

Stärkung der Ertragssicherheit und Rentabilität im biologischen Erdbeeranbau durch effektivere Unkrautkontrolle sowie Regulierung des Erdbeerblütenstechers und verschiedener Wurzelfäulen

Stabilization of yield stability and profitability in organic strawberry cultivation through a more effective weed control management and also through the regulation and control of the strawberry blossom weevil and the Verticillium wilt complex

FKZ: 06OE148

Projektnehmer:

Bioland Beratung GmbH
Auf dem Kreuz 58, 86152 Augsburg
Tel.: +49 821 346 80-0
Fax: +49 821 346 80-135
E-Mail: kontakt@bioland-beratung.de
Internet: <http://www.bioland.de/beratung>

Autoren:

Steen, Christiane; Dillmann, Klaus; Reinhard, Ortlieb

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft (BÖLN)

Die inhaltliche Verantwortung für den vorliegenden Abschlussbericht inkl. aller erarbeiteten Ergebnisse und der daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen liegt beim Autor / der Autorin / dem Autorenteam. Bis zum formellen Abschluss des Projektes in der Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft können sich noch Änderungen ergeben.

06OE148

**Stärkung der Ertragssicherheit und Rentabilität im
biologischen Erdbeeranbau durch effektivere
Unkrautkontrolle sowie Regulierung des
Erdbeerblütenstechers und verschiedener
Wurzelfäulen**

Abschlussbericht

| | |
|-------------------------|---|
| Berichtszeitraum: | April 2008 bis Dezember 2011 |
| Laufzeit des Vorhabens: | April 2008 bis Dezember 2011 |
| Zuwendungsempfänger: | Bioland Beratung GmbH Auf dem Kreuz 58 86152 Augsburg |
| Zusammenarbeit mit: | Föko e.V. Traubenplatz 5 74189 Weinsberg |
| Verfasser: | Christiane Steen Klaus Dillmann Reinhard Ortlieb |

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabellenverzeichnis | 6 |
| Abbildungsverzeichnis | 15 |
| 1. Ziele und Aufgabenstellung des Gesamtprojektes | 21 |
| 2. Teilprojekt Erdbeerblütenstecher (<i>Anthonomus rubi</i>) | 22 |
| 2.1 Ziele | 22 |
| 2.2 Aufgabenstellung | 22 |
| 2.3 Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde | 22 |
| 2.4 Planung und tatsächlicher Ablauf des Projektes | 23 |
| 2.5 Material & Methoden | 25 |
| 2.5.1 Biologie und Verhaltensweisen von <i>A. rubi</i> im ökologischen Erdbeeranbau | 25 |
| 2.5.2 Versuchsdurchführung | 27 |
| a) Flächenwahl | 27 |
| b) Sortenwahl | 28 |
| c) Variantendarstellung und Applikationstermine | 29 |
| d) Die zu den Versuchen angewandte Applikationstechnik | 38 |
| e) Versuchspläne und Versuchsaufbau 2010/2011 | 38 |
| f) Monitoring 2009/2010 | 40 |
| g) Boniturdurchführung und Boniturtermine | 41 |
| h) Datenauswertung | 45 |
| 2.6 Ergebnisse | 45 |
| 2.6.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse | 45 |
| a) Zur allgemeinen Versuchsdurchführung | 45 |
| b) Monitoring | 46 |
| c) Versuchsergebnisse aus den 1-jährigen Beständen | 46 |
| d) Versuchsergebnisse aus den 2-jährigen Beständen | 58 |
| 2.6.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse, Möglichkeiten der Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse | 60 |
| a) 1-jähriger Bestand | 60 |
| b) 2-jähriger Bestand | 61 |
| 2.7 Zusammenfassung, Erdbeerblütenstecher | 61 |
| 2.8 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Ziele; Hinweise auf weitere Fragestellungen, Erdbeerblütenstecher (<i>Anthonomus rubi</i>) .. | 63 |
| 2.9 Literaturverzeichnis: Erdbeerblütenstecher | 64 |
| 2.10 Herstellernachweise | 68 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3. | Teilprojekt Verhütung/Bekämpfung von Wurzelkrankheiten (Verticillium-Welke) | 69 |
| 3.1 | Ziele | 69 |
| 3.2 | Aufgabenstellung | 69 |
| 3.3 | Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde | 69 |
| 3.4 | Planung und tatsächlicher Ablauf des Projektes | 70 |
| 3.5 | Material & Methode | 72 |
| 3.5.1 | Bedeutung und Biologie des Erreger-Komplexes Verticillium-Welke | 72 |
| 3.5.2 | Das Prinzip der Biofumigation | 74 |
| 3.5.3 | Flächenauswahl | 75 |
| | a) 2009, Versuchsstandort 1: Lauffen am Neckar | 75 |
| | b) 2009, Versuchsstandort 2: Remshalden-Rohrbronn | 76 |
| | c) 2010, Versuchsstandort 3: Ilsfeld, Kreis Heilbronn | 77 |
| | d) 2011, Versuchsstandort 4: Remshalden-Rohrbronn | 78 |
| 3.5.4 | Pflanzenart und Sortenauswahl für die Biofumigation als Vorfrucht und Aussaat | 78 |
| | a) 2009, Versuchsstandort 1: Lauffen & Versuchsstandort 2: Remshalden-R. | 78 |
| | b) 2010, Versuchsstandort 3: Ilsfeld | 79 |
| | c) 2011, Versuchsstandort 4: Remshalden-Rohrbronn | 79 |
| 3.5.5 | Variantendarstellung | 79 |
| | a) 2009, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen | 79 |
| | b) 2009, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn | 80 |
| | c) 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld | 80 |
| | d) 2011, Versuchsstandort 4: Standort Remshalden-Rohrbronn | 82 |
| 3.5.6 | Versuchspläne und Versuchsaufbau für die Versuchsstandorte 1-4 (2009-2011) | 84 |
| | a) 2009, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen | 84 |
| | b) 2009, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn | 85 |
| | c) 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld | 85 |
| | d) 2011, Versuchsstandort 4: Standort Remshalden-Rohrbronn | 85 |
| 3.5.7 | Brauner Senf als Biofumigationsvariante: von der Aussaat bis zur Einarbeitung | 85 |
| | a) 2009, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen am Neckar | 86 |
| | b) 2009, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn | 87 |
| | c) 2010 Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld | 87 |
| 3.5.8 | Sortenauswahl Erdbeere, Vorbereitung der Versuchsfläche und Pflanzung | 89 |
| | a) 2009, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen am Neckar | 89 |
| | b) 2009, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn | 89 |
| | c) 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld | 89 |
| | d) 2011, Versuchsstandort 4: Standort Remshalden-Rohrbronn | 90 |
| 3.5.9 | Bonitur | 90 |
| | a) 2009, Versuchsstandort 1: Lauffen am Neckar | 90 |
| | b) 2009, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn | 91 |
| | c) 2010, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen am Neckar | 91 |
| | d) 2010, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn | 93 |

| | |
|--|-----|
| e) 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld | 93 |
| f) 2011, Versuchsstandort 1: Standort Ilsfeld | 95 |
| g) 2011, Versuchsstandort 2: Remshalden-Rohrbronn | 95 |
| h) 2011, Versuchsstandort 3: Ilsfeld | 95 |
| i) 2011, Versuchsstandort 4: Remshalden-Rohrbronn | 95 |
| 3.5.10 Erntedurchführung | 96 |
| a) 2010, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen a. Neckar | 96 |
| b) 2010, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn | 97 |
| c) 2011, Versuchsstandort 3: Ilsfeld | 97 |
| 3.6 Ergebnisse | 97 |
| 3.6.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse | 97 |
| a) 2009, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen am Neckar | 97 |
| b) 2010, über alle Versuchstandorte | 98 |
| c) 2009, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen am Neckar | 98 |
| d) 2010, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn | 103 |
| e) 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld | 107 |
| f) 2011, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld | 107 |
| g) 2011, Versuchsstandort 4: Standort Remshalden-Rohrbronn | 108 |
| 3.6.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse, Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus, bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse | 109 |
| 3.7 Zusammenfassung | 109 |
| 3.8 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen, Verticillium-Welke | 113 |
| 3.9 Literaturverzeichnis <i>Verticillium dahliae</i> (<i>Verticillium-Welke</i>) | 115 |
| 3.10 Herstellernachweise | 118 |
| 4. Teilprojekt Beikrautregulierung | 120 |
| 4.1 Ziele | 120 |
| 4.2 Aufgabenstellung | 120 |
| 4.3 Wirtschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde | 120 |
| 4.4 Planung und tatsächlicher Ablauf des Projektes | 121 |
| 4.5 Material & Methode | 123 |
| 4.5.1 Flächenwahl | 123 |
| a) Fläche Eberdingen | 123 |
| b) Fläche Remshalden-Rohrbronn | 124 |
| 4.5.2 Sortenwahl und Frigo-Jungpflanzenqualität | 125 |
| 4.5.3 Variantendarstellung | 125 |
| a) Exkurs: Der Einsatz von Mulchfolien im ökologischen Anbau | 125 |
| 4.5.4 Pflanzung der Frigo-Pflanzen & Topf-Grünpflanzen in Damm- und Flachbeetkultur | 126 |
| a) Fläche Eberdingen | 126 |

| | |
|--|-----|
| b) Fläche Remshalden-Rohrbronn | 126 |
| 4.5.5 Versuchsplan | 127 |
| 4.5.6 Dokumentation der betriebswirtschaftlichen Daten | 127 |
| 4.5.7 Bonitur der Erntemengen | 128 |
| a) Fläche Eberdingen | 128 |
| b) Fläche Remshalden-Rohrbronn | 128 |
| 4.6 Ergebnisse | 129 |
| 4.6.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse | 129 |
| a) Beobachtungen zu den Varianten zu der Pflanzenentwicklung und dem Folienzustand | 129 |
| b) Der betriebswirtschaftliche Vergleich der untersuchten Anbauverfahren 2009-2011 | 135 |
| c) Standort Remshalden: Der betriebswirtschaftliche Vergleich der untersuchten Anbauverfahren 2009-2010 | 147 |
| 4.6.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus, bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse | 149 |
| 4.7 Zusammenfassung, Beikrautregulierung | 149 |
| 4.8 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weitere Fragestellungen, Beikrautregulierung | 150 |
| 4.9 Literaturverzeichnis, Beikrautregulierung | 152 |
| 4.10 Herstellernachweise: | 153 |
| 5. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt | 154 |
| 5.1 Fachbeiträge | 154 |
| 5.2 Veranstaltungsbeiträge | 154 |
| 5.3 Posterbeiträge | 154 |
| 6. Zusammenfassung | 156 |
| 7. Abstract | 157 |
| Anhänge | 158 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: A. rubi: Geplante Versuchsdurchführung 2009-2011..... | 23 |
| Tabelle 2: A. rubi: Tatsächliche Versuchsdurchführung 2009-2011..... | 24 |
| Tabelle 3: A. rubi: Übersicht der durchgeführten Varianten in einjährigen Beständen 2009-2011..... | 29 |
| Tabelle 4: A. rubi: 2009: Applikationstermine der Variante EnviRepel® & BonaVita®..... | 30 |
| Tabelle 5: A. rubi: 2010: Applikationstermine der Variante EnviRepel® & BonaVita®..... | 30 |
| Tabelle 6: A. rubi: 2011: Applikationstermine in der Variante EnviRepel® & BonaVita®..... | 30 |
| Tabelle 7: A. rubi: 2010: Auflage- und Abdecktermine zur Vlies-Variante..... | 31 |
| Tabelle 8: A. rubi: 2011: Termine zur Vlies-Variante zu drei Auflageterminen..... | 31 |
| Tabelle 9: A. rubi: 2011: Termine zum Vlies-Versuch zu drei Abdeckterminen (abgebrochen)..... | 31 |
| Tabelle 10: A. rubi: 2010: Auflage- und Abdecktermine zum Netz..... | 32 |
| Tabelle 11: A. rubi: 2011: Auflage- und Abdecktermine zum Netz mit unterschiedlicher Randbefestigung..... | 33 |
| Tabelle 12: A. rubi: Übersicht der durchgeführten Varianten in zweijährigen Beständen 2009-2011..... | 34 |
| Tabelle 13: A. rubi: 2010: Applikationstermine im 2-jährigen Bestand zu den Versuchsgliedern Metarhizium anisopliae Isolat Ma43, NEU1153I, Rainfarn & Wermut..... | 36 |
| Tabelle 14: A. rubi: 2011: Applikationstermine im 2-jährigen Bestand zu den Versuchsgliedern Metarhizium anisopliae Isolat Ma43, NEU1153I, Rainfarn & Wermut..... | 36 |
| Tabelle 15: A. rubi: Übersicht der Boniturtermine zu den Versuchen aus 2010..... | 42 |
| Tabelle 16: A. rubi: Übersicht der Boniturtermine zu den Versuchen aus 2011..... | 42 |
| Tabelle 17: A. rubi: Aufbau der Erntebereiche für die Versuche EnviRepel® und Vlies in 2010..... | 44 |
| Tabelle 18: A. rubi: 2010: Termine der Erntebonituren in der EnviRepel®-Variante und der Vliesvariante..... | 44 |
| Tabelle 19: A. rubi: 2011: Termine zu den Erntebonituren in Vlies, Netz, Quassia und NEU153I, Metarhizium anisopliae und Rainfarn & Wermut..... | 44 |

