsfenster und 24 Stunden nach erfolgter Infektion (Abbildung 13).

Vor und nach dem einmaligen Versuchstermin wurden in allen Varianten die gleichen Behandlungen gegen Apfelschorf und Apfelmehltau durchgeführt. Zum Zeitpunkt der ersten Schorfbonitur an den Blättern der Langtriebe Ende Mai zeigten sich bei allen behandelten Varianten vielversprechende Wirkungsgrade (Abbildung 14). Mit dem Schwefelkalk-Präparat Curatio konnte durch die gezielte Behandlung in die Infektion ein Wirkungsgrad von 81,0 % erreicht werden. Eine vergleichbare Wirkung zeigte das Prüfpräparat NEU 1143F der Firma Neudorff mit 80,1 % Wirkungsgrad zu diesem Behandlungszeitpunkt. Beide Präparate auf Basis von Kaliumhydrogencarbonat fielen mit Wirkungsgraden von 75,0 % (VitiSan) bzw. 66,7 % (Kumar) bei der Behandlung zur Infektion etwas ab. Bei der Applikation zum Zeitpunkt 24 h nach der Behandlung in die Infektion war die Infektion laut Prognosemodell bereits auf sehr hohem Niveau und die Mehrzahl der Sporen waren bereits vollständig in das Blatt eingedrungen. Dennoch zeigten alle geprüften Präparate zu diesem Applikationszeitpunkt noch eine kurative Wirkung. Die größten Wirkungsverluste im Vergleich zur gezielten Applikation in die Infektion konnten beim Präparat Curatio ermittelt werden. Das Schwefelkalk Präparat fiel die Wirkung zu diesem Zeitpunkt auf 51,4 % ab. Im Gegensatz dazu konnte für das Präparat NEU 1143F ein mit der gezielten Applikation in das Keimungsfenster vergleichbarer Wirkungsgrad von 82,4 % festgestellt werden. Bei diesem Präparat zeigte sich für die kurative Behandlung ca. 24 h nach Infektionsbeginn somit kein Wirkungsverlust gegenüber der gezielten Anwendung. Auch die Präparate VitiSan und Kumar zeigten mit Wirkungsgraden von 69,4 % und 77,8 % noch eine beachtliche Wirkung zu diesem späten Applikationszeitpunkt. Dies ist umso bemerkenswerter, da zum späten Applikationstermin nicht nur die Infektion bereits weit fortgeschritten war, sondern durch den anhaltenden Regen zwischen beiden Behandlungssterminen auch eine weitere erhebliche Sporenmenge ausgestoßen wurde.

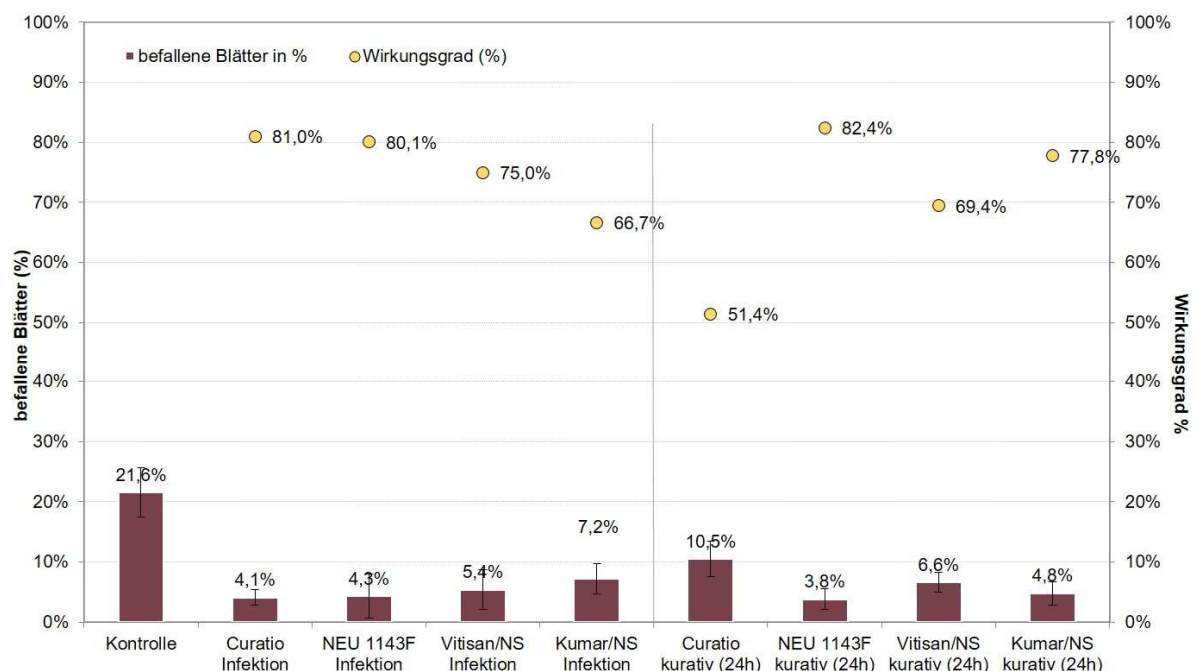


Abbildung 14: Ergebnis des durchgeführten Fensterversuchs

Dieser durchgeführte Fensterversuch spiegelt das Potenzial von NEU 1143F zur Regulierung von Apfelschorf sehr gut wieder. Insgesamt wurden 33 Versuche mit NEU 1143F durchgeführt. Um die Ergebnisse übersichtlich darzustellen, wurden alle Versuche mit den ermittelten Wirkungsgraden in einer Abbildung zusammengefasst (Abbildung 15).

Bei der Betrachtung der Versuchsergebnisse bei Blattschorfbefall an den Blättern der Langtriebe ist ersichtlich, dass ein stetiger Anstieg der Regressionsgerade von den präventiv durchgeführten Applikationen, dargestellt als grüne Punkte, über die Behandlungen ins Keimungsfenster (blaue Punkte) bis zu den kurativen Applikationen (rote Punkte) erfolgt (Abbildung 15). Durch die Kombination von NEU 1143F mit Netzschwefel, in der Abbildung dargestellt als dunkel grüne, blaue und rote Punkte, erhöht sich der Wirkungsgrad tendenziell.

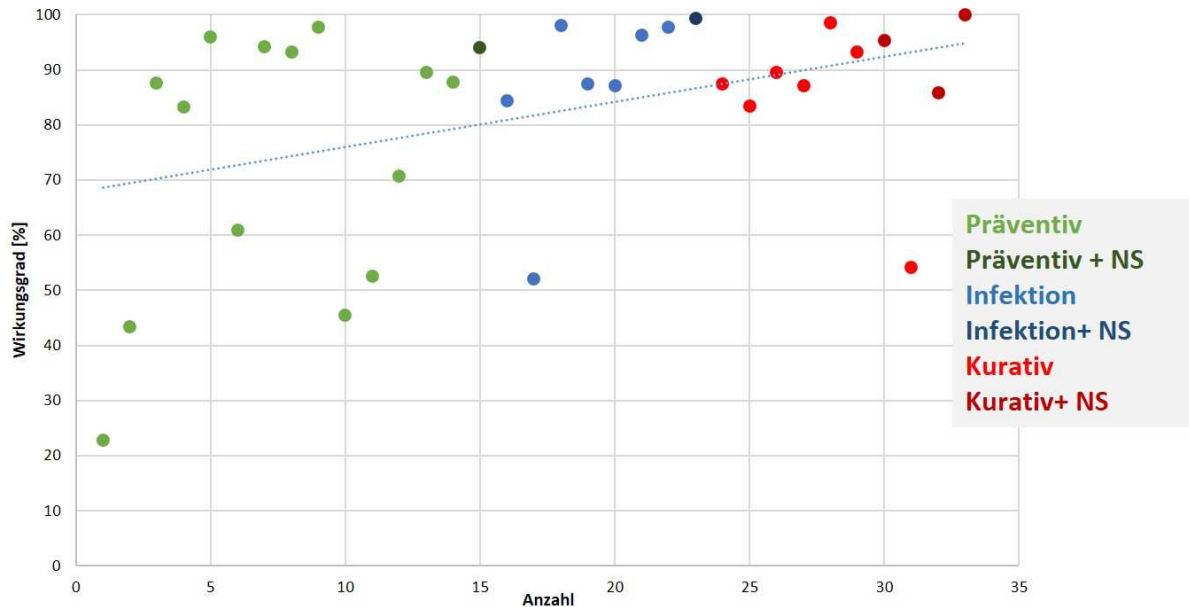


Abbildung 15: Wirkungsgrade von NEU 1143F bei Blattschorfbefall an den Blättern der Langtriebe

Auch bei der Betrachtung der Versuchsergebnisse bei Fruchtschorfbefall steigt die Regressionsgerade von den präventiv durchgeführten Applikationen (grüne Punkte) über die Behandlungen ins Keimungsfenster (blaue Punkte) bis zu den kurativen Applikationen (rote Punkte), wenn auch nicht so steil wie bei dem Blattschorfbefall (Abbildung 16).

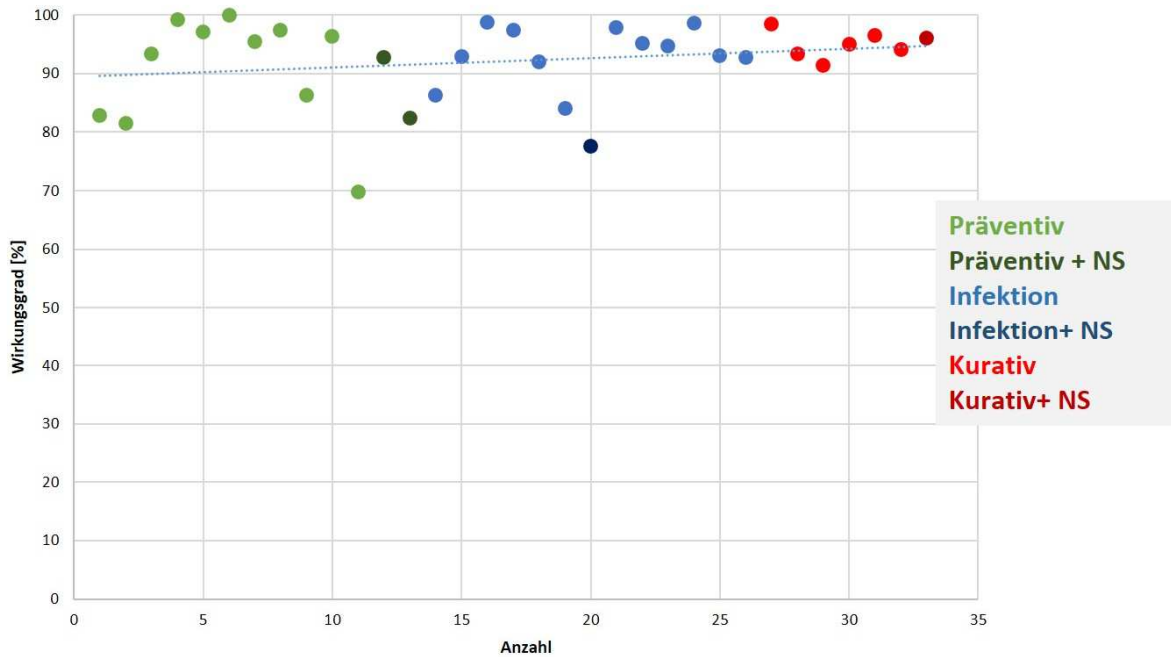


Abbildung 16: Wirkungsgrade von NEU 1143F bei Fruchtschorfbefall

Neben den positiven erzielten Ergebnissen bei der Apfelschorfbekämpfung konnte bei einem häufigen protektiven Einsatz an den Blättern der Sorte 'Gala' ein Phytotox festgestellt werden. Dies trat an den Blättern immer an den Stellen auf, wo die Spritzbrühe zusammengelaufen war (Abbildung 17). Behandelt wurden die Versuche mit 250 Liter Wasser pro Hektar und mKh.



Abbildung 17: Phytotox der Blätter bei häufiger Anwendung bei der Sorte 'Gala'

Auch trat bei einer regelmäßig protektiv durchgeführten Spritzfolge, auch während der berostungskritischen Phasen, eine leichte Berostung auf, die etwas unter dem Niveau von Cuprozin progress und Kumar lag. In diesem dargestellten Versuchsjahr wurde aufgrund der Witterung generell eine etwas höhere Berostung festgestellt, so lag der Berostungsindex (1 bis 4) in der unbehandelten Kontrollvariante bei 1,9, bei Cuprozin progress bei 2,7, bei Kumar bei 2,8 und bei NEU 1143F bei 2,6 (Abbildung 18).

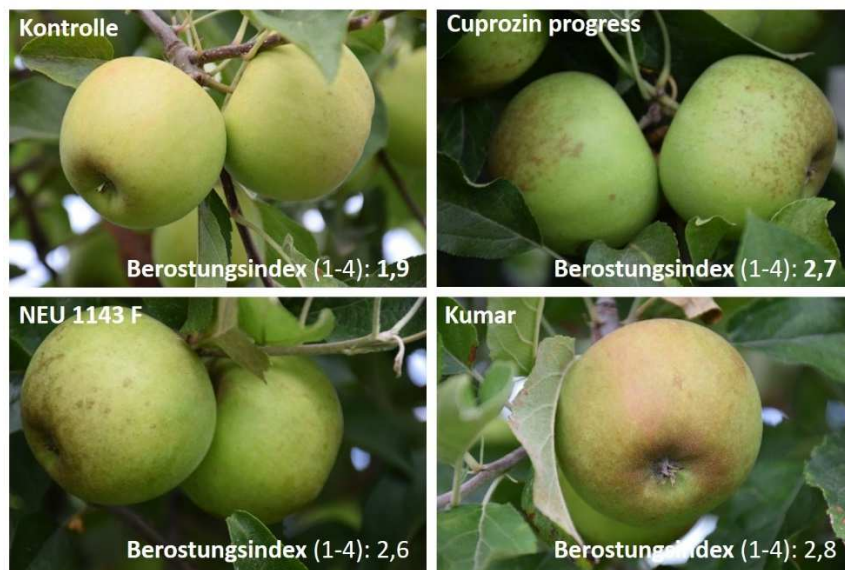


Abbildung 18: Fruchtoberostung bei häufiger Anwendung bei der Sorte 'Elstar'

In den durchgeführten Laborversuchen zur Mischbarkeit mit dem Granulovirus konnten keine Wirkungsverluste des Granulovirus nachgewiesen werden. Somit ist diese Tankmischung möglich.

3.1.2.2 Zulassungssituation

Zurzeit besteht keine Zulassung für NEU 4311F, da eine Annex 1 Listung für die Pelargonsäure noch nicht erfolgt ist. Erst nach der Annex 1 Listung kann das Zulassungsverfahren beginnen. Laut Firmenangabe wird die Annex 1 Listung für 2023 spätestens 2024 erfolgen. Danach beginnt das Zulassungsverfahren, das in der Regel drei Jahre dauert, sodass frühestens eine Markteinführung ab 2026/27 zu erwarten ist.

3.1.2.3 Fazit

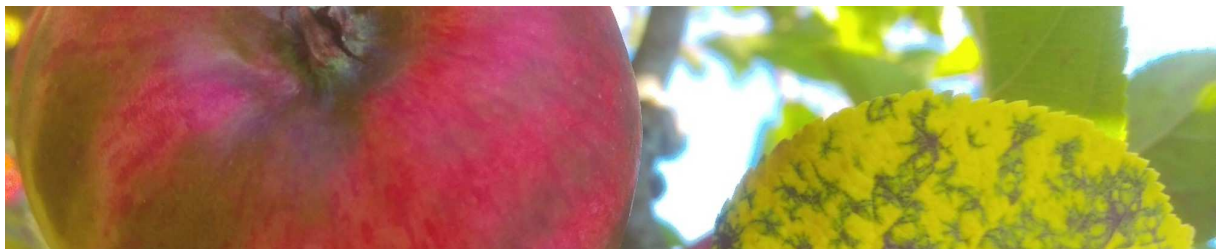
Alle durchgeführten Versuche zeigen, dass auf der Suche nach Alternativpräparaten zur Kupferreduzierung mit dem Präparat NEU 1143F der Firma Neudorff, ein über die Versuchsjahre hinweg, insbesondere bei der gezielten Applikation ins Keimungsfenster und vor allem bei kurativen Applikationen, konstant gute Wirkungsgrade erzielt wurden. Um die Phytotox-Schäden an den Blättern und das eventuell vorhandene leichte Berostungspotenzial besser abschätzen zu können, wären es sinnvoll vor der Markteinführung neben den durchgeführten Exaktversuchen NEU 1143F in weiterführende Ringversuche zu testen. Grundsätzlich ist die Pelargonsäure für den ökologischen Obstbau zulässig; das Zulassungsverfahren ist zurzeit in Bearbeitung. NEU 1143F kann nach einer Zulassung als Fungizid ein wichtiger Baustein in der Kupferreduktionstrategie darstellen.

3.2 Sekundärschorf, Sommerbehandlungen



In diesem Kapitel sind die Versuche aufgeführt, die nach der Primärschorfphase über die Sommermonate stattgefunden haben. Hierbei wurde der Schwerpunkt auf die notwendige Behandlungsintensität bei schorfwiderstandsfähige Sorten gelegt. Das Ziel bei schorfwiderstandsfähige Sorten ist eine deutlich reduzierte Behandlungsintensität zu erreichen. Jedoch zeigt sich, dass besonders in regenreichen Regionen wie dem Bodensee dadurch die sogenannten Sommerkrankheiten vor allem Peltaster (Regenfleckenkrankheit) und *Marssonina coronaria* stark zunehmen. Zur Reduzierung von Lagerschorf wurden ebenfalls Versuche durchgeführt, mit dem Ziel kupferfreie Alternativstrategien abzu prüfen und zu entwickeln

3.2.1 Behandlungsintensität zur Regulierung von Regenfleckenkrankheit und *Marssonina coronaria*



3.2.1.1 Methodik

Dieser Versuche wurde am Standort Bodensee in einer ökologisch bewirtschafteten Versuchsanlage des KOB durchgeführt. An Bäumen der Sorte 'Topaz' auf der Unterlage M9 aus dem Pflanzjahr 2003 wurde in den Jahren 2018 bis 2020 die notwendige Behandlungsintensität zur Regulierung der für Schorf-widerstandsfähige Sorten im Sommer relevanten Pilzkrankheiten Regenflecken sowie *Marssonina coronaria* unter Nutzung verschiedener für den ökologischen Obstbau zugelassenen Pflanzenschutzmittel erforscht. Jede Versuchsvariante umfasste 3 Wiederholungen mit jeweils 15 auswertbaren Bäumen. Der Versuchszeitraum umfasste die Monate Juni, Juli und August. Vor Versuchsbeginn wurden alle Varianten inklusive der Kontrolle praxisüblich nach den Empfehlungen und Vorgaben für die ökologische Produktion behandelt.

Geprüft wurden über mehrere Versuchsjahre Strategien mit unterschiedlichen Behandlungsintensitäten sowie Mittelkombinationen. Neben einer Strategie bestehend aus präventiven Behandlungen vor Niederschlägen und zusätzlichen Behandlungen in die Infektion im Falle erhöhter Infektionsgefahr bzw. anhaltender

Niederschläge wurden reduzierte Behandlungsintensitäten geprüft. Diese beschränkten sich einerseits auf ausschließlich präventive sowie andererseits auf ausschließlich Nachbehandlungen in die Infektion. Ziel war die Prüfung der Wirksamkeit von kupferfreien Behandlungsstrategien sowie die Eruierung der notwendigen Behandlungsintensität zur Regulierung der Regenfleckenkrankheit und *Marssonina coronaria*.

Die mit „Belag“ bezeichneten Mittel wurden präventiv vor angekündigtem Regen ausgebracht, die mit „Infektion“ benannten kurativ nach erfolgtem Regen im Zeitraum bis zu 48 Stunden nach Regenende. Netzschwefel sowie Kupfer (Produkt Funguran progress) wurden als Belagsmittel genutzt und solo sowie unterstützt durch eine Nachbehandlung in die Infektion mit Schwefelkalk (Produkt Curatio) bzw. Kaliumhydrogencarbonat (Produkt Kumar) untersucht. Darüber hinaus wurden die beiden Präparate Curatio und Kumar als alleinige Nachbehandlung ohne zusätzliche präventive Maßnahme geprüft. Dadurch ergaben sich in den Versuchsvarianten sowohl unterschiedliche Behandlungsintensitäten sowie Mittelkombinationen. Die Applikationen erfolgten mit einem Wanner Parzellensprüngerät und einer Wasseraufwandmenge von 500 l/ha.

Der resultierende Befall durch Regenflecken wurde jeweils einige Tage vor der ersten Pflücke an 150 Früchten je Wiederholung bonitiert. Die Befallsintensität wurde visuell auf einer Boniturskala von 0 bis 5 bewertet, wobei 0 als kein Befall, 1 = kleine Flecken, 2 = bis zu 10 %, 3 = 10 – 25 %, 4 = 25 – 50 % = mehr als 50 % der Fruchtoberfläche mit Regenflecken befallen, eingestuft wurde. Der resultierende Befall durch *Marssonina coronaria* wurde jeweils im Oktober an allen Bäumen je Variante erhoben. Dabei wurde der Befall auf einer Boniturskala von 0 bis 9 visuell bewertet, wobei 1 = erste kleine Punkte auf den Blättern und 9 = Baum nahezu kahl bedeutet. Zur Auswertung wurde sowohl für Regenflecken als auch für *Marssonina coronaria* ein Schädigungsgrad berechnet, der die relative Schwere des Befalls als Prozentwert bezogen auf die maximal mögliche Schädigung ausdrückt.

3.2.1.2 Ergebnisse Regenflecken

Abbildung 19 stellt das Abschneiden der Versuchsvarianten in Bezug auf den Befall mit Regenflecken dar. Im Versuchszeitraum kam jährlich ein witterungsbedingt unterschiedliches Befallsniveau zustande. Dabei zeigte sich die erzielte Wirkung der geprüften Maßnahmen stark abhängig vom jährlichen Befallsdruck. Mit zunehmendem Befallsdruck nahen die Wirkungsgrade aller geprüften Maßnahmen ab. Die unbehandelte Kontrolle wies in allen drei Versuchsjahren erwartungsgemäß den höchsten Befall mit Regenflecken auf, wobei im Jahr 2018 bei nur 7% Befall in der Kontrolle ein insgesamt geringes Befallsniveau auffällt. In einem Jahr wie 2018 mit witterungsbedingt geringem Befallsdruck hätte zur erfolgreichen Regenflecken-Regulierung eine viermalige Nachbehandlung mit Kumar oder Curatio ausgereicht, um Ertragsausfälle zu verhindern. Erst in den Ergebnissen der Jahre 2019 und 2020 mit insgesamt höherem Befall zeigt sich die Notwendigkeit für häufigere Applikationen. In 2019 schnitten die Kombinationsvariante aus Belag plus Behandlung in die Infektion tendenziell besser ab als reine Belags- oder Infektions-Varianten. Dabei zeigte sich Netzschwefel als Belagsmittel solo nur wenig schwächer als der kupferhaltige Belag mit Funguran progress. In Kombination mit einer Applikation in die Infektion mit Kumar oder Curatio war kein Nachteil von Netzschwefel gegenüber einem Belag mit Funguran progress mehr sichtbar. Weiter fällt auf, dass in allen Jahren die Applikation von Kumar in die Infektion besser abschneidet als Curatio, und zwar in den Kombinationsvarianten sowie solo.

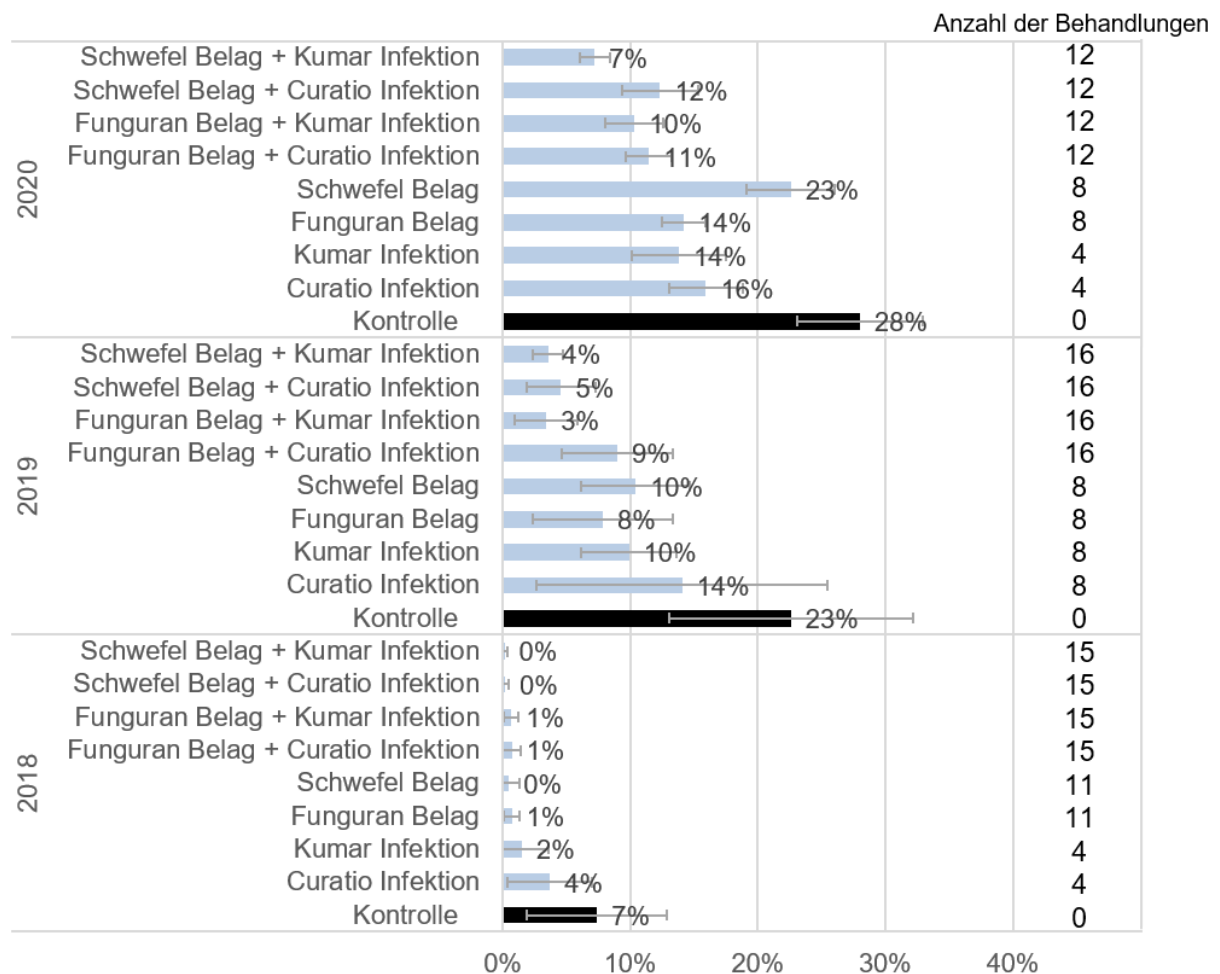


Abbildung 19: Resultierender Befall mit Regenflecken in den Jahren 2018 bis 2020 nach unterschiedlichen Behandlungs-Strategien sowie Anzahl der jeweils erfolgten Applikationen im Versuchszeitraum Mitte Juni bis Ende August. Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung.

3.2.1.3 Ergebnisse *Marssonina coronaria*

Der resultierende Befall mit *Marssonina coronaria* ist in Abbildung 20 dargestellt. Während in Bezug auf Regenflecken das Jahr 2018 durch geringen Befall auffiel, blieb bei *Marssonina coronaria* der Befall im Jahr 2020 hinter den beiden Vorjahren zurück. Ein Schädigungsgrad von nur 21% in der Kontrolle entspricht bei *Marssonina coronaria* durchschnittlich dem Auftreten von einigen Blättern bis hin zu kleineren Nestern mit befallenen Blättern an jedem Baum. In den Jahren 2018 und 2019 mit 38% bzw. 54% Schädigungsgrad in der Kontrolle zeigte sich, dass bereits die Applikation von Curatio in die Infektion sowie eine Belagsbehandlung mit Netzschwefel bzw. Funguran progress eine ausreichende Wirkung gegen *Marssonina coronaria* erzielte. Dabei erwies sich bezüglich *Marssonina coronaria* Netzschwefel mehrjährig etwas wirksamer als das Kupferpräparat Funguran progress. Auch die ausschließliche Nachbehandlung in die Infektion mit Curatio führte in allen Versuchsjahren zu einem zufriedenstellenden Regulierungserfolg. Hingegen zeigte das Kaliumhydrogencarbonat Kumar solo, anders als bei der Regenfleckenkrankheit, keine ausreichende Wirkung gegen *Marssonina coronaria*.

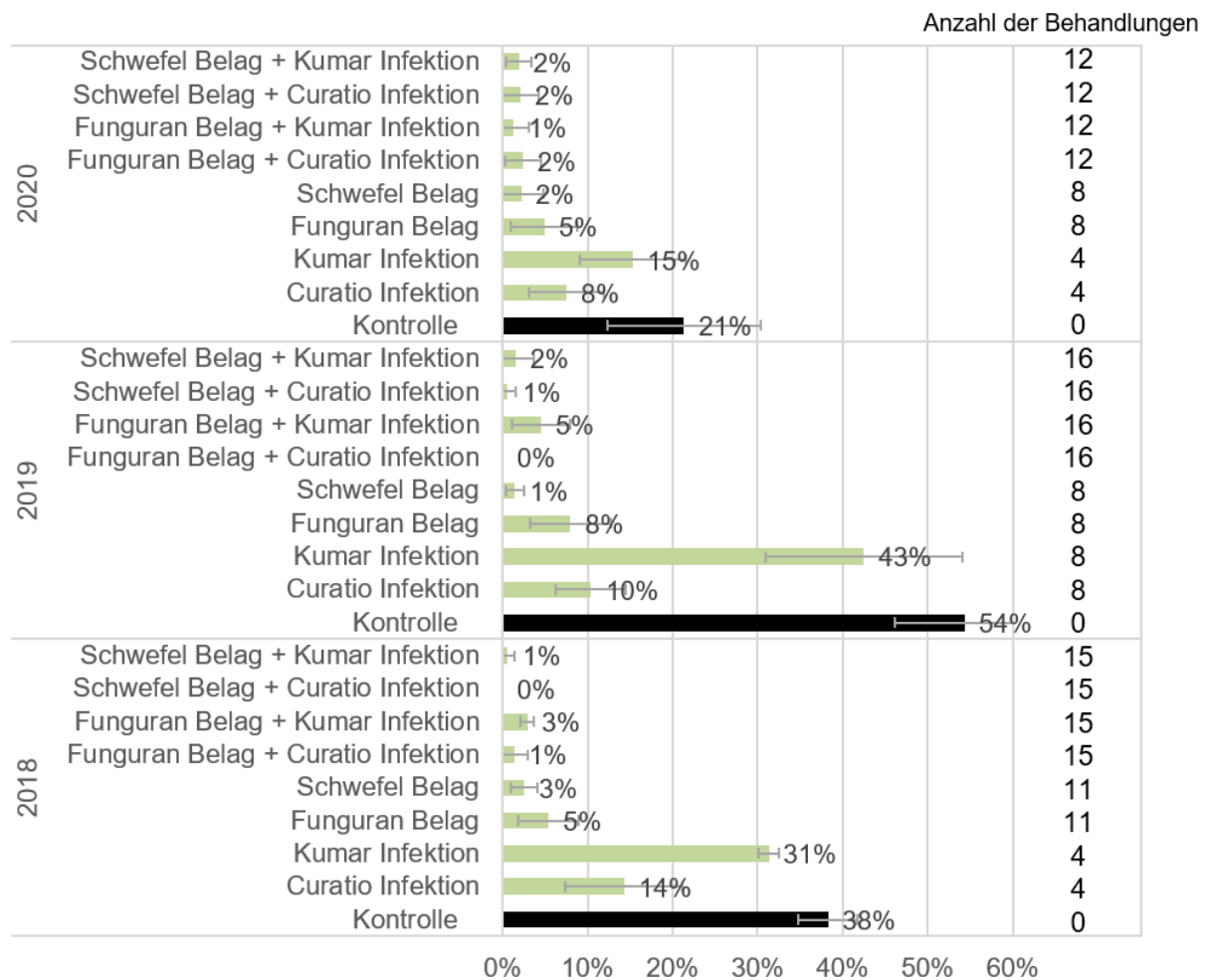


Abbildung 20: Resultierender Befall mit *Marssonina coronaria* in den Jahren 2018 bis 2020 nach unterschiedlichen Behandlungs-Strategien sowie Anzahl der jeweils erfolgten Applikationen im Versuchszeitraum Mitte Juni bis Ende August. Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung.

In diesem Versuch war eine zufriedenstellende Regulierung der Blattfallkrankheit *Marssonina coronaria* unabhängig vom jährlichen Befallsdruck auch mit einer reduzierten Behandlungsintensität möglich. Die ausschließlich präventive Behandlung mit Netzschwefel bzw. Kupfer war hierfür ausreichend. Ebenso zeigte die Strategie mit ausschließlicher Nachbehandlung mit Curatio zufriedenstellenden Regulierungserfolg. Die erhöhte Behandlungsintensität der Kombinationsstrategien mit präventiver und kurativer Behandlung war in diesem Versuch zur Regulierung von *Marssonina coronaria* nicht erforderlich. Die Substitution von Kupfer durch Netzschwefel bzw. Curatio war in allen Versuchsjahren ohne Wirkungsverluste möglich. Keine Ausreichende Wirkung zeigte hingegen das Präparat Kumar.

3.2.1.4 Fazit

Betrachtet man die Regulierung von Regenflecken und *Marssonina coronaria* als gleichberechtigt im Rahmen einer Gesamtstrategie, so sind die Erkenntnisse in der Praxis zu einer im jeweiligen Jahr sinnvollen Strategie zu kombinieren. Dabei ist es leider oft schwierig, die spezifische Befallsintensität des laufenden Jahres einzuschätzen. Während zur Regulierung der Blattfallkrankheit *Marssonina coronaria* eine reduzierte Behandlungsintensität ausreichend war, zeigten sich die zu erzielenden Wir-

kungsgrade bei der Regenfleckenregulierung stark abhängig vom jährlichen Befallsdruck. Um auch das Auftreten von Regenflecken ausreichend zu regulieren, sind in Jahren mit erhöhtem Befallsdruck zusätzlich zu präventiven Behandlungen ergänzende Applikationen von Kumar oder Curatio im Zeitfenster bis zu 48 Stunden nach Regenende unumgänglich. Eine Substitution von Kupfer durch Netzschwefel bei präventiven Behandlungen war für beide Krankheiten ohne Wirkungsverlust möglich. Für die Nachbehandlungen zeigte Curatio bei beiden Krankheiten eine gute Wirkung, während Kumar zwar eine sehr gute Wirkung gegenüber Regenflecken aufwies, jedoch gegen *Marssonina coronaria* keine ausreichende Wirkung zeigte.

3.2.2 Wirksamkeit neuer Präparate gegenüber der Regenfleckenkrankheit und *Marssonina coronaria*

Am Standort Bodensee wurde am KOB die Wirkung unterschiedlicher Präparate auf Blattflecken, hervorgerufen durch *Marssonina coronaria*, sowie Regenflecken an der Sorte 'Topaz' mehrjährig untersucht. Bei beiden Krankheiten handelt es sich um pilzliche Erreger, welche in der zweiten Saisonhälfte in Abhängigkeit der Niederschlagsereignisse zum Teil erhebliche Schäden an Blättern und Früchten hervorrufen können. Ziel der Versuche war die Prüfung der Wirksamkeit neuer, kupferfreier Präparate, sowie eines Antagonisten und Hyperparasiten mit dem finalen Ziel, Kupferpräparate bei der Regulierung beider Krankheiten weitestgehend zu substituieren.

Diese Versuche wurde in einer ökologisch bewirtschafteten und zertifizierten Versuchsanlage des KOB an der vf-resistenten Sorte, 'Topaz' durchgeführt. Die Versuchsvarianten wurden randomisiert und vierfach wiederholt verteilt. Je Wiederholung standen 15 Bäume zur Verfügung. Die Behandlungen erfolgten jährlich im relevanten Zeitraum zwischen Mitte Juni und Ende August. Alle Präparate wurden präventiv vor angekündigten Niederschlägen ausgebracht. Vor und nach Versuchsbeginn wurden alle Varianten einheitlich nach den Richtlinien für die Ökologische Produktion behandelt. Die Applikationen erfolgten mit einem Wanner Parzellensprühgerät und einer Wasseraufwandmenge von 500 l/ha.

Der resultierende Befall durch Regenflecken wurde jährlich zur Ernte an jeweils 150 Früchten je Wiederholung bonitiert. Der Befall durch Regenflecken wurde mit einer Boniturskala von 0 bis 5 bewertet, wobei 0 als kein Befall, 1 = kleine Flecken, 2 = bis zu 10 %, 3 = 10 – 25 %, 4 = 25 – 50 % = mehr als 50 % der Fruchtoberfläche mit Regenflecken befallen, eingestuft wurde. Der resultierende Befall durch *Marssonina coronaria* wurde nach der Ernte an allen Bäumen je Variante erhoben. Dabei wurde der Befall durch *Marssonina coronaria* mit einer Boniturskala von 0 bis 9 bewertet, wobei 1 = erste kleine Punkte auf den Blättern und 9 = Baum nahezu kahl bedeutet. Zur Auswertung wurde sowohl für Regenflecken als auch für *Marssonina coronaria* ein Schädigungsgrad berechnet, der die relative Schwere des Befalls unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Boniturstufen ausdrückt.

3.2.2.1 Ergebnisse *Marssonina coronaria*

Abbildung 21 zeigt den Schädigungsgrad von *Marssonina coronaria* der Jahre 2017 bis 2019. Die von Mitte Juni bis Ende August unbehandelte Kontrolle zeigte in allen drei Versuchsjahren mit über 40% Schädigungsgrad einen deutlichen Befall. Das Kupferpräparat Funguran progress konnte den Befall in allen Versuchsjahren erwartungsgemäß gut eindämmen. Das Versuchspräparat NEU 1143F der Firma Neudorff zeigte von den kupferfreien Prüfpräparaten die beste Wirkung. Allerdings war der erzielte

Wirkungsgrad über drei Versuchsjahre hinweg geringer als der des Kupferpräparates. Der in den Jahren 2018 und 2019 geprüfte Antagonist *Lysobacter* erzielte nur eine geringe, nicht ausreichende Befallsreduktion. Der lediglich in 2019 eingesetzte Hyperparasit zeigte keine Wirkung gegenüber *Marssonina coronaria*.

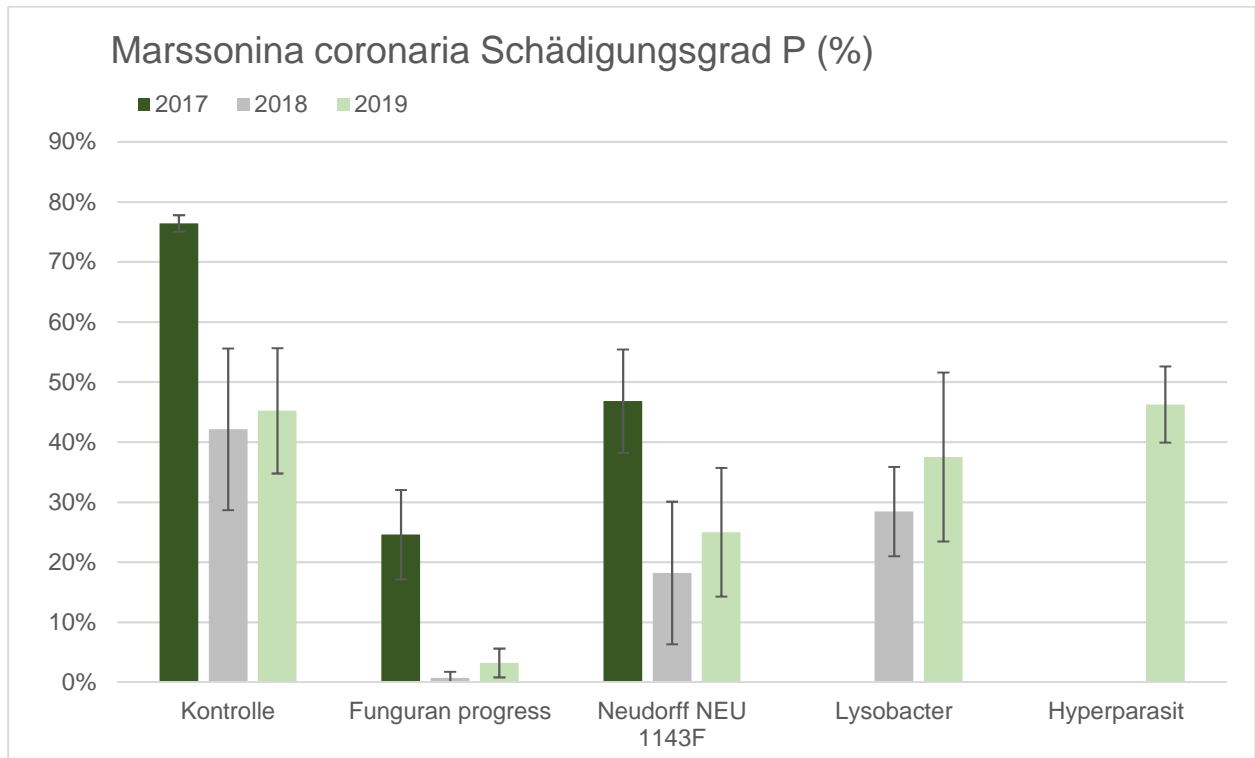


Abbildung 21: Schädigungsgrad P (%) *Marssonina coronaria*, Jahre 2017-2019

3.2.2.2 Ergebnisse Regenflecken

Abbildung 22 zeigt den durch die Regenfleckenkrankheit entstandene Schädigungsgrad der Jahre 2019 und 2020. In beiden Versuchsjahren war am Standort KOB nur ein moderates Befallsniveau gegeben, wie die verhältnismäßig geringen Schädigungsgrade der Kontrollvariante zwischen 20-25% in beiden Jahren belegen. Gegenüber der Regenfleckenkrankheit zeigte das Kupferpräparat Funguran progress in diesem Versuch über beide Versuchsjahre keine zufriedenstellende Wirkung. Der Antagonist *Lysobacter* erwies sich in 2019 als wirkungslos. Der zweijährig untersuchte Hyperparasit konnte den Regenfleckenbefall nur geringfügig senken. Die beste Wirkung auf den Regenfleckenbefall zeigte das Prüfpräparat NEU 1143F In beiden Versuchsjahren konnte damit der Schädigungsgrad durch Regenflecken auf unter 5% reduziert werden.

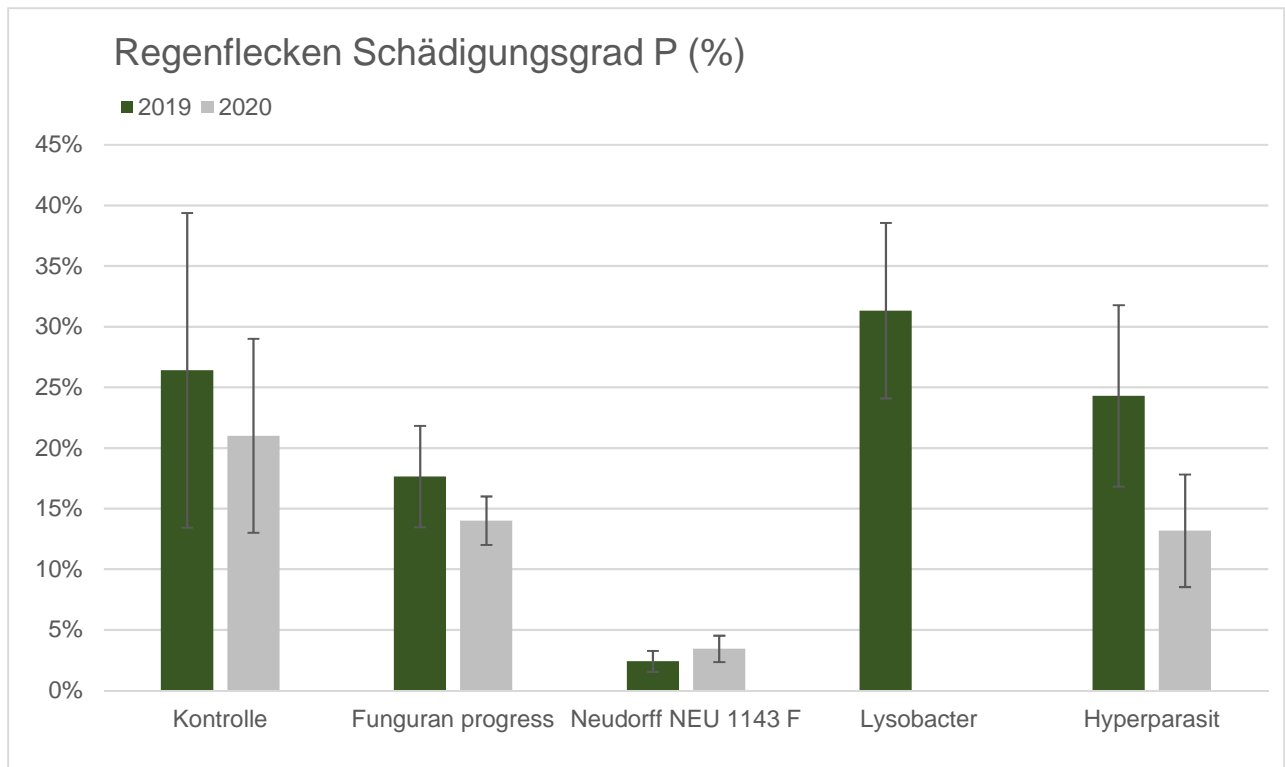


Abbildung 22:: Schädigungsgrad P (%) Regenflecken, Jahre 2019-2020

Die Berostungsbonitur erfolgte zur Ernte an 100 Früchte je Wiederholung unter Verwendung einer 4-stufigen Skala (Anteil berosteter Fruchtoberfläche). Eine leichte Erhöhung des Anteils berosteter Früchte im Vergleich zur Kontrolle konnte lediglich beim Prüfpräparat NEU 1143F beobachtet werden. Jedoch lag auch in dieser Variante bei der Mehrzahl der untersuchten Früchte nur ein leichtes und tolerierbares Berostungsniveau vor.

3.2.2.3 Fazit

Sowohl der geprüfte Antagonist als auch der Hyperparasit zeigten in diesem Versuch bei regelmäßiger Applikation vor angekündigten Niederschlägen im relevanten Zeitraum zwischen Mitte Juni - Ende August keine ausreichende Wirkung gegenüber der Regenfleckenkrankheit als auch der Blattfallkrankheit *Marssonina coronaria*. Das Prüfpräparat NEU 1143F auf Basis von Pelargonsäure zeigte in zwei Versuchsjahren eine vielversprechende Wirkung gegenüber der Regenfleckenkrankheit. Diese lag in diesem Versuch deutlich über der Wirksamkeit des Kupferpräparates Funguran progress. Hingegen fiel die Wirkung auf *Marssonina coronaria* im Vergleich zum Kupferpräparat ab. Auch führten die präventiven Applikationen mit NEU 1143F an der Sorte 'Topaz' zu einer leicht erhöhten Fruchtberostung. Diese ersten, sehr vielversprechenden Ergebnisse mit NEU 1143F bei der Regulierung der Regenfleckenkrankheit müssen in weiterführenden Versuchen an anderen Sorten und Standorten verifiziert werden. Ebenso sind vor der Zulassung und Einführung in die Praxis ergänzende Ringversuche erforderlich, in denen ein sinnvoller Einbau des Präparates in die Gesamtstrategie näher untersucht und herausgearbeitet werden kann. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der in diesen Versuchen gezeigten, nicht ausreichenden Wirkung gegenüber *Marssonina coronaria* von besonderer Bedeutung.

3.2.3 Regulierung von Lagerschorf

In diesem Versuch im Jahr 2021 wurde zur Reduzierung von Lagerschorf eine Mittelprüfung in der Sorte 'Braeburn' durchgeführt. In der Versuchsparzelle trat Blatt- und Fruchtschorfbefall auf (Abbildung 22). In nassen Frühjahren steigt während der Primärschorfphase die Gefahr für Schorfinfektionen. Daraus resultiert häufig ein stärkerer Schorfbefall, der intensive Regulierungsmaßnahmen während der gesamten Sekundärschorfphase erforderlich macht. Auch erhöht sich in solchen Parzellen die Gefahr für Lagerschorf. Da die wenigsten Betriebe über einen Zugang zu einer Heißwasserbehandlung verfügen, die bei einer korrekten Anwendung den Lagerschorf unterbindet, werden häufige Applikationen vor allem mit kupferhaltigen Fungiziden erforderlich. In diesem Versuch sollte untersucht, ob kupferfreie Präparate eine Alternative bei der Lagerschorfregulierung ermöglichen können.



Abbildung 23: Fruchtschorfbefall in der Versuchsanlage an der Sorte 'Braeburn'

3.2.3.1 Versuchsaufbau

Geprüft wurde neben der Standardmaßnahme Netzschwefel in Kombination mit Kupfer die kupferfreie Zugabe von VitiSan einem Kaliumhydrogencarbonat und einer Hefe 2H13. Ein weiteres Hefepreparat Blossom Protect wurde solo eingesetzt und mit einem Hyperparasiten und MENNO® Florades wurden zwei neue Präparate in dieser Anwendung getestet. Der Versuch wurde bei der Sorte 'Braeburn' durchgeführt und vierfach wiederholt. Vor der Verteilung der Wiederholungen wurde der vorhandene Fruchtschorfbefall an den Versuchsbäumen bonitiert. Der Mittelwert der Bonitur ergab einen durchschnittlichen Fruchtschorfbefall von 12,46 %. Danach erfolgte die Verteilung der vier Wiederholungen, sodass der Ausgangsbefall in allen Varianten annähernd identisch war (Tabelle 15). Die Behandlungen begannen acht Wochen vor der Ernte und endeten aufgrund der Wartezeit von Cuprozin progress und Netzschwefel Stulln 14 Tage vor der Ernte. Insgesamt wurden außer der Variante Blossom Protect mit vier Behandlungen alle weiteren Varianten sechsmal appliziert.

Das Prüfprodukt MENNO® Florades ist ein Desinfektionsmittel gegen pathogene Pilze, Bakterien und Viren. Es wird für die Desinfektion von Gerätschaften, Stell- und

Produktionsflächen verwendet und ist für ökologische wirtschaftende Betriebe in dieser Anwendung zugelassen. Daher wurde es versuchsweise mit in den Lagerschorfversuch integriert.

Tabelle 15: Versuchsvarianten, Vorbonitur und Behandlungstermine

Variante		Aufwandmenge l /kg/ ha u. mKh	Vorbonitur %-Fruchtschorfbefall	Behandlungstermine Wochen vor der Ernte (Wartezeit 14 Tage)					
				8	7	6	5	4	3
1	Kontrolle	---	12,62	---					
2	Netzschwefel Stulln + Cuprozin progress	1,25 0,30 - 0,40	13,02	x	x	x	x	x	x
3	Netzschwefel Stulln + VitiSan	1,25 2,50	12,56	x	x	x	x	x	x
4	Netzschwefel Stulln + 2H13	1,25 0,25	12,75	x	x	x	x	x	x
5	Hyperparastit (BPHSW5_21)	1E+06 Koidien/ml	12,68	x	x	x	x	x	x
6	Blossom Protect	0,50	11,57	x		x		x	x
7	Menno Florades	10,00	12,05	x	x	x	x	x	x

3.2.3.2 Ergebnisse Lagerschorfbefall

Überraschend wurde der Lagerschorfbefall durch die Kombination aus Netzschwefel und Kupfer sowie Netzschwefel und VitiSan nicht reduziert (Tab. 16). Die beste Reduktion mit einem Wirkungsgrad von 61,44 % wurde in der Kombinationsvariante Netzschwefel und dem Hefepräparat 2H13 erreicht, gefolgt von Blossom Protect (40,78 % WG), MENNO® Florades (37,84 % WG) und dem Hyperparastit (BPHSW5_21) (36,30 % WG). Bei der durchgeführten Berostungsbonitur konnten keine Mehrberostung durch ein eingesetztes Präparat festgestellt werden. Der Schädigungsgrad entwickelte nur eine sehr geringe Ausprägung des Befalls durch Regenflecken. Zu beachten ist, dass bei der Bewertung der Ergebnisse es sich um ein einjähriges Versuchsergebnis handelt. Um eine gesicherte Aussage zu erhalten, müsste der Versuch wiederholt werden (Abbildung 24: Befall mit Lagerschorf und WirkungsgradeAbbildung 24).

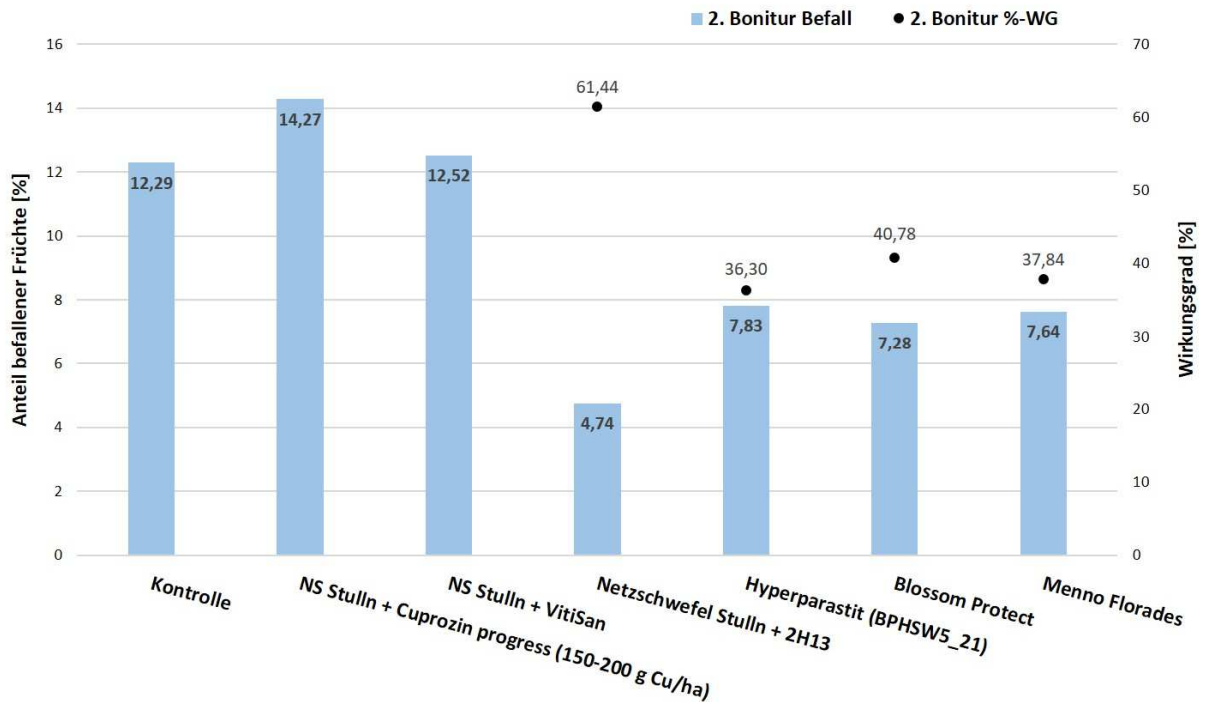


Abbildung 24: Befall mit Lagerfleck und Wirkungsgrade

3.2.3.3 Ergebnisse Regenflecken

Bei der Bonitur des Regenfleckenbefalls wurde in allen Varianten ein sehr geringer Schädigungsgrad ermittelt, der hauptsächlich in den Steilregionen zu finden war (Abbildung 25). Die Kontrolle wies einen geringen Schädigungsgrad von 1,82 % auf. Netzschwefel Stulln in Kombination mit Cuprozin progress und dem Hefepräparat 2H13 sowie MENNO® Florades befanden sich noch unter dem Schädigungsgrad der Kontrolle. Netzschwefel Stulln in Kombination mit VitiSan und der Hyperparastit (BPHSW5_21) lagen nur geringfügig über dem Schädigungsgrad der Kontrolle. Blossom Protect erreichte mit 4,62 % zwar den höchsten Schädigungsgrad, der aber in dieser Ausprägung keinen Einfluss auf den Anteil vermarktungsfähiger Ware ausübt. Auch hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich um ein einjähriges Versuchsergebnis handelt.

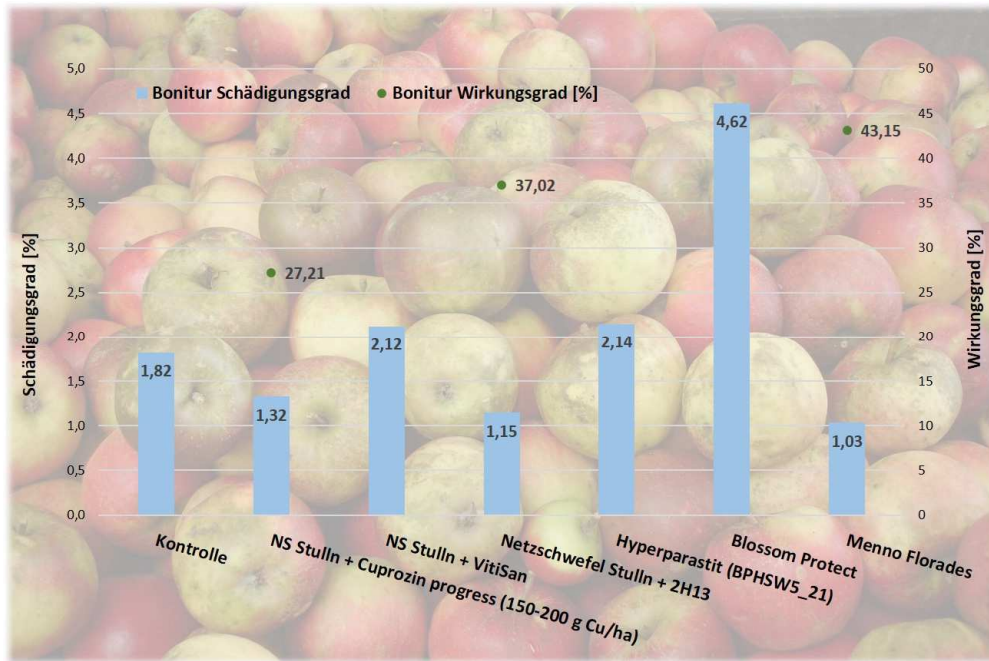


Abbildung 25: Ergebnis der Regenfleckenbonitur dargestellt als Schädigungsgrad

3.2.3.4 Ergebnisse Berostung

Die Berostungsbonitur zeigte, dass keines der eingesetzten Versuchspräparate die Berostung steigerte (Abbildung 26).

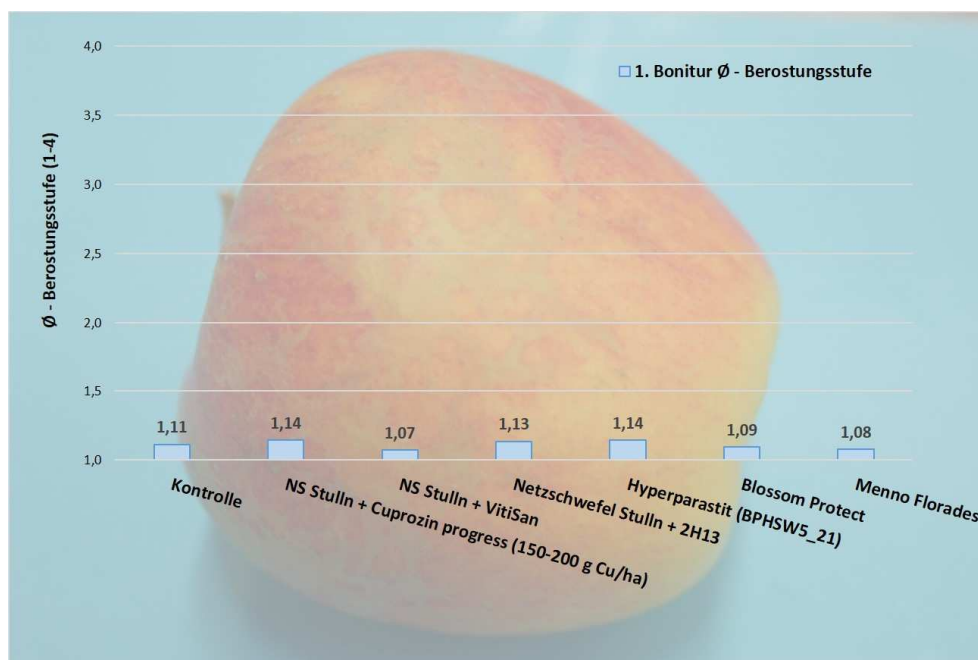


Abbildung 26: Ergebnis der Berostungsbonitur dargestellt in den Boniturstufen 1-4 (bei Boniturstufe 1 ist keine Berostung vorhanden)

3.2.3.5 Fazit

Bei der Interpretation der gewonnenen Versuchsergebnisse muss beachtet werden, dass es sich um einen einjährigen Versuch handelt. Um eine belastbare Aussage treffen zu können ist eine weitere Testung der eingesetzten Prüfpräparate erforderlich. Auch ist noch nicht geklärt, ob MENNO® Florades in dieser Indikation eine Zulassung

erhält. Interessant erscheint die kupferfreie Kombination von Netzschwefel Stulln mit dem Hefepräparat 2H13, die ein deutlich besseres Ergebnis erzielte als das solo eingesetzte Hefepräparat Blossom Protect. Auch konnte bei der Berostungsbonitur bei beiden Hefepräparaten bei der Sorte 'Braeburn', wie bei Hefen häufig, keine Mehrberostung festgestellt werden. Zur Reduzierung des Schädigungsgrades von Regenflecken kann aufgrund des geringen Befalls keine Aussage getroffen werden.

3.3 Primär- und Sekundärschorfphase, Lagerkrankheiten



Neben den Versuchen die gezielt nur während der Primär- oder Sekundärschorfphase durchgeführt wurden, wurden weitere Versuche durchgeführt die in beide Schorfphasen appliziert wurden. Schorfbrobuste Apfelsorten sind ein wesentlicher Bestandteil der Kupferminimierungsstrategie. Jedoch führen die reduzierten Behandlungsstrategien bei den schorfbrobusten Apfelsorten häufig zu erhöhten Befall durch Peltaster (Regenfleckenkrankheit), *Marssonina coronaria* sowie Lagerfäulenerreger. Die aufgeführten Krankheiten treten meist nach längerfristigen Regenzeiten im Sommer in der Sekundärschorfphase auf. Hierzu wurden Behandlungsstrategien geprüft, um schorfbrobuste Apfelsorten auch bei einem Resistenzdurchbruch bzw. bei Auftreten der sogenannten Sommerkrankheiten auch weiterhin möglichst kupferfrei anbauen zu können. Auch wurden Versuche durchgeführt, die Möglichkeiten der Kupferreduktion bei der Regulierung von Lagerschorf und Lagerkrankheiten ermöglichen sollten.

3.3.1 Behandlungsintensität - Schorfdurchbruch 'Topaz'



In diesem Versuch wurde am KOB (Standort Bodensee) in den Jahren 2017 - 2019 die Frage nach der notwendigen Behandlungsintensität einer vf-resistenten Sorte in Folge eines Resistenzdurchbruchs bearbeitet. Vier unterschiedliche Behandlungsstrategien wurden dabei im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrolle im randomisierten Versuchsdesign geprüft. Die Versuchsvarianten unterschieden sich dabei sowohl im Zeitpunkt als auch in der Anzahl der jeweils durchgeführten fungiziden Behandlungen. Für die präventiven Behandlungen wurden ein Kupferpräparat (Cuprozin progress) sowie ein Schwefelpräparat (Netzschwefel Stulln) verwendet. Im Falle hoher Infektionsgefahr erfolgte in einzelnen Varianten eine zusätzliche Behandlung mit Schwefelkalk (Curatio) im Keimungsfenster. Tabelle 16 gibt eine detaillierte Übersicht über die in den

einzelnen Varianten durchgeführten Behandlungen. In den Varianten Nr. 2 und 3 erfolgten die Behandlungen zu allen laut Prognosemodell auftretenden Infektionsterminen, unabhängig von der Stärke der jeweiligen Infektion. Während in Variante 3 ausschließlich präventive Behandlungen durchgeführt wurden, erfolgten in Variante 2 zusätzliche Behandlungen im Keimungsfenster im Falle hoher Infektionsgefahr. Die Behandlungsintensität dieser Variante entspricht damit der für schorfempfindliche Sorten empfohlenen Strategie zur Regulierung von Apfelschorf. In den Varianten 4 und 5 erfolgten die fungiziden Behandlungen jeweils nur zu relevanten Infektionsterminen mit hoher prognostizierter Infektionsgefahr. Bei reduziertem Pflanzenschutz-Input sollte damit ein gewisses Resistenzmanagement gewährleistet werden. In den Jahren 2017 und 2018 erfolgte nach Ende der Primärschorfphase in allen Varianten ein einheitlicher, betriebsüblicher Pflanzenschutz unter Berücksichtigung der Vorgaben für die Ökologische Produktion. In 2019 verblieben alle Varianten nach Ende der Primärsaison bis zur Ernte unbehandelt.