| | |
|---|----|
| Tabelle 20: A. rubi: Monitoring-Termine zur Pheromonfalle und die Anzahl gefangener Individuen..... | 47 |
| Tabelle 21: A. rubi: EnviRepel®: Boniturtermine „Anzahl abgebissene Knospen“..... | 47 |
| Tabelle 22: A. rubi, Vlies 2011: Mittelwerte der abgebissenen Blütenknospen..... | 52 |
| Tabelle 23: A. rubi: 2011: Vlies: Vergleich der drei Abdeckvarianten „Kontrolle“ zu „Vliesfrüh“, „Vliesoptimal“ und „Vliespät“ zu dem Kriterium „Erntemenge [g/48 Pflanzen]“ zu den drei Erntefraktionen Handelsklasse (HK), Marmeladenware (MA) und Ausschuss (Aus) zusammengesetzt aus sechs Ernteterminen (9., 14., 17., 21., 23., 27. Juni)..... | 52 |
| Tabelle 24: A. rubi, Netz 2011: Mittelwerte der abgebissenen Blütenknospen..... | 56 |
| Tabelle 25: A. rubi: 2011: Netz: Vergleich der drei Varianten „Kontrolle“ zu „optimaler Randbefestigung“ zu „einfacher Randbefestigung“ zu dem Kriterium „Erntemenge“ zu den drei Erntegruppen Handelsklasse (HK), Marmeladenware (MA) und Ausschuss (Aus) aus sechs Ernteterminen (14., 17., 21., 23., 27., 30. Juni)..... | 57 |
| Tabelle 26: A. rubi: NEU1153I-Pyrethrum (Versuchspräparat), Metarhizium anisopliae Isolat Ma43, Rainfarn & Wermut als Kaltauszug, 2011: Mittelwerte der abgebissenen Blütenknospen..... | 58 |
| Tabelle 27: A. rubi 2011: 4 Varianten-Versuch Vergleich der vier Varianten Kontrolle, Metarhizium anisopliae Isolat43I, NEU1153I-Pyrethrum (Versuchspräparat) und Rainfarn & Wermut (Kaltauszug) zu dem Kriterium „Erntemenge [g/48 Pflanzen]“ zu den drei Erntefraktionen Handelsklasse, Marmeladenware und Ausschuss zu sechs Ernteterminen (15., 20., 24., 28. Juni, 1., 4. Juli)..... | 59 |
| Tabelle 28: A. rubi: Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu der tatsächlich erreichten Ziele; Hinweise auf weitere Fragestellungen..... | 63 |
| Tabelle 29: Verticillium: geplante Versuchsdurchführung 2009-2011..... | 70 |
| Tabelle 30: Verticillium: Tatsächliche Versuchsdurchführung 2009-2011..... | 71 |
| Tabelle 31: Verticillium: Verticillium dahliae; anfällige Arten (unvollständig, hochanfällige sind unterstrichen). Kreuzblütler (kursiv) sind anfällig für V. longisporum, einer Spezialform von V. dahliae, die wiederum Erdbeeren nur in geringem Maße befällt (Michel, 2009)..... | 72 |
| Tabelle 32: Verticillium: Einteilung der Anfälligkeit verschiedener Erdbeersorten gegenüber der Verticillium-Welke (V. dahliae & V. albo-atrum) (Neubauer, 2005 & Stich, 2007). | 73 |
| Tabelle 33: Verticillium: Richtwerte zur Einteilung der Ergebnisse aus der Bodenuntersuchung auf Mikrosklerotienbesatz (Dauerform von Verticillium dahliae) (LWK Niedersachsen, Pflanzenschutzamt, 2009)..... | 75 |
| Tabelle 34: Verticillium, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen, 2009: Übersicht Vorfrüchte ab 2004..... | 76 |

| | |
|---|----|
| Tabelle 35: Verticillium, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen, 2009: Ergebnisse der Bodenuntersuchung auf Grundnährstoffe, Bodenart und Humusanteil..... | 76 |
| Tabelle 36: Verticillium, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden, Übersicht der Vorkulturen, 05-08..... | 77 |
| Tabelle 37: Verticillium, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld: Ergebnisse der Bodenuntersuchung auf Grundnährstoffe, Bodenart und Humusanteil, 2010..... | 77 |
| Tabelle 38: Verticillium: Übersicht der Behandlungsvarianten zu den Versuchsstandorten 1-4 (09-11)..... | 79 |
| Tabelle 39: Verticillium, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen: Darstellung der sechs Behandlungsvarianten als kombinierte Tauch- und Gießvariante, Sorte: Honeoye, Pflanztermin: 24.06.2009..... | 80 |
| Tabelle 40: Verticillium, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden: Darstellung der vier Behandlungsvarianten als Tauchvariante und kombinierte Tauch- und Gießvariante, appliziert am Pflanz-tag, dem 25.06.2009..... | 80 |
| Tabelle 41: Verticillium: Versuchsstandort 3, Standort Ilsfeld: Applikationsplan RhizoVital®42, 2010/2011..... | 81 |
| Tabelle 42: Verticillium: Versuchsstandort 3, Standort Ilsfeld: Applikationsplan TrichoStar®, 2010/2011..... | 81 |
| Tabelle 43: Verticillium: Versuchsstandort 3, Standort Ilsfeld: Applikationsplan für BioFence®, 2010..... | 81 |
| Tabelle 44: Verticillium: Versuchsstandort 3, Standort Ilsfeld: Applikationsplan RhizoStar® 42, 2010/2011..... | 82 |
| Tabelle 45: Verticillium: Versuchsstandort 3, Standort Ilsfeld: Applikationsplan Plantasalva, 2010/2011..... | 82 |
| Tabelle 46: Verticillium: Versuchsstandort 4, Standort Remshalden-Rohrbronn: Applikationsplan RhizoVital® 42, 2010..... | 83 |
| Tabelle 47: Verticillium, Versuchsstandort 4, Standort Remshalden-R.: Applikationsplan Promot® WP, 2010..... | 83 |
| Tabelle 48: Verticillium, Versuchsstandort 4, Standort Remshalden-R.: Applikationsplan Regenwurmkompost, 2010..... | 83 |
| Tabelle 49: Verticillium, Versuchsstandort 4, Standort Remshalden-R.: Applikationsplan Gesteinsmehl Eifelgold, 2011..... | 83 |
| Tabelle 50: Verticillium, Versuchsstandort 4, Standort Remshalden-R.: Applikationsplan RhizoStar®, 2010/2011..... | 84 |
| Tabelle 51: Verticillium, Versuchsstandort 4, Standort Remshalden-R.: Applikationsplan für Plantasalva (Kräuterextrakt), 2011..... | 84 |

| | |
|--|-----|
| Tabelle 52: Verticillium: empfohlene Anbautechnik für Brassica juncea, ISCI-99 (Brauner Senf)..... | 85 |
| Tabelle 53: Verticillium: Nährstoffgehalte des Biosubstrats zur Herstellung von Topf-Grünpflanzen..... | 90 |
| Tabelle 54: Verticillium, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen am Neckar: Boniturschlüssel für die Boniturkriterien „Pflanzenentwicklung“ und „Symptomausprägung Verticillium“..... | 90 |
| Tabelle 55: Verticillium, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen: Boniturskala zur Pflanzenentwicklung und Symptomausprägung zum 3. Boniturtermin (T3) am 15. April 2010..... | 91 |
| Tabelle 56: Verticillium, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen, Boniturskala zur Pflanzenentwicklung und Symptomausprägung Verticillium zum 4. Boniturtermin am 7. Mai 2010..... | 93 |
| Tabelle 57: Verticillium, Versuchsstandort 4: Standort Remshalden-Rohrbronn, Boniturskala zur Wachstumsstärke / Vitalität..... | 96 |
| Tabelle 58: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Vergleich der Bereiche ohne Biofumigation und der Varianten zu den Boniturterminen 15. April und 7. Mai in Bezug auf die fünf angewendeten Boniturstufen zur Vitalitätsentwicklung und Symptomausprägung (0= abgestorben, 1= schwach entwickelt, 2= normal entwickelt, 3= überdurchschnittlich entwickelt, S= Symptom)..... | 100 |
| Tabelle 59: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Vergleich der Bereiche mit Biofumigation und der Varianten zu den Boniturterminen 15. April und T4 7. Mai in Bezug auf die fünf angewendeten Boniturstufen zur Vitalitätsentwicklung und Symptomausprägung (0=abgestorben, 1=schwach entwickelt, 2=normal entwickelt, 3=überdurchschnittlich entwickelt, S= Symptom). 100 | 100 |
| Tabelle 60: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen am Neckar: Darstellung der Gesamterntemenge [kg/150Versuchspflanzen], zur Saison 2010 nach vier Pflückungen (4., 8., 14., 17. Juni) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation und mit Biofumigation zu den sechs untersuchten Varianten (RhizoVital®, Promot®WP, RhizoStar®, BioFence®, Kompost) in der Sorte Honeoye (Pflanztermin: 24. Juli 2009, Frigo-Pflanzen)..... | 101 |
| Tabelle 61: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Darstellung der Einzelpflanzenenerntemenge [g/Einzelpflanze] zur Saison 2010 nach vier Pflückungen (4., 8., 14., 17. Juni) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation und mit Biofumigation zu den sechs untersuchten Varianten (RhizoVital®, Promot®WP, RhizoStar®, BioFence®, Kompost. Kontrolle) in der Sorte Honeoye (Pflanztermin: 24. Juli 2009, Frigo-Pflanzen)..... | 102 |