Dieser Versuch wurde in einer ökologisch bewirtschafteten und zertifizierten Versuchsanlage des KOB an der vf-resistenten Sorte 'Topaz' durchgeführt. In dieser Anlage wurde die Resistenz im Jahr 2013 überwunden. Seither trat jährlich ein einheitlich hoher Schorfbefall auf. Die 5 Versuchsvarianten wurden randomisiert und vierfach wiederholt verteilt. Je Wiederholung standen 15 Bäume zur Verfügung. Während der gesamten Primärschorfsaison wurden die Versuchsspritzungen mittels Tunnelspritze und einer Wasseraufwandmenge von 500 Liter je Hektar ausgebracht. Nach Ende der Primärsaison wurden alle Varianten einheitlich und betriebsüblich nach den Vorgaben für die Ökologische Produktion weiter behandelt.

In diesem Versuch wurde der Schorfbefall an den Blättern der Langtriebe jährlich im Juli, nach Ablauf der letzten Inkubationsphase der Primärsaison, erfasst. Bei der Bonitur des Blattschorfbefalls wurden alle Blätter an jeweils 25 Langtrieben je Wiederholung berücksichtigt und in die vier Kategorien 0= keine sichtbaren Symptome, 1= 1 Läsion; 2= 2 Läsionen; 3= 3 und mehr Läsionen pro Blatt eingeteilt. Der Fruchtschorfbefall wurde im August an insgesamt 600 Früchten je Variante erfasst und der Befall in die Kategorien 0= keine sichtbaren Symptome; 1= 1-3 Schorfflecken; 2= 3 und mehr Schorfflecken je Apfel eingeteilt. Aufgrund der hohen Ertragsausfälle infolge der Frostereignisse konnte die geplante Bonitur des Fruchtschorfbefalls und der Berostung in 2017 nicht durchgeführt werden.

Tabelle 16: Übersicht über die durchgeführten fungiziden Maßnahmen je Variante.

Nr.	Variante / Strategie	Fungizide and Aufwandmenge je Hektar (2 m Kronenhöhe)	Anzahl an Behandlungen		
			2017	2018	2019
1	unbehandelt	-	-	-	-
2	jede Infektion präventiv + Infektion*	Präventiv: bis Blüte: Kupfer (Cuprozin progress 0,8 l - 1,2 l) nach Blüte: Netzschwefel (Netzschwefel Stulln 5 kg) Infektion: Schwefelkalk (Curatio), bis Blüte 16 l, ab Blüte 12 l)	15	14	10
3	jede Infektion präventiv*		10	9	6
4	Nur Hauptinfektionen präventiv + Infektion*		9	7	7
5	Nur Hauptinfektionen Infektion*		5	3	4

*Präventiv bedeutet direkt vor Regenereignis, Infektion bedeutet Behandlung im Keimungsfenster

3.3.1.1 Blattschorfbefall

Der jeweils nach Ende der Primärsaison im Juli erhobene Anteil befallener Blätter aller Versuchsvarianten ist in Abbildung 27 für die Jahre 2017 - 2019 aufgeführt. Insbesondere in der Kontrollvariante zeigen sich dabei Unterschiede im Befallsniveau zwischen den Jahren. Im Jahr 2019 wurde im Gegensatz zu den Vorjahren auch nach Ende der Primärschorfphase auf fungizide Maßnahmen verzichtet. Dies resultierte in 2019 in einem deutlich höheren Befall in der unbehandelten Kontrolle als in den Jahren 2017 und 2018. Hingegen waren die erzielten Wirkungsgrade in den Versuchsvarianten mit fungiziden Maßnahmen in 2019 jeweils mit denen aus den Vorjahren vergleichbar. Unabhängig von der jeweiligen Behandlungsintensität konnte in den behandelten Varianten der Befall im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle in allen Versuchsjahren deutlich reduziert werden. Dabei zeigte sich tendenziell ein Zusammenhang zwischen der Behandlungsintensität und dem resultierenden Befall. Die am intensivsten behandelte Variante Nr. 2 wies in allen Versuchsjahren erwartungsgemäß die höchsten Wirkungsgrade auf. Nichtsdestotrotz konnte auch in der am extensivsten behandelten Variante Nr. 5 verglichen mit der Kontrollvariante eine deutliche Reduktion des Befalls erzielt werden. In der ebenfalls reduziert behandelten Variante Nr. 4 konnten in zwei von drei Versuchsjahren vielversprechende Wirkungsgrade vergleichbar mit denen der am intensivsten behandelten Variante Nr. 2 erzielt werden.

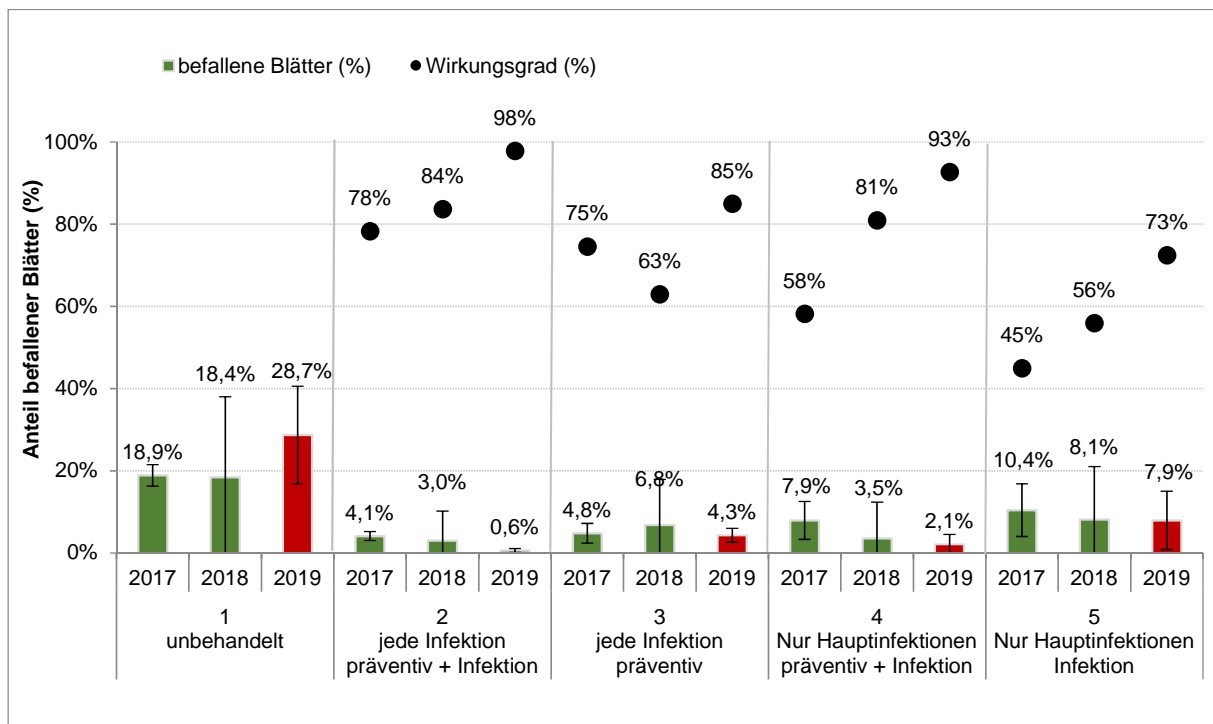


Abbildung 27: Anteil schorfbefallener Blätter in den Varianten mit unterschiedlicher Behandlungsintensität während der Primärsaison in den Jahren 2017 - 2019 am Standort KOB in Bavendorf.

3.3.1.2 Fruchtschorfbefall

Aufgrund hoher Ausfälle durch die starken Blütenfrostschäden im Jahr 2017 liegen für den Schorfbefall an den Früchten keine vollständigen Auswertungen für alle Jahre vor. Im Jahr 2018, in dem alle Varianten einen einheitlichen Pflanzenschutz nach Ende der Primärsaison erhielten, resultierte der Fruchtschorfbefall in allen Varianten in sehr geringen Werten < 1%. Unabhängig von der jeweiligen Behandlungsintensität während der Primärsaison konnte der Fruchtschorfbefall durch die nach Versuchsende in den

Sommermonaten betriebsüblich durchgeführten Behandlungen erfolgreich reguliert werden. Im Vergleich dazu verblieben im Jahr 2019 alle Versuchsvarianten nach Ende der Primärsaison ohne weiteren Pflanzenschutz-Input. Dies resultierte in der Kontrollvariante in einem Anteil von 25% befallener Früchte. Analog zum Blattschorfbefall resultierten in 2019 erneut alle Versuchsvarianten mit fungiziden Behandlungen unabhängig von der jeweiligen Behandlungsintensität in einem im Vergleich zur Kontrollvariante deutlich reduzierten Anteil befallener Früchte. In der mit lediglich vier fungiziden Behandlungen am extensivsten behandelten Variante Nr. 5 konnte dabei erwartungsgemäß der geringste Wirkungsgrad aller Varianten festgestellt werden. Dennoch ist der mit einem Input von lediglich vier fungiziden Behandlungen in der gesamten Saison erzielte Wirkungsgrad von 73% durchaus beachtlich und bestätigt zumindest für unseren Standort erneut eine nach wie vor gegebene Robustheit der Sorte 'Topaz' gegenüber Apfelschorf.

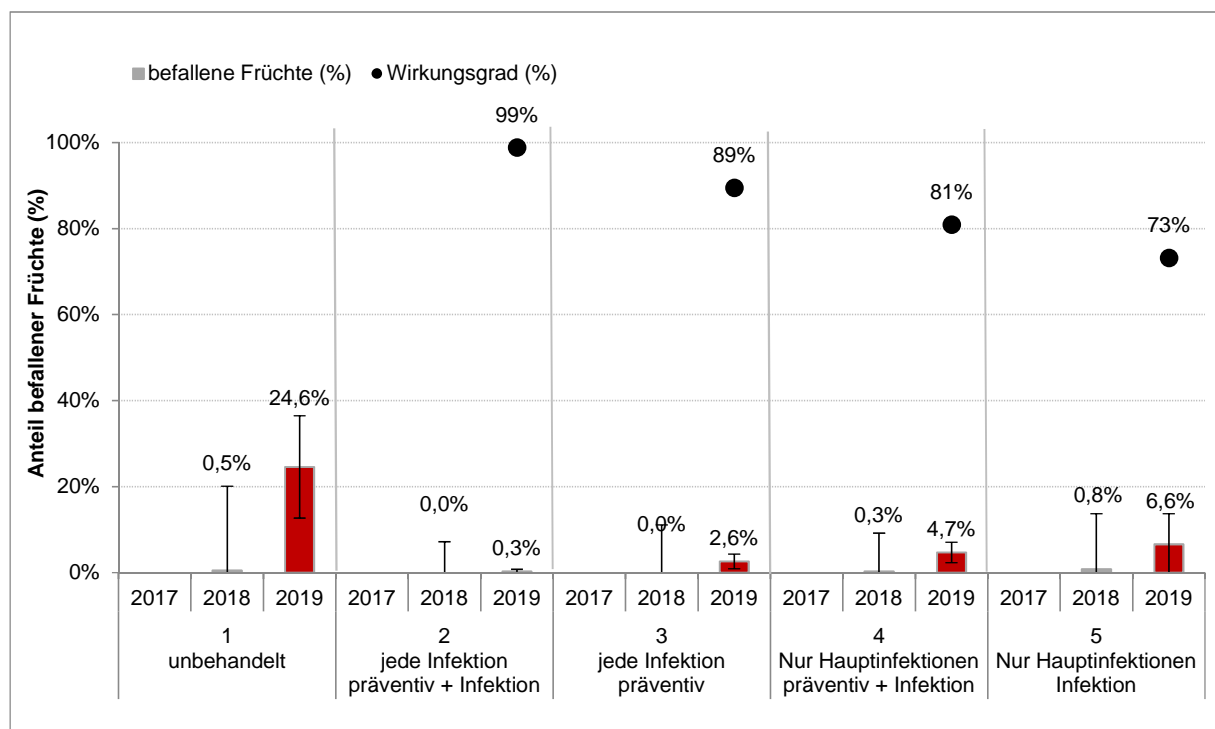


Abbildung 28: Anteil befallener Früchte in den Varianten mit unterschiedlicher Behandlungsintensität während der Primärsaison in den Jahren 2017 - 2019 am Standort KOB in Bavendorf.

3.3.1.3 Fazit

Aus den mehrjährigen Ergebnissen lässt sich folgern, dass die Schorffregulierung an der Sorte 'Topaz' mit einem im Vergleich zu schorfempfindlichen Sorten reduzierten Input an fungiziden Maßnahmen erfolgreich durchgeführt werden kann. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse scheint dafür die Fokussierung der Behandlungen auf einzelne Hauptinfektionsphasen ausreichend, wenn dabei zusätzlich zu den präventiven Belagsbehandlungen auch gezielt im Keimungsfenster ausgebrachte Behandlungen durchgeführt werden. In unserem Versuch konnten mit dieser Strategie in Abhängigkeit der jährlichen Witterungs- und Infektionsbedingungen zwischen drei und sieben fungizide Behandlungen während der Primärschorfphase eingespart werden.

3.3.2 Behandlungsintensität 'Freya'



Die vf-resistente Apfelsorte Freya (WUR037) fiel in den Sortenprüfungen an verschiedenen Standorten in den vergangenen Jahren insbesondere aufgrund ihrer besonderen Robustheit gegenüber Apfelschorf positiv auf. Im Projekt sollte deshalb das potentielle Einsparpotential an fungiziden Pflanzenschutzmaßnahmen an dieser Sorte eruiert werden. Am Standort Bodensee wurde der Versuch in einer ökologisch bewirtschafteten Versuchsanlage des KOB durchgeführt. Die Bäume wurden 2014 mit einem Reihenabstand von 3,5 m x 1,0 m auf der Unterlage M9 aufgepflanzt. Im Versuch wurden die Varianten „Standard“ und „Reduziert“ mit ganzjährig unterschiedlichem Pflanzenschutz-Input verglichen. In der Variante „Standard“ erfolgte ein betriebsüblicher Pflanzenschutz, wie er für schorf widerstandsfähige Apfelsorten zur Regulierung von Apfelschorf und Regenflecken empfohlen wird. In der Variante „Reduziert“ erfolgten fungizide Behandlungen ausschließlich im Falle hoher Infektionsgefahr für Apfelschorf (Frühjahr) bzw. Regenflecken (Sommer). Dadurch ergaben sich deutliche Unterschiede bei der Anzahl an durchgeführten fungiziden Maßnahmen.

In den Jahren 2019 -2021 wurden in der Variante „Reduziert“ über die gesamte Saison 64,3 % (2019), 48 % (2020) bzw. 56 % (2021) der fungiziden Behandlungen gegenüber der Variante „Standard“ eingespart. Für die präventiven Belagsbehandlungen wurden in beiden Varianten betriebsüblich die Präparate Cuprozin progress oder Netzschwefel und für die Behandlungen in die Infektion das Schwefelkalkpräparat Curatio mit den jeweils zugelassenen Aufwandmengen verwendet. Insektizide Maßnahmen wurden in allen Versuchsvarianten über die gesamte Saison einheitlich durchgeführt.

Jährlich erfolgte nach Ende der Primärsaison sowie nach Auslaufen der letzten Inkubationsperioden eine Schorfbonitur an den Blättern von insgesamt 100 Langtrieben je Variante. Der Befall durch Regenflecken wurde jährlich zur Ernte an 500 Früchten je Variante anhand eines 6stufigen Schemas erfasst. Ende September-Anfang Oktober wurde der Befall durch *Marssonina coronaria* an allen Versuchsbäumen je Variante unter Verwendung eines 9-stufigen Boniturschemas erfasst. Für die Regenfleckenkrankheit sowie für *Marssonina coronaria* wurde der Schädigungsgrad (P%) berechnet, der die Anzahl Früchte bzw. Bäume je Befallsklasse mit einbezieht.

3.3.2.1 Ergebnisse Apfelschorf

Im dreijährigen Versuchszeitraum zwischen 2019 und 2021 waren jährlich günstige Infektionsbedingungen für Apfelschorf gegeben, der an schorfanfälligen Sorten verbreitet in erhöhtem Schorfbefall resultierte. Unter diesen Bedingungen erwies sich die Sorte Freya in diesem Versuch als äußerst schorfr robust. In der nach den Empfehlungen für schorf widerstandsfähige Apfelsorten behandelten Variante „Standard“ konnte

in allen Versuchsjahren keinerlei Blattschorf festgestellt werden. In der Vergleichsvariante „Reduziert“ konnten mit der hier geprüften, deutlich reduzierten Behandlungsintensität ebenfalls sehr zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden. Auch in dieser Variante konnte in den Jahren 2019 und 2021 keinerlei Blattschorf festgestellt werden. In der Saison 2020 lag mit einem Anteil von 0,1 % befallener Blätter ebenfalls nur ein äußerst geringer Schorfbefall vor. Fruchtschorf konnte lediglich in der Saison 2019 in der reduziert behandelten Variante ermittelt werden. Allerdings lag auch hier mit einem Anteil von 1,1 % befallener Früchte nur ein geringer Befall vor. In den anderen Versuchsjahren trat in beiden Versuchsvarianten keinerlei Fruchtschorf auf.

3.3.2.2 Ergebnisse Regenflecken

Hinsichtlich des Befalls durch Regenflecken ergaben sich in einem von drei Versuchsjahren Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsintensitäten.

Im Jahr 2019 lagen in beiden Varianten nur geringe Schädigungsgrade von 5,2 % (Standard) und 7,4 % (Reduziert) vor (Abbildung 29).

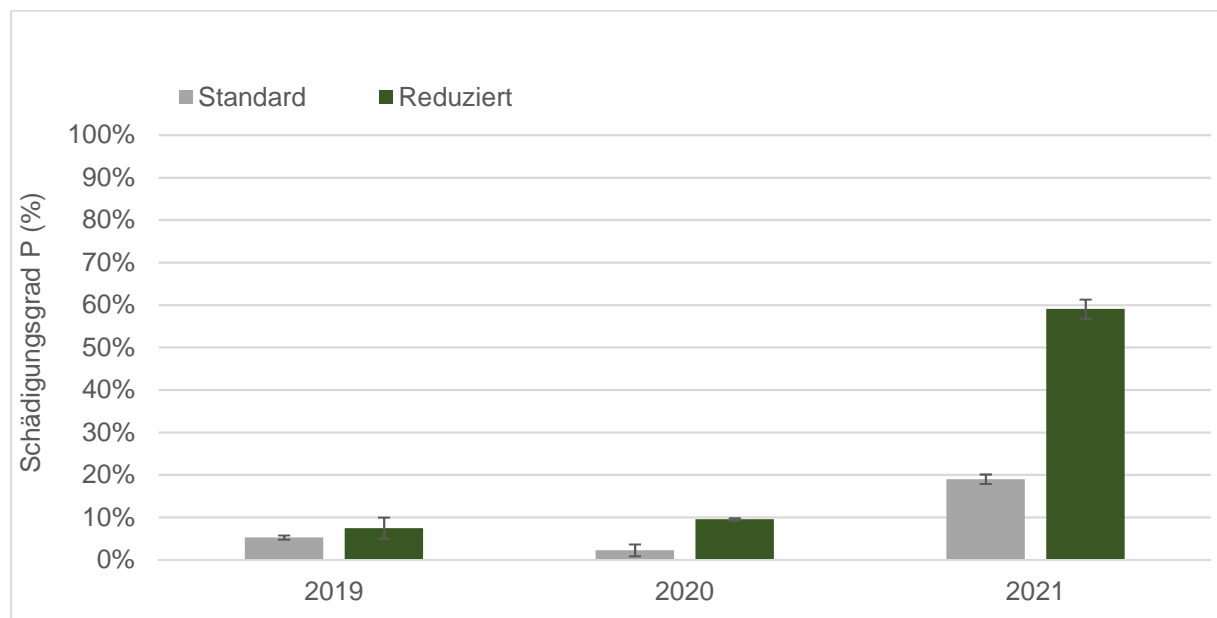


Abbildung 29: Schädigungsgrad P (%) der Jahre 2019 - 2021 in den Varianten mit unterschiedlicher Behandlungsintensität am Standort Bodensee (KOB Bavendorf)

Dabei war jeweils nur ein sehr geringer Anteil von 4 % (Standard) bzw. 6 % (Reduziert) der befallenen Früchte aufgrund ihrer Befallsstärke nicht mehr vermarktungsfähig. Im Jahr 2020 führte die trockenere Witterung in den Sommermonaten erneut zu einem allgemein moderaten Befallsniveau, welches sich in geringen Schädigungsgraden von 2,2 % („Standard“) und 9,5 % („Reduziert“) widerspiegelte. Trotz eines leicht erhöhten Anteils befallener Früchte lag in der reduziert behandelten Variante lediglich bei 7 % der befallenen Früchte eine seitens des Handels nicht tolerierbare Befallsintensität vor. Im Jahr 2021 war aufgrund langer Blattnassperioden und einer hohen Anzahl an Niederschlagsereignissen regional ein hohes Infektionsrisiko gegeben. Dieses führte im Vergleich zu den Vorjahren in beiden Varianten zu einem erhöhten Befall, wobei sich deutliche Unterschiede im jeweiligen Befallsniveau ergaben. In der Variante „Standard“ mit praxisüblicher Behandlungsintensität lag mit einem Schädigungsgrad von 18,9 % noch ein vergleichsweise moderater Befall vor. Hingegen konnte in der redu-

ziert behandelten Variante mit 59,1 % ein erhöhter Befall festgestellt werden. Die Befallsstärke lag in der reduziert behandelten Variante bei 70 % der befallenen Früchte auf einem nicht vermarktungsfähigen Niveau.

3.3.2.3 Ergebnisse *Marssonina coronaria*

In den eher trockenen Jahren 2019 und 2020 trat in beiden Versuchsvarianten keinerlei Befall durch *Marssonina coronaria* auf. Unterschiede zwischen den Varianten ergaben sich analog zur Regenfleckenkrankheit im Jahr 2021. In diesem Jahr waren regional aufgrund häufiger Niederschlagsereignisse und langer Blattnassperioden günstige Infektionsbedingungen für *Marssonina coronaria* gegeben. Während mit der praxisüblichen Behandlungsintensität ein Befall durch *Marssonina coronaria* auch bei hohem Befallsdruck nahezu vollständig unterbunden werden konnte, resultierte die reduzierte Behandlungsintensität in diesem Jahr in einem erhöhten Schädigungsgrad von 42,0 %.

3.3.2.4 Fazit

In diesem dreijährigen Versuch erwies sich die schorfwiderstandsfähige Sorte 'Freya' am Standort Bodensee über den gesamten Versuchszeitraum hindurch als äußerst robust gegenüber Apfelschorf. Eine deutliche Reduktion der fungiziden Behandlungen konnte in allen Versuchsjahren ohne negative Auswirkungen auf den Schorfbefall realisiert werden. Bei den Sommerkrankheiten Regenflecken und *Marssonina coronaria* führte die reduzierte Behandlungsintensität in zwei von drei Versuchsjahren ebenfalls zu mit der praxisüblich behandelten Variante vergleichbaren Ergebnissen. Lediglich im Extremjahr 2021 mit einer überdurchschnittlich hohen Anzahl an Regentagen sowie langanhaltenden Blattnasszeiten während der Sommermonate konnte mit der reduzierten Behandlungsintensität im Gegensatz zum praxisüblichen Pflanzenschutzinput keine zufriedenstellende Regulierung der Regenfleckenkrankheit sowie der Blattfallkrankheit *Marssonina coronaria* erzielt werden.

3.3.3 Fungizideinsatz bei 'Natyra'



3.3.3.1 Ertragsstabilisierung bei 'Natyra'®

Die schorffresistente Apfelsorte 'Natyra'® hat sich in der deutschen Bio-Kernobstproduktion etabliert (Abbildung 30). Der Markenname 'Natyra'® ist ausschließlich für die Vermarktung von Früchten erlaubt, die nach der EU-Verordnung Ökologischer Landbau produziert worden sind. Damit ist 'Natyra'® zurzeit die einzige deutsche Apfelsorte, die für den Verbraucher eindeutig mit der biologischen Produktion verbunden ist. Der Biomarkename sorgt somit für Klarheit bei den Vermarktern, dem Handel und den Verbrauchern. 'Natyra'® ist in allen Handelssegmenten bundesweit erhältlich.



Abbildung 30: 'Natyra'®

Neben vielen positiven Eigenschaften besitzt 'Natyra'® , auch negative Eigenschaften. 'Natyra'® ist aus einer Kreuzung von 'Elise' und einer schorfresistenten Selektion (1980-015-047) entstanden. 'Elise' wurde 1974 in den Niederlanden an der CPRO Wageningen gezüchtet und entstammt einer Kreuzung aus 'Septer' x 'Cox Orange'. 'Elise' ist eine robuste gut schmeckende Lagersorte mit gutem shelf-life, besitzt aber aufgrund der Kreuzungspartner eine gewisse Anfälligkeit für Obstbaumkrebs (*Nectria galligena*) und Fruchtberostung. Anders als 'Elise', die einen sehr gesunden dunkelgrünen Blattstand auch im ökologischen Anbau aufweist, zeigt 'Natyra'® diesen gesunden Blattstand nur im integrierten Anbau. In der Bioproduktion hellt sich der Blattstand in den Sommermonaten besonders am mehrjährigen Holz auf und es kann bei starken Symptomen sogar zu einem vorzeitigen Blattfall der basalen Blätter führen (Abbildung 31). Der Grund für diesen schlechten Blattstand könnte in der Genetik der Sorte verankert sein. Da ein Kreuzungspartner die Sorte 'Cox Orange' bekanntermaßen eine Schwefelempfindlichkeit aufweist, könnte dies auch bei 'Natyra'® zu den Blattsymptomen führen. Da jedoch gerade bei schorfbroben Apfelsorten Schwefelpräparate ein wesentlicher Bestandteil der Kupferminimierungsstrategie sind, wurden Versuche durchgeführt, die zur Klärung einer eventuellen Schwefelempfindlichkeit beitragen.



Abbildung 31: Bild rechts aufgehelltes Blatt Bioanlage, Bild links Blattstand IP-Anlage

3.3.3.2 Standort KOB

3.3.3.2.1 Methodik

In einer in 2014 in Ravensburg-Bavendorf gepflanzten und ökologisch bewirtschafteten Anlage wurde die Sorte 'Natyra'® auf ihre Empfindlichkeit gegenüber mehreren fungizid wirksamen Pflanzenschutzmitteln, die zur Behandlung pilzlicher Schaderreger im ökologischen Anbau angewendet werden, getestet. Der Praxisversuch wurde als 2-fach wiederholter, randomisierter Blockversuch angelegt. Die Versuchsvarianten sowie die jeweilige Anzahl an Behandlungen je Präparat ist in Abbildung 32 dargestellt (Cu: Kupferpräparate (Cuprozin® progress bzw. Funguran® progress); NS: Netzschwefel (Kumulus®WG); SK: Schwefelkalk (Curatio®)). Die Behandlungen fanden im Zeitraum 04.04.2018 bis 16.08.2018 statt. Die Aufwandmenge der eingesetzten Pflanzenschutzpräparate ist in Tabelle 17 abgebildet.

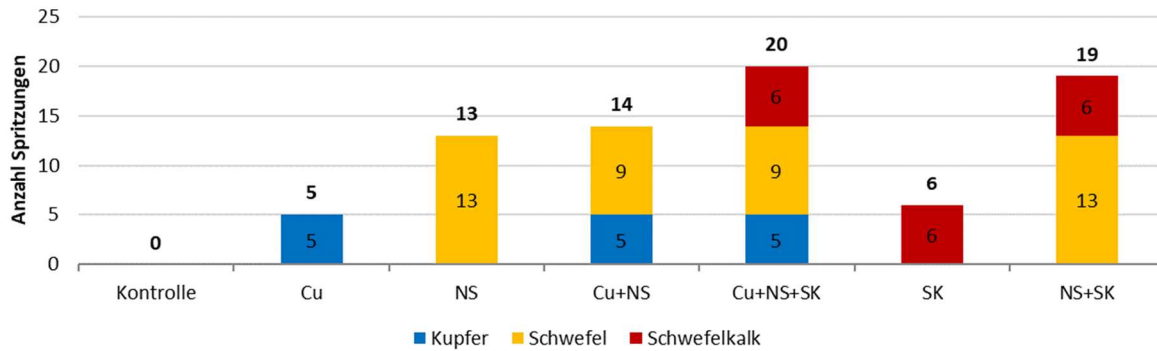


Abbildung 32: Versuchsvarianten mit Anzahl an Behandlungen je Präparat

Tabelle 17: Aufwandmenge der eingesetzten Pflanzenschutzpräparate

Mittel	Aufwandmenge pro ha und mKh
Kupfer	Vor Blüte: Cuprozin® progress: 0,6 l \triangleq 300 g Cu/ha Ab Walnußstadium: Funguran® progress 0,2 kg \triangleq 140 g Cu/ha
Netzschwefel	2,5 kg
Schwefelkalk	Vor Blüte: 8 l Nach Blüte: 6 l

Mitte Juni wurden erste Auffälligkeiten der Blattqualität in Form von Blattaufhellungen im Feld festgestellt. Die Blattaufhellungen wurden mit fortschreitender Saison visuell deutlicher wahrnehmbar. Insbesondere in den mit Schwefelpräparaten behandelten Varianten traten diese deutlich ausgeprägter auf. Die voneinander abweichende Farbgebung der Blätter wurde auf unterschiedliche Chlorophyllgehalte zurückgeführt, weshalb in der Folge eine Bonitur der Blätter mit einem nicht destruktiven Chlorophyllmessgerät durchgeführt wurde (Konica Minolta Chlorophyll Meter SPAD-502). Um die Blattaufhellungen der unterschiedlichen Versuchsvarianten vergleichbar zu machen, wurden von der sonnenbelichteten Baumseite jeweils 20 Langtriebe je Variante aus 1 bis 2 m Baumhöhe abgeschnitten und einzelblattweise vom ältesten bis zum jüngsten Blatt unter kontrollierten Lichtbedingungen mit dem SPAD Gerät gemessen. Pro Blatt wurden 4 Messpunkte gewählt, je 2 davon auf beiden Blattseiten. Die dadurch gewonnenen relativen Daten ermöglichen folgende Aussage: je höher der SPAD Wert, desto höher der Chlorophyllgehalt und damit die Grünfärbung des untersuchten Blattes.

3.3.3.2 Ergebnisse

In der Abbildung 33 sind Blätter mit unterschiedlich intensiver Grünfärbung abgebildet. Die auf den Blättern eingekreisten Messpunkte sind den jeweils danebenstehenden SPAD-Werten zuzuordnen. Demnach entsprechen nach optischer Einschätzung gut versorgte, ledrig grüne Blätter SPAD-Werten >50, während geringste Werte stark aufgehellter Blätter im mittleren 20er Wertebereich liegen.

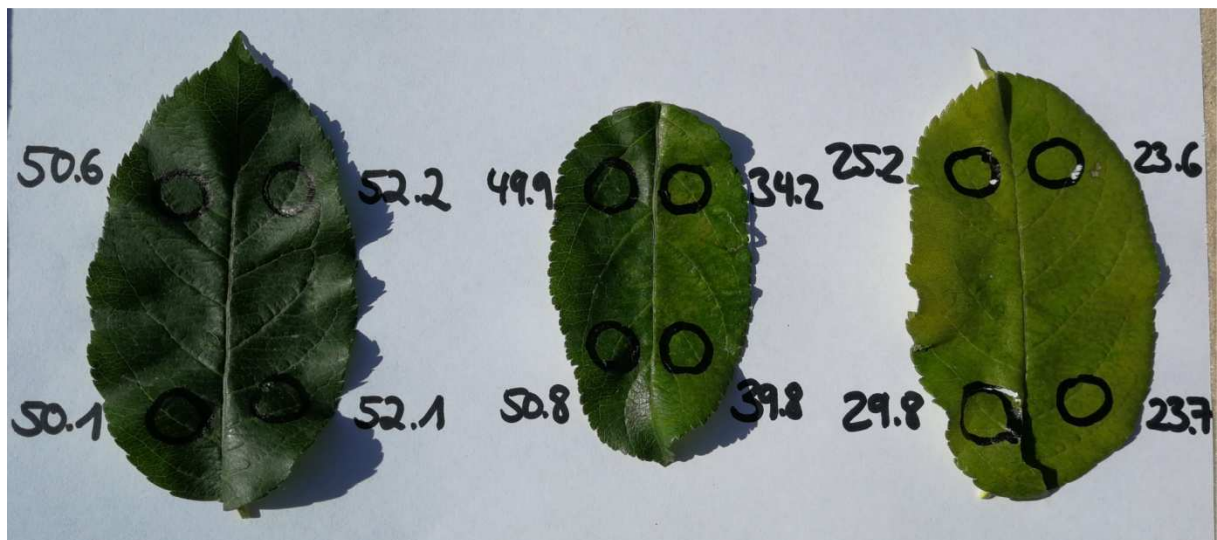


Abbildung 33: Unterschiedlich gefärbte Blätter mit markierten Messpunkten und dem jeweils dazu gemessenen SPAD Wert

Der Verlauf der SPAD-Werte der Langtriebblätter ist nach Varianten unterteilt in Abbildung 34 dargestellt. Über alle Varianten hinweg zeigte sich ein Anstieg der Chlorophyllgehalte vom ältesten (Blatt 1) hin zum jüngsten gemessenen Blatt (Blatt 13). Die unbehandelte Kontrollvariante (rote Kurve) zeigte über alle Blätter hinweg die höchsten Chlorophyllgehalte. Die ausschließlich mit Kupferpräparaten behandelte Belagsvariante (hellblaue Kurve) folgt an zweiter Stelle. Die Belagsvariante Kupfer/Netzschwefel (orange), sowie die rein kurativ behandelte Schwefelkalkvariante (grün) lieferten vergleichbare SPAD Werte mit mittleren Chlorophyllgehalten der Blätter. Mit zunehmender Häufigkeit an Schwefelbehandlungen zeigte sich eine Reduktion des Chlorophyllgehaltes der Blätter. Die Kombinations-Variante Kupfer/Netzschwefel/Schwefelkalk (braun), sowie die reine Belagsvariante mit Netzschwefel (lila) zeigten jeweils geringe Chlorophyllgehalte der Blätter, wobei die geringsten Chlorophyllgehalte in der Variante Netzschwefel als Belag im Zusammenspiel mit Schwefelkalk als kurative Maßnahme (dunkelblau) festgestellt wurden. Der letztgenannten Variante wurden insgesamt 19 Behandlungen mit schwefelhaltigen Präparaten zu Teil, was dem höchsten Eintrag an Schwefel aller Varianten entspricht.

In Ergänzung zu den Messungen des Chlorophyllgehaltes wurden am 26.06.2018 Blätter für eine Analyse der Haupt- und Spurenelemente gesammelt und an das Institut für Agrar- und Umweltanalytik in Freyburg geschickt. Abbildung 35 zeigt das Analyseergebnis des Schwefel- und Stickstoffgehaltes der Blätter. Dabei spiegelt der Schwefelgehalt der Blätter die Anwendungsintensität der Schwefelpräparate in den jeweiligen Varianten wider. Gegenläufig zum Schwefelgehalt, zeigt sich eine Zunahme des Stickstoffgehaltes der Blätter bei abnehmenden Schwefelanwendungen.

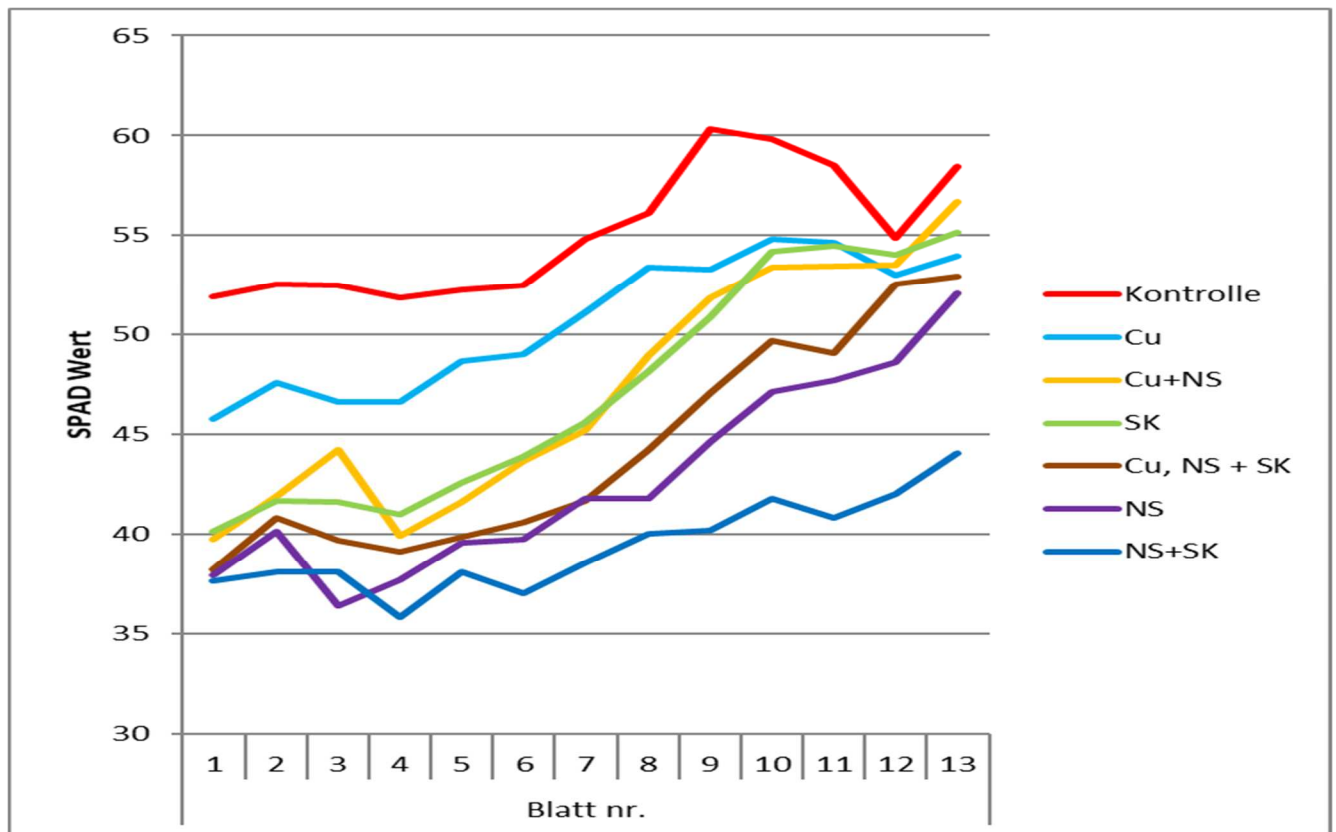


Abbildung 34: Verlauf der SPAD Werte der unterschiedlichen Versuchsvarianten vom ältesten Blatt (Blatt 1) bis Blatt 13 der Langtriebe

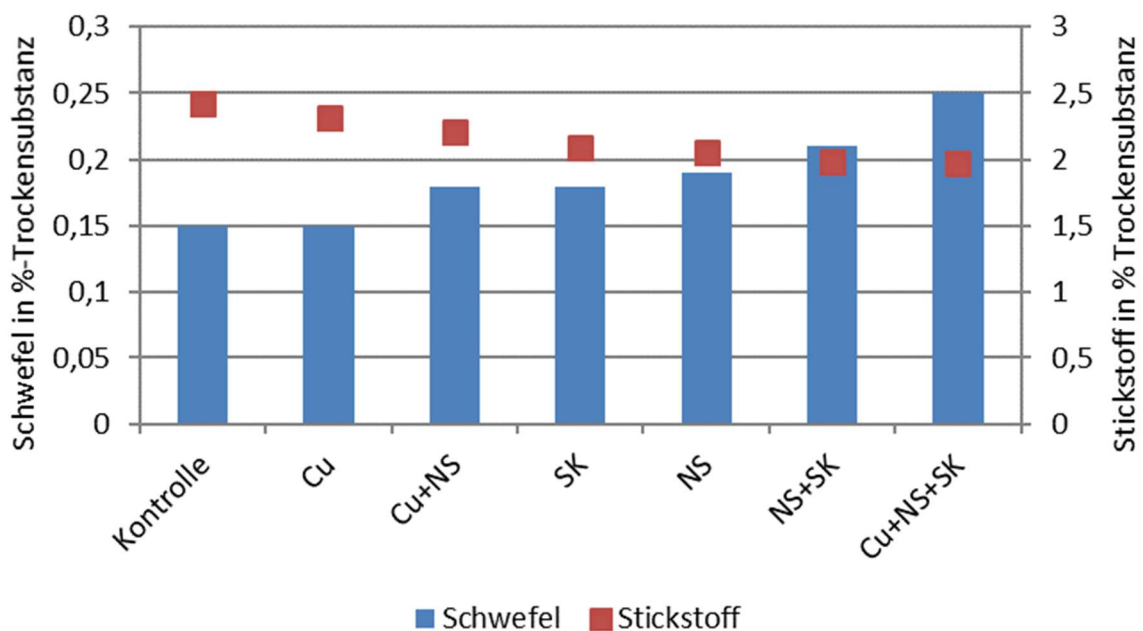


Abbildung 35: Schwefel- und Stickstoffgehalt der Blätter in % Trockensubstanz zum 26.06.2018

3.3.3.3 Standort DLR Rheinpfalz

3.3.3.3.1 Methodik

In einer 2011 gepflanzten ökologisch bewirtschafteten 'Natyra'® Praxisanlage in Graf-schaft-Gelsdorf wurde der Applikationsversuch zur Überprüfung der Empfindlichkeit von Fungiziden mit insgesamt 9 Varianten durchgeführt (Tabelle 18). Der Applikations-versuch wurde als vierfach wiederholter, randomisierter Blockversuch angelegt. Pro Wiederholung standen 10 Bäume zu Verfügung, sodass insgesamt pro Variante 40 Bäume behandelt wurden. Die Behandlungen erfolgten ab dem 12.04.2018 bis zum 09.09.2018.

Tabelle 18: Applikationsversuch, Varianten und Anzahl durchgeführten Behandlungen

Variante		Beschreibung	Anzahl Behandlungen
1	Kontrolle	---	---
2	Cuprozin progress	Nur Kupferbehandlungen. In der kupferfreien Zeit (Blüte bis Walnussgröße) bleibt die Variante unbehandelt	12
3	Netzschwefel Stulln	Nur Netzschwefelbehandlungen	16
4	Cuprozin progress + Netzschwefel Stulln	Kombination aus Var. 2 und 3	16
5	Cuprozin progress + Netzschwefel Stulln + Curatio	Wie Variante 4, jedoch mit Curatio in der Spritzfolge	16
6	Curatio	Nur Curatiobehandlungen	16
7	Kumar	Nur Kaiumhydrogencarbont	16
8	VitiSan	Nur Kaiumhydrogencarbont	16
9	Betriebsüblich	Spritzfolge Praxisbetrieb	13 davon 10 mit Schwefel

Eingesetzt wurden die Präparate Cuprozin progress, Netzschwefel Stulln, Curatio, Kumar und VitiSan (Tabelle 19). Die Kupferapplikationen mit Cuprozin progress variierten je nach Entwicklungsstadium zwischen 0,2 bis 0,6 l/ha u. mKh, dies entspricht einer Reinkupfermenge von 100 bis 300 g rein Cu/ha. In der kupferfreien Zeit (Blüte bis Walnussgröße) bleib die Variante 2 unbehandelt, sodass in dieser Variante vier Behandlungen weniger appliziert wurden. Insgesamt wurden in den 12 durchgeführten Applikationen mit Cuprozin progress 1850 g Reinkupfer pro Hektar ausgebracht.

Tabelle 19: Präparate und Aufwandmengen

Präparat	Aufwandmenge pro ha u. mKh
Cuprozin progress	0,2l bis 0,6 l
Netzschwefel Stulln	2,5 kg
Curatio	bis Blüte 10 l, ab Blüte 7,5 l
Kumar	2,5 kg
VitiSan	2,5 kg

3.3.3.3.2 Rosettenblattbonitur

Nach der Blüte hellten sich die Rosettenblätter zunächst auf, bevor Blattfall einsetzte (Abbildung 36 und 37)Um einen möglichen Einfluss der einzelnen Varianten auf den Blattfall zu ermitteln, wurde am 16.05.18 eine Bonitur durchgeführt, in der die Anzahl abgefallener Rosettenblätter ermittelt wurde.



Abbildung 36. Aufgehellte Rosettenblätter 16.05.18



Abbildung 37: Blattfall der Rosettenblätter 16.05.18

Bis zum diesem Zeitpunkt wurden in den Varianten 3 bis 8 fünf und in der Variante 2 (Cuprozin progress) zwei Applikationen durchgeführt. Der wahrscheinlich auf die Witterung zurückzuführende natürliche Blattfall betrug in der Kontrolle 17,41 % (Tabelle 20). Die Varianten Cuprozin progress, Netzschwefel Stulln, Curatio, VitiSan solo oder in Kombination eingesetzt, zeigten keine gravierenden Unterschiede zur unbehandelten Kontrolle und befanden sich in einem Bereich von 16,23 bis 22,17 %. Mit einem Blattfallwert von 24,39 % wurde in der Kumarvariante ein etwas höherer Blattfall ermittelt. Der höchste Rosettenblattfall wurde in der betriebsüblichen Spritzfolge mit 44,33 % bonitiert. Wahrscheinlich ist der verstärkte Blattfall durch eine Tankmischung mit einem Aminosäure-Blattdünger zu begründen, die in der Regel Spreiter erhalten, die die Aufnahme in das Blatt fördern. Hierdurch kann aber auch die Aufnahme von anderen in der Tankmischung vorhandenen Stoffe gefördert werden und deren Zusammenspiel könnte zu einer phytotoxischen Reaktion führen.

Tabelle 20: Rosettenblattbonitur Bonitur am 16.05.18

Variante		Rosettenblatt %-Blattfall (Bonitur 16.05.18)
1	Kontrolle	17,41
2	Cuprozin progress	20,00
3	Netzschwefel Stulln	16,23
4	Cuprozin progress + Netzschwefel Stulln	21,20
5	Cuprozin progress + Netzschwefel Stulln + Curatio	22,17
6	Curatio	21,23
7	Kumar	24,39
8	VitiSan	16,50
9	Betriebsüblich	44,33

3.3.3.3 Blattanalysen

Um den Einfluss der Applikationen auf den Gehalt an Haupt- und Spurennährstoffen zu erhalten, wurden Mitte September aus allen Varianten Blattproben genommen. In der Abbildung 38 sind die Analyseergebnisse für Kalium, Kupfer und Schwefel dargestellt. Bei den beiden eingesetzten Präparaten auf kaliumhydrogencarbonatbasis, Kumar und VitiSan, führte nur Kumar zu einer Erhöhung des Kaliumgehalts in den Blättern (Abbildung 38). Auch konnten in den drei Varianten, in denen Cuprozin progress zum Einsatz kam, mit 42,9 mg, 63,0 mg und 74,1 mg Kupfer in der Trockensubstanz erwartungsgemäß höhere Kupfergehalte ermittelt werden. In den beiden Varianten mit Netzschwefel Stulln wurde ein leicht erhöhter Schwefelgehalt analysiert. Eine deutliche Erhöhung des Schwefelgehalts wurde in den zwei Curatiovarianten mit 0,17 % und 0,21 % in der Trockensasse ermittelt. Da für Schwefel keine Grenzwerte vorhanden sind, zeigen diese gemessenen Werte lediglich, dass bei Schwefelapplikationen die Schwefelgehalte in den Blättern erwartungsgemäß ansteigen.

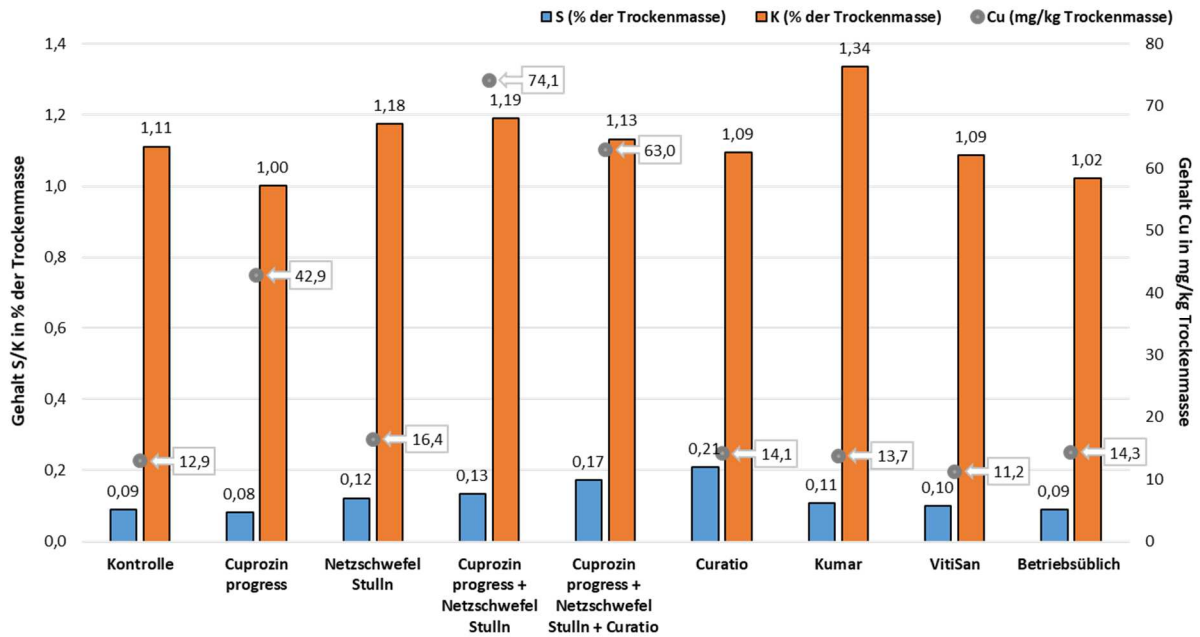


Abbildung 38: Ergebnis Blattanalyse vom 12.09.18

3.3.3.3.4 SPAD-Messungen

Die Chlorophyllgehalte wurden in allen Varianten am 29.09.18 mittels SPAD-Messungen bestimmt. Da dies im Rahmen einer Masterarbeit erfolgte, können diese Ergebnisse bis zum Abschluss der Masterarbeit noch nicht veröffentlicht werden. Jedoch befinden sich die ermittelten Werte analog zu den Messwerten der SPAD-Messungen, die am KOB in Bavendorf ermittelt wurden (Abbildung 39). In allen Varianten, in denen Schwefelpräparate zum Einsatz kamen, waren die SPAD-Werte niedriger und wurden optisch durch einen deutlich helleren Blattstand sichtbar (Abbildung 39).



Abbildung 39: Blattstand im September in den Varianten

3.3.3.3.5 Ertrag

Entscheidend zur Bewertung der durchgeführten Maßnahmen sind die Ertragsdaten, da hierüber der direkte positive oder negative Einfluss bestimmt werden kann. Hierbei zeigte sich, dass sich durch den Einsatz der Schwefelpräparate nicht nur der Blattstand verschlechterte, sondern auch der Ertrag reduziert wurde (Abbildung 40). Die Reduzierung befand sich in den Schwefelvarianten zwischen 27,1 % bis 34,6 %. Bei den Kaliumhydrogencarbonaten wurde der Ertrag durch den Kumareinsatz um 18,4 % reduziert, hingegen zeigte VitiSan keinen negativen Einfluss. Jedoch muss erwähnt werden, dass sich die Anzahl der durchgeführten Behandlungen aus versuchstechnischen Gründen deutlich über den zurzeit zugelassenen möglichen Applikationen befand. Bei den betriebsüblichen Applikationen konnte zwar ein höherer Blattfall bei den Rosettenblättern ermittelt werden, jedoch wurde kein negativer Einfluss auf den Ertrag ermittelt. Dies ist auf die sonnige, trockene Witterung in 2018 zurückzuführen. Die durchgeführten Schwefelapplikationen wurden, anders als in den Versuchsvarianten, mit deutlich reduzierten Aufwandmengen und hauptsächlich zu Beginn und Ende der Saison durchgeführt. Auch die reine Kupfervariante zeigte keinen negativen Einfluss.

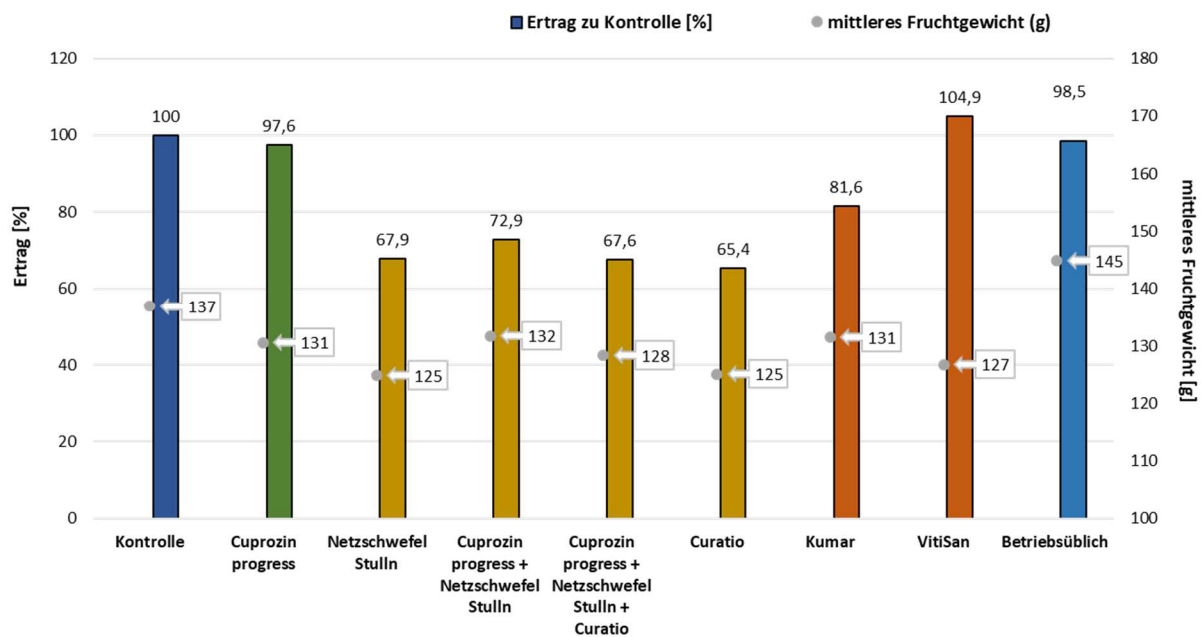


Abbildung 40: Prozentualer Ertrag im Vergleich zu unbehandelten Kontrollvariante (100 %)

3.3.3.3.6 Fazit

Die Erkenntnisse hinsichtlich des Einflusses schwefelhaltiger Präparate auf die Blattqualität von 'Natyra'® basieren bisher auf zwei einjährigen Versuchen und werden in den kommenden Jahren im Rahmen eines weiterführenden Projektes vertieft. Auch wird in 2019 eine Blütenknospenbonitur in den in 2018 behandelten Parzellen erfolgen, um den Einfluss auf die Alternanz zu ermitteln. Generell konnte in den durchgeführten Versuchen ein negativer Einfluss der Schwefelbehandlungen auf den Blattstand und den Ertrag ermittelt werden, der auch aufgrund des trockenen und heißen Sommers in 2018 in den Praxisbetrieben sichtbar war, da deutlich weniger Schwefel eingesetzt wurde, sodass 'Natyra'® letztes Jahr einen deutlich besseren Blattstand aufwies. Auch der genetische Hintergrund von 'Natyra'® mit der schwefelanfälligen Sorte 'Cox Orange', weist auf eine vererbte Schwefelempfindlichkeit hin. Ob durch einen reduzierten Einsatz von Schwefelpräparaten oder durch den vollständigen Verzicht eine Produktionssteigerung bei 'Natyra'® möglich ist, werden weiterführende Versuche zeigen. Durch den Verzicht auf Schwefel lassen sich jedoch keine anbautechnischen Defizite wie z. B. eine falsche Standortwahl (Nachbau, schlechte Böden) oder das teilweise schwache Pflanzmaterial aus den ersten Jahren beheben. Jedoch sind die Ergebnisse aus den aufgeführten Untersuchungen ein deutlicher Hinweis auf die Frage, warum 'Natyra'® nur unter ökologischen Produktionsbedingungen einen schlechten Blattstand aufweist.

Aus den gewonnenen Ergebnissen kann vorerst abgeleitet werden, dass bei 'Natyra'® voraussichtlich besonders der Zeitraum bis zum Triebabschluss relevant ist. Da sich 'Natyra'® zurzeit als sehr schorf- und mehltaub robust präsentiert, ist der weitgehende Verzicht auf Schwefelpräparate mindestens bei diesen beiden Erregern möglich. Hingegen ist bei der Regulierung der Regenflecken der Verzicht von Curatio, besonders in regenreichen Sommermonaten zurzeit nicht vorstellbar. In Bezug auf Auswirkungen des Schwefeleinsatzes bei der Regenfleckenregulierung werden in 2019 weiterführende Versuche stattfinden.

3.3.4 Weiterführende Untersuchungen bei ‘Natyra’® 2019-2021

Die Versuche zum Einfluss von schwefelhaltigen Fungiziden auf den Blattstand und Ertrag von der Sorte ‘Natyra’ wurden an drei Standorten KOB, Bavendorf, ÖON, Jork und DLR, Rheinbach durchgeführt. Die ermittelten Ergebnisse in den einzelnen Regionen waren tendenziell gleich. Am Standort KOB konnten jedoch aufgrund eines regelmäßig höheren Befallsniveaus bei der Regenfleckenkrankheit und der Blattfallkrankheit *Marssonina coronaria* die Auswirkungen der einzelnen Versuchsvarianten in Bezug auf die durchgeführten Behandlungsstrategien besser nachvollzogen werden, sodass aufgrund der Übersichtlichkeit nachfolgend die Ergebnisse von einem Standort (KOB, Bavendorf) dargestellt werden.

3.3.4.1 Pflanzenschutzmaßnahmen während der Primärsaison

In den Jahren 2019-2021 wurde zur Evaluierung des Einflusses von Schwefel auf die Blattqualität der Sorte ‘Natyra’ ein insgesamt 14 Versuchsvarianten umfassender Versuch in einer ökologisch bewirtschafteten Versuchsparzelle des KOB durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Behandlungsintensitäten sowie Kombinationsstrategien mit unterschiedlichem Schwefel-Input während der Primärsaison geprüft. Die geprüften Varianten sind in Tabelle 21 dargestellt.

Tabelle 21: Varianten: Einfluss von Schwefel auf die Blattqualität der Sorte 'Natyra' in der Primärsaison

Variante		Aufwandmenge (kg bzw. l ha u. mKh)	Belag	Nachfahren
0	Kontrolle (KO)	---	---	---
1	Cuprozin progress (CU)	0,6	x	
2	Netzschwefel (NS 0,5)	0,5	x	
3	Netzschwefel (NS 1,0)	1	x	
4	Netzschwefel (NS 2,5)	2,5	x	
5	Cuprozin progress + Netzschwefel (CU+NS 2,5)	0,6 2,5	x	
6	Cuprozin progress + Curatio (CU+SK)	0,6 8	x	x
7	Cuprozin progress + Netzschwefel + Curatio (CU/NS 2,5+SK)	0,6 2,5 8	x	x
8	Cuprozin progress + Netzschwefel + Curatio weniger häufig (CU/NS 2,5+SK red)	0,6 2,5 8	x	x
9	Curatio (SK)	8		x
10	Netzschwefel + Curatio (NS 0,5+SK)	0,5 8	x	x
11	Netzschwefel + Curatio (NS 1,0+SK)	1 8	x	x
12	Netzschwefel + Curatio (NS 2,5+SK)	2,5 8	x	x
13	Netzschwefel + Curatio weniger häufig (NS 2,5+SK red)	2,5 8	x	x
14	Netzschwefel (NS 5,0)	5	x	
15	Netzschwefel + Curatio ganze Saison (NS 2,5+SK lang)	2,5 8	x	x

Die Behandlungen der Varianten erfolgten von Austrieb bis Triebabschluss (März/April-Juni). In diesem Zeitraum erfolgen üblicherweise die relevanten Behandlungen zur

Schorfregulierung. Nach Abschluss der Versuchsspritzungen erfolgte in allen Varianten einschließlich der Kontrolle ein einheitlicher, betriebsüblicher Pflanzenschutz. Alle Behandlungen wurden mit einem Parzellensprühgerät und einer Gesamtaufwandsmenge von 500 Litern/ha appliziert. Um im letzten Versuchsjahr den Schwefelinput noch weiter auszureizen, wurden drei Varianten aus den Vorjahren mit reduzierter Behandlungsintensität durch Varianten mit erhöhtem Schwefelinput ersetzt.

Schwefeleintrag

Der Rein-S Eintrag variierte in den Jahren 2019 und 2020 zwischen 37,5 - 0 kg/ha/a (Abbildung 41). Um zusätzlich die Schwefelempfindlichkeit der Sorte Natyra für höhere Schwefelgaben abzuklären, wurden im Jahr 2021 die Varianten „NS 2,5+SK lang“ und „NS 5,0“ ergänzt. Dabei wurde der S-Input auf 65,5 bzw. 64,0 kg S/ha/a erhöht.

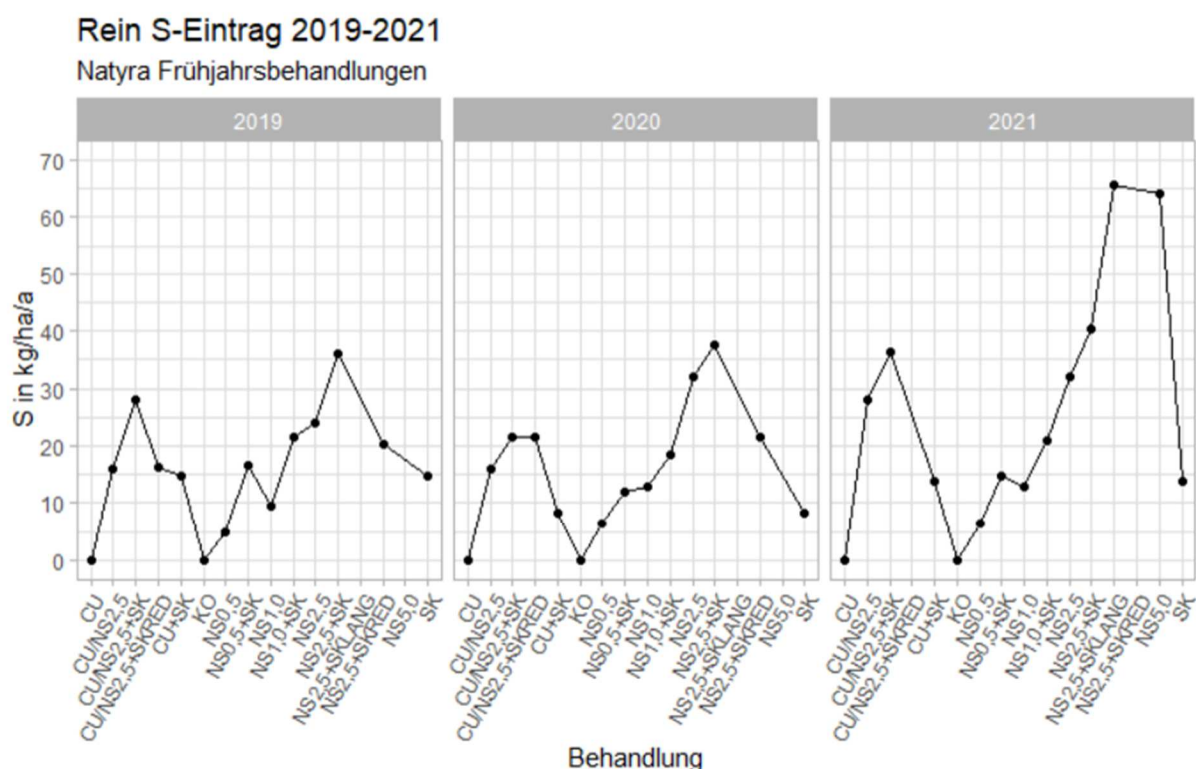


Abbildung 41: Applizierte Schwefelmenge in Kilogramm Hektar und Jahr während den Frühjahrsbehandlungen

Blattanalysen

Zur Feststellung der Blatt Nährstoffgehalte wurden jährlich Mitte Juli 200 Blätter je Variante gesammelt und im Labor analysiert. Bei den jährlich durchgeführten Blattanalysen zeigten sich über den 3-jährigen Versuchszeitraum keine auffälligen Unterschiede. Da der Fokus des Versuchs auf Blattaufhellungen und entsprechend Chlorophyllgehalten liegt, sind hier beispielhaft die Nährstoffe Stickstoff und Schwefel, jeweils in % der Trockenmasse dargestellt (Abbildung 42, Abbildung 43).