| | |
|---|-----|
| Tabelle 62: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010, Standort Lauffen: Darstellung der Gesamterntemenge [%] bezogen auf die Referenzvariante Kontrolle zur Saison 2010 nach vier Pflückungen (4., 8., 14., 17. Juni) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation und mit Biofumigation zu den sechs untersuchten Varianten (RhizoVital®, Promot®WP, RhizoStar®, BioFence®, Kompost) in der Sorte Honeoye (Pflanztermin: 24. Juli 2009, Frigo-Pflanzen)..... | 103 |
| Tabelle 63: Verticillium, Versuchsstandort 2, 2010, Standort Remshalden-Rohrbronn: Vergleich der Gesamterntemenge [kg/ 145 Einzelpflanze] zu der Saison 2010 nach sieben Pflückungen (17., 21., 23., 25., 28., 30. Juni & 2. Juli) zwischen den Bereichen „ohne Biofumigation“ und „mit Biofumigation“ zu vier Varianten (Kontrolle, RhizoStar®, Promot®WP, RhizoVital®42) in der Sorte Salsa (Pflanztermin: 25. Juli 2009, Frigo-Pflanzen)..... | 106 |
| Tabelle 64: Verticillium, Versuchsstandort 2, 2010: Standort Remshalden-Rohrbronn: Darstellung der Einzelpflanzenenerntemenge [g/Einzelpflanze] zur Saison 2010 nach sieben Pflückungen (17., 21., 23., 25., 28., 30. Juni & 2. Juli) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation und mit Biofumigation zu den vier untersuchten Varianten (RhizoVital®, Promot®WP, RhizoStar®, BioFence®, Kompost. Kontrolle) in der Sorte Salsa (Pflanztermin: 25. Juli 2009, Frigo-Pflanzen)..... | 107 |
| Tabelle 65: Verticillium, Versuchsstandort 2, 2010, Standort Remshalden-Rohrbronn: Darstellung der Gesamterntemenge [%] bezogen auf die Referenzvariante Kontrolle zur Saison 2010 nach sieben Pflückungen (17., 21., 23., 25., 28., 30. Juni & 2. Juli) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation und mit Biofumigation zu den vier untersuchten Varianten (RhizoVital®42, Promot®WP, RhizoStar®, Kontrolle) in der Sorte Salsa (Pflanztermin: 25. Juli 2009, Frigo-Pflanzen)..... | 107 |
| Tabelle 66: Verticillium, Versuchsstandort 4, 2011, Standort Remshalden-Rohrbronn: Darstellung der mittleren Wachstumsstärke zu den acht untersuchten Varianten (Kontrolle 1, Promot®WP, RhizoVital®42, RhizoStar®, Wurmkompost, Kontrolle 2, Gesteinsmehl, Kräuterextrakt) in der Sorte Sonata (Pflanztermin: 3. Mai 2011, Frigo-Pflanzen) (1-9, wobei 9=100% mittlere Wachstumsstärke)..... | 108 |
| Tabelle 67: Verticillium, Versuchsstandort 4, 2011, Standort Remshalden-Rohrbronn: Darstellung der Symptomausprägung [%] zu den acht untersuchten Varianten (Kontrolle 1, Promot®WP, RhizoVital®, RhizoStar®, Wurmkompost, Kontrolle 2, Gesteinsmehl. Kräuterextrakt) in der Sorte Sonata (Pflanztermin: 3. Mai 2011, Frigo-Pflanzen)..... | 108 |
| Tabelle 68: Beikrautregulierung: geplante und tatsächlich erreichte Ziele 2009-2011..... | 113 |
| Tabelle 69: Beikrautregulierung: geplante Versuchsdurchführung 2009-2011..... | 121 |
| Tabelle 70: Beikrautregulierung: Tatsächliche Versuchsdurchführung 2009-2011..... | 123 |
| Tabelle 71: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen: Ergebnisse aus der Bodenuntersuchung auf Grundnährstoffe, Bodenart und Humusanteil vor Versuchsbeginn im Frühjahr 2009..... | 124 |

| | |
|---|-----|
| Tabelle 72: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen: Vorfrüchte von 2004 – 2008..... | 124 |
| Tabelle 73: Beikrautregulierung: Standort Remshalden-Rohrbronn: Ergebnisse aus der Bodenuntersuchung auf Grundnährstoffe, Bodenart und Humusanteil vor der Versuchsanlage im Frühjahr 2009..... | 125 |
| Tabelle 74: Beikrautregulierung: Standort Remshalden-Rohrbronn: Vorfrüchte von 2004-2008..... | 125 |
| Tabelle 75: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen: Erntetermine in Clery, 2010..... | 128 |
| Tabelle 76: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen: Erntetermine in Clery, 2011..... | 128 |
| Tabelle 77: Beikrautregulierung: Standort Remshalden: Erntetermine in Darselect, 2010. | 128 |
| Tabelle 78: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, 2009: Frigo-Pflanzen, visueller Vergleich der drei Varianten (PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), offener Anbau) zu vier Terminen (Juni - Sept. 2009) zur Pflanzenentwicklung und den Folienzuständen..... | 129 |
| Tabelle 79: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, 2010: Frigo-Pflanzen, visueller Vergleich der drei Varianten (PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), offener Anbau) zu sechs Terminen (März - Sept. 2010) zu den Kriterien der Pflanzenentwicklung und -gesundheit und den Folienzuständen..... | 131 |
| Tabelle 80: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, 2010: Topfgrün-Pflanzen, visueller Vergleich der drei Varianten (PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), offener Anbau) zu drei Terminen (März-Juli 2010) zur Pflanzenentwicklung und den Folienzuständen..... | 132 |
| Tabelle 81: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, 2011: Frigo-Pflanzen, visueller Vergleich der drei Varianten (PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), offener Anbau) zu den Kriterien der Pflanzenentwicklung und -gesundheit und den Folienzuständen..... | 132 |
| Tabelle 82: Beikrautregulierung: Standort Remshalden-Rohrbronn, 2009: Visueller Vergleich der drei Varianten (PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), offener Anbau) zu vier Terminen (Juni - Ende August 2009)..... | 133 |
| Tabelle 83: Beikrautregulierung: Standort Remshalden, 2010: Visueller Vergleich der drei Varianten (PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), offener Anbau) zu drei Terminen (März - Sept. 2010) zur Pflanzenentwicklung und den Folienzuständen in den Frigo-Pflanzen..... | 134 |
| Tabelle 84: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen: Vergleich der ertragsunabhängigen Kosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einer 2-jährigen Kultur über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 135 |

| | |
|---|-----|
| Tabelle 85: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen: Vergleich einzelner Kostenfaktoren der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 135 |
| Tabelle 86: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen: Vergleich der mechanischen Beikrautregulierungsmaßnahmen der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 136 |
| Tabelle 87: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen: Vergleich des Kostenfaktors "Handhacke" des Gesamtkostenblockes Beikrautregulierung der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einer 2-jährigen Kultur über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 137 |
| Tabelle 88: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen: Darstellung der Kostenfaktoren aus dem Kostenblock Kulturmaßnahmen der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie und biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) im 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 137 |
| Tabelle 89: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen: Vergleich der Erntemengen [kg/ha] und der Ernteerlöse zu den Fraktionen Verkaufsware/Handelsklasse (HK) und Marmelade [€/ha] zu Preisen zum Großhandelspreis und zum Einzelhandelspreis zu Einzelhandelspreisen zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und im offenen Anbau in einer 2-jährigen Kultur über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 138 |
| Tabelle 90: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen, Großhandelspreise: Vergleich der Pflückkosten [€/ha], der Erntekosten [€/ha], der ertragsunabhängigen Gesamtkosten [€/ha] und der variablen Gesamtkosten [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 139 |
| Tabelle 91: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen, Großhandelspreise: Vergleich der variablen Gesamtkosten [€/ha], der Gesamterlöse [€/ha] und der Deckungsbeiträge [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einer 2-jährigen Kultur über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 139 |
| Tabelle 92: Beikrautregulierung Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen, Einzelhandelspreise: Vergleich der Pflückkosten [€/ha], der Erntekosten [€/ha], der ertragsunabhängigen Gesamtkosten [€/ha] und der variablen Gesamtkosten [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einer 2-jährigen Kultur über einen Versuchszeitraum von 2009-2011..... | 140 |

| | |
|---|-----|
| Tabelle 93: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen, Einzelhandelspreise: Vergleich der variablen Gesamtkosten [€/ha], der Gesamterlöse [€/ha] und der Deckungsbeiträge [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einer 2-jährigen Kultur über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 140 |
| Tabelle 94: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen: Vergleich der ertragsunabhängigen Kosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einer 2-jährigen Kultur über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 141 |
| Tabelle 95: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen: Vergleich einzelner Kostenfaktoren der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 141 |
| Tabelle 96: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen: Vergleich der mechanischen Beikrautregulierungsmaßnahmen der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 142 |
| Tabelle 97: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen: Vergleich des Kostenfaktors "Handhacke" aus dem Kostenblock Beikrautregulierung der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 143 |
| Tabelle 98: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen: Darstellung der Kostenfaktoren aus dem Kostenblock Kulturmaßnahmen der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie und biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) in einem 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 143 |
| Tabelle 99: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen: Vergleich der Erntemengen [kg/ha] und der Ernteerlöse zu den Fraktionen Verkaufsware (HK) und Marmelade [€/ha] zu Preisen zum Großhandelspreis und zum Einzelhandelspreis zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einer 2-jährigen Kultur über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 144 |
| Tabelle 100: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen, Großhandelspreise: Vergleich der Pflückkosten [€/ha], der Erntekosten [€/ha], der ertragsunabhängigen Gesamtkosten [€/ha] und der variablen Gesamtkosten [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einem 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 145 |

| | |
|---|-----|
| Tabelle 101: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen, Großhandelspreise: Vergleich der variablen Gesamtkosten [€/ha], der Gesamterlöse [€/ha] und der Deckungsbeiträge [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einem 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 145 |
| Tabelle 102: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen, Einzelhandelspreise: Vergleich der Pflückkosten [€/ha], der Erntekosten [€/ha], der ertragsunabhängigen Gesamtkosten [€/ha] und der variablen Gesamtkosten [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 2-jährigen Anbau über den Gesamtversuchszeitraum 2009-2011..... | 146 |
| Tabelle 103: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen, Einzelhandelspreise: Vergleich der variablen Gesamtkosten [€/ha], der Gesamterlöse [€/ha] und der Deckungsbeiträge [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einem 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 146 |
| Tabelle 104: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen: Kostenvergleich der zwei Mulchfolienarten PE-Folie und biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) in einem 2- jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011..... | 147 |
| Tabelle 105: Beikrautregulierung: Standort Remshalden: Vergleich der ertragsunabhängigen Kosten der Frigo-Pflanzen zu den Varianten PE- und biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 1-jährigen Anbau..... | 147 |
| Tabelle 106: Beikrautregulierung: Standort Remshalden: Vergleich der Erntemengen [kg/ha] und der Ernteerlöse [€/ha] zu Einzelhandelspreisen zu den Frigo-Pflanzen zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und dem offenen Anbau im 1-jährigen Anbau..... | 148 |
| Tabelle 107: Beikrautregulierung: Standort Remshalden: Vergleich der Erntekosten [€/ha], ertragsunabhängige Gesamtkosten [€/ha] und den variablen Gesamtkosten [€/ha] der Frigo-Pflanzen zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und Flachbeetanbau im 1-jährigen Anbau..... | 148 |
| Tabelle 108: Beikrautregulierung: Standort Remshalden-Rohrbronn, Frigo-Pflanzen, Einzelhandelspreise: Vergleich der variablen Gesamtkosten [€/ha], der Gesamterlöse [€/ha] und der Deckungsbeiträge [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einem 1-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2010..... | 149 |
| Tabelle 109: Beikrautregulierung: geplante und tatsächlich erreichte Ziele 2009-2011.... | 151 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: A. rubi: Entwicklungsphasen von A. rubi: v. l.: Nasch- und Reifungsfraß der adulten Erdbeerblütenstecher; Weibchen durchtrennt nach Eiablage den Blütenstiel kurz unter der Blütenknospe; geschlossene und vertrocknete Blüte in der die Ei-Larven- und Puppenentwicklung erfolgt; beinlose und gekrümmte Larve. (Fotos: C. Steen, 2009)..... | 26 |
| Abbildung 2: A. rubi: Aktivitätszeitraum der Larven, Puppen und der Adulten des Erdbeerblütenstechers, Anthonomus rubi HERBST (verändert, Kovanci et al., 2007). | 27 |
| Abbildung 3: A. rubi: Die Sorte Malwina, 25. Mai 2009 (Fotos: Steen, 2009)..... | 28 |
| Abbildung 4: A. rubi: 2010: links: Darstellung Vliesvariante, rechts: Darstellung Vlies-Boden Übergang: Eingraben der Vliesränder in das Erdreich (Fotos: Steen)..... | 32 |
| Abbildung 5: A. rubi: links: Darstellung Netzvariante vor Stoheinlage, rechts: Darstellung Netzaufbau nach Stroheinlage mit Federstahlbögen (Fotos: Steen)..... | 33 |
| Abbildung 6: A. rubi: 2011: Netz: links: optimale Randbefestigung durch das Eingraben der NetZRänder in das Erdreich, mitte: Netzvariante in der Fläche, rechts: minimale Randbefestigung durch die vereinzelt oberirdische Befestigung der NetZRänder mit Erde (Fotos: Steen)..... | 33 |
| Abbildung 7: A. rubi: Tastversuch: Absaugvariante mit Saughäcksler am 7. Juni 2010 in der Sorte Malwina (Fotos: Steen)..... | 37 |
| Abbildung 8: A. rubi: Weiße Leimtafeln als Monitoring-Werkzeug für A. rubi (Foto: Steen). | 41 |
| Abbildung 9: A. rubi: Pheromonfalle für das Monitoring zu Anthonomus rubi (Foto: Steen). | 41 |
| Abbildung 10: A. rubi: links: Versuch 2: schematische Darstellung der Verteilung der Erntebereiche für die Variante EnviRepel® (Orange: Kontrolle, Grün: EnviRepel®). Mitte & rechts: Versuch 3: schematische Darstellung der Positionierung der Erntebereiche in der Vliesvariante über die gesamte Versuchsfläche und am Beispiel einer Vlies-Parzelle (Orange: Kontrolle, Grün: Vliesvariante)..... | 43 |
| Abbildung 11: A. rubi: Versuch 2: Darstellung der Erntebereiche der Variante EnviRepel® (Fotos: Steen)..... | 44 |
| Abbildung 12: A. rubi: Boniturkriterium „Anzahl abgebissene Blütenknospen“ | 46 |
| Abbildung 13: A. rubi: 2010: Kontrolle (gelb, links) & EnviRepel® (blau, rechts): Vergleich der zwei Varianten über sechs Boniturermine (T1: 29.April; T2: 18.Mai; T3: 25.Mai; T4: 16.6; T5: 24.6, T6: 30.6) zu dem Kriterium „Anzahl abgebissene Blütenknospen“. | 48 |