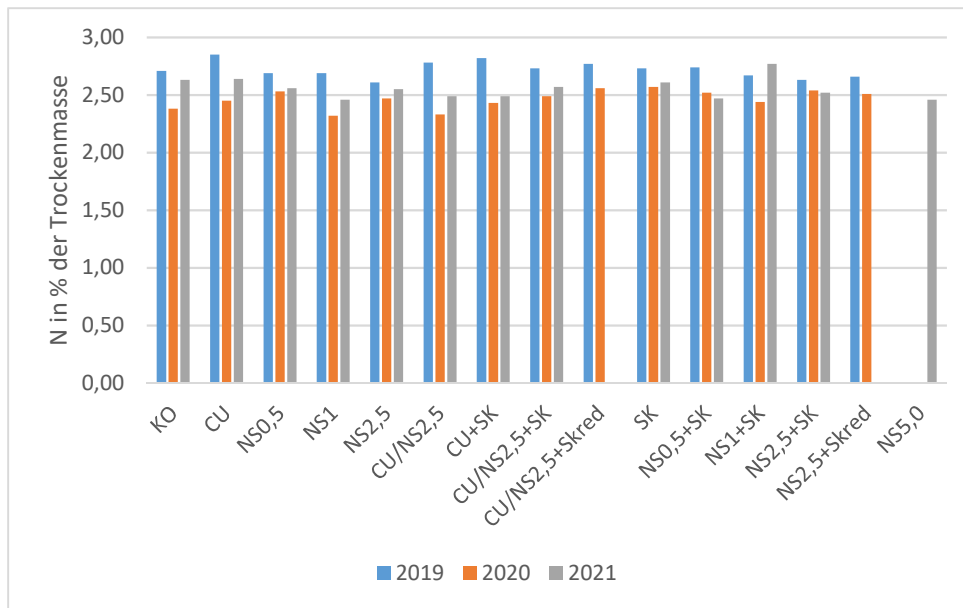


Abbildung 42: Blattanalysen: Stickstoffgehalt (%-TS) in den Blättern

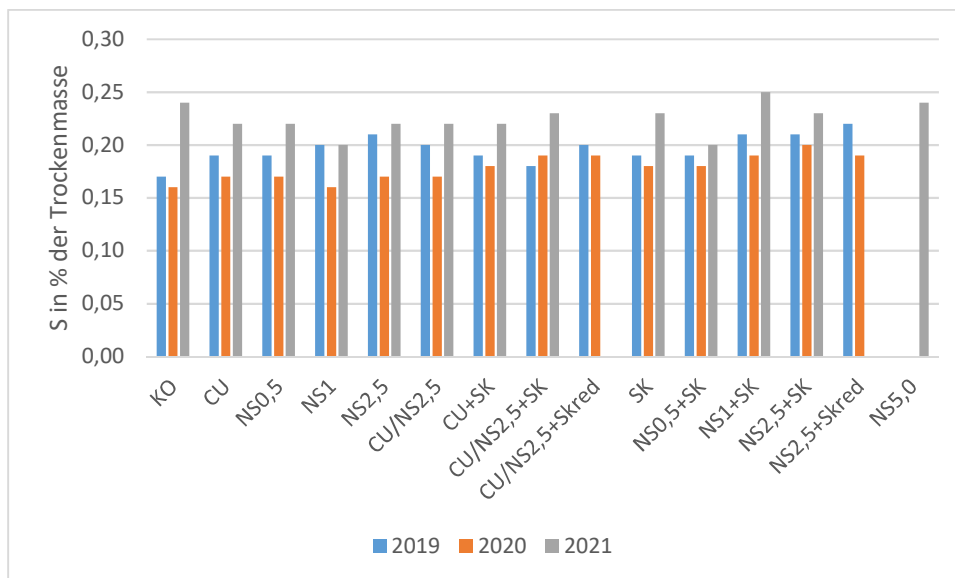


Abbildung 43: Blattanalysen: Schwefelgehalt (%-TS) in den Blättern

SPAD-Messungen

Die SPAD-Werte wurden mit einem Chlorophyll Meter SPAD-502PLUS (Konica Minolta) ermittelt. Mithilfe zweier LED-Lichtsignale (im roten und infraroten Spektralbereich) kann durch die bekannte, spezifische Lichtabsorption von Chlorophyll ein Rückschluss auf den Chlorophyllgehalt des untersuchten Blattes gezogen werden. Dabei gilt: Je höher der ermittelte SPAD-Wert, desto höher der Chlorophyllgehalt des untersuchten Blattes. In dem hier beschriebenen Frühjahrsversuch wurden in den Jahren 2019-2021 insgesamt mehr als 17.000 einzelne SPAD-Messungen durchgeführt. Diese wurden nach Beendigung der Pflanzenschutzbehandlungen im Zeitraum Ende Juli-Anfang/Mitte September durchgeführt.

Die Messungen erfolgten jeweils an 10 Langtrieben je Wiederholung. Dabei wurde die SPAD-Messung an jeweils 2 Blättern im unteren, mittleren und oberen Bereich des Langtriebes vorgenommen. An den sechs ausgewählten Blättern je Trieb erfolgte die Messung wiederum an zwei definierten Stellen. Damit ergaben sich je Wiederholung

insgesamt 120 bzw. je Variante 480 Messpunkte. Die Ergebnisse sind in Abbildung 44 dargestellt. Entgegen der Erwartungen zu Versuchsbeginn, konnten in dem 3-jährigen Versuchszeitraum keine auffälligen Unterschiede in den Blattaufhellungen der Varianten erkannt werden. Dies entspricht auch der visuellen Einschätzung der Versuchsansteller im Feld.

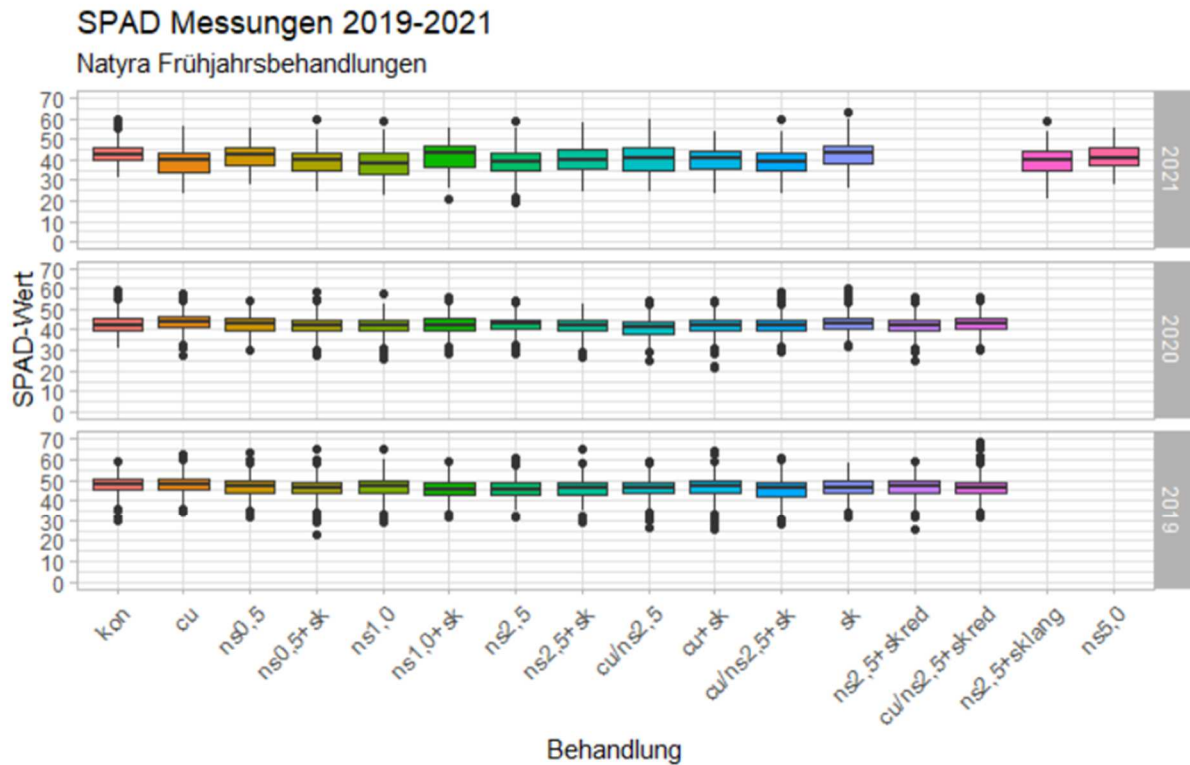


Abbildung 44: Ermittelte SPAD - Werte Frühjahrsbehandlungen 2019-2021

Ertrag

Zur Erfassung der Erntemengen erfolgte jährlich zu zwei Pflückzeitpunkten eine Einzelbaumernte an jeweils fünf Bäumen je Wiederholung. Dabei wurde die jeweilige Anzahl an Früchten sowie das Gesamtfruchtgewicht pro Baum erfasst. Wie in Abbildung 45 dargestellt, waren die Erträge über die Varianten und Jahre weitgehend stabil. Ein, im Vergleich zur Kontrolle etwas geringerer Ertrag wurde allerdings in den Varianten mit höchsten Schwefeleinträgen Netzschwefel 2,5 kg (29,9 kg) und Netzschwefel 2,5 in Kombination mit Schwefelkalk (29 kg) festgestellt. Jedoch erzielte die gänzlich schwefelfreie Kupfer Variante auch nur minimal höhere Erträge (32,3 kg), sodass ein klarer Zusammenhang zwischen Schwefelinput und Ertragsminderung nicht hergestellt werden kann. Die höchsten Erträge konnten in den Varianten Kupfer und Schwefelkalk (38,2 kg/a), Netzschwefel 1,0 kg und Schwefelkalk (36,5 kg), sowie in der fungizidfreien Kontrollvariante (35,1 kg) erzielt werden.

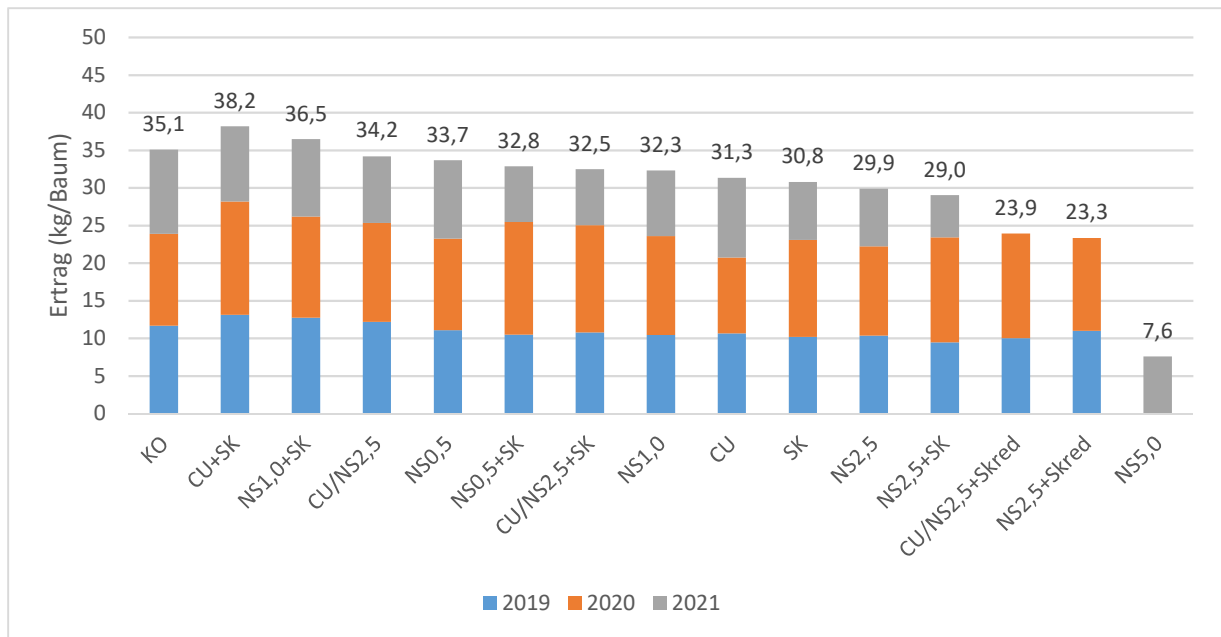


Abbildung 45: Kumulierte Erträge Frühjahrsbehandlungen 2019-2021

Blattschorf

Der Schorfbefall der Blätter wurde jeweils im August festgehalten. Dazu wurden je Variante 50 Langtriebe einzelblattweise bonitiert. In Abbildung 46 ist der Schorfbefall an Blättern in den Jahren 2019 und 2021 dargestellt. In 2020 waren alle Varianten schorffrei. Die geringen Anteile befallener Blätter in der unbehandelten Kontrollvariante von 5,6 % (2019) und 3,6 % (2021) unterstreichen die Robustheit der schorfwiderstandsfähigen Sorte 'Natyra'. Vor diesem Hintergrund wissen bis auf die Variante mit der geringsten Schwefelmenge in 2020 (NS 0,5), alle Varianten positive Wirkungsgrade im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle auf. Die besten Wirkungsgrade erzielten in beiden Jahren Varianten die - ergänzend zu einem Belagsmittel - mit Schwefelkalk im Keimungsfenster behandelt wurden. Dies unterstreicht sowohl die Bedeutung einer doppelten Behandlung schwerer Infektionen, sowie die Wichtigkeit von Behandlungen in laufende Infektionen zur Schorffregulierung.

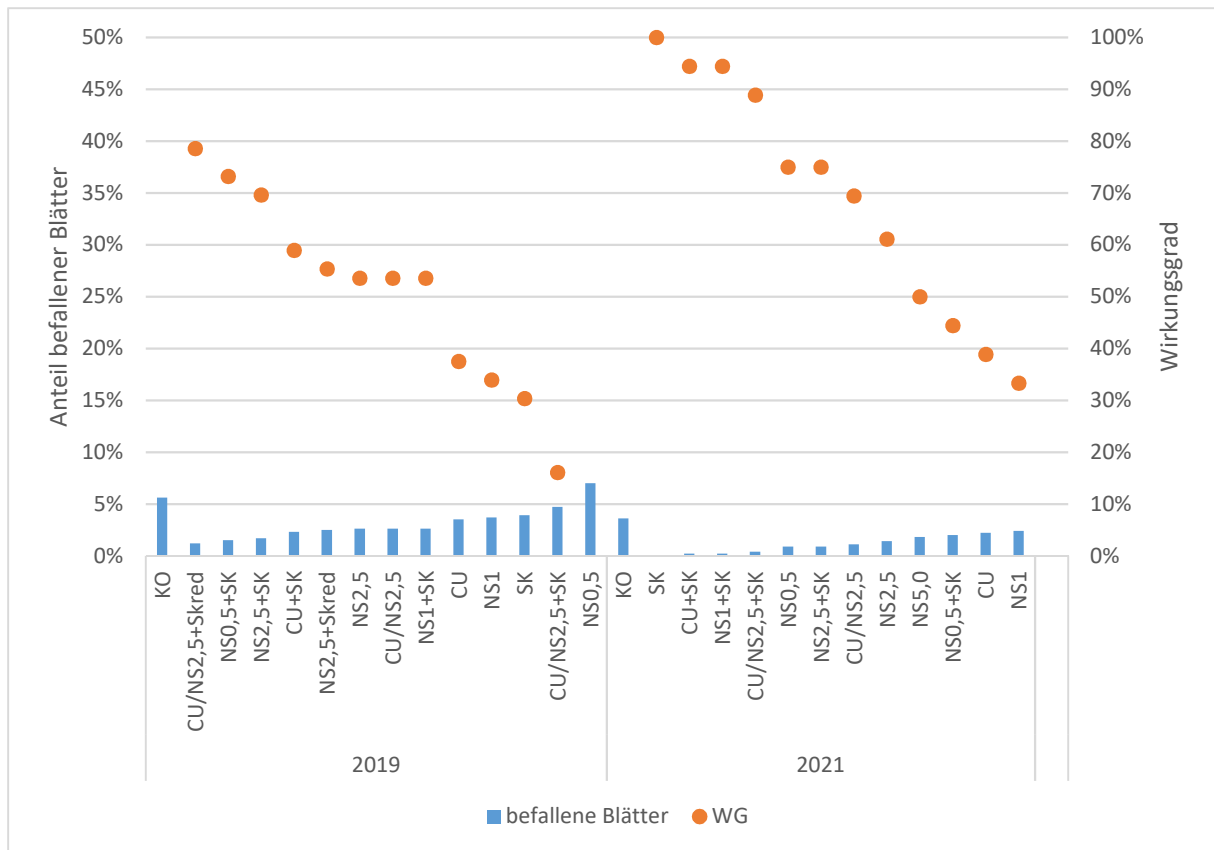


Abbildung 46: Blattscharfbefall der einzelnen Varianten in den Jahren 2019 und 2021, Frühjahrsbehandlungen

3.3.4.2 Pflanzenschutzmaßnahmen während der Sekundärsaison

Ziel dieses Versuches war die Evaluierung des Einflusses unterschiedlicher, im Zeitraum zwischen Triebabschluss und Ernte ausgebrachter Fungizide auf die Ertrags- und Blattqualität der Sorte 'Natyra'. Zusätzlich zu den schwefelhaltigen Vergleichsprodukten Netzschwefel und „Curatio“ wurden dabei alternative schwefelfreie Präparate sowie unterschiedliche Behandlungsintensitäten geprüft. Die Behandlungen in den insgesamt 9 Varianten erfolgten im Zeitraum zwischen Anfang Juli Ende August / Anfang September. In diesem Zeitraum erfolgen üblicherweise die relevanten Behandlungen zur Regulierung der Regenfleckenkrankheit sowie der Blattfallkrankheit *Marssonina coronaria*. Vor Beginn der Versuchsspritzungen erfolgte in allen Varianten einschließlich der Kontrolle ein einheitlicher, betriebsüblicher Pflanzenschutz, wobei auf die Verwendung von schwefelhaltigen Präparaten weitestgehend verzichtet wurde.

Der vierfach wiederholte Versuch wurde in einer ökologisch bewirtschafteten Versuchsanlage des KOB durchgeführt. Je Wiederholung standen 10 Versuchsbäume zur Verfügung. Verglichen wurden die Präparate „Cuprozin progress“, „Curatio“, Netzschwefel und „Kumar“ sowohl bei wöchentlicher Behandlung, als auch mit 14-tägigem Behandlungsintervall (Tabelle 22). Alle Behandlungen wurden mit einem Parzellensprühgerät und einer Gesamtaufwandmenge von 500 Litern/ha präventiv appliziert.

Tabelle 22: Varianten: Einflusses von Schwefel auf die Blattqualität der Sorte 'Natyra' in der Sekundärsaison

Variante		Aufwandmenge (kg bzw. l ha u. mKh)
0	Kontrolle (KO)	
1	Cuprozin progress wöchentlich (CU 7)	0,6
2	Cuprozin progress 14-tägig (CU 14)	0,5
3	Netzschwefel wöchentlich (NS 7)	2
4	Netzschwefel (NS 14)	2
5	Curatio wöchentlich (SK 7)	8
6	Curatio 14-tägig (SK 14)	8
7	Kumar wöchentlich (KAR 7)	2,5
8	Kumar 14-tägig (KAR 14)	2,5

Schwefeleintrag

Die Applikationen der Sommerbehandlungen fanden jährlich im Zeitraum Anfang Juli - Ende August/Anfang September statt. In Abbildung 47 sind die Schwefeleinträge der Jahre 2019-2021 abgebildet. Durch die gleiche Anzahl an Behandlungen (jeweils 10 bzw. 5) in 2019 und 2020, waren die Schwefeleinträge in beiden Jahren identisch. In diesen Versuchsjahren wurden im Versuchszeitraum Schwefelmengen zwischen 0 - 33 kg pro Hektar appliziert. In 2021 wurden die 14-tägig behandelten Varianten einmal weniger gespritzt, sodass hier der Schwefeleintrag entsprechend etwas geringer ausfiel.

Da die Behandlungen über den Sommer stattfanden (Juli-September) und der Zeitpunkt für die Blattanalysen auf Anfang/Mitte Juli festgesetzt ist, sind die Ergebnisse der Blattanalysen vor Beginn der Behandlungen hier nicht dargestellt.

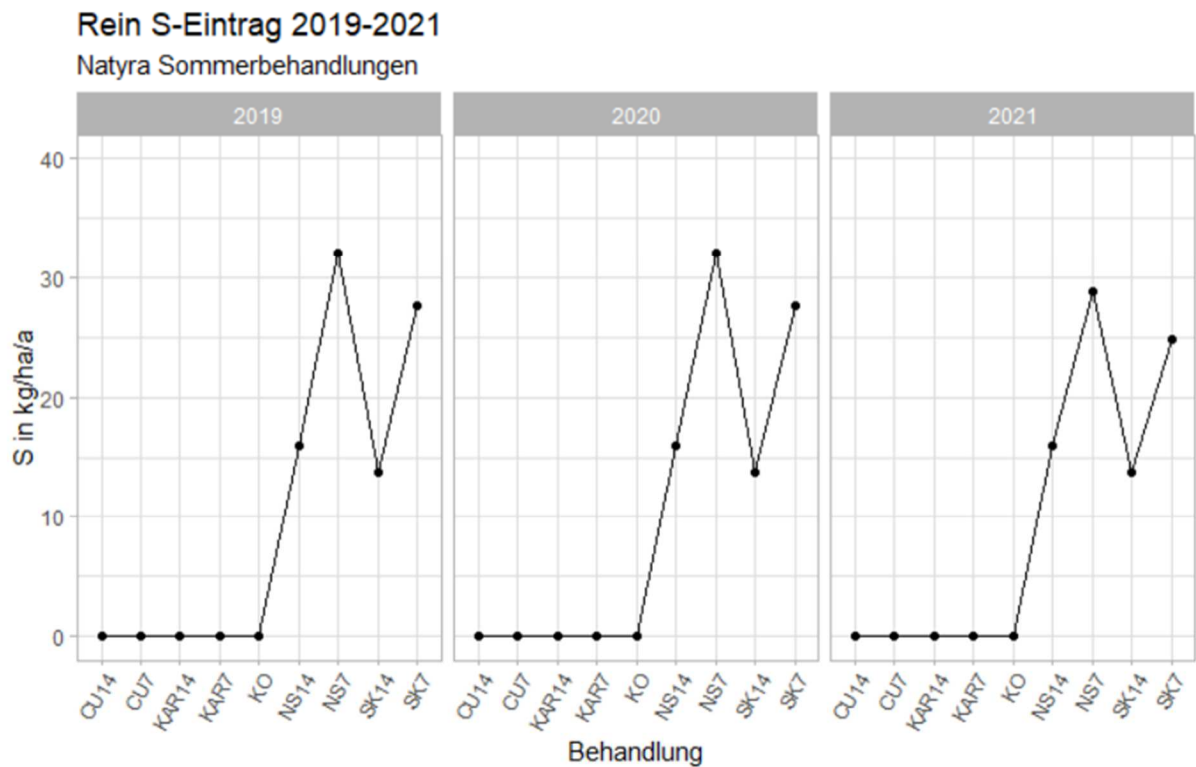


Abbildung 47: Applizierte Schwefelmenge in Kilogramm Hektar und Jahr während den Sommerbehandlungen

SPAD-Messungen

Die in Abbildung 48 dargestellten Ergebnisse der SPAD-Messungen flossen über 10.000 Einzelmessungen ein, die jährlich nach Beendigung der im Versuch inbegriffenen Pflanzenschutzbehandlungen Anfang/Mitte September durchgeführt wurden. Gemeinsam mit dem bereits vorgestellten Frühjahrsversuch wurden in der Summe mehr als 27000 Einzelmessungen durchgeführt. Die SPAD-Werte der Varianten waren innerhalb der Jahre auf einem einheitlichen Niveau. In 2019 waren die Werte insgesamt höher als in den nachfolgenden Jahren. Somit konnte über die gestaffelte Schwefelgabe der Sommerbehandlungen kein augenscheinlicher Zusammenhang zu reduzierten Chlorophyllgehalten der Blätter hergestellt werden.

SPAD Messungen 2019-2021

Natyra Sommerbehandlungen

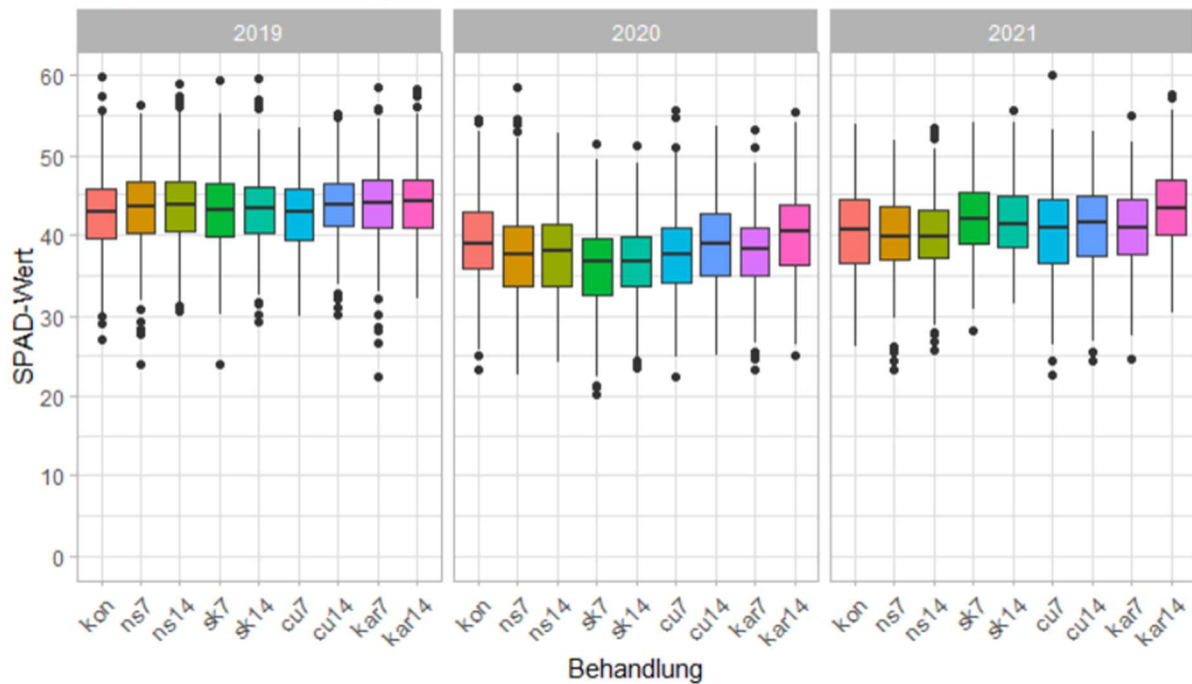


Abbildung 48: Ermittelte SPAD - Werte Sommerbehandlungen 2019-2021

Ertrag

Die Bäume wurden jährlich über mehrere Pflücken termingerecht beerntet und das Gewicht Einzelbaumweise festgehalten. Der höchste über den Versuchszeitraum summierte Ertrag wurde in der Variante wöchentliche Applikationen mit Cuprozin progress (Var. 1, CU7) verzeichnet (39,5 kg) (Abbildung 49). Diese Variante erzielte auch jeweils in den einzelnen Jahren den höchsten Ertrag. Davon abgesehen bewegten sich die anderen Varianten auf einem einheitlichen ähnlichen Niveau von einem aufsummierten Baumertrag von 29,4 kg bis 33,8 kg, sodass kein negativer Einfluss der durchgeführten Schwefelapplikationen auf den Ertrag ersichtlich ist.

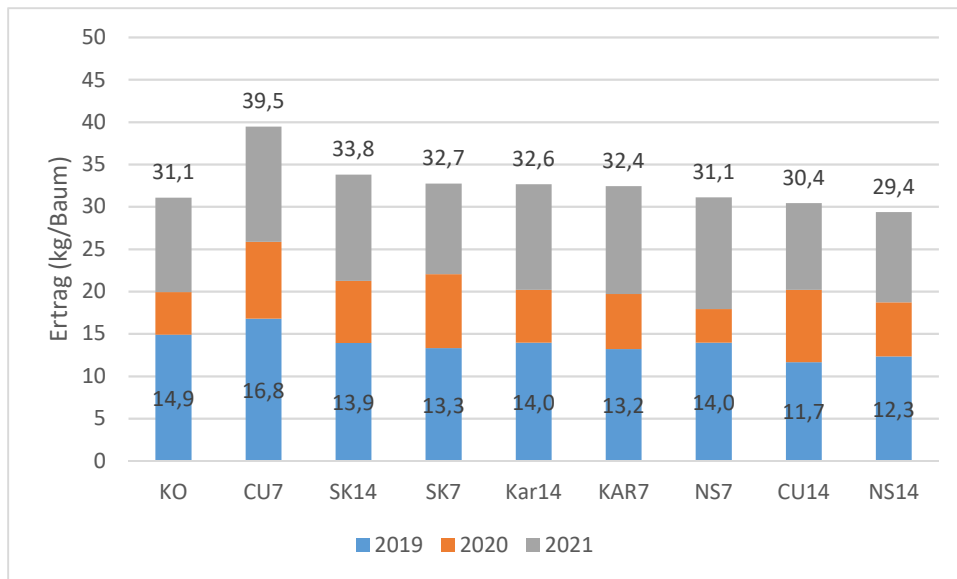


Abbildung 49: Kumulierte Erträge Sommerbehandlungen 2019-2021

Krankheiten

Marssonina coronaria

Der resultierende Befall durch *Marssonina coronaria* wurde jeweils im Oktober an allen Bäumen je Variante erhoben. Dabei wurde der Befall auf einer Boniturskala von 0 bis 9 visuell bewertet, wobei 1 = erste kleine Punkte auf den Blättern und 9 = Baum nahezu kahl bedeutet. Zur Auswertung wurde sowohl für Regenflecken als auch für *Marssonina coronaria* ein Schädigungsgrad berechnet, der die relative Schwere des Befalls als Prozentwert bezogen auf die maximal mögliche Schädigung ausdrückt.

Abbildung 50 zeigt den Befall anhand des Schädigungsgrades der Bäume. Die über den Sommer fungizidfreie Kontrollvariante wies in allen 3 Versuchsjahren den stärksten Schädigungsgrad auf. Die wöchentliche Applikation der Varianten Netzschwefel und Schwefelkalk führte zu den geringsten *Marssonina* Beeinträchtigungen. Kupfer zeigte in Summe eine geringere Wirkung, während das Produkt Kumar aus der Gruppe der Bikarbonate, die geringste Wirkung gegen den Erreger aufwies.

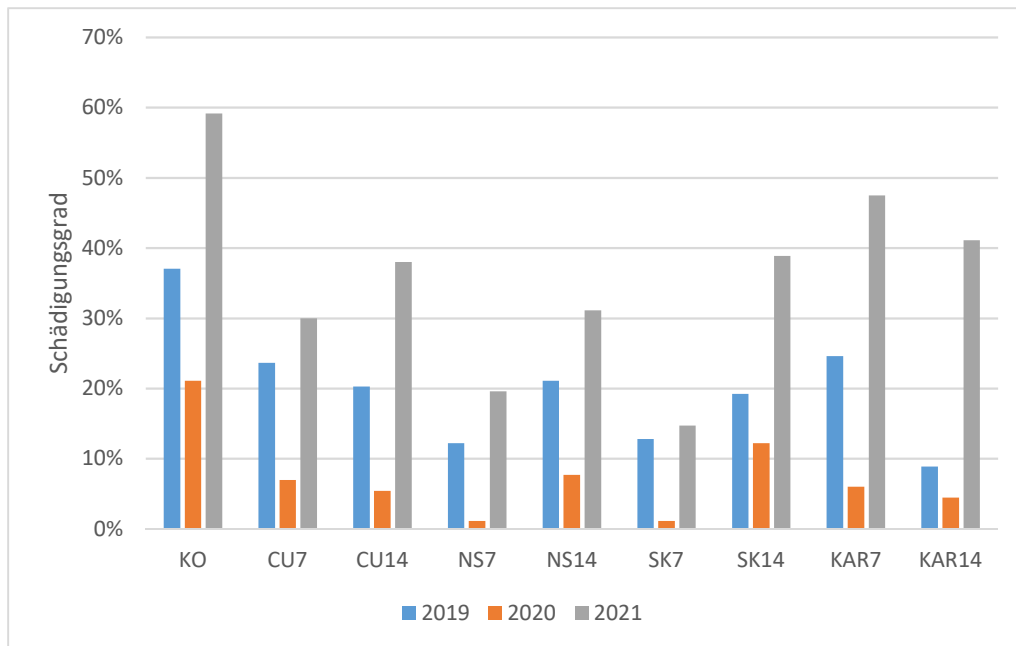


Abbildung 50: Schädigungsgrad P (%) mit *Marssonina coronaria* der Jahre 2019 - 2021

Regenfleckenkrankheit

Die Bonitur des Regenfleckenbefalls der Früchte fand jährlich zum Zeitpunkt der Ernte statt. Dazu wurden jährlich 600-1000 Früchte je Variante bonitiert. Die Befallsintensität wurde visuell auf einer Boniturskala von 0 bis 5 bewertet, wobei 0 als kein Befall, 1 = kleine Flecken, 2 = bis zu 10 %, 3 = 10 – 25 %, 4 = 25 – 50 % = mehr als 50 % der Fruchtoberfläche mit Regenflecken befallen, eingestuft wurde.