- Abbildung 14: A. rubi: 2010: EnviRepel® (n=70 Pflanzen) und Kontrolle (n=80 Pflanzen): Vergleich der zwei Varianten über die Termine 4 (16.6), 5 (24.6) und 6 (30.6) zu dem Kriterium „Anzahl abgebissene Blütenknospen“ (t-test, $\alpha=0,05$) Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden.....49
- Abbildung 15: A. rubi: 2010: EnviRepel® (n=70Pflanzen)/Kontrolle (n=80Pflanzen): Vergleich zwischen den Bonituren zu dem Kriterium „Anzahl abgebissene Blütenknospen“ der Versuchsfläche (links) und der Ernteparzellen (rechts) am 24.6. (t-test, $\alpha=0,05$) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).....49
- Abbildung 16: A. rubi: 2010: links: EnviRepel®/Kontrolle: Darstellung der Gesamterntemenge [g/100Pflanzen] zusammengefasst aus sechs Ernteterminen zu den Kriterien „Verkaufsware“, „Marmelade“ und „Ausschuss“; rechts: EnviRepel® /Kontrolle: Darstellung der Erntemengen [g/100Pflanzen] zusammengefasst aus sechs Ernteterminen zu den Kriterien „Verkaufsware“, „Marmelade“ und „Ausschuss“ .
.....50
- Abbildung 17: A. rubi: 2010: Vlies/Kontrolle: Vergleich der zwei Varianten zu den Terminen 2. (T1) & 16. Juni (T2) zu dem Kriterium „Anzahl der abgebissenen Blütenknospen“ mit dem zusätzlichen Vergleich zu der Bonitur in den Ernteparzellen am 25. Juni (Termin 1: Welch-t-test, $\alpha=0,05$, Termin 2 & Ernteparzelle: t-Test, $\alpha=0,05$) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).....50
- Abbildung 18: A. rubi: 2010: Vlies: Erntemengen [g/100 Pflanzen] zu den Fraktionen Verkaufsware, Marmelade und Ausschuss links: zusammengefasste Erntemenge aus sechs Ernteterminen 25., 28., 30.Juni & 2., 5., 8. Juli rechts: Erntemengenverlauf über die sechs Erntetermine.....51
- Abbildung 19: A. rubi: 2011: Vlies: Vergleich der vier Varianten „Kontrolle“, „Vliesfrüh“, „Vliesoptimal“ und „Vliesspät“ zu dem Termin 9. Juni zu dem Kriterium „Befallstärke [%]“ (Pairwise CI mit Welch-t-Test, $\alpha=0,05$, n=48 Pflanzen/Variante) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).....52
- Abbildung 20: A. rubi: 2011: Vlies: Vergleich der drei Abdeckvarianten „Kontrolle“ zu „Vliesfrüh“, „Vliesoptimal“ und „Vliesspät“ zu dem Kriterium Erntemenge [g/48Pflanzen] zu den drei Erntefractionen Handelsklasse (HK) (ANOVA, Tukey-Test, $\alpha=0,05$), Marmeladenware (MA) (ANOVA, Tukey-Test, $\alpha=0,05$), und Ausschuss (Aus) (Pairwise CI, Hodges-Lehmann, $\alpha=0,05$), zusammengesetzt aus sechs Ernteterminen (9., 14., 17., 21., 23., 27. Juni) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).....53

- Abbildung 21: A. rubi: 2011: Vlies: Erntemengen zu drei Vliesauflageterminen Vfrüh (12.4), Voptimal (21.4), Vspät (29.4) aus sechs Ernteterminen (9., 14., 17., 21., 23., 27. Juni) links: Erntemenge Handelsklasse (HK) [g/48 Pflanzen] (Tukey-Test, $\alpha=0,05$, $n=48$ /Variante), rechts: Erntemenge Marmeladenware [g/ 48 Pflanzen] (Tukey-Test, $\alpha=0,05$, $n=48$ /Variante) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).....54
- Abbildung 22: A. rubi: 2010: Netz/Kontrolle: Vergleich der zwei Varianten zu den Terminen T1: 2. Juni und T2: 14. Juni zu dem Kriterium „Anzahl der abgeissenen Blütenknospen“, $n=80$ Pflanzen/Variante (Termin 1: Wilcoxon-Rangsummen-Test, $\alpha=0,05$; Termin 2: t-Test, $\alpha=0,05$) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).....55
- Abbildung 23: A. rubi: 2011: Netz-Randbefestigungsintensität zu dem Vergleich der Varianten „Kontrolle“ zu „optimaler Randbefestigung“ zu „einfacher Randbefestigung“: links: Befallsstärke [%] zu dem Boniturtermin am 14. Juni (Tukey-Test, $\alpha= 0,05$, $n=48$ Pflanzen/Variante), rechts: Erntemenge des Marmeladenanteils [g/48 Pflanzen] die sich aus 6 Ernteterminen (14., 17., 21., 23., 27., 30. Juni) zusammensetzt (Tukey-Test, $\alpha= 0,05$) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).....56
- Abbildung 24: A. rubi: 2011: Netz ($n=48$ Pflanzen/Variante): Vergleich der drei Varianten „Kontrolle“, „optimaler Randbefestigung“ und „einfacher Randbefestigung“ zu dem Kriterium „Erntemenge [g/48 Pflanzen]“ zu den drei Erntegruppen „Handelsklasse“ (HK) (ANOVA, Tuckey-Test, $\alpha=0,05$), Marmeladenware (MA) (ANOVA, Tuckey-Test $\alpha=0,05$) und Ausschuss (Aus) (pairwise CI, Hodges-Lehmann, $\alpha=0,05$) zu sechs Ernteterminen (14., 17., 21., 23., 27., 30. Juni) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).....57
- Abbildung 25: A. rubi: 2011: 4 Varianten-Versuch: Vergleich der Varianten Kontrolle, Metarhizium anisopliae Isolat43I, NEU1153I (Pyrethrum-Versuchspräparat) und Kaltauszug aus Rainfarn & Wermut links: Anzahl der abgeissenen Blütenknospen [%] zu dem Boniturtermin am 15. Juni (ANOVA, $\alpha=0,05$). rechts: Erntemenge zu der Erntefraktion Handelsklasse [g/48 Pflanzen] zusammengefasst aus sechs Ernteterminen (15., 20., 24., 28. Juni, 1., 4. Juli) (pairwise CI, Welch-t-Test, $\alpha=0,05$) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).....58
- Abbildung 26: A. rubi: 2011: 4 Varianten-Versuch: Vergleich der vier Varianten Kontrolle, Metarhizium anisopliae Isolat43I, NEU1153I (Neudorff-Versuchspräparat) und Kaltauszug aus Rainfarn & Wermut zu dem Kriterium „Erntemenge [g/48 Pflanzen]“ zu den drei Erntefraktionen Handelsklasse (HK) (pairwise CI, Welch-t-Test, $\alpha=0,05$), Marmeladenware (MA) (ANOVA, $\alpha=0,05$) und Ausschuss (Aus) (pairwise CI, Hodges-Lehmann, $\alpha=0,05$) aus sechs zusammengesetzten Ernteterminen (15., 20., 24., 28. Juni, 1., 4. Juli) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).....59