Über die Jahre zeigte sich die wöchentliche Applikation von Kumar als wirksamstes Mittel gegen Regenflecken gefolgt von der Variante wöchentlich Netzschwefel (). Darauf folgt die Variante Kumar 14-tägig, vor der großen Gruppe aller weiteren Versuchsvarianten, die allesamt unzureichende Wirkungsgrade erzielten. Unterm Strich wurde hier die gute Wirksamkeit von Kumar gegen Regenfleckenbefall, der bereits in einigen Mittelprüfungsversuchen herausgearbeitet wurde, bestätigt.

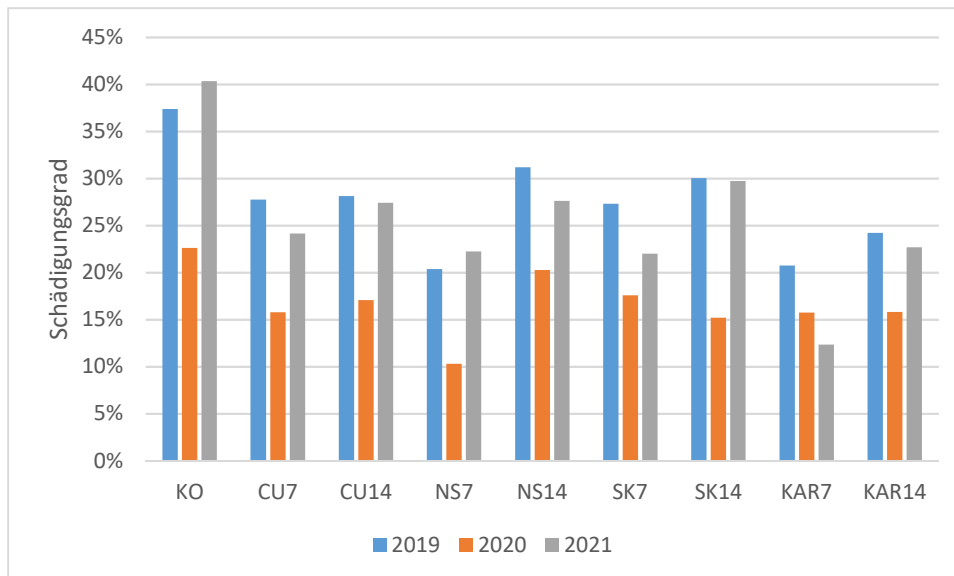


Abbildung 51: Schädigungsgrad P (%) mit Regenflecken der Jahre 2019 - 2021

3.3.4.3 Fazit

Die Behandlungen die ausschließlich im Frühjahr oder im Sommer mit den schwefelhaltigen Präparaten Netzschwefel und Curatio durchgeführt wurden, hatten keinen negativen Auswirkungen auf die Blattqualität und den Ertrag. Demnach kann die Verwendung von Netzschwefel und/oder Curatio zur Regulierung von Schorf in der Primärsaison als unbedenklich eingestuft werden. Hingegen führten die ganzjährige Applikation von Schwefelpräparaten in Verbindung mit hohen Gesamtschwefelmengen (> 60 kg) in mehreren Jahren zu deutlichen Blattaufhellungen und auch Ertragseinbußen. In einzelnen Versuchsjahren konnte auch ein negativer Einfluss hoher Gesamtschwefelmengen auf die Ausfärbung und die Fruchtgröße festgestellt werden.

Mit zunehmender heißer Witterung über die Sommermonate wäre noch der Zusammenhang zwischen Schwefelapplikationen bei warmen Temperaturen sowie der Einfluss von Schwefel in Kombination mit Kaliumhydrogencarbonat zu klären.

3.3.5 Freilandversuche zur Reduzierung von Lagerkrankheiten mit dem Fokus auf Gloeosporium - Fruchtfäule



Ziel dieses Versuches war es, neue Präparate sowie Kombinationen als Alternative zum Kupfer bei der Regulierung von Lagerkrankheiten zu testen. Neben dem schon im Anbau verbreiteten Produkt Myco-Sin wurden zwei Calciumdünger (Düngal Ca und Diaglutin Ca flüssig), die Hyperparasiten BPHSW1_19 und HSW5_20 sowie

HSW5_20F als formuliertes Produkt getestet. Außerdem wurden die Hefepilze 2H13 V10 und Blossom Protect sowie die Kombination aus Plantonic Bio mit Cocana untersucht.

Als zusätzliche Variante wurden weitere Äpfel aus der Kontrolle im Rahmen der Untersuchung zusammen mit Platten der Firma Ur-Natur gelagert, die dadurch eine bessere Haltbarkeit der Äpfel verspricht (Tabelle 23).

Um ein möglichst hohes Gloeosporiumpotential zu erhalten, wurde die Ernte zu einem späten Zeitpunkt durchgeführt. Für die Lagerbonituren wurden ganze Bäume geerntet und im Normallager bei einer Temperatur von 2°C gelagert. Die erste Bonitur fand Ende Januar statt und wurde vier Mal im Abstand von je einem Monat wiederholt.

Tabelle 23: Varianten, Aufwandmengen, Behandlungstermine 'Pinova'

Varianten	Aufwandmenge l/kg pro ha u. mKh	Beschreibung	Behandlungstermine Wochen vor der Ernte							
			8	7	6	5	4	3	2	1
1 Kontrolle	---	---	---							
2 Netzschwefel Stulln	0,5-1,5 kg	8 Beh., beginnend 8 Wochen vor der Ernte	x	x	x	x	x	x	x	x
3 Netzschwefel Stulln + Cuprozin progress	0,5-1,5 kg	Netzschwefel: 8 Behandlungen Cuprozin: 6 Behandlungen beginnend 8 Wochen vor der Ernte, WZ 14 Tage	x	x	x	x	x	x	x	x
	200-300 ml		x	x	x	x	x	x		
4 Myco-Sin	4,0 kg	8 Beh., beginnend 8 Wochen vor der Ernte	x	x	x	x	x	x	x	x
5 Netzschwefel Stulln + Blossom Protect + Myco-Sin	0,5-1,5 kg	letzten 5 Beh. vor der Ernte 1.-3. Beh. MycoSin				x	x	x	x	x
	+0,5 kg 4,0 kg		x	x	x					
6 Blossom Protect + Buffer Protect NT	0,5 kg 3,0 kg	8 Beh., beginnend 8 Wochen vor der Ernte	x	x	x	x	x	x	x	x
7 Hyperparasit BPHSW1_19	Portioniert für 10 l	8 Beh., beginnend 8 Wochen vor der Ernte	x	x	x	x	x	x	x	x
8 Hyperparasit HSW5_20	Portioniert für 10	8 Beh., beginnend 8 Wochen vor der Ernte	x	x	x	x	x	x	x	x
9 Hyperparasit HSW5_20F (formuliert)	Portioniert für 10	8 Beh., beginnend 8 Wochen vor der Ernte	x	x	x	x	x	x	x	x
10 Netzschwefel Stulln + 2H13 V10	0,5-1,5 kg 0,3 kg	8 Beh., beginnend 8 Wochen vor der Ernte	x	x	x	x	x	x	x	x
11 Plantonic Bio + Cocana	2,0 l	8 Beh., beginnend 8 Wochen vor der Ernte	x	x	x	x	x	x	x	x
	2,5 l									
12 Düngal Ca	5,0 l	8 Beh., beginnend 8 Wochen vor der Ernte	x	x	x	x	x	x	x	x
13 Diaglutin Ca flüssig	4,0 l	8 Beh., beginnend 8 Wochen vor der Ernte	x	x	x	x	x	x	x	x
14 Ur-Natur	---	Früchte aus der Kontrolle entnehmen und auf informierte Platten im Lager setzen	---							

Der Gloeosporiumbefall lag in der ersten Bonitur in der Kontrolle bei 6,82 % und stieg kontinuierlich an bis zur vierten Bonitur Ende April, bei der insgesamt 86,91 % der Früchte mit Gloeosporium befallen waren. Überwiegend konnte durch die eingesetzten Mittel keine positive Wirkung erzielt werden. Nur das Produkt Myco-Sin hatte einen durchweg positiven Wirkungsgrad. Hier waren am Ende des Boniturzeitraums Ende April 31,09 % der Früchte mit Gloeosporium befallen, dies entspricht einem Wirkungsgrad von 64,22%. Alle anderen Varianten konnten den Gloeosporiumbefall nicht senken (Abbildung 52).

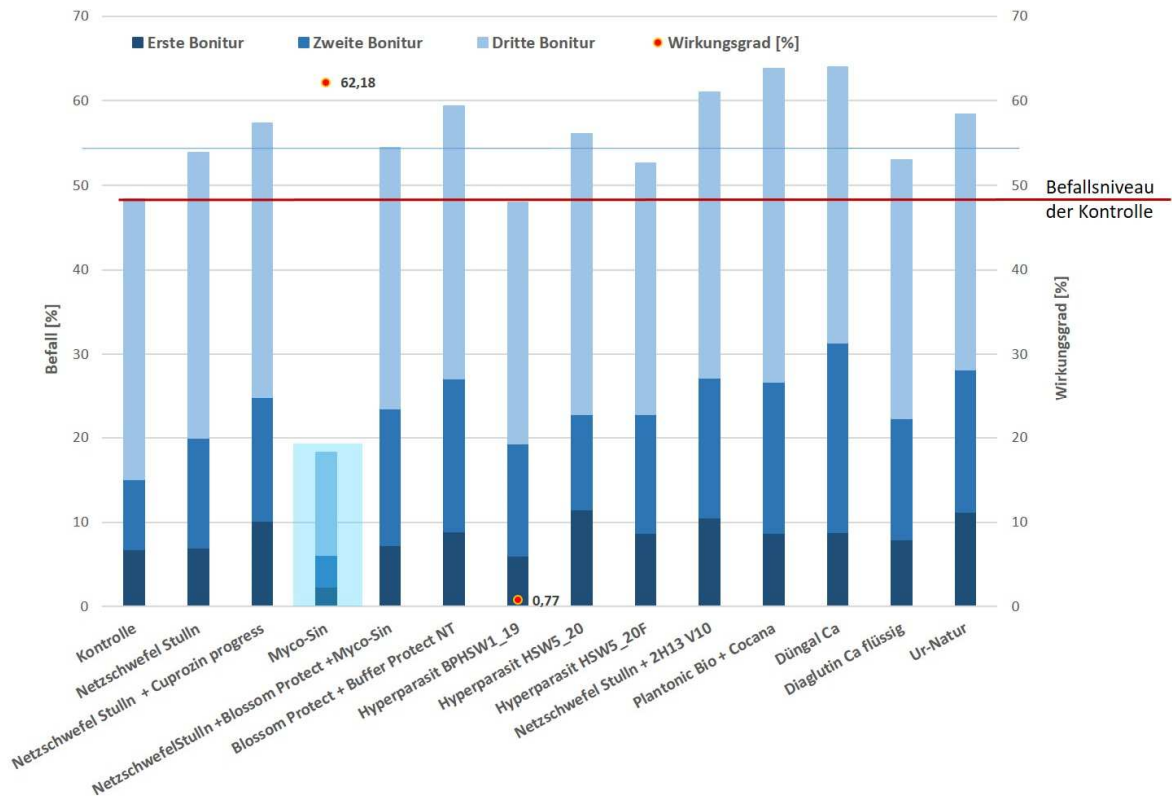


Abbildung 52: Gesamtergebnis der drei Gloeosporiumbonituren

Zur Wirkung der eingesetzten Präparate auf den Lagerschorfbefall kann keine Aussage getroffen werden, da kein Lagerschorf auftrat. Die Berostungsbonitur erbrachte keine Unterschiede zur unbehandelten Kontrolle. Um das Potenzial der eingesetzten Präparate besser einschätzen zu können, erfolgte die Lagerung in einem Normallager mit 2,0 bis 3,0°C. Hierdurch sollte das Auftreten der Fruchtfäuleerreger erhöht werden. Daher sollten bei der Betrachtung der gewonnenen Ergebnisse immer die gewollten nicht optimalen Lagerbedingungen berücksichtigt werden. Bei einer Lagerung unter ULO-Bedingungen würde sich der Befall reduzieren. Um das gutem Ergebnis von Myco-Sin zu erreichen, war es notwendig die acht Behandlungen vor der Ernte durchzuführen. Aus Vorgängerversuchen wurde hierzu eine deutliche Korrelation zwischen Wirkungsgrad und Anzahl der Applikationen ermittelt. Bei dem Einsatz von Myco-Sin muss die aktuelle Zulassungssituation beachtet werden, die nach Ablauf als Pflanzenschutzmittel noch nicht geklärt ist.

3.4 Überdachungssysteme



3.4.1 Einfluss unterschiedlicher Überdachungssysteme auf den resultierenden Befall mit unterschiedlichen Krankheiten an der Sorte ‚Topaz‘

Dieser Versuch wurde am KOB (Standort Bodensee) mit folgenden Vergleichsvarianten durchgeführt:

- 1: Kontrolle: einfaches Hagelschutznetz + praxisüblicher Pflanzenschutz
- 2: VOEN System A: Hagelschutznetz mit integriertem Foliengewebe „breit“ + weitestgehender Verzicht auf fungizide Behandlungen
- 3: VOEN System B: Hagelschutznetz mit integriertem Foliengewebe „schmal“ + weitestgehender Verzicht auf fungizide Behandlungen

In diesem Versuch wurden über die gesamte Projektlaufzeit Erhebungen zum Auftreten aller relevanten Krankheiten in den Versuchsvarianten mit und ohne Überdachung vorgenommen.

3.4.1.1 Versuchsaufbau

Die Versuchsanlage zum geschützten Apfelanbau unter Folienüberdachung wurde 2015 auf einer ökologisch bewirtschafteten Parzelle des Kompetenzzentrums Obstbau Bodensee erstellt. Für den Versuch diente eine ca. 0,7 ha große Anlage, die im Jahr 2013 mit der Sorte ‚Topaz‘ auf der Unterlage M9 im Pflanzabstand 3,50 m x 1,0 m aufgepflanzt wurde. In 2015 wurde über vier kompletten Reihen mit je 114 Bäumen ein Überdachungssystem der Firma VOEN mit mehreren Folienbahnen (Folie Breit) installiert. Mit einem fest mit dem Netz vernähten Folienssegment am First und drei zusätzlichen, beweglichen Folienslappen im unteren Segment maß die Folienbreite ca. 2,30 m vom First bis zur Traufe. Damit waren die Bäume auch bei seitlich einfallendem Regen vollständig vor Niederschlägen geschützt. Im Jahr 2017 wurde ein zusätzliches Überdachungssystem der Firma VOEN mit geringerer Anzahl an Folienbahnen (Folie Mittel) über vier zusätzlichen Reihen in den Versuch integriert. Diese Folie hatte ebenfalls ein fest mit dem Netz vernähtes Folienssegment im Firstbereich, jedoch nur zwei bewegliche Folienslappen und dadurch einen höheren Anteil an Hagelnetz im unteren Segment. Die Folienbreite dieser „Folie Mittel“ maß 1,70m und sollte durch den fehlenden Folienslappen mehr Licht im Baumbestand gewähren, bei gleichzeitig ausreichendem Schutz vor Niederschlägen. Beide Überdachungssysteme wurden jährlich bereits zum Knospenaufbruch geschlossen, um Infektionen durch Apfelschorf in diesem frühen Zeitraum zu verhindern. Nach Abschluss der Ernte wurden die Überdachungen analog zu den Hagelschutznetzen wieder geöffnet und für den Winter am Firstdraht verwahrt. Als Vergleich diente eine praxisübliche Variante unter Hagelschutznetz

(Kontrolle). Im Rahmen dieses Projektes erfolgten im Versuchszeitraum zwischen 2017 und 2020 vielfältige Erhebungen zum Auftreten unterschiedlicher pilzlicher Schaderreger sowie zu Ertrags- und Qualitätsparametern (Abbildung 53: System „Folie Breit“ mit 3 Folienbahnen Abbildung 53, Abbildung 54).



Abbildung 53: System „Folie Breit“ mit 3 Folienbahnen



Abbildung 54: System „Folie Mittel“ mit 2 Folienbahnen (rechts)

Unterschiede im Pflanzenschutzmanagement:

Die Regulierung pilzlicher Schaderreger durch ein weitestgehendes Trockenhalten von Blättern und Früchten stellt das Hauptziel bei der Verwendung von Überdachungssystemen dar. Dadurch sollen bei der Nutzung von Überdachungssystemen weitreichende Einsparungen bei der Anzahl an notwendigen Pflanzenschutzapplikationen ermöglicht werden. Während in der Kontrollvariante über den gesamten Versuchszeitraum ein praxisübliches Pflanzenschutzmanagement in Anlehnung an die Empfehlungen des Beratungsdienstes Ökologischer Obstbau erfolgte, wurde der Input an fungiziden Behandlungen in beiden Überdachungsvarianten deutlich reduziert. Die jährliche Reduktionsrate lag dabei im Vergleich zur Kontrollvariante unter Hagelschutznetz zwischen 87 % und 100 % (Tabelle 24).

Tabelle 24: Reduktion Fungizideinsatz unter Folienüberdachung

Jahr	Reduktion Fungizideinsatz unter Folienüberdachung (%)
2017	87%
2018	93%
2019	96%
2020	100%

Der im Versuchszeitraum eruierte Einfluss der geprüften Überdachungssysteme auf das Auftreten der für den Ökologischen Obstbau bedeutendsten Erreger Apfelschorf, Regenflecken und Lagerfäulen wird nachfolgend detailliert beschrieben. Unterschiede im Befall durch Apfelmehltau und Obstbaumkrebs konnten zwischen den Versuchsvarianten nicht festgestellt werden. Beide Krankheiten traten in keinem Versuchsjahr in relevantem Umfang auf.

3.4.1.2 Apfelschorf

Die Erfassung des Schorfbefalls an den Blättern erfolgte jährlich im August an jeweils 100 Langtrieben je Variante. Ein Langtrieb wurde dabei als „befallen“ bewertet, sobald ein Blatt mit Symptomen vorhanden war. Bei der Interpretation der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass die im Versuch verwendete Sorte ‘Topaz’ als schorfwiderstandsfähig einzustufen ist. Spätestens seit dem Jahre 2013 trat in der Bodenseeregion an der vf-resistenten Apfelsorte insbesondere in Jahren mit günstigen Infektionsbedingungen jedoch verbreitet Schorf auf. Die Befallsintensitäten waren dabei in der Regel deutlich geringer als an schorfanfälligen Apfelsorten wie z.B. ‘Elstar’ oder ‘Jonagold’. Die in Abbildung 55 dargestellten Ergebnisse belegen für die Kontrollvariante einen erhöhten Anteil befallener Langtriebe in zwei von vier Versuchsjahren. In den Jahren 2019 und 2020 mit regional erhöhtem Infektionsdruck resultierte das in dieser Variante praxisüblich durchgeführte Pflanzenschutzmanagement in einem Anteil von 40 % bzw. 10 % befallener Langtriebe. Dabei wiesen jeweils nur einzelne Blätter der Langtriebe Schorfläsionen auf, ein Befall an den Früchten konnte in keinem Versuchsjahr beobachtet werden. Im Vergleich zur Kontrollvariante lag der Anteil befallener Langtriebe in der Variante „Folie breit“ über den gesamten Versuchszeitraum zwischen 0 % und 1 %. Auch in Jahren mit erhöhtem Befallsdruck konnte mit diesem System damit eine nahezu vollständige Regulierung des Apfelschorfs bei weitestgehendem Verzicht auf fungiziden Pflanzenschutz erzielt werden. Die Vergleichsvariante „Folie schmal“ wies in den Jahren 2017-2019 ebenfalls nur einen sehr geringen Anteil befallener Triebe von maximal 1 % auf. Lediglich im letzten Versuchsjahr 2020 stieg der Befall auf ein mit der Kontrollvariante vergleichbares Niveau von 15 % befallener Triebe an. Dies lässt sich mit den über die Jahre entstandenen Beschädigungen der Folie Mittel erklären, in der sich vermehrt Risse über die vier Versuchsjahre gebildet hatten.

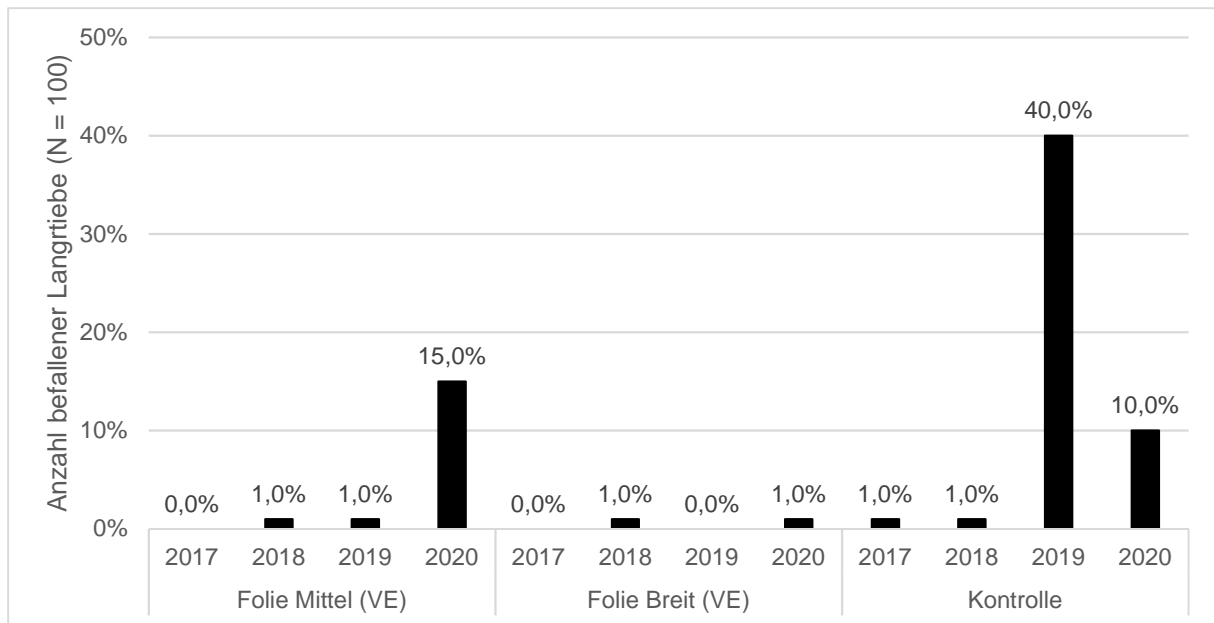


Abbildung 55: Anzahl mit Apfelschorf befallener Langtriebe in den Versuchsvarianten über die Jahre 2017-2020

3.4.1.3 Regenflecken

Der resultierende Befall durch Regenflecken wurde jährlich zur Ernte an insgesamt 550 Früchten je Variante ermittelt. Die Befallsintensität wurde dabei anhand einer 6-stufigen Skala bewertet, wodurch der jeweilige Anteil befallener Fruchtoberfläche in die Bewertung mit einbezogen wurde. In Abbildung 56 sind die Ergebnisse der Regenfleckenbonituren aller Varianten aus den Jahren 2017 - 2020 dargestellt. Mit Ausnahme des sehr trockenen Jahres 2018 konnte in der Kontrollvariante trotz des hier praxisüblichen Pflanzenschutzmanagements jährlich ein nennenswerter Anteil befallener Früchte eruiert werden. Die Befallsintensität lag dabei in der Regel auf moderatem Niveau, nur ein geringer Anteil der untersuchten Früchte zeigte eine nicht tolerierbare Befallsintensität. Im Vergleich dazu zeigten beide Überdachungsvarianten trotz weitestgehendem Verzicht auf fungizide Pflanzenschutzmaßnahmen in allen vier Versuchsjahren nur einen sehr geringen Anteil befallener Früchte. Zudem lag die Befallsintensität der befallenen Früchte in den überdachten Varianten durchweg auf einem sehr geringen und aus Sicht der Vermarktung tolerierbaren Niveau.

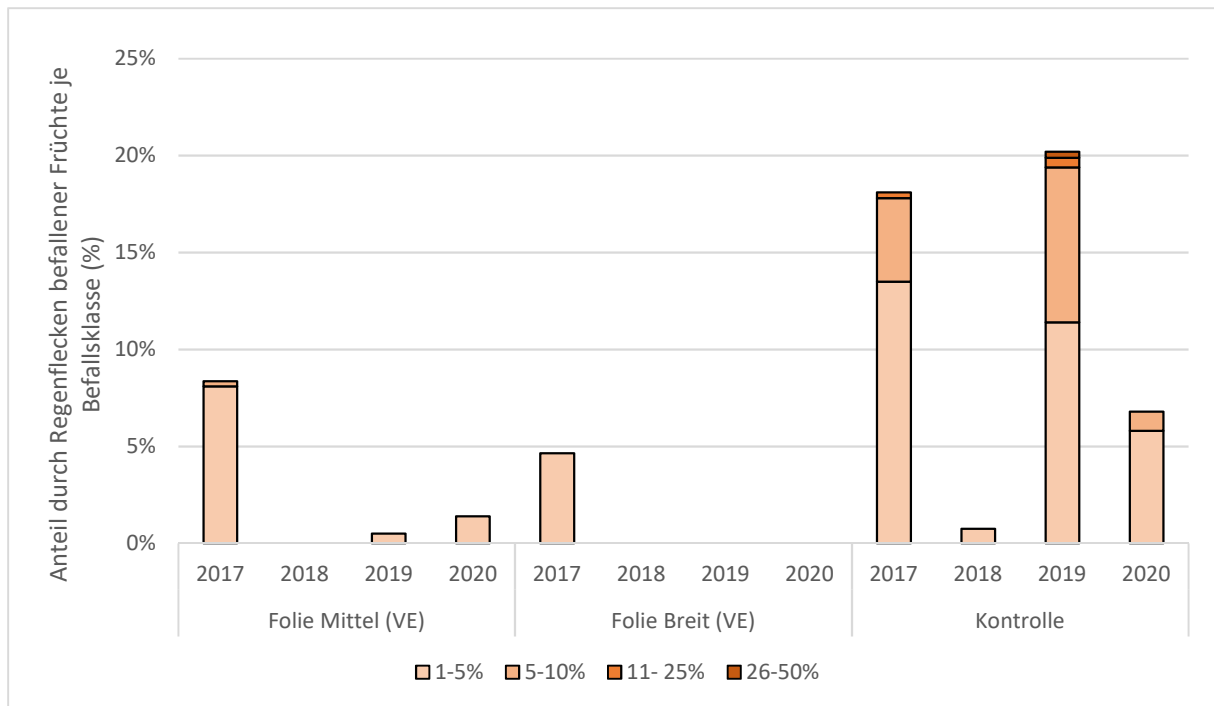


Abbildung 56: Anteil mit Regenflecken befallener Früchte in den Versuchsvarianten über die Jahre 2017-2020

3.4.1.4 Lagerfäulen

Direkt nach der Ernte wurden je Pflücktermin mindestens 550 Früchte in desinfizierten Plastikkisten für die Dauer von 5 Monaten im Kühllager bei 2°C gelagert. Der auftretende Befall durch Lagerfäulen wurde nach drei Monaten, sowie zusätzlich zur Auslagerung erfasst. Von den im Lager auftretenden Fäulniserregern kommt *Neofabraea* (vormals *Gloeosporium*) in der Bodenseeregion traditionell die mit Abstand größte Bedeutung zu. Bei der Erfassung der aufgetretenen Erreger wurden die unterschiedlichen *Neofabraea* - Typen nicht weiter untergliedert. Weitere Fäulniserreger wie *Botrytis*, *Fusarium*, *Nectria*, *Penicillium* etc. wurden aufgrund ihres geringen Auftretens unter der Kategorie „sonstige Fäulen“ zusammengefasst. Abbildung 57 zeigt den resultierenden Anteil befallener Früchte zur Auslagerung nach 5-monatiger Kühllagerung.

Erwartungsgemäß zeigte sich *Neofabraea* für den größten Anteil befallener Früchte verantwortlich, während die sonstigen Fäulniserreger jährlich nur in geringem Umfang auftraten. Insbesondere in den Jahren 2017 und 2019 lagen die durch Lagerfäulen bedingten Ausfallraten in der Kontrollvariante trotz der hier durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen mit 49 % und 42 % befallener Früchte auf einem sehr hohen, nicht tolerierbaren Niveau. Natürlich muss dabei berücksichtigt werden, dass dieses im Kühllager entstandene Befallsniveau durch eine moderne CA-Lagerung sicherlich deutlich hätte gesenkt werden können. Nichtsdestotrotz belegen diese Ergebnisse einen hohen Infektionsdruck am Versuchsstandort Bodensee und weisen darüber hinaus auf die zu geringen Wirkungssicherheiten durch die im ökologischen Anbau verfügbaren fungiziden Präparate hin. Vor diesem Hintergrund ist es umso bemerkenswerter, dass beide Überdachungsvarianten den Befall durch *Neofabraea* über den gesamten Versuchszeitraum nahezu vollständig unterbinden konnten. In der Gesamtbeurteilung aller pilzlichen Erreger zeigte sich bei den Lagerfäulen damit der größte wirtschaftliche Nutzen der geprüften Überdachungssysteme.

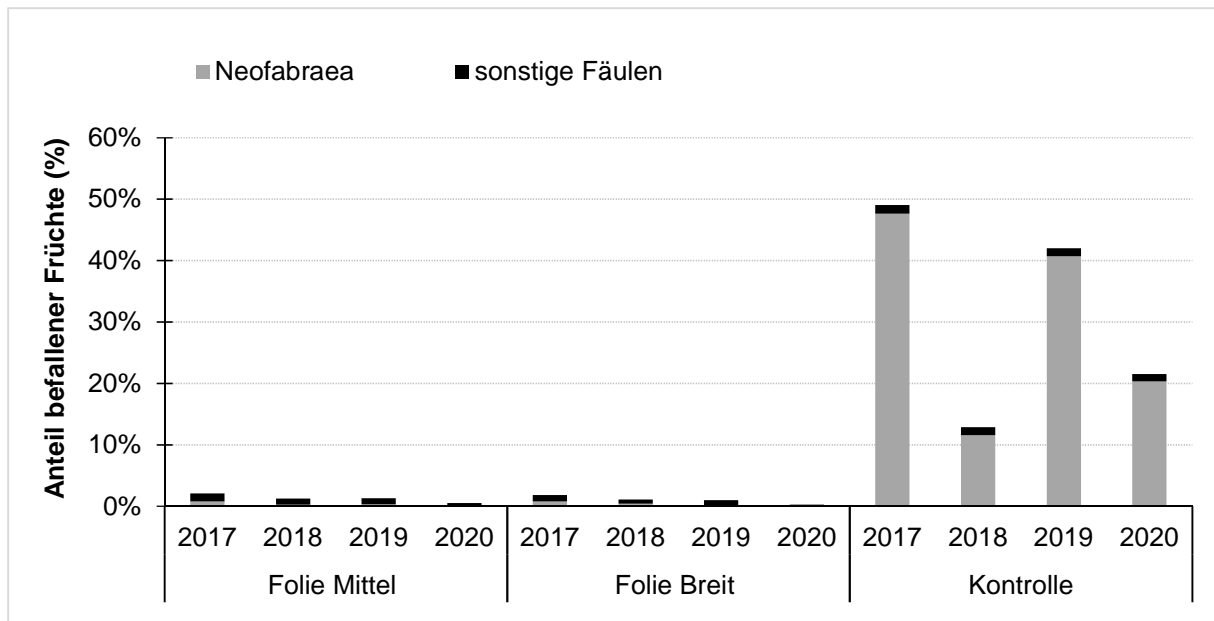


Abbildung 57: Anteil mit Lagerfäulen befallener Früchte in den Versuchsvarianten über die Jahre 2017-2020

3.4.1.5 Obstbaumspinnmilbe

Das Auftreten der Spinnmilben wurde jährlich vor Saisonbeginn durch eine Bonitur des Eibesatzes an 100 typischen Eiablagestellen am mehrjährigen Holz erfasst. Die vorhandene Anzahl an Eiern je Betrachtungspunkt wurde dabei in vier Klassen quantifiziert.