| | |
|---|----|
| Abbildung 27: A. rubi: 2011: Quassia-Extrakt: Anzahl der abgebissenen Knospen zu dem Boniturtermin am 20. Juni. (Two-Sample-t-Test, $\alpha=0,05$, $n= 40$ Versuchspflanzen/Variante) Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden..... | 60 |
| Abbildung 28: Verticillium: Wirkung von zwei Senf-Sorten (Brassica juncea) ISCI-20 und ISCI-99 sowie von Raps (Sorte: Talent) auf die Anzahl lebender Mikrosklerotien von Verticillium dahliae, dem Erreger der Verticillium-Welke (Vergleiche mit verschiedenen Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede) (Michel, 2008)..... | 78 |
| Abbildung 29: Verticillium, Versuchstandort 1, 2009: Standort Lauffen: Fraßschäden am Braunen Senf (ISCI-99) durch den Rapserrdfloh (Psylliodes chrysocephala) und den Rapsglanzkäfer (Meligethes aeneus)..... | 86 |
| Abbildung 30: Verticillium, Versuchstandort 2, 2009: Standort Remshalden-R.: Fraßschäden am Braunen Senf (ISCI-99) durch den Rapserrdfloh (Psylliodes chrysocephala) und den Rapsglanzkäfer (Meligethes aeneus)..... | 87 |
| Abbildung 31: Verticillium, Versuchsstandort 3, 2010: Standort Ilsfeld: Entwicklungsstadium Brassica juncea (Brauner Senf) am Tag der Einarbeitung (28. Juni 2010)..... | 88 |
| Abbildung 32: Verticillium, Versuchsstandort 3, 2010: Standort Ilsfeld: Zerkleinerung von Brassica juncea mit dem Schlegelmulcher im Frontanbau durch eine zweimalige Überfahrt..... | 88 |
| Abbildung 33: Verticillium, Versuchsstandort 3, 2010: Standort Ilsfeld: Einarbeitung der Biomasse in eine Bodentiefe von ca. 30cm durch eine einmalige Überfahrt..... | 89 |
| Abbildung 34: Verticillium, Versuchstandort 1: Standort Lauffen: Darstellung der Boniturreihen: erste Welkesymptome, S1 (äußere Blätter braun und/oder nekrotisch), S2 (äußere Blätter nekrotisch, innere Blätter grün aber gestauchtes Wachstum), S3 (abgestorben)..... | 91 |
| Abbildung 35: Verticillium, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen, 1-jähriger Bestand: Beispiel für die Boniturnote „S“ in der Sorte Honeoye am 15. April 2010 (linke Pflanze: ohne Symptome, zwei rechte Pflanzen: mit Symptomen)..... | 92 |
| Abbildung 36: Verticillium, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen 1-jähriger Bestand: Beispiel für die Symptomausprägungen in der Sorte Honeoye zum 3. Boniturtermin am 15. April 2010..... | 92 |
| Abbildung 37: Verticillium, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen, 1-jähriger Bestand: Beispiele für die verschiedenen Stadien zur Pflanzenentwicklung und den Symptomausprägungen in der Sorte Honeoye zu dem 4. Boniturtermin (T4) am 7. Mai 2010..... | 93 |
| Abbildung 38: 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld, Pflanzenentwicklung im Bereich 1 zum 15. Oktober 2010..... | 94 |
| Abbildung 39: 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld, Pflanzenentwicklung im Bereich 2 zum 15. Oktober 2010..... | 94 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 40: 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld, Pflanzenentwicklung im Bereich 3 zum 15. Oktober 2010..... | 95 |
| Abbildung 41: 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld, Pflanzenentwicklung im Bereich 4 zum 15. Oktober 2010..... | 96 |
| Abbildung 42: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Vergleich der Varianten der Bereiche ohne Biofumigation zum 3. Boniturtermin, am 15. April 2010, in Bezug auf die Vitalitätsentwicklung und Symptomausprägung zu den Boniturstadien 0=abgestorben, 1=schwach entwickelt, 2=normal entwickelt, 3=überdurchschnittlich entwickelt, S= Symptom..... | 99 |
| Abbildung 43: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Vergleich der Varianten der Bereiche ohne Biofumigation zu dem 4. Boniturtermin, am 7. Mai 2010, in Bezug auf die Vitalitätsentwicklung und Symptomausprägung zu den Boniturstadien 0=abgestorben, 1=schwach entwickelt, 2=normal entwickelt, 3=überdurchschnittlich entwickelt, S= Symptom..... | 99 |
| Abbildung 44: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Vergleich der Varianten der Bereiche mit Biofumigation zum 4. Boniturtermin, dem 7. Mai 2010, in Bezug auf die fünf angewendeten Boniturstadien zur Vitalitätsentwicklung und Symptomausprägung zu den Boniturstadien 0=abgestorben, 1=schwach entwickelt, 2=normal entwickelt, 3=überdurchschnittlich entwickelt, S= Symptom..... | 101 |
| Abbildung 45: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Vergleich der Gesamterntemengen [kg/150 Versuchspflanzen] zur Saison 2010 nach vier Pflückungen (4., 8., 14., 17. Juni) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation und mit Biofumigation zu den sechs untersuchten Varianten (RhizoVital®, Promot®WP, RhizoStar®, BioFence®, Kompost) in der Sorte Honeoye (Pflanztermin: 24. Juli 2009, Frigo-Pflanzen)..... | 102 |
| Abbildung 46: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Vergleich der Einzelpflanzenerntemenge [g/Einzelpflanze] zur Saison 2010 nach vier Pflückungen (4., 8., 14., 17. Juni) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation (1&4) und mit Biofumigation (2&3) zu den sechs untersuchten Varianten (RhizoVital®, Promot®WP, RhizoStar®, BioFence®, Kompost. Kontrolle) in der Sorte Honeoye (Pflanztermin: 24. Juli 2009, Frigo-Pflanzen)..... | 103 |
| Abbildung 47: Verticillium, Versuchsstandort 2, 2010, Standort Remshalden-Rohrbrunn,: 1-jähriger Bestand: Vergleich der Bereiche mit Biofumigation und ohne Biofumigation zu den Varianten Kontrolle und RhizoStar®, Sorte Salsa am 13. Oktober 2009..... | 105 |
| Abbildung 48: Verticillium, Versuchsstandort 2, 2010, Standort Remshalden-Rohrbrunn: 1-jähriger Bestand: Vergleich der Bereiche mit Biofumigation und ohne Biofumigation zu den Varianten Promot®WP und RhizoVital®, Sorte Salsa am 13. Oktober 2009. | 105 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 49: Verticillium, Versuchsstandort 2, 2010, Standort Remshalden-Rohrbronn: 1-jähriger Bestand: Vergleich der Erntemenge [kg/145 Einzelpflanzen] zur Saison 2010 nach sieben Pflückungen (17., 21., 23., 25., 28., 30. Juni & 2. Juli) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation und mit Biofumigation zu vier Varianten (RhizoVital®, Promot®WP, RhizoStar®42, Kontrolle) in der Sorte Salsa (Pflanztermin: 25. Juli 2009, Frigo-Pflanzen)..... | 106 |
| Abbildung 50: Verticillium, Versuchsstandort 4, 2011, Standort Remshalden-Rohrbronn: Darstellung der mittleren Wachstumsstärke zu den acht untersuchten Varianten (Kontrolle 1, Promot®WP, RhizoVital®42, RhizoStar®, Wurmkompost, Kontrolle 2, Gesteinsmehl, Kräutereextrakt) in der Sorte Sonata (Pflanztermin: 3. Mai 2011, Frigo-Pflanzen) (1-9, wobei 9=100% mittlere Wachstumsstärke)..... | 110 |
| Abbildung 51: Verticillium, Versuchsstandort 4, 2011, Standort Remshalden-Rohrbronn: Darstellung der Symptomausprägung [%] zu den acht untersuchten Varianten (Kontrolle 1, Promot®WP, RhizoVital®42, RhizoStar®, Wurmkompost, Kontrolle 2, Gesteinsmehl) in der Sorte Sonata (Pflanztermin: 3. Mai 2011, Frigo-Pflanzen)..... | 110 |
| Abbildung 52: Beikrautregulierung: links: Standort Eberdingen: Versuchsplan von Frigo- und Topf-Grünpflanzen in Dammkultur und im offenen Anbau mit zwei verschiedenen Mulchfolienvarianten (A: Damm & PE-Folie, B: Damm & biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), C: offener Anbau); rechts: Standort Remshalden-Rohrbronn: Versuchsplan von Frigo-Pflanzen in Flachdammkultur und im offenen Anbau mit zwei verschiedenen Mulchfolienvarianten (A: PE-Folie, B: biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), C: offener Anbau)..... | 127 |
| Abbildung 53: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen: Frigo-Pflanzen, 22. März 2010: Vergleich von a) PE-Folie → nahezu unbeschädigt, b) biologisch abbaubarer Folie (MaterBi®) → wenig bis stark beschädigt (Sorte: Clery)..... | 130 |
| Abbildung 54: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen: Frigo-Pflanzen, 9. April 2010, Vergleich von a) offener Anbau und b) biologisch abbaubarer Folie mit erheblichen Schäden (Sorte: Clery)..... | 130 |
| Abbildung 55: Beikrautregulierung, Standort Eberdingen, 2010: Topfgrün-Pflanzen, Vergleich von a) PE- Folie b) biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), c) offener Anbau zum 9. April 2010..... | 131 |
| Abbildung 56: Beikrautregulierung: Standort Remshalden, 2010: 22. März 2010, Frigos: Vergleich von a) PE-Folie, b) biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), c) offener Anbau ohne Folie (Sorte: Darselect)..... | 134 |

1. Ziele und Aufgabenstellung des Gesamtprojektes

Der ökologische Erdbeeranbau sieht sich derzeit mit einer starken Schwankung der Erträge und der Ertragssicherheit konfrontiert. Diese Situation stellt die Rentabilität des Betriebszweiges ökologische Erdbeerproduktion in Frage. Die drei wichtigsten Ursachen für die Ertragsunsicherheit stellen der Erdbeerblütenstecher (*Anthonomus rubi* HERBST), das Zusammenwirken verschiedener bodenbürtiger Pilze der Gattung *Verticillium* und die nach wie vor ungelöste höchst arbeits- und kostenintensive Beikrautregulierung dar. Aus diesen Gründen lagen die Ziele dieses Forschungsprojektes darin, für diese drei Problembereiche Regulierungsstrategien in enger Verzahnung mit der Praxis zu erarbeiten. Diese Strategien, die mit und für die praktischen Anbauer erarbeitet wurden, sollen bestehende Unsicherheiten und Hemmnisschwellen signifikant reduzieren und die Anbauer darin bestärken auf den ökologischen Erdbeeranbau umzustellen, bzw. diesen Produktionszweig weiterzuführen. Zusätzlich können die erarbeiteten Strategien den bereits ökologisch produzierenden Erdbeeranbauern dabei helfen, ihre Wettbewerbsfähigkeit von einheimischen Öko-Erdbeeren zu verbessern, ihre Flächen ggf. auszuweiten und außerdem ihre Position, sowohl im regionalen, als auch im überregionalen Markt, zu stärken.

2. Teilprojekt Erdbeerblütenstecher (*Anthonomus rubi*)

2.1 Ziele

Die Ziele lagen zum einen in der intensiven Untersuchung des Erdbeerblütenstechers und zum anderen in der Entwicklung von Strategien zur Regulierung, bzw. Reduzierung des Erdbeerblütenstechers. Wobei hier die Integration der Regulierungsstrategien in den Betriebsablauf, sowohl unter alltäglichen als auch unter saisonalen Bedingungen, ebenso als Kriterium untersucht wurde, wie die Wirksamkeit der Regulierungsstrategien selbst.

2.2 Aufgabenstellung

- Untersuchung der Biologie und der Verhaltensstrukturen von *A. rubi*
- Untersuchungen zu Möglichkeiten des Monitorings
- Untersuchungen verschiedener Abdeckvarianten in 1-jährigen Beständen
- Untersuchungen von Verwirr- und Vergrämungspräparaten
- Untersuchungen verschiedener Pflanzenschutzmittel und Präparate mit unterschiedlichen Wirkungsmechanismen in 2-jährigen Beständen
- Untersuchungen von biotechnischen Varianten in 2-jährigen Beständen

2.3 Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde

Der Erdbeerblütenstecher, *Anthonomus rubi* HERBST, ist der bedeutendste Schaderreger in der Erdbeerkultur. Während im konventionellen Anbau entsprechende Insektizide eingesetzt werden können, steht dem ökologischen Anbau zurzeit keine ausreichende Lösung zur Verfügung. So können im ökologischen Erdbeeranbau, nach Lage der Flächen und des individuellen Jahresverlaufes, Ausfälle bis weit über 50% entstehen. Mangels zuverlässiger Verfahren fand trotz standortabhängiger starker Befallsgefährdung meist keine Regulierung bei Bio-Betrieben statt, so dass starke Ertragsschäden in Kauf genommen wurden. Empfohlen, wenn auch wenig angewandt, wurde vor Versuchsbeginn der Einsatz von *Pyrethrum*-Präparaten. Dies war ein neues *Pyrethrum*-Präparat, das nicht mehr den Synergisten Piperonylbutoxid beinhaltete sondern auf den Wirksubstanzen *Pyrethrum* plus Rapsöl basierte. Allerdings zeigten sich in Erdbeeren in zahlreichen Wirkungsprüfungen so starke phytotoxische Erscheinungen, dass ein Einsatz nicht möglich war. Weiterhin wurden zu diesem Thema am DLR Ahrweiler, Kompetenzzentrum Gartenbau, durch Jürgen Zimmer Tastversuche mit Spruzit NEU sowie einer neuen Naturpyrethrum-Formulierung der Firma Neudorff durchgeführt. Dabei waren die Laborversuche vielversprechend, im Freiland zeigte sich jedoch keine zufriedenstellende Wirkung aufgrund der bestehenden phytotoxischen Erscheinungen. Als weitere Möglichkeit der Regulierung wurden von der Firma Trifolio-M GmbH erste Ergebnisse zum Einsatz von *Quassia* vorgelegt, die eine gewisse Wirkung gegen den zu untersuchenden Schaderreger vermuten ließen. Weiterhin wurden in der Praxis Tastversuche mit Vliesabdeckungen vorgenommen, die jedoch nicht weiter wissenschaftlich bearbeitet wurden aber weiter verfolgt werden sollten. Auch wurde von Praktikern diskutiert, ob das maschinelle Absaugen /Absammeln der Käfer eine Lösung darstellen könnte, jedoch waren die Nebenwirkungen auf Nichtzielorganismen noch unbekannt.

2.4 Planung und tatsächlicher Ablauf des Projektes

Tabelle 1 zeigt den geplanten Projektablauf, wie er in der Vorhabensbeschreibung vorgestellt wurde.

Tabelle 1: *A. rubi*: Geplante Versuchsdurchführung 2009-2011.

| 2009 | Geplante Versuchsdurchführung |
|------------|---|
| Januar | <ul style="list-style-type: none"> ■ Versuchsplanung 2009 ■ Auswahl von Versuchsflächen ■ Einarbeitung der eingestellten Fachkraft |
| März | <ul style="list-style-type: none"> ■ Vorstellung des Projektvorhabens; Beerenobstseminar Weinsberg |
| April-Juni | <ul style="list-style-type: none"> ■ intensive Untersuchungen zu der Biologie und den Verhaltensstrukturen des Erdbeerblütenstechers ■ Dokumentation der Flugaktivität (Monitoring) durch weiße Leimtafeln ■ Anlegen verschiedenen Tastversuche zu den Varianten <ul style="list-style-type: none"> ■ Netz ■ Vlies ■ Neuformulierung Spruzit, NEU1153I (Neudorff) ■ <i>Quassia</i>-Extrakt ■ EnviRepel® (Knoblauchextrakt) ■ Absaug- und Absammeltechnik |
| April-Juli | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bonituren auf abgebissene Blütenknospen |
| August-Dez | <ul style="list-style-type: none"> ■ Auswertung der Tastversuche ■ Ausarbeitung von Details zum Versuchsaufbau 2010 ■ Verfassen des Zwischenberichtes 2009 ■ Veröffentlichung und Vorstellung erster Ergebnisse in Fachzeitschriften |
| 2010 | Geplante Versuchsdurchführung |
| Januar | <ul style="list-style-type: none"> ■ Versuchsplanung 2010 ■ Auswahl von Versuchsflächen auf Praxisbetrieben, auf denen mit Befall zu rechnen ist |
| April-Juni | <ul style="list-style-type: none"> ■ Dokumentation der Flugaktivität (Monitoring) mit Hilfe von Pheromon-Fallen ■ Anlegen von Versuchen, basierend auf den Ergebnissen der Vorversuche aus 2009 zu den Varianten <ul style="list-style-type: none"> ■ Netz ■ Vlies ■ Neuformulierung Spruzit, NEU1153I (Neudorff) ■ Rainfarn & Wermut (Kaltauszug) ■ <i>Metarhizium anisopliae</i> Isolat Ma43 (Versuchspräparat des Verbundpartners Julius-Kühn-Institutes, Darmstadt, D. Stephan) ■ EnviRepel® (Knoblauchextrakt) ■ Tastversuche <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Quassia</i>-Extrakt – Einfluss auf den Erdbeergeschmack? ■ Absaug- und Absammeltechnik - Handhabung und Wirkung |
| April-Juli | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bonituren auf abgebissene Blütenknospen |

| | |
|-------------|--|
| August-Dez. | <ul style="list-style-type: none"> ■ statistische Auswertung der Versuche ■ Ausarbeitung von Details zum Versuchsaufbau 2011 ■ Verfassen des Zwischenberichtes 2010 ■ Veröffentlichung der Versuchsergebnisse auf Fach-Veranstaltungen und in Fachzeitschriften |
| 2011 | Geplante Versuchsdurchführung |
| Januar | <ul style="list-style-type: none"> ■ Versuchsplanung 2011 ■ Auswahl von Versuchsflächen auf Praxisbetrieben, auf denen mit Befall zu rechnen ist |
| März | <ul style="list-style-type: none"> ■ Vorstellung der Versuchsergebnisse: Beerenobstseminar in Weinsberg |
| April-Juni | <ul style="list-style-type: none"> ■ Anlegen von Versuchen, basierend auf den Ergebnissen der Vorversuche aus 2009 und der Versuche aus 2010 <ul style="list-style-type: none"> ■ Netz (2 Randbefestigungsintensitäten - Kontrolle) ■ Vlies (3 Auflagetermine- Kontrolle) ■ Vlies (3 Abdecktermine- Kontrolle) ■ Neuformulierung Spruzit, NEU1153I (Neudorff) ■ Rainfarn & Wermut (Kaltauszug) ■ <i>Metarhizium anisopliae</i> Isolat Ma43 Versuchspräparat des Verbundpartners Julius-Kühn-Institutes, Darmstadt, D. Stephan) ■ <i>Quassia</i>-Extrakt (<i>Quassia</i> - Kontrolle) ■ EnviRepel® (Knoblauchextrakt) ■ Tastversuch <ul style="list-style-type: none"> ■ Hagelnetz |
| April-Juli | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bonituren auf abgebissene Blütenknospen |
| August-Dez. | <ul style="list-style-type: none"> ■ Auswertung der Versuche aus 2011 ■ Verfassen des Abschlussberichtes 2009-2011 ■ Veröffentlichung der Versuchsergebnisse auf Fach-Veranstaltungen und in Fachzeitschriften |

Tabelle 2 zeigt den tatsächlichen Projektablauf, der zeigt, das kam es in 2009 und 2011 zu Abweichungen von der geplanten Versuchsdurchführung gekommen ist.

Tabelle 2: *A. rubi*: Tatsächliche Versuchsdurchführung 2009-2011.

| 2009 | Gründe der Abweichungen |
|-------------|--|
| März | <ul style="list-style-type: none"> ■ Einarbeitung der eingestellten Fachkraft im März anstatt im Januar <ul style="list-style-type: none"> ■ deshalb haben sich folgende Aktivitäten in den März verschoben <ol style="list-style-type: none"> a) die Versuchsplanung b) die Auswahl von Versuchsflächen |

| | |
|-------------|--|
| April-Juni | <ul style="list-style-type: none"> ■ Anlegen der Vorversuche <ul style="list-style-type: none"> ■ alle Versuche, die in der Erdbeersorte „Antea“ angelegt wurden, mussten abgebrochen werden, da der Käfer im Bestand erst sichtbar wurde, als bereits über 50% der Blüten geöffnet waren und Bonituren auf die Anzahl der abgebissenen Knospen in diesem Bestand nicht mehr sinnvoll waren. ■ Folgende Varianten wurden aus den beschriebenen Gründen gestrichen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Vlies: nicht mehr sinnvoll, da der optimale Abdecktermin verstrichen war ■ <i>Quassia</i>: Produkt zeigte erhebliche Qualitätsmängel auf ■ Absaugen/Absammeln: es traten in 2009 nur sehr wenige Individuen im Bestand auf ■ die Varianten NEU1153I und EnviRepel® wurden zusammen in einer Versuchsanlage in einen 2-jährigen Bestand der spätblühenden Sorte „Malwina“ angelegt, da keine weiteren Flächen zur Verfügung standen. ■ die Netzvariante wurde aufgrund der stark verkleinerten Versuchsfläche als stark verkleinerter Tastversuch in einen 2-jährigen Bestand der spätblühenden Sorte „Malwina“ angelegt. |
| 2010 | Keine Abweichungen vom geplanten Versuchsablauf |
| 2011 | Gründe der Abweichungen |
| Mai-Juni | <ul style="list-style-type: none"> ■ in der Variante EnviRepel® konnten aufgrund des unvorhersehbaren Hilfskräftemangels keine Bonituren durchgeführt werden, so dass zu dieser Variante für 2011 keine Ergebnisse vorliegen. ■ Die Variante Vlies, in denen verschiedene Abdecktermine untersucht werden sollten, wurde am 13. Mai abgebrochen, da die Temperaturen bereits so hoch waren, dass die unterschiedlichen Abdecktermine nicht realisiert werden konnten. Bei einer weiteren Versuchsdurchführung wäre es zu massiven Pflanzen- und Fruchtschäden gekommen. |

2.5 Material & Methoden

2.5.1 Biologie und Verhaltensweisen von *A. rubi* im ökologischen Erdbeeranbau

Eine ausführliche Erarbeitung der Biologie und der Verhaltensweisen von *A. rubi* ist zum Aufbau von wirksamen Regulierungsstrategien nicht zu vernachlässigen und bildete das Fundament der Versuchsanstellungen. Hierzu wurde eine intensive Literaturrecherche durchgeführt, zu der auch der Kontakt zu mehreren nationalen und international arbeitenden Forschungsgruppen aufgenommen wurde. Durch diese persönlichen Kontakte konnten zusätzliche wertvolle Erfahrungen aus praktischen Versuchsdurchführungen in das laufende Projekt einbezogen werden. Zusätzlich haben eigene intensive Beobachtungen in den Versuchsjahren 2009 und 2010 die Ergebnisse aus der Literaturrecherche ergänzen können.

Die Erdbeerpflanze wird nach Kovanci et al. (2007) von vielen Arthropoden-Arten befallen, was sich sowohl auf die Erntemenge als auch auf die Fruchtqualität auswirkt. Nach Alford (1984) sind es insgesamt über 90 Arten, wobei „nur“ zehn Arten, nach Kovanci et al. (2007), den Hauptschaden verursachen und somit die Hauptsorge der ökologisch wirtschaftenden Anbauern darstellen. Einer der wichtigsten Verursacher ist der Erdbeerblütenstecher, *Anthonomus rubi* HERBST. Der ausgewachsene, flugfähige, schwarz gefärbte und 3-3,5mm große Rüsselkäfer (Höhn & Stäubli, 2010) wandert aus dem Überwinterungsquartier, meist aus den anliegenden Waldstücken, in den Bestand ein (Kovanci et al., 2005). In zweijährigen Kulturen ist hingegen zu beobachten, dass der Rüssler bereits als adultes Tier im Erdbeerbestand zu finden sein kann, wo er unter altem Erdbeerlaub (Sprengel, 1930; Alford, 1984; Easterbrook et al., 2003; Berglund,

2007; Höhn & Stäubli, 2010) und nach Schmid et al. (2003) auch im Boden überwintert. Als Hauptnährpflanzen werden von Sprengel (1930) und Berglund (2007) neben *Fragaria*- auch Rubus- (Brom- und Himbeeren) und nach Popov (1996) zusätzlich auch Rosa-Arten genannt. Sichtbar wird der Rüssler, sobald Temperaturen von mind. 13°C (15°C-18°C) über einen längeren Zeitraum erreicht werden, so dass der Käfer an warmen Tagen ab April aktiv wird (Höhn & Stäubli, 2010). Die erste Einwanderung in den Bestand dient dem Nasch- bzw. Reifungsfraß (Abbildung 1), der an den Blättern und Blütenblättern stattfindet (Alford, 1984; Höhn & Stäubli, 2010), wobei dieses Fraßverhalten ebenso vor der Paarung und somit kurz vor der Blütenknospenbildung zu beobachten ist (Innocenzi et al., 2001). Bei konstanten Temperaturen über 18°C beginnt das Weibchen ihren ausgeprägten Rüssel in die noch geschlossene Blüte zu bohren, um dort einzelne Eier abzulegen (Aasen & Trandem, 2006; Höhn & Stäubli, 2010). Nach Aasen & Trandem (2006) legt ein Weibchen bis zu 15 Eier in der Woche, Höhn & Stäubli (2010) berichten für den gesamten Ovipositionszeitraum von insgesamt 20-30 Eiern pro Weibchen, Innocenzi et al. (2001) beobachtete die Ablage von 50 Eiern und Easterbrook et al. (2003) zählten in ihren Versuchen unter Laborbedingungen 158 Eier bei einer Temperatur von 20°C, so dass zwischen der Anzahl der gelegten Eier und dem Temperaturverlauf eine enge Korrelation festzustellen ist. Hierbei ist herauszustellen, dass *Anthonomus rubi* durch Einflussfaktoren wie Standort, Temperaturverlauf und Sortenauswahl die Erntemenge um bis zu 60% reduzieren kann (Svensson, 2002). Nach der Eiablage wird der Blütenstiel durch das Weibchen rundherum angestochen (Abbildung 1), so dass es zu einem Abknicken der Blütenknospen kommt, die geschlossene Blüte im Anschluss abstirbt, vertrocknet (Abbildung 1) und somit für die Fruchtbildung nicht mehr zur Verfügung steht (Naumann & Seipp, 1989; Simpson et al., 2002). Als Schadsymptom werden somit die abgebissenen Blütenknospen sichtbar (Abbildung 1) (Naumann & Seipp, 1989). Zum einen können die Blüten abgefallen auf dem Boden liegen oder noch an den Blütenstielen hängen.