Mit Ausnahme des Jahres 2019 lag in beiden Überdachungsvarianten ein mit der Kontrollvariante vergleichbares und tolerierbares Niveau vor. Interessant ist in diesem Zusammenhang die parallele Entwicklung der Raubmilben als natürliche Gegenspieler der Spinnmilbe. Die Erfassung ihres Auftretens zeigt in beiden Überdachungsvarianten eine stetige Zunahme in den Versuchsjahren 2017 - 2020. Ab Versuchsbeginn in 2017 wurden hier bereits höhere Raubmilbendichten festgestellt als in der Kontrollvariante. Ab dem Jahr 2018 wurden mit 2,8 bzw. 2,9 Raubmilben je Blatt bereits deutlich höhere Werte erreicht als sie auf Praxisbetrieben üblich sind. Werte von > 4 Raubmilben je Blatt, wie sie ab 2019 erfasst wurden, kommen in der Praxis in der Regel nicht vor. Vermutlich haben die veränderten klimatischen Bedingungen sowie der weitestgehende Verzicht auf Pflanzenschutzmaßnahmen, insbesondere von Netzschwefel, das Auftreten der Raubmilben unter den Folienüberdachungen begünstigt (Abbildung 58).

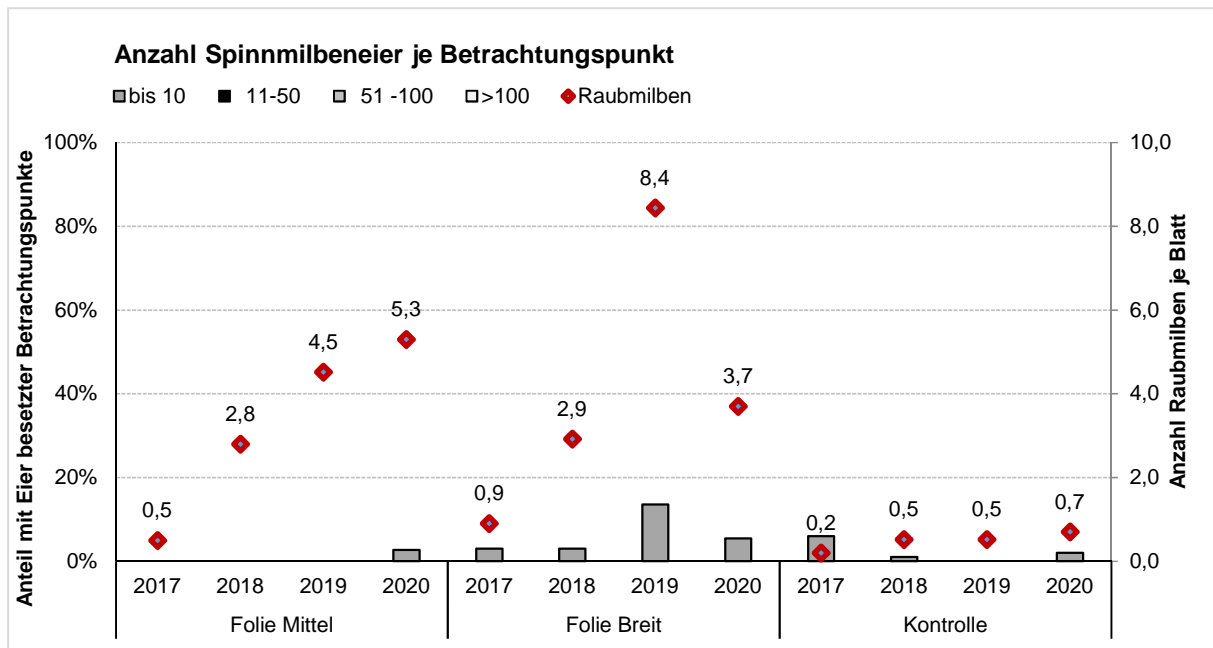


Abbildung 58: Besatz mit Spinnmilben und Raubmilben in den Versuchsvarianten über die Jahre 2017-2020

3.4.1.6 Blutlaus

Die Blutlaus stellt insbesondere im ökologischen Apfelanbau ein verbreitetes Problem dar, da derzeit kein wirksames Präparat zur Verfügung steht, wodurch für die Regulierung nur auf indirekte Maßnahmen wie das händische Abbürsten sowie auf eine gezielte Förderung von Nützlingen zurückgegriffen werden kann. Zudem zeigt sich die im Versuch verwendete Sorte 'Topaz' in der Praxis als besonders anfällig. Eine Zunahme des Blutlausbefalls unter den klimatisch günstigen Bedingungen der Überdachungssysteme konnte deshalb erwartet werden. Die Erfassung des Blutlausbefalls erfolgte jährlich an 220 Versuchsbäumen je Variante. Aus Abbildung 59 werden deutliche Unterschiede im Befall zwischen den Überdachungsvarianten und der Kontrollvariante ersichtlich. In beiden Überdachungsvarianten lag bereits in 2017 ein erhöhter Anteil durch Blutlaus befallener Bäume von ca. 40 % vor. Daraufhin erfolgten jährlich gezielte Maßnahmen zur Regulierung der Blutlaus in den Überdachungsvarianten. Ohrwürmer wurden gezielt eingebracht und Tagquartiere in Form von Bambusrohren und mit Holzwole gefüllter Tontöpfe wurden an jedem fünften Baum angebracht. Zusätzlich erfolgte jährlich ein mehrmaliges händisches Abbürsten der Befallsstellen sowie ein Anbringen von Leimringen im Frühjahr um die Aufwanderung über den Stamm in den Kronenbereich zu verhindern. Mit diesem Bündel an zeit- und kostenintensiven Maßnahmen konnte der Befall bis zum Versuchsende jedoch nicht auf ein tolerierbares Niveau gesenkt werden. Im Gegenteil, bis zu Versuchsende stieg der Anteil befallener Bäume in beiden Überdachungsvarianten auf 77 % bzw. 79 %. Abgesehen von einem leichten Befall von 2 % der untersuchten Versuchsbäume in 2018, trat in der mit Hagelnetz überdachten Kontrollvariante im gesamten Versuchszeitraum hingegen keinerlei Befall durch Blutläuse auf. Damit stellt die Blutlaus in unserem Versuch die größte und bislang nicht zufriedenstellend lösbare Hürde für die Verwendung von permanent geschlossenen Überdachungssystemen im Ökologischen Anbau dar.

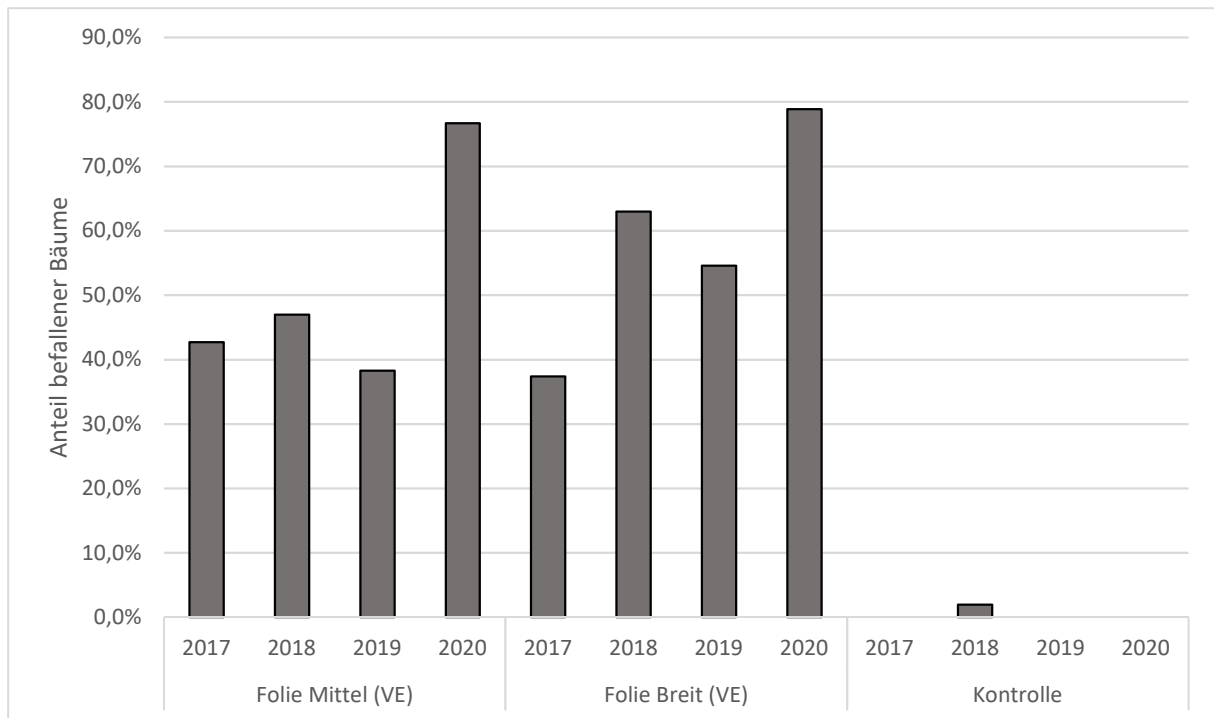


Abbildung 59. Anteil der mit Blutlaus befallenen Bäume in den Versuchsvarianten über die Jahre 2017 – 2020

3.4.1.7 Ertragsentwicklung

Der Ertrag pro Baum wurde jährlich an 20 einheitlichen Referenzbäumen je Variante erfasst. Bei den jährlichen zwei Pflückdurchgängen wurde die jeweilige Anzahl der Früchte gezählt und das Erntegewicht je Baum erfasst. Abbildung 60 zeigt die Ertragsentwicklung der Apfelbäume im Zeitraum 2017 bis 2020. Abgesehen von leichten, jährlichen Abweichungen erzielten alle Varianten über die Jahre hinweg weitestgehend vergleichbare Erträge. Relevante Unterschiede wurden hauptsächlich in 2017 festgestellt, als mehrere starke Frostereignisse während der Blütezeit zu hohen Ertragseinbußen in der nur mit Hagelnetz überdachten Kontrollvariante führten. In diesem Jahr zeigte sich ein Vorteil der Überdachungen: Mit rund 10 kg bzw. 8 kg pro Baum war der Ertrag bei den überdachten Varianten deutlich höher als der Ertrag von 2 kg in der Kontrolle. Die Überdachung begünstigte offenbar den Fruchtansatz unter Frostbedingungen. Obwohl in den überdachten Varianten ein höherer Prozentsatz frostbedingter Schäden auftrat als in der Kontrolle, wurde dennoch in Summe ein höherer Anteil an marktfähiger Ware in den Überdachungsvarianten erzielt.

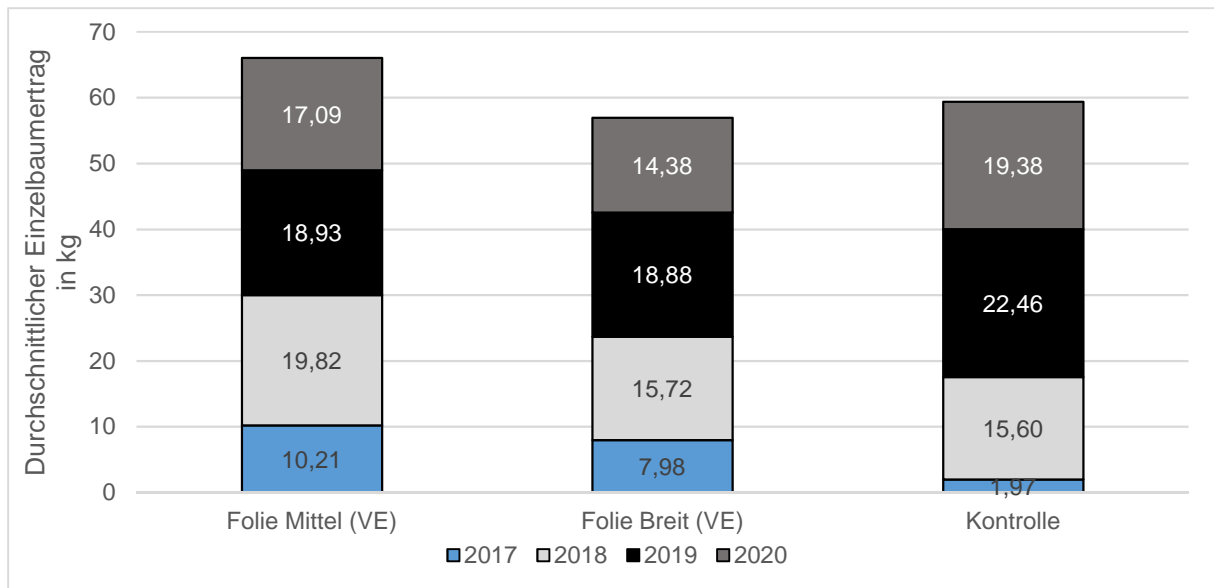


Abbildung 60: kumulierte Einzelbaumerträge (kg) in den Versuchsvarianten über die Jahre 2017-2020.

3.4.1.8 Fazit und Ausblick

Über den gesamten vierjährigen Versuchszeitraum konnte mit beiden Überdachungssystemen ein nahezu vollständiger Verzicht auf fungizide Pflanzenschutzmaßnahmen ohne negative Auswirkungen auf den Befall unterschiedlicher pilzlicher Krankheitserreger generiert werden. In allen Versuchsjahren konnte damit ein Befall durch die bedeutendsten Krankheiten Apfelschorf, Regenflecken und Lagerfäulen nahezu vollständig verhindert werden. Vergleichbare Regulierungserfolge konnten mit dem in der Kontrollvariante durchgeführten, praxisüblichen Pflanzenschutzmanagement insbesondere in Bezug auf die Regenfleckenkrankheit und die Lagerfäulen nicht erzielt werden. Die wirtschaftlich relevantesten Unterschiede zeigten sich bei der Regulierung der Lagerfäulen. Beide Systeme mit unterschiedlichen Folienbreiten führten in unserem Versuch zu vergleichbaren Ergebnissen. Eine Reduzierung der Folienbreite scheint somit möglich zu sein.

Die unter den Überdachungssystemen erwartete Zunahme durch saugenden Insekten konnte in unserem Versuch insbesondere für die Blutlaus bestätigt werden. Die deutliche Zunahme des Befalls durch Blutläuse in den Überdachungsvarianten konnte über den gesamten Versuchszeitraum trotz Ausschöpfung aller möglichen Maßnahmen nicht zufriedenstellend reguliert werden. Der durch die Blutlaus generierte Schaden an den Bäumen war dabei teilweise nicht mehr tolerierbar. Hinsichtlich des Ertragsverhaltens zeigten sich im Frostjahr 2017 tendenzielle Vorteile der Überdachung. Im Vergleich zur Hagelnetzvariante wiesen die Bäume unter den Überdachungssystemen geringere, frostbedingte Ertragseinbußen auf. Darüber hinaus zeigte sich in diesen Varianten in mehreren Jahren ein geringerer Anteil an Früchten mit Fruchtberostung. Dieser Effekt könnte sowohl auf die geänderten klimatischen Bedingungen als auch auf den weitgehenden Verzicht auf Fungizide unter den Überdachungssystemen zurückzuführen sein.

Neben der zu diskutierenden Verwendung von Plastik und der nicht ausreichenden Haltbarkeit von permanenten Folienüberdachungen stellt die Zunahme der Blutlaus den größten Hemmschuh bei der Verwendung von Folienüberdachungen im ökologischen Apfelanbau dar. Hinsichtlich der Folienhaltbarkeit und des Einflusses auf die Blutlaus könnte die Entwicklung von mobilen, nur temporär geschlossenen Systeme

möglicherweise einen Lösungsansatz bieten. Die in unserem Versuch an der Sorte 'Topaz' generierten Einsparraten an fungiziden Applikationen von > 90 % besitzen insbesondere vor dem aktuellen politischen Hintergrund und der zukünftig unklaren Situation bei der Verfügbarkeit zugelassener Pflanzenschutzmittel eine hohe Relevanz. Um dieses Einsparpotential näher zu konkretisieren wären weiterführende Versuche mit unterschiedlichen, schorfanfälligen Apfelsorten zielführend. Auch die mehrjährige Entwicklung des Apfelmehltaus müsste sortenspezifisch weiter abgeprüft werden. Neben den pflanzenbaulichen Aspekten muss dabei auch der Aspekt des erhöhten Plastikeinsatzes in die Gesamtbetrachtung mit einbezogen werden. Dabei spielt neben dem verwendeten Folienmaterial auch dessen Haltbarkeit und Recyclingfähigkeit eine entscheidende Rolle. Die in unserem Versuch verwendeten Folien wiesen trotz eines weitgehenden Verzichtes auf Netzschwefel lediglich eine Haltbarkeit von maximal vier Jahren auf. Dies muss sowohl aus wirtschaftlicher Betrachtung als auch aus Umweltgründen als nicht ausreichend bezeichnet werden. Hier sind seitens der Hersteller von Überdachungssystemen für den Obstbau zukünftig weitere Entwicklungen notwendig.

3.5 Phytosanitäre Maßnahmen



Hierzu zählen alle Maßnahmen, die das potentielle Ascosporenpotential in der Apfelanlage reduzieren. Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Schorfbekämpfung ist ein niedriges Ascosporenpotential im Frühjahr. Besonders in Jahren nach starkem Schorfbefall ist eine Reduzierung des Ascosporenpotentials sehr wichtig. Dies kann durch gezielte phytosanitäre Maßnahmen, wie z. B. Blattdüngung nach der Ernte im Herbst mit stickstoffhaltigen Düngern wie Vinasse, Häckseln des Falllaubes nach dem Blattfall erreicht werden. Alle diese Maßnahmen führen zu einer deutlichen Reduzierung des Ascosporenpotentials und somit zu einem geringeren Schorfdruck.

Weiterhin lassen sich die im Frühjahr noch vorhandenen Blätter mit einem Laubsauger aus der Obstanlage entfernen. Durch das Entfernen des Falllaubes mit dem Schorfinokulum, kann sich der Wirkungsgrad bei allen durchzuführenden Schorfbekämpfungen während der Vegetation erhöhen. Die nachfolgenden Versuche geben einen Überblick über die Wirksamkeit der durchgeführten phytosanitären Maßnahmen.

3.5.1 Einfluss unterschiedlicher Vinasse-Konzentrationen auf den Laubabbau und die Sporenbildung

3.5.1.1 Frühere Versuche zum Einfluss von Vinasse auf Laubabbau und Sporenbildung

Im Rahmen des BÖLN-Projektes „Inokulumreduktion des Schorfpilzes als Beitrag zur Kupferminimierung in der ökologischen Apfelproduktion“ wurden am KOB im Zeitraum

zwischen 2011 und 2016 vielfältige Versuche zur Evaluierung der laubabbaufördernden Wirkung von Vinasse durchgeführt. Neben der Prüfung unterschiedlicher Vinasse-Präparate in standardisierten Laubdepotversuchen erfolgten Großparzellenversuche auf mehreren Praxisbetrieben in der Region Bodensee. In allen Versuchen erfolgte eine einmalige Baumbehandlung mit Vinasse zum beginnenden Laubfall im Herbst mit praxisüblicher Applikationstechnik. Die Vinasse wurde jeweils mit einer Aufwandmenge von 250 Liter auf 750 Liter Wasser (25 % Konzentration) tropfnass appliziert. Für die Laubdepotversuche wurde einheitlich mit Schorf befallenes Laub unmittelbar nach der Behandlung im Feld entnommen und in definierter Menge zur Überwinterung bis zum nächsten Frühjahr in Laubdepots überführt. Neben der Wirkung auf den Laubabbau erfolgte die Auswertung der im Falllaub entwickelten Askosporen mittels Wasserbadmethode während der Hauptsporenreife im folgenden Frühjahr.

Sowohl in den Laubdepotversuchen als auch in den Großparzellenversuchen auf Praxisbetrieben konnte über mehrere Jahre eine laubabbaufördernde Wirkung der einmaligen Behandlung mit Vinasse festgestellt werden. In allen Betrieben zeigte sich in jedem Versuchsjahr eine deutlich geringere Restlaubmenge in der mit Vinasse (25 %) behandelten Variante. Die ermittelten Reduktionsraten erreichten dabei Werte zwischen 25 % und 99 %. In den Laubdepots zeigte sich ebenfalls über mehrere Jahre ein schnellerer und insgesamt stärkerer Laubabbau in den mit Vinasse (25 %) behandelten Laubdepots.

Neben der laubabbaufördernden Wirkung konnte über fünf Versuchsjahre auch eine zusätzliche Wirkung der Vinasse auf die Sporenbildung im Falllaub festgestellt werden. Bei der jährlich während der Primärschorfsaison mittels Wasserbadmethode durchgeführten Auszählung der Sporenmenge, zeigte sich im mit Vinasse (25 %) behandelten Laub jeweils eine deutlich geringere Anzahl an Sporen. Die auf definierter Menge an Falllaub ausgezählte Anzahl Ascosporen war in der mit Vinasse (25 %) behandelten Variante um 44 % - 83 % gegenüber der unbehandelten Kontrollvariante reduziert. Die Konstanz der über mehrere Jahre mittels unterschiedlicher Methodik generierten Ergebnisse belegt einen deutlichen Einfluss einer einmaligen Behandlung mit Vinasse (25 %) auf den Laubabbau sowie auf die Sporenbildung im Falllaub.

3.5.1.2 Versuche mit unterschiedlichen Vinasse-Konzentrationen

Aufgrund dieser vielversprechenden Ergebnisse sollte im Rahmen dieses Projektes in weiterführenden Versuchen untersucht werden, ob die gefundenen Effekte auch mit einer reduzierten Vinasse-Konzentration erreicht werden können. Zur Klärung dieser Fragestellung erfolgten am Standort Bodensee seitens des KOBs in den Jahren 2017 - 2019 weiterführende Versuche mit den Vinasse-Konzentrationen 25 % und 12,5 % sowohl in Form von Laubdepotversuchen als auch in Form eines Großparzellenversuches auf einem Praxisbetrieb.

Wie bereits in den Vorjahren erfolgte auch in diesen Versuchen jeweils nur eine einmalige Behandlung mit Vinasse zum beginnenden Laubfall. Um unterschiedliche Vinasse-Aufwandmengen in einer randomisierten Versuchsanstellung mit einheitlichen Bedingungen testen zu können, wurden am KOB in den Jahren 2017 -2019 Laubdepot-Versuche angelegt. Damit sollte der Einfluss unterschiedlicher Vinasse-Konzentrationen auf den Laubabbau als auch auf die Sporenbildung untersucht werden. Die Behandlungen erfolgten jeweils im Spätjahr zu beginnendem Blattfall in einer ökologisch bewirtschafteten Anlage an der Sorte 'Jonagored' mit jährlich einheitlich hohem Spätschorfbefall. Dabei wurde das Vinasse-Produkt „Team-F-Vinasse“ mit Hilfe einer Tunnelspritze 12,5 % bzw. 25 %ig bei einer Gesamtaufwandmenge von 500 l/ha und

Meter Kronenhöhe tropfnass appliziert. Die Kontrollbäume verblieben unbehandelt. Durch die tropfnasse Behandlung war eine beidseitige Benetzung der Blätter gegeben. Je Variante wurden einheitlich stark mit Schorf befallene Blätter entnommen. Nach 24stündiger Lufttrocknung wurden jeweils 150 g Frischsubstanz abgewogen und zur Überwinterung im Freiland unter Gitterkäfigen mit definierter Grundfläche ausgelegt. Dabei wurde jede Variante dreifach wiederholt (Abb.xxxx1).

Zur Erfassung des Laubabbaus wurden die Laubdepots direkt auf dem Boden ausgelegt, um einen praxisgetreuen Abbau sowie Regenwurmaktivität zu ermöglichen. Um Geschwindigkeit und Stärke des Laubabbaus fortlaufend zu ermitteln, wurde im Zeitraum zwischen Blattfall im November und dem Beginn der Ascosporenreife im darauffolgenden Frühjahr die jeweilige Laubmenge in den Depots regelmäßig visuell erfasst. Zu Ende des Versuchszeitraumes erfolgte ein Rückwiegen der verbliebenen Laubmasse.

Zur Ermittlung der Sporenreife im Laub wurden analog dazu Laubdepots auf Bändchengewebe ausgelegt, um einen Abbau durch Regenwürmer zu verhindern. Auf das Bändchengewebe wurde eine Schicht Erde aufgetragen, um den Blättern Bodenkontakt zu gewährleisten (Abbildung 61). Probenahmen und Auswertungen mittels Wasserbadmethode nach Kollar erfolgten in 2017 an drei sowie in 2019 an vier ausgewählten Terminen während der Hauptsporenreife. Dazu wurde zunächst ein Gramm Blattmasse in 50 ml destilliertem Wasser eingeweicht, anschließend wurden die reifen Ascosporen durch gezieltes Schütteln ausgeschleudert und unter dem Binokular gezählt. Durch Betrachtung einer definierten Menge der erhaltenen Flüssigkeit lässt sich anschließend die Anzahl an Sporen je Gramm Laubmasse errechnen.



Abbildung 61: Laubdepots im Herbst 2019. Zur Verhinderung des Abbaus für die Ermittlung der Sporenreife mit Bändchengewebe sowie zur Erfassung des natürlichen Laubabbaus direkt auf dem Erdreich.

Einfluss unterschiedlicher Vinasse-Konzentrationen auf den Laubabbau - Laubdepotversuche

In der Saison 2017/18 trat ein nennenswerter Laubabbau erst ab Mitte Januar ein. In den folgenden Wochen reduzierte sich das Laub in beiden Vinasse-Varianten deutlich schneller als in der Kontrollvariante, was in beiden Varianten bis Mitte März in einer deutlich geringeren Restlaubmenge als in der Kontrollvariante resultierte. Ein vergleichbares Ergebnis konnte auch in der Saison 2018/19 erzielt werden. Wiederum führten beide Vinasse-Konzentrationen ab Anfang Januar zu einem deutlich schnelleren und insgesamt stärkeren Laubabbau als in der Kontrollvariante. Folglich konnte in allen drei Versuchsjahren mit beiden Vinasse-Konzentrationen eine Laubabbau-fördernde Wirkung auf vergleichbarem Niveau festgestellt werden (Abbildung 62)..

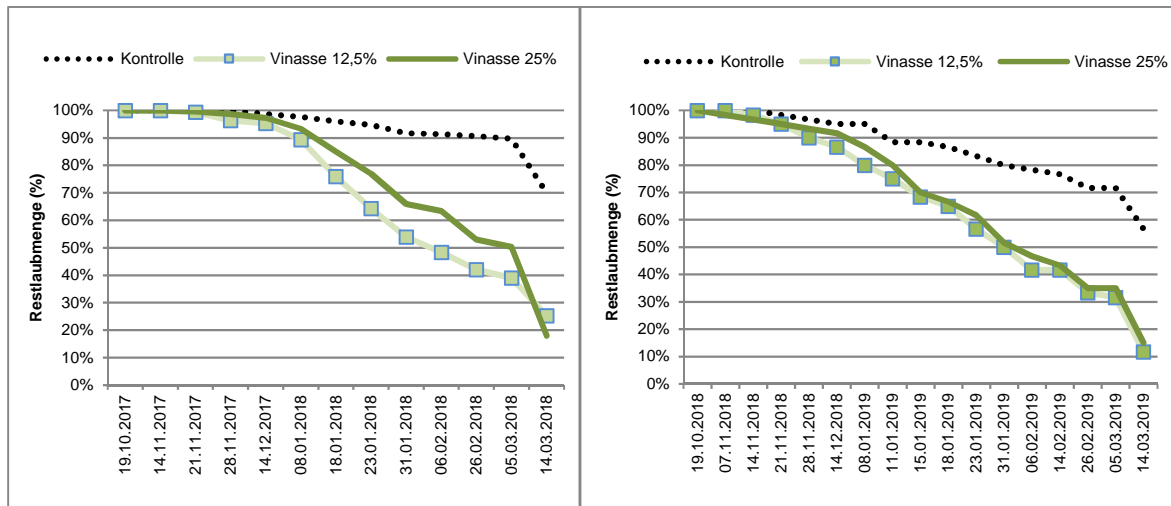


Abbildung 62: Laubbau in den Laubdepots mit unterschiedlichen Vinasse-Konzentrationen sowie in der unbehandelten Kontrollvariante über mehrere Jahre.

Einfluss unterschiedlicher Vinasse-Konzentrationen auf die Sporenbildung - Laubdepotversuche

Nach Überwinterung der Blätter in Laubdepots im Freiland erfolgte im Frühjahr 2017 an insgesamt drei Terminen sowie in 2019 an vier Terminen während der Hauptsporenreife die Ausschleuderung und Auszählung der herangereiften Sporen mittels Wasserbadmethode nach Kollar. Zu allen Auswertungsterminen in den Jahren 2017 und 2019 wiesen beide Vinasse-Varianten eine deutlich reduzierte Anzahl an Ascosporen im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante auf. Dabei konnten Reduktionsraten zwischen 15% - 96% ermittelt werden. Beide Vinasse-Konzentrationen zeigten damit einen deutlichen Einfluss auf die Sporenbildung im Falllaub. Anders als beim Laubbau zeigten sich hierbei jedoch Unterschiede im Wirkungsgrad zwischen den geprüften Vinasse-Konzentrationen. Mit Ausnahme des Termins am 25.04.2019 wies die Variante mit 25 %iger Konzentration zu allen Zeitpunkten eine geringere Anzahl an Sporen auf, als die Variante mit reduzierter Vinasse-Konzentration. Die Halbierung der Vinasse-Konzentration von 25 % auf 12,5 % resultierte somit in einem Wirkungsverlust. Nichts desto trotz konnte die Sporenanzahl auch mit der reduzierten Konzentration von 12,5 % mit einer einmaligen Applikation zum Laubfall im Herbst deutlich reduziert und damit beachtliche Wirkungsgrade zwischen 15 % und 83 % erzielt werden (Abbildung 63).

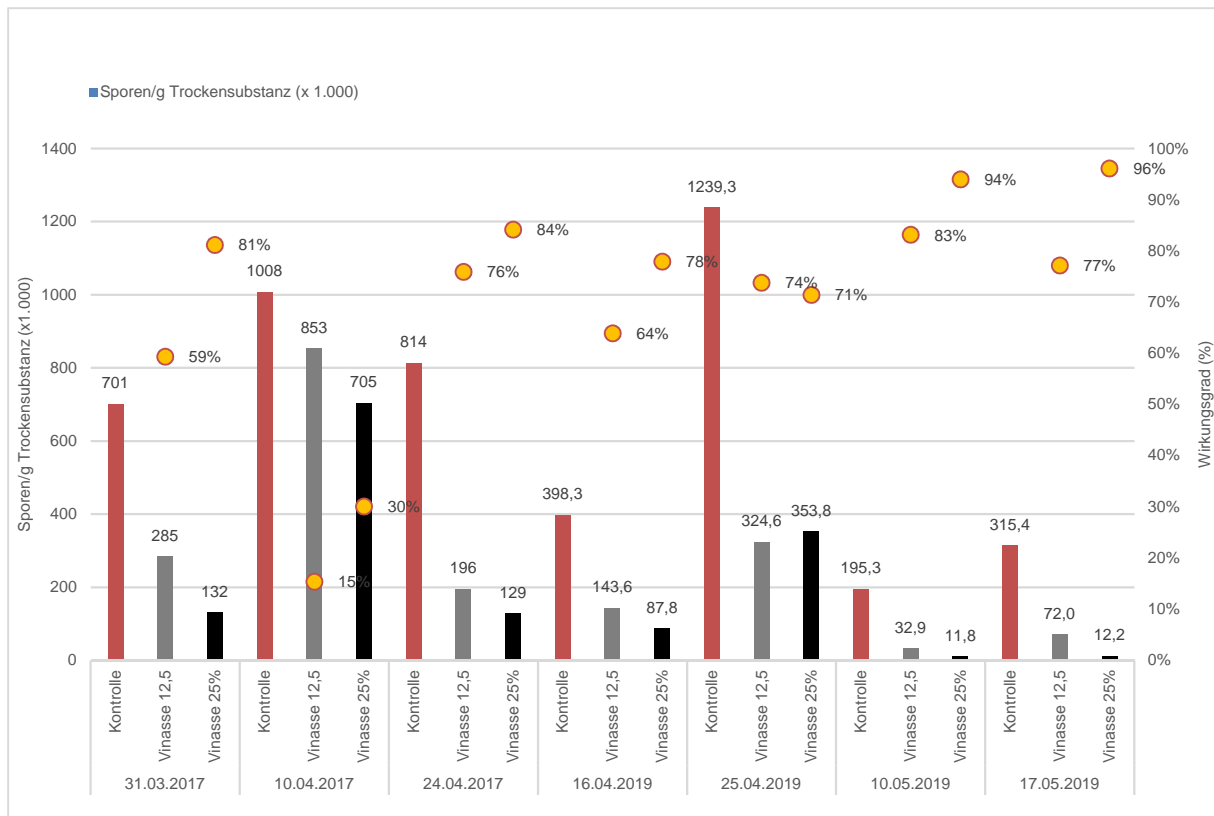


Abbildung 63: Mittels Wasserbad-Methode zu unterschiedlichen Zeitpunkten ermittelte Anzahl an Ascosporen (Sporen je Gramm Laubmasse x 1.000) in den Laubdepot-Varianten mit unterschiedlicher Vinasse-Konzentration sowie in der unbehandelten Kontrollvariante in den Jahren 2017 und 2019.