Abbildung 1: *A. rubi*: Entwicklungsphasen von *A. rubi*: v. l.: Nasch- und Reifungsfraß der adulten Erdbeerblütenstecher; Weibchen durchtrennt nach Eiablage den Blütenstiel kurz unter der Blütenknospe; geschlossene und vertrocknete Blüte in der die Ei- Larven- und Puppenentwicklung erfolgt; beinlose und gekrümmte Larve. (Fotos: C. Steen, 2009).

Der Grund, warum das Weibchen nach der Eiablage den Blütenstiel durchtrennt liegt nach Tullgreen (1914), Lindblom (1930) und Blümel (1989) darin, dass die Larve (Abbildung 1) durch die geschlossene Blüte vor Fraßfeinden und Parasiten geschützt wird aber auch, um klimatischen Einflüssen wie dem direkten Sonnenlicht und der daraus folgenden Austrocknung vorzubeugen. Jary (1932) unterstützt diese Aussage, indem er die Austrocknung (Dehydration) der Larve als den wichtigsten Einflussfaktor der Sterblichkeit angibt. Durch Hellqvist & Winter (1992) konnte diese Beobachtung nicht bestätigt werden, vielmehr zeigten ihre Untersuchungen, dass die geöffneten Blüten der Larve, sogar an warmen und trockenen Tagen, ausreichend Feuchtigkeit zur Verfügung

stellen. Fünf bis zehn Tage nach der Eiablage schlüpfen die beinlosen, gekrümmten und weißliche Larven (Abbildung 1 & 2) (Höhn & Stäubli, 2010). Sie entwickeln sich im geschützten Innern der inzwischen abgestorbenen und vertrockneten Erdbeerblüte und ernähren sich von den verwelkten Blütenblättern und den nährstoffreichen Blütenanlagen (Naumann & Seipp, 1989). Die Larvenentwicklung benötigt nach Easterbrook et al. (2003) und Höhn & Stäubli (2010) 14-20 Tage und nach Naumann & Seipp (1989) und Scherer (1989) etwa vier Wochen. Auf das Larvenstadium folgt die Verpuppung, die ebenfalls in der Blüte erfolgt und sechs bis acht Tage dauern kann (Scherer, 1989) (Abbildung 2).

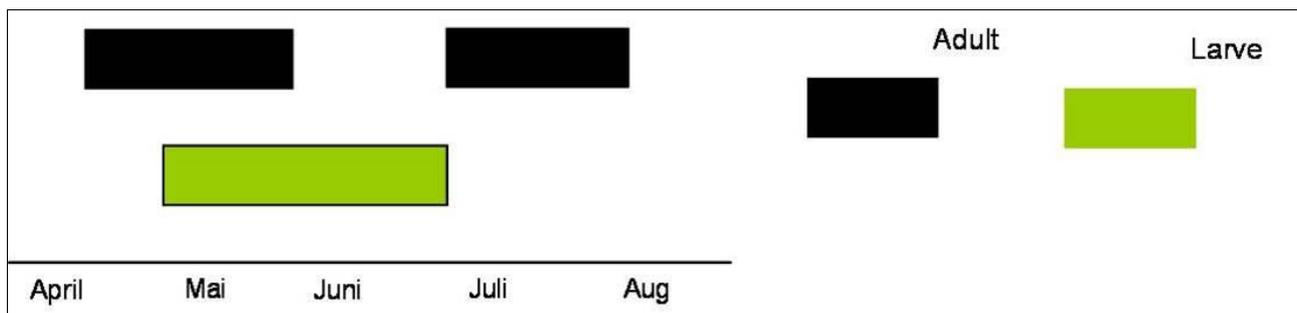


Abbildung 2: *A. rubi*: Aktivitätszeitraum der Larven, Puppen und der Adulten des Erdbeerblütenstechers, *Anthonomus rubi* HERBST (verändert, Kovanci et al., 2007).

Die Gesamtentwicklung von Ei zum adulten Tier dauert nach Leska (1965) 72 Tage, hingegen Easterbrook et al. (2003) von 18 Tagen bei 25°C berichtet, Sprengel (1930) beobachtete weiterhin einen Entwicklungszeitraum von 31-36 Tagen und Innocenzi et al. (2001) einen Zeitraum von sechs bis acht Wochen. So dass festgehalten werden kann, dass der Temperaturverlauf einen entschiedenen Einfluss auf die Entwicklungsdauer hat, da Untersuchungen ebenso zeigen, dass bei 7,5°C gar keine Entwicklung stattfindet. Nach dem abgeschlossenen Entwicklungszeitraum bohrt sich der adulte Rüsselkäfer der Folgegeneration aus der Blütenhülle heraus, um sich im Anschluss von den Erdbeerblättern zu ernähren, wodurch kein wirtschaftlicher mehr Schaden stattfindet (Scherer, 1989; Höhn & Stäubli, 2010) Ab Ende Juli wandert der Erdbeerblütenstecher in das Überwinterungsquartier (Alford, 1984), das sowohl innerhalb der Erdbeerfelder aber auch außerhalb liegen kann (Leska, 1965). Pro Jahr entwickelt sich eine Generation (univoltin) (Sprengel 1930; Alford, 1984; Innocenzi et al., 2001). Erst nach der Überwinterung und somit im Folgejahr wird der Blütenstecher geschlechtsreif sein, wenn er im Frühjahr aus dem Überwinterungsquartier wieder in die Erdbeerflächen einwandert (Aasen et al., 2004).

2.5.2 Versuchsdurchführung

a) Flächenwahl

Wie unter dem Punkt „Biologie und dem Verhalten von *A. rubi* im ökologischen Erdbeeranbau“ dargestellt, wandert, bzw. fliegt der Erdbeerblütenstecher aus nahe liegenden Waldgebieten in Neuanpflanzungen ein (Kovanci et al., 2005), bzw. ist in 2-jährigen Anlagen bereits im Bestand vorzufinden (Sprengel, 1930; Alford, 1984; Easterbrook et al., 2003; Berglund, 2007; Höhn & Stäubli, 2010). Diese Voraussetzungen erfüllten zum einen mehrere Flächen mit einem Abstand zur nächsten Waldfläche von ~300m des Standortes Eberdingen, Kreis Ludwigsburg. Diese Flächen lagen auf 300m über NN, zeigten als Hauptwindrichtung Süd-West an und der Jahresniederschlag lag bei 560mm. Die Vorfrüchte auf den verschiedenen Versuchsfeldern bestanden aus Klee, Zucchini, Grünroggen und Winterweizen. Auf dem Standort Eberdingen

standen sowohl 1-jährige als auch 2-jährige Bestände für die Versuchsdurchführung zur Verfügung.

Zum anderen wurden Flächen am Standort Remshalden-Rohrbronn gewählt, die ebenfalls die Nähe zu größeren Waldflächen zeigten und auf denen in den Vorjahren bereits Schäden durch den Erdbeerblütenstecher verursacht worden waren. Diese Flächen mit den bereits 2-jährigen Beständen lagen 400m über NN und zeigten als Hauptwindrichtung den Westen. Der Jahresniederschlag lag bei 650mm.

b) Sortenwahl

Für diese Versuche wurde die Sorte Malwina gewählt. Malwina ist eine Kreuzung aus „Sofi“ x „Klon“ (Schimmelpfeng, Weihenstephan) und wurde 1998 von Peter Stoppel selektiert (Stoppel, 2010). Weiterhin ist Malwina starkwüchsig mit dunkelgrünem Laub und glänzenden Blättern und blüht mit sehr großen Blüten unter dem Laub. Die Früchte sind groß, fest und mittel- bis dunkelrot glänzend mit rotem Fruchtfleisch (Abbildung 3) (Stoppel, 2010). Bei 3% der Früchte können in dieser Sorte Phyllodien auftreten, die durch einen genetischen Defekt hervorgerufen werden. Hierbei wachsen aus der Frucht Blättchen heraus (Stoppel, 2010). Zusätzlich ist diese Sorte für den ökologischen Anbau als späte und wertvolle Sorte sehr interessant, da es im späten Reifebereich keine weitere Sorte gibt, die sowohl selbstfertil ist und zudem dieses überaus lange Blüh- und Erntefenster aufweist (Hinzmann, 2011). Zusätzlich ist sie tolerant gegenüber *Verticillium dahliae*, weißt nur wenig Mehltau auf und ist unanfällig gegenüber *Phytophthora cactorum* (Hinzmann, 2011). Malwina ist in Hinblick auf den Anbau, nach Ortlieb (2009), im ersten Standjahr als nicht wirtschaftlich einzuordnen, weshalb ein Bestandesumbruch hier kein Mittel der Wahl ist, um dem vermeintlichen Schaden des Erdbeerblütenstechers zu entgehen. Erst im zweiten Standjahr erreicht Malwina ihre volle Ertragsleistung, wodurch die Möglichkeit besteht, diese Sorte u. U. sogar ein drittes Jahr zu beernten.



Abbildung 3: *A. rubi*: Die Sorte Malwina, 25. Mai 2009 (Fotos: Steen, 2009).

Malwina wurde im Tastversuch des Versuchsjahres 2009 untersucht und als Versuchssorte für die Versuche 2010 und 2011 ausgewählt, da der Blühzeitraum dieser Sorte mit dem Zeitraum der Eiablage des Erdbeerblütenstechers übereinstimmt. Durch diese Sortenwahl sollte gewährleistet werden, dass dem Weibchen zur Eiablage Blütenknospen aller Hierarchien (primär, sekundär, tertiär) zur Verfügung stehen.

c) Variantendarstellung und Applikationstermine

Für den Versuchszeitraum 2009-2011 werden die verschiedenen Varianten zu den Versuchsanlagen dargestellt, die sich in einjährige (Tabelle 3) und zweijährige (Tabelle 12) Bestände unterteilen. Diese Unterscheidung wurde vorgenommen, da in den einjährigen Beständen davon ausgegangen wurde, dass noch keine Individuen im Bestand vorhanden waren und hier präventive Maßnahmen untersucht werden sollten. Hingegen in den zweijährigen Beständen der Blütenstecher im Bestand zumeist überwinterte und demzufolge direkt wirkende Regulierungsmaßnahmen untersucht werden sollten.

Tabelle 3: *A. rubi*: Übersicht der durchgeführten Varianten in einjährigen Beständen 2009-2011.

| Versuchs-Nr. & Varianten | Wirkstoff | Konzentration/ Anzahl der Applikationen / sonstiges |
|---|---|---|
| Versuch 1: EnviRepel® & BonaVita® | | |
| EnviRepel® & BonaVita® (Mack Bio-Agrar) | Knoblauchextrakt & BonaVita (pH-Wert- Stabilisator) | <ul style="list-style-type: none"> ■ EnviRepel: 0,5% ■ BonaVita: 0,5% ■ präventiv 2-5ml/l Wasser ■ kurativ: 20-50ml/l Wasser ■ mit BonaVita auf pH 6 einstellen ■ opt. Temperaturbereich: 15-25°C ■ kein Niederschlag 6h nach Applikation ■ Applikation morgens, bei guten Lichtverhältnissen ■ 3-5 Anwendungen: Blüte fühlbar, Streckenwachstum, Blüte ■ die 1. Spritzung vor dem Naschfraß applizieren (ca. 14 Tage vor der Blüte) ■ vollständige Benetzung der Blattober- und Blattunterflächen |
| Versuch 2: Vlies Auflagetermine: Auflage früh - Auflage optimal - Auflage spät | | |
| Vlies (Schachtrupp) | 23g mit Randverstärkung | <ul style="list-style-type: none"> ■ undurchlässig für Erdbeerblütenstecher ■ Seitenabdichtung garantieren ■ € -,12/m² |
| Versuch 3: Vlies Abdecketermine: Abdeckung früh - Abdeckung optimal - Abdeckung spät | | |
| Vlies (Schachtrupp) | siehe auch Versuch 2 | <ul style="list-style-type: none"> ■ siehe auch Versuch 2 |
| Versuch 4: Netz mit optimaler Randbefestigung - Netz mit minimaler Randbefestigung | | |
| Netz (Schachtrupp) | Rantai® Typ S48 | <ul style="list-style-type: none"> ■ undurchlässig für Erdbeerblütenstecher ■ 100% PE ■ Maschengröße: 0,8mm*0,8mm ■ Fadenstärke: 0,19mm ■ Lüftungsfläche: 75% ■ Lichtdurchgang: 92% (neues Netz) ■ Federstahlstäbe (4mm, 2,50m) ■ problemlose Beregnung möglich ■ € -,60/m² (Bio-Einzelpreis) |

Varianten in einjährigen Beständen

Die Varianten zu den 1-jährigen versuchen sind in der Tabelle 3 dargestellt.

Versuch 1: EnviRepel® & pH-Stabilisator BonaVita®

Nach Auskunft des Herstellers, Mack Bio-agrar (2010), ist EnviRepel® ein biologisches Pflanzenstärkungsmittel, das aus nahezu 100% Knoblauch besteht. Durch diese hohe Konzentration sollen beträchtliche Mengen an Eisen, organischen Selen, Aminosäuren, Spurenelementen, unzähligen weiteren Inhaltsstoffen und Duftstoffe in EnviRepel® enthalten sein. Zum einen sollen die behandelten Pflanzen von den Schadorganismen olfaktorisch nicht mehr erkannt werden und zum anderen soll sich die Widerstandskraft der Pflanze gegenüber verschiedenen Pilz- und Bakterienarten erhöhen. Die Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung ist, nach Mack Bio-agrar, die mehrfache Applikation (präventiv/kurativ) zu mindestens drei Terminen (Blüte fühlbar, Streckenwachstum, Blüte). Durch die Applikationstechnik muss gewährleistet werden, dass sowohl die Blattober- als auch die Blattunterseiten vollständig benetzt werden. Neu entwickelte Blätter sind nur durch eine erneute Applikation geschützt. Die Wirkung auf Basis der Verwirrtechnik hält ca. 14 Tage an, die während des Befruchtungszeitraumes auch auf Bienen wirken kann. Danach soll sich die Pflanze durch die erhöhte Widerstandskraft selbst schützen können. BonaVita® wird als pH-Stabilisator von Mack Bio-agrar empfohlen, da EnviRepel® bei einem pH-Wert von 6 optimal wirkt. Zusätzlich sollte sechs Stunden nach der Applikation kein Niederschlag fallen.

2009: EnviRepel® wurde in einer 2-jährigen Versuchsanlage mit Vorbefall im Tastversuch untersucht (Tabelle 4).

2010: EnviRepel® wurde in einer 1-jährigen Versuchsanlage ohne Vorbefall untersucht (Tabelle 5).

2011: Die Variante EnviRepel® wurde in einer 1-jährigen Versuchsanlage ohne Vorbefall untersucht (Tabelle 6).

Tabelle 4: A. rubi: 2009: Applikationstermine der Variante EnviRepel® & BonaVita®.

| | 1. Termin | 2. Termin | 3. Termin |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| EnviRepel® & BonaVita® | 5. Mai | 19. Mai | 28. Mai |

Tabelle 5: A. rubi: 2010: Applikationstermine der Variante EnviRepel® & BonaVita®.

| | 1. Termin | 2. Termin | 3. Termin | 4. Termin | 5. Termin |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| EnviRepel® & BonaVita® | 29. April | 18. Mai | 25. Mai | 5. Juni | 11. Juni |

Tabelle 6: A. rubi: 2011: Applikationstermine in der Variante EnviRepel® & BonaVita®.

| | 1. Termin | 2. Termin | 3. Termin |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| EnviRepel® & BonaVita® | 30. April | 10. Mai | 20. Mai |

Versuch 2: Vlies - Auflagetermine

Das Vlies, auch als Verfrühungs- oder Frostschutzvlies bekannt, sollte das Einwandern des Erdbeerblütenstechers in den Pflanzenbestand verhindern. Voraussetzung hierfür war, dass die Ränder einen optimalen Abschluss mit dem Boden bildeten und somit Eintrittspforten vermieden werden sollten. Hierzu wurden Anker eingesetzt und zusätzlich Sandsäcke und Holzplatten verwendet. Da durch die Vliesauflage die Bestäubung durch Insekten nahezu verhindert wird,

sollte ab dem Zeitpunkt, ab dem 30% der Blüten geöffnet waren, das Vlies entfernt werden. Die Bestäubung sollte somit garantiert werden, auch wenn die Sorte Malwina als selbstbefruchtend gilt. Auch sollte somit die Krüppelfruchtbildung durch eine schlechte Bestäubung verhindert werden (Ortlieb & Dillmann, 2010). Bei starker Sonneneinstrahlung und Temperaturentwicklungen ab 30°C wurden die Vliese aufgedeckt und zum Spätnachmittag (16Uhr) wieder abgedeckt, um weiterhin die Einwanderung der Käfer zu verhindern, die nach Bayer & Winkelmann (2005) in den Abendstunden stärker aktiv sind als am Tag. In 2010 wurde das Vlies mit der Kontrolle verglichen, um zu untersuchen, ob es zu Effekten in Bezug auf die Anzahl der abgebissenen Blüten und den daraus resultierenden Ernteerträgen kommen würde, wobei das Vlies ausgelegt wurde, sobald der Käfer in den Nachbarfeldern gesichtet wurde. In 2011 wurde die Vlies-Variante um drei verschiedene Auflagetermine (sehr früh, optimal, sehr spät) erweitert, um zum einen die Ergebnisse aus 2010 in Hinsicht auf die Effekte zu der Anzahl der abgebissenen Blüten und den daraus resultierenden Ernteerträgen zu bestätigen und zusätzlich, um den Einwanderungszeitpunkt des Käfers in die Fläche stärker zu untersuchen. Die frühe Auflage erfolgte, nachdem auf weiter entfernten Flächen Käfer gesichtet worden waren, wobei die Temperaturentwicklung hier ein wichtiger Punkt ist (siehe Biologie & Verhalten). Die optimale Auflage erfolgte, als auf näher gelegenen Nachbarflächen der Erdbeerblütenstecher gesichtet wurde, ebenfalls in Abhängigkeit der Temperaturentwicklung. Die späte Auflage erfolgte eine Woche nach dem optimalen Auflagetermin.

2009: der Versuch zum Vlies konnte nicht angelegt werden.

2010: der Versuch zum Vlies wurde in einer 1-jährigen Versuchsanlage ohne Vorbefall untersucht (Vlies/Kontrolle) (Tabelle 7; Abbildung 4).

2011: der Versuch zum Vlies in einer 1-jährigen Versuchsanlage ohne Vorbefall wurde um zusätzlich drei verschiedene Auflagetermine gegen die Kontrolle untersucht (Tabelle 8), wobei die Versuchsdurchführung auf der von 2010 basierte.

Tabelle 7: *A. rubi*: 2010: Auflage- und Abdecktermine zur Vlies-Variante.

| | Auflagetermin | Stroheinlage | Abdecktermin bei ca. 30% geöffnete Blüten |
|--------------|----------------------|---------------------|--|
| Vlies | 22. April | 2. Juni | 16. Juni |

Tabelle 8: *A. rubi*: 2011: Termine zur Vlies-Variante zu drei Auflageterminen.

| | Auflagetermine | Abdecktermin bei ca. 30% geöffnete Blüten |
|--------------------------------|-----------------------|--|
| Vlies_{früh} | 12. April | 13. Mai |
| Vlies_{optimal} | 21. April | 13. Mai |
| Vlies_{spät} | 29. April | 13. Mai |
| Kontrolle | ohne Auflage | ----- |

Tabelle 9: *A. rubi*: 2011: Termine zum Vlies-Versuch zu drei Abdeckterminen (abgebrochen)

| | Auflagetermin | Abdecktermin bei ca. 30% geöffnete Blüten |
|--------------------------------|----------------------|--|
| Vlies_{früh} | 21. April | 13. Mai |
| Vlies_{optimal} | 21. April | 13. Mai |
| Vlies_{spät} | 21. April | 13. Mai |
| Kontrolle | ohne Auflage | ohne Auflage |



Abbildung 4: *A. rubi*: 2010: links: Darstellung Vliesvariante, rechts: Darstellung Vlies-Boden Übergang: Eingraben der Vliesränder in das Erdreich (Fotos: Steen).

Versuch 3: Vlies - Abdecktermine

2011: Zusätzlich sollte der Versuch zum Vlies in einer 1-jährigen Versuchsanlage ohne Vorbefall auf drei verschiedene Abdecktermine gegen die Kontrolle untersucht werden. Zu dem ermittelten optimalen Termin (21. April) erhielten die drei Varianten Vlies_{früh}, Vlies_{optimal} und Vlies_{spät} die Vliesauflage und sollten zu drei verschiedenen Terminen (früh, optimal, spät) abgedeckt werden (Tabelle 9). Der frühe Abdecktermin sollte eine Woche vor dem optimalen Abdecktermin erfolgen und der späte eine Woche danach. Der optimale Abdecktermin richtete sich hierbei nach dem prozentualen Anteil der geöffneten Blüten, die 30% nicht überschreiten sollten. Jedoch musste der Versuch am 13. Mai aufgrund der sehr hohen Temperaturentwicklung abgebrochen werden.

Versuch 4: Netz

Mit dieser biotechnischen Methode wurde ebenfalls das Ziel verfolgt, den Erdbeerblütenstecher von der Einwanderung in den Bestand abzuhalten. Der Randbereich des Netzes sollte in das Erdreich eingegraben werden. Ab Temperaturen von 30°C sollten die Netze geöffnet werden, um eine schadensfreie Fruchtbildung zu gewährleisten und den Stress für die Pflanzen herabzusetzen. Wie auch bei der Vlies-Variante, sollte auch das Netz ab einer Blütenöffnungsrate von 30% von der Fläche entfernt werden, um die Bestäubung nicht zu behindern und den negativen Einfluss auf die Fruchtbildung zu verhindern.

2009: In dem Versuch zum Netz wurde ein Tastversuch in einer 2-jährigen Anlage durchgeführt; das Netz wurde am 5. Mai aufgelegt.

2010: In dem Versuch zum Netz wurde in einer 1-jährigen Versuchsanlage ohne Vorbefall das Netz gegen die Kontrolle untersucht (Tabelle 10).

Tabelle 10: *A. rubi*: 2010: Auflage- und Abdecktermine zum Netz

| | Auflagetermin | Stroheinlage | Abdecktermin bei ca. 30% geöffnete Blüten |
|-------------|---------------|--------------|---|
| Netz | 30. April | 2. Juni | 14. Juni |

Auf der Versuchsfläche konnten die Anker, die für die Befestigung eingeplant waren, aufgrund der bestehenden Bodenverhältnisse nicht eingesetzt werden. Alternativ wurden die NetZRänder mit Sandsäcken beschwert bzw. in das Erdreich eingegraben. Zu Versuchsbeginn wurde das Netz auf die Erdbeerpflanzen gelegt (Abbildung 5, links). Nach der Stroheinlage wurden Federstahlbögen über die Reihen mit ca