Praxisversuch

In den Jahren 2018 und 2019 wurden beide Vinasse-Konzentrationen im Vergleich zu einer Kontrollvariante in einem zusätzlichen Großparzellenversuch geprüft. Der Versuch wurde auf einem ökologisch wirtschaftenden Betrieb in einer zwei Hektar großen und im Vorjahr einheitlich mit Schorf befallenen Anlage an der Sorte 'Jonagold' durchgeführt. Das Vinasseprodukt „Team F - Vinasse“ wurde jährlich zu beginnendem Blattfall im Herbst als Baumbehandlung 25 %ig bzw. 12,5 %ig bei einem Gesamtbrüheaufwand von 1000 Liter je Hektar mit der betriebsüblichen Applikationstechnik ausgebracht. Ein ca. 0,5 ha großer Teil der Versuchsanlage verblieb als Kontrollvariante ohne sanitäre Maßnahmen. In allen Versuchsvarianten erfolgte in der Saison ein einheitlicher und praxisüblicher Pflanzenschutz gemäß den Richtlinien der ökologischen Produktion. Zu Beginn der Primärsaison im März wurde die verbliebene Restlaubmenge in den Versuchsvarianten mittels Rasterrahmen an 12 randomisiert verteilten Stellen je Variante erfasst. Dabei wurden alle Blätter und Blattreste im Bereich zwischen Mitte Baumstreifen und Mitte Fahrgasse entnommen, für 24 Stunden luftgetrocknet und anschließend gewogen.

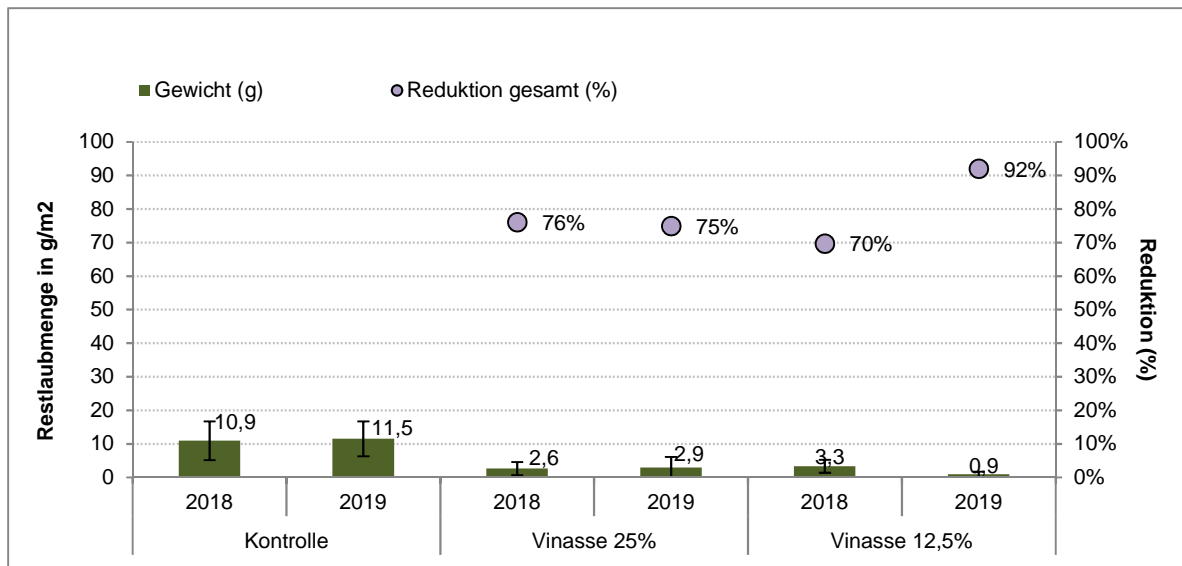


Abbildung 64: verbliebene Restlaubmengen (g/m^2) zu Beginn der Primärsaison in den Varianten mit unterschiedlicher Vinasse-Konzentration sowie in der unbehandelten Kontrollvariante.

Die in Abbildung 64 dargestellten Ergebnisse aus einem Praxisversuch in der Region Bodensee in den Jahren 2018 und 2019 bestätigen die in den Laubdeposits ermittelte, fördernde Wirkung beider Vinasse-Konzentrationen auf den Laubabbau. Sowohl mit der 25 %igen Konzentration als auch mit der reduzierten Konzentration von 12,5 % konnte im Vergleich zur Kontrollvariante eine deutlich geringere Restlaubmenge zu Beginn der Primärsaison ermittelt werden. Mit Ausnahme des sehr guten Wirkungsgrades von 92 % in der Variante mit reduzierter Konzentration im Jahr 2019 waren die ermittelten Reduktionsraten beider Varianten mit Werten zwischen 70 % - 76 % vergleichbar.

Zur Evaluierung des Einflusses der Laubreduktion auf den resultierenden Schorfbefall erfolgte Mitte Juli in allen Varianten eine Erfassung des Anteils befallener Blätter an 50 Langtrieben je Variante.

Wie aus Abbildung 65 ersichtlich, resultierte die geringere Restlaubmenge beider Vinasse-Varianten in beiden Versuchsjahren auch in einer Reduktion des Anteils durch Schorf befallener Blätter. Mit einer einmaligen Behandlung mit Vinasse zum Laubfall konnten über beide Varianten hinweg Wirkungsgrade zwischen 20,5 % und 43,8 % erzielt werden. Ein klarer Wirkungsverlust durch die Reduktion der Vinasse-Konzentration von 25 % auf 12,5 % konnte dabei nicht festgestellt werden.

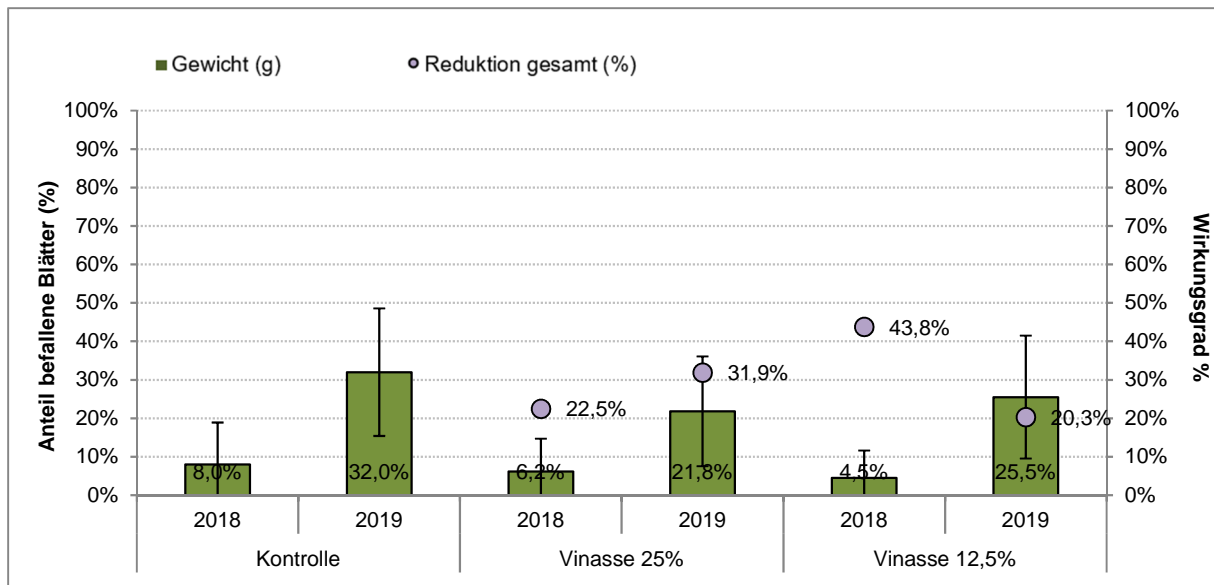


Abbildung 65: Resultierender Schorfbefall (Anteil befallener Blätter %) in den Varianten mit unterschiedlicher Vinasse-Konzentration sowie in der unbehandelten Kontrollvariante. Praxisversuch in der Region Bodensee in den Jahren 2018 und 2019

3.5.1.3 Fazit:

Die Konstanz der im mehrjährigen Versuchszeitraum am Standort Bodensee erzielten Ergebnisse lässt hinsichtlich des Einflusses von Vinasse auf den Laubbau sowie auf die Sporenbildung im Falllaub konkrete Schlussfolgerungen zu. Eine einmalige Behandlung mit Vinasse zum Zeitpunkt des beginnenden Blattfalls im November zeigte in unseren Versuchen wiederholt einen positiven Einfluss auf den Laubbau. Dieser erfolgt durch die Vinasse-Behandlung i.d.R. schneller und insgesamt stärker, was sich insbesondere in Jahren mit ungünstigen Bedingungen für den Laubbau vorteilhaft auswirken kann. Hinsichtlich der laubbaufördernden Wirkung konnten durch die Reduktion der Vinasse-Konzentration von 25 % auf 12,5 % sowohl in den Laubdepot-Versuchen als auch im Großparzellenversuch auf einem Praxisbetrieb keine Wirkungsverluste festgestellt werden. Im Großparzellenversuch resultierten die geringeren Restlaubmengen in beiden Vinasse-Varianten auch in einem im Vergleich zur Kontrollvariante reduzierten Blattschorfbefall. Auch hierbei konnten keine Wirkungsverluste durch die Reduktion der Vinasse-Konzentration von 25 % auf 12,5 % festgestellt werden. Zusätzlich zur laubbaufördernden Wirkung konnte durch die Applikation von Vinasse ein hemmender Einfluss auf die Sporenbildung im Falllaub festgestellt werden. In allen Laubdepot-Versuchen zeigte sich infolge einer Vinasse-Behandlung zum beginnenden Laubfall eine gegenüber der Kontrollvariante deutlich reduzierte Sporenmenge im Falllaub. Anders als beim Laubbau zeigten sich hierbei jedoch Unterschiede im Wirkungsgrad zwischen den geprüften Vinasse-Konzentrationen. An sechs von sieben Auswertungsterminen wies die 25 %ige Konzentration dabei höhere Wirkungsgrade auf, als die auf 12,5 % reduzierte Konzentration. Auch wenn die Reduktion der Vinasse-Konzentration auf 12,5 % bei der Wirkung auf die Sporenbildung mit Wirkungsverlusten verbunden war, konnte die Sporenmenge auch mit der reduzierten Konzentration gegenüber der Kontrollvariante deutlich reduziert und damit beachtliche Wirkungsgrade zwischen 15 % und 83 % erzielt werden.

3.5.2 Vorbeugende Maßnahmen - Förderung des Falllaub-Abbaus

Die vorbeugenden Maßnahmen zum beschleunigten Falllaubabbau erfolgten mit dem Ziel, eine möglichst wirkungsvolle Reduzierung des Ascosporenpotentials zum Vegetationsbeginn zu erzielen.

3.5.2.1 Versuchsaufbau

Erprobt wurde die Behandlung der im Herbst abgefallenen Blätter mit Provita®-Vinasse (Beckmann & Brehm GmbH), dem Hefestamm Leiber-Fermentation-E (Leiber GmbH) sowie dem Einsatz eines Laubsaugers. In einer Variante wurde die Vinasse mit dem Laubsauger kombiniert (Tabelle 25).

Tabelle 25: Versuchsvarianten phytosanitäre Maßnahmen

Varianten		Aufwandmenge (ha)	Beschreibung
1	Kontrolle	---	---
2	Hefestamm Leiber-Fermentation-E Hefe	2 x 40 kg	Nach dem Blattfall
3	Provita-Vinasse	250	Zum Blattfall
4	Provita-Vinasse Laubsauger vor dem Austrieb	250 ---	Zum Blattfall Vor dem Austrieb
5	Laubsauger vor dem Austrieb	---	Vor dem Austrieb

Die Maßnahmen wurden 2017 bis 2019 in einer Praxisanlage der Obstland AG Dürreweitzschen durchgeführt. Es handelte sich um eine 8 ha große Mostobstfläche. Sie eignete sich besonders für diese Untersuchung, da sie sehr isoliert von anderen Apfelanlagen lag. Die Versuchspartzen hatten eine Größe von ca. 1 ha (Abbildung 66).

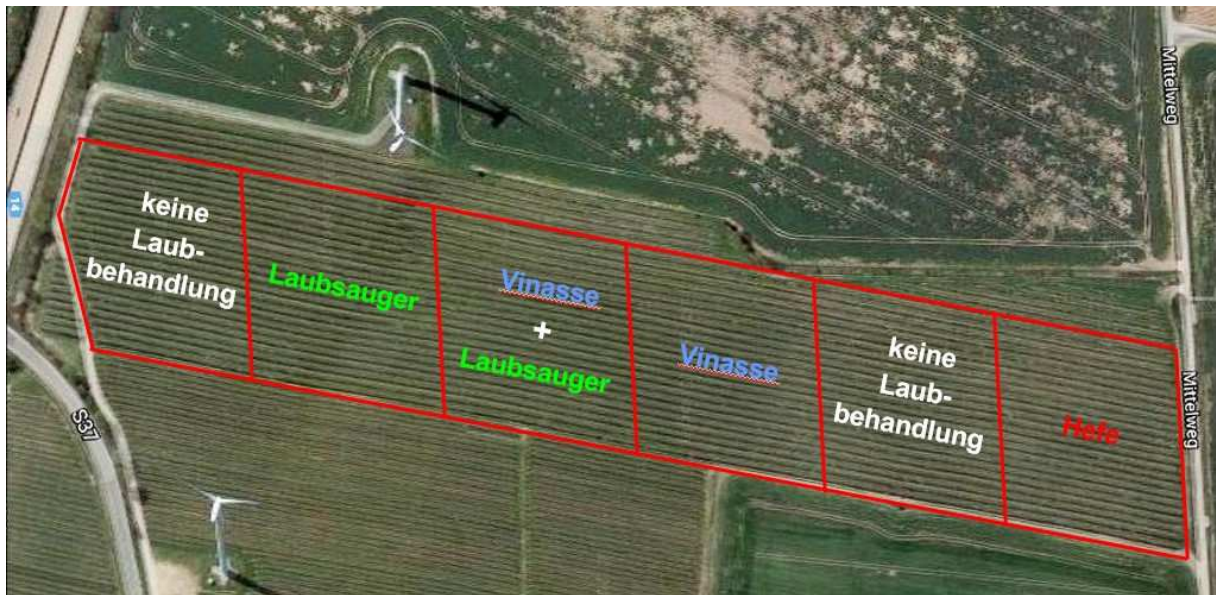


Abbildung 66: Anordnung der Parzellen im Versuch zum gezielten Falllaubabbau in der Bio-Obst GmbH Baderitz

Zur Applikation der Versuchsprodukte wurde eine praxisübliche Pflanzenschutzspritze mit Axialgebläse verwendet. Der Brüheaufwand betrug 1000 l pro ha. Zur Ausbringung der Vinasse wurden die Düsen so eingestellt, dass sowohl der Boden ganzflächig (Baumstreifen + Fahrgasse) als auch der Kronenbereich benetzt wird (Abbildung 68, Abbildung 67).



Abbildung 68: Vinasseapplikation, Baumkrone/Fahrgasse + Baumstreifen



Abbildung 67: Blattbenetzung in der Fahrgassenmitte

In der Hefe-Parzelle (Var. 2) erfolgte die Behandlung ganzflächig nur auf das Falllaub am Boden in der Fahrgasse und aus dem Baumstreifen (Abbildung 69, Abbildung 70).



Abbildung 69: Hefeapplikation, nur Fahrgasse + Baumstreifen



Abbildung 70: Blattbenetzung in der Fahrgassenmitte

Im ersten Versuchsjahr (2017/2018) wurde die Vinasse (Var. 3 und 4) am 25.11.2017 ausgebracht. Zu diesem Zeitpunkt war etwa die Hälfte bis zwei Drittel der Blätter abgefallen. Die Applikation des Hefepräparates (Var. 2) erfolgte nach dem vollständigen Laubfall am 12.12.2017 und 24.01.2018.

Im zweiten Versuchsjahr (2018/2019) konnten beide Mittel auf Grund langanhaltender schlechter Witterungs- und Bodenbedingungen erst im Februar 2019 ausgebracht werden, die Vinasse am 11.02. und die Hefe am 18.02. sowie 25.02.2019.

Der Laubsauger (Abbildung 71, Abbildung 72) sollte möglichst spät eingesetzt werden, um die natürliche Zersetzung des Falllaubes im Winter auszunutzen. Dadurch kann der Arbeitsaufwand reduziert werden. Im ersten Versuchsjahr konnte diese Methode auf Grund technischer Probleme nicht durchgeführt werden. Im zweiten Versuchsjahr erfolgte die Maßnahme in den Varianten 3 und 4 am 12.03.2019.



Abbildung 71: Laubsauger mit Laugsammler, März 2019



Abbildung 72: Laubsauger Reihenputzer, März 2019

3.5.2.2 Ergebnisse

Zur Auswertung wurde in beiden Versuchsjahren jeweils im März an 24 Kontrollstellen pro Parzelle (nach vorher festgelegtem Raster) mittels eines quadratischen Holzrahmens die Restlaubmengen auf jeweils 1 m² Fläche aufgesammelt und später, nach Trocknung im Labor, gewogen (Abbildung 73, Abbildung 74).



Abbildung 73: Restlaubmengen der Kontrolle, (2017/2018), März 2018



Abbildung 74: Restlaubmengen der Vinassevariante, (2017/2018), März 2018

Bei der Auswertung erfolgte eine Trennung nach Fahrgasse und Baumstreifen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 26 und Tabelle 27 dargestellt.

Tabelle 26: Förderung des Laubabbaus, Restlaubmengen in den Versuchsvarianten März 2018, erstes Versuchsjahr

Versuchsstandort		2017 / 2018				
Quartier	Mittelweg	Parzellengröße	10.800 m ² , ca. 1250 Bäume (ohne Wiederholung)			
Sorte	Remo, Rewena	Pflanzabstand	1,8 m Baumabstand x 4,5 m Reihenabstand			
Pflanzjahr	1995	Wassermenge	1000 l/ha			
Kronenhöhe	3,0 - 3,5 m	Applikationstechnik	3000 l Spritze mit Axialgebläse			
Variante	1	2	3	4	5	
Versuchspräparat				Vinasse: 1x 250 l/ha nach Laubfall		
Aufwandmenge [kg bzw. l/ha]	Kontrolle	Hefe: 2x 40 kg/ha nach Laubfall	Vinasse: 1x 250 l/ha nach Laubfall	Laubsauger: März 2018 (vor Austrieb)	Laubsauger: März 2018 (vor Austrieb)	
Behandlungstermine						
25.11.2017			+	+		
12.12.2017		+				
24.01.2018		+				
Behandlungen ges.	-	2	1	1	-	
Ergebnisse	FLR: Falllaubrückstände; FG: Fahrgasse; BStr: Baumstreifen; Ø: Mittelwert; WG: Wirkungsgrad					
FLR FG [g/m ² /WG]	14,3/-	6,8/52,4	3,2/77,6	-	-	
FLR BStr [g/m ² /WG]	11,7/-	1,0/91,4	2,9/75,2	-	-	
FLR Ø [g/m ² /WG]	13,0/-	3,9/69,9	3,1/76,0	-	-	

Tabelle 27: Förderung des Laubabbaus, Restlaubmengen in den Versuchsvarianten März 2019 zweites Versuchsjahr

Versuchsstandort		2018 / 2019			
Quartier	Mittelweg	Parzellengröße	10.800 m ² , ca. 1250 Bäume (ohne Wiederholung)		
Sorte	Remo, Rewena	Pflanzabstand	1,8 m Baumabstand x 4,5 m Reihenabstand		
Pflanzjahr	1995	Wassermenge	1000 l/ha		
Kronenhöhe	3,0 - 3,5 m	Applikationstechnik	3000 l Spritze mit Axialgebläse		
Variante	1	2	3	4	5
Versuchspräparat				Vinasse: 1x 250 l/ha nach Laubfall	
Aufwandmenge [kg bzw. l/ha]	Kontrolle	Hefe: 2x 40 kg/ha nach Laubfall	Vinasse: 1x 250 l/ha nach Laubfall	Laubsauger: März 2019 (vor Austrieb)	Laubsauger: März 2019 (vor Austrieb)
Behandlungstermine					
11.02.2019			+	+	
18.02.2019		+			
25.02.2019		+			
12.03.2019				+	+
Behandlungen ges.	-	2	1	2	1
Ergebnisse	FLR: Falllaubrückstände; FG: Fahrgasse; BStr: Baumstreifen; Ø: Mittelwert; WG: Wirkungsgrad				
FLR FG [g/m ² /WG]	20,9/-	6,5/68,9	8,5/59,4	3,5/83,3	2,2/89,6
FLR BStr [g/m ² /WG]	33,2/-	9,7/70,9	18,2/45,4	12,2/63,4	11,7/64,9
FLR Ø [g/m ² /WG]	27,1/-	8,1/70,2	13,3/50,8	7,8/71,1	6,9/74,5

In den Behandlungsvarianten konnte in beiden Jahren eine wirksame Verminderung der Restlaubmenge bis zum Beginn des Austriebs und damit auch zum Beginn der Primärschorfsaison erzielt werden. Die Hefe (Var. 2) erreichte dabei sowohl 2018 als auch 2019 (hier trotz des sehr späten Behandlungstermins) im Vergleich zur Kontrolle eine Laubreduzierung um 70 % (Mittelwert von Fahrgasse/Baumstreifen). Die Variante "Vinasse solo" lag 2017 (frühe Applikation zum Laubfall) bei 76 %. Im Jahr darauf lag die Laubreduktion nur bei 51 %, was allerdings sehr wahrscheinlich auf den späten Applikationstermin im Februar zurückzuführen ist. Mit dem Laubsauger solo (nur zweites Versuchsjahr) war ein Wirkungsgrad von 74 % möglich. Die Kombination aus Vinassebehandlung und Laubsaugereinsatz (Var. 4) kam mit 71 % nur auf einen vergleichbar guten Wirkungsgrad. Mit dem deutlich höheren Aufwand durch die Kopplung beider Maßnahmen konnte also keine zusätzliche Verringerung der Restlaubmenge erzielt werden. Der Laubsaugereinsatz ist zudem sehr stark vom Anlageprofil abhängig. Unebenheiten, tiefe Fahrspuren, Unkrauthorste etc. können die Effizienz stark beeinträchtigen

3.5.2.3 Fazit

Der Nachweis eines tatsächlich verminderten Schorfdruckes anhand von Befallsbonituren an Blättern und Früchten ist schwierig, da sich hinsichtlich des Ascosporenfluges die Versuchspartellen gegenseitig beeinflussen. Die Sporen können über Wind und Regen auch von sehr weit aus anderen Apfelanlagen, Kleingärten, Straßenobst, Streuobstwiesen etc. herangetragen werden.

Dennoch können Maßnahmen zur Verringerung des Falllaubpotentials ein wirksamer Baustein in einer ökologisch optimierten Schorfstrategie sein. Durch Verringerung des Ascosporenpotentials kann der Bekämpfungsaufwand spürbar reduziert werden. Je

großflächiger dabei diese Maßnahmen durchgeführt werden umso wirkungsvoller können die Effekte sein.

3.5.3 Förderung des Laubabbaus / Reduzierung des Ascosporenpotentials

Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Schorfbekämpfung ist ein niedriges Ascosporenpotential im Frühjahr. Dies kann durch gezielte phytosanitäre Maßnahmen erreicht werden, die dazu führen, dass sich der Wirkungsgrad bei den durchzuführenden Schorfbekämpfungen während der Vegetation erhöht. Im Folgenden werden die Ergebnisse zur Förderung des Falllaubabbaus im Versuchsjahr 2021 dargestellt. Es wurden Methoden untersucht, die eine einfache Integration in den Praxisbetrieben ermöglichen.

3.5.3.1 Versuchsaufbau

Der durchgeführte Versuch erfolgte in Großparzellen von jeweils 0,5 ha pro Variante in einer Praxisanlage, die schon in den letzten Jahren für die phytosanitären Maßnahmen herangezogen wurde. Im Vorjahr betrug der durchschnittliche Schorfbefall an den Blättern der Langtriebe 8,02 %. In der Versuchsanlage wurde während der Vegetation der betriebsübliche Pflanzenschutz in allen Varianten, auch der Kontrolle durchgeführt. Somit kann die Wirkung der durchgeführten phytosanitären Maßnahmen auf den Schorfbefall im Vergleich zur der Kontrollvariante ermittelt werden.

Die Behandlungen mit Vinasse konnten aufgrund des späten Erntetermins in 2020 bei der Sorte Braeburn und den Witterungsbedingungen erst am 07.12.2020 erfolgen. Das Hefepräparat wurde am 14.12.2020 mithilfe eines Gestänges auf die am Boden liegenden Blätter appliziert.

Ab dem 07.12.2020 erfolgten monatlich insgesamt vier Applikationen mit der Ulmer Kalkmilch. Vor dem ersten Ascosporenausstoß und bei Befahrbarkeit der Versuchsanlage erfolgte der Laubsaugereinsatz am 12.02.2021, und die Bodenbearbeitung mit einem Fadengerät bei der Variante sechs und der Rollhacke bei der Variante sieben am 12.03.2021 (Abbildung 75). Beide Verfahren wurden mit dem Einsatz eines Mulchgeräts kombiniert.



Abbildung 75: Bearbeitung des Baumstreifens mit der Rollhacke

3.5.3.2 Ergebnisse

Bei den durchgeführten Schorfbonituren wurde bei der unbehandelten Kontrolle bei der Rosettenblattbonitur ein Befall von 12,0 %, bei den Blättern der Langtriebe von 44,8 % und bei der Fruchtschorfbonitur von 41,0 % festgestellt (Tab. xx1). Bei alle anderen Behandlungen konnte der Schorfbefall reduziert werden. Die Auswirkungen der phytosanitären Maßnahmen zeigen sich am deutlichsten in der Primärschorfphase bei den Bonituren der Rosettenblätter und der frühen Fruchtbonitur im Juni nach Ende des Ascosporenfluges. Bei der späten Bonitur der Blätter der Langtriebe im Herbst, ist der positive Effekt kaum noch vorhanden. Bei der Reduzierung des Schorfbefalls an den Rosettenblättern konnte der höchste Wirkungsgrad mit 60,6 % in der Rollhackenvariante erzielt werden. Danach folgt das Fadengerät (57,5 % WG), die Ulmer Kalkmilch (56,3 % WG), das Hefepräparat (44,4 % WG), die Vinasse (40,5 % WG) und der Laubsauger (31,5 % WG). Bei der Fruchtschorfbonitur erzielte die Rollhackenvariante mit 38,3 % ebenfalls den besten Wirkungsgrad. Danach folgt das Fadengerät (50,5 % WG), das Hefepräparat (22,0 % WG) und die Ulmer Kalkmilch (18,5 % WG). Bei dem Laubsauger und der Vinasse war keine Wirkung mehr vorhanden. Die Ergebnisse belegen, dass gezielte phytosanitäre Maßnahmen einen Beitrag zur Kupferreduktion beitragen können. Sie verbessern die Wirkung der eingesetzten Präparate besonders während der Primärschorfphase, da durch das geringere Ascosporenpotentials ein geringeres Schorfrisiko besteht. Besonders positiv zeigte sich die Rollhacke, die in vielen Betrieben bereits als Bodenbearbeitungsgerät vorhanden ist. Worauf diese gute Wirkung beruht ist noch nicht ersichtlich, sodass weiterführende Versuche zur Klärung notwendig sind.

Tabelle 28: Ergebnisse der phytosanitären Maßnahmen auf den Schorfbefall 2021, Braeburn, Praxisanlage

Varianten		Beschreibung	Aufwand- menge	Behandlungs- datum	Rosetten- blattbonitur		Langtrieb Blattbonitur		Fruchtschorf- bonitur	
					%- Befall	%-WG	%- Befall	%-WG	%- Befall	%-WG
1	Kontrolle	Ohne sanitäre Maßnahme	--	--	12,0	--	44,8	--	41,0	--
2	Laubsauger	Frühjahr vor dem ersten Ascosporenausstoß	--	11.02.2021	8,2	31,5	46,0	-2,7	41,6	-1,5
3	Vinasse	Nach Ernte vor/zu dem Blattfall	250 l/ha	07.12.2020	7,2	40,5	44,4	0,9	48,4	-18,0
4	Hefe	Fallaubbehandlung	40 kg/ha	14.12.2020	6,7	44,4	42,7	4,7	32,0	22,0
5	Ulmer Kalkmilch	Mehrmals während der Vegetationsruhe	50 l/ha	07.12.2020 28.01.2021 10.02.2021 12.03.2021	5,3	56,3	52,5	-17,2	33,4	18,5
6	Fadengerät + Mulcher	Frühjahr vor dem ersten Ascosporenausstoß	--	12.03.2021	5,1	57,5	59,5	-32,8	28,5	30,5
7	Rollhacke + Mulcher	Frühjahr vor dem ersten Ascosporenausstoß	--	12.03.2021	4,7	60,6	44,7	0,3	25,3	38,3

4 Danksagung

Für die Projektabwicklung möchten wir uns bei dem Referat 332 - Ökologischer Landbau - BÖL und unserem zuständigen Sachbearbeiter Herrn Hubert Ostbomke sowie für die finanzielle Förderung aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) bedanken, die dieses Projekt ermöglicht haben.

Weiterhin möchten wir uns bei allen fleißigen Helfern bedanken, ohne die die Datenerfassung bei den zahlreichen Bonituren und Erntearbeiten nicht möglich gewesen wäre.

5 Literaturverzeichnis

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265–267.
- Buchleither, S., Bohr, A., Späth, S., and Mayr, U. 2014. Effects of several beetroot Vinasse products on foliage decomposition and ascospore formation of *Venturia inaequalis* on remaining leaf material. In 16th International conference on Organic Fruit-Growing, ed. FÖKO e.V. , p. 45–51.
- Colby, S. R. 1965. Herbicide metabolism: N-glycoside of amiben isolated from soybean plants. *Science* (80-). 150:619–620 Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=5891144.
- Koch, E. 1997. Screening of rhizobacteria for antagonistic activity against *Pythium ultimum* on cucumber and kale. *J. Plant Dis. Prot.* 104:353–361.
- Köhl, J. J., Molhoek, W. W. M. L., Haas, B. B. H. G., and Geijn, H. H. M. G. de. 2009. Selection and orchard testing of antagonists suppressing conidial production by the apple scab pathogen *Venturia inaequalis* . *Eur. J. Plant Pathol.* 123:401–414.
- Kunz, S., and Hinze, M. 2014. Assessment of biocontrol agents for their efficacy against apple scab . In 16th International conference on Organic Fruit-Growing, ed. FÖKO. , p. 65–71.
- Kunz, S., and Hinze, M. 2018. Assessment of new scab control strategies in greenhouse trials. In *Proceedings of the 18th International Conference on Organic Fruit-Growing*, ed. FÖKO e.v. Weinsberg, p. 50–56.
- Kunz, S., Hinze, M., Weiß, A., Hornig-Schwabe, S., Weißhaupt, S., Schwarz, M., et al. 2016a. Entwicklung eines biotechnologischen Pflanzenschutzmittels zur Bekämpfung von Oomyceten. TIB Hannover.
- Kunz, S., Hinze, M., Weiß, A., Hornig-Schwabe, S., Weißhaupt, S., Schwarz, M., et al. 2016b. Entwicklung eines biotechnologischen Pflanzenschutzmittels zur Bekämpfung von Oomyceten. ed. Bio-Protect GmbH. TIB Hannover. Available at: [https://www.tib-hannover.de/TIBKAT%3A87202492X&tx_tibsearch_search\[searchspace\]=tn&cHash=0005af332e2e7a9c440b4a463b97158d#download-mark](https://www.tib-hannover.de/TIBKAT%3A87202492X&tx_tibsearch_search[searchspace]=tn&cHash=0005af332e2e7a9c440b4a463b97158d#download-mark).
- Lima, G., Spina, A. M., Castoria, R., De Curtis, F., and De Cicco, V. 2005. Integration of biocontrol agents and food-grade additives for enhancing protection of stored apples from *Penicillium expansum*. *J Food Prot.* 68:2100–2106 Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=16245713.
- Welte, H. 2016. Mögliche Kupferreduzierung durch die Kombination von Cuprozin progress und Kumar. Available at: https://kupfer.julius-kuehn.de/dokumente/upload/89e3d_welte_berlin_2016_kupferreduzierung_durch_die_kombination_von_cuprozin_progress_und_kumar_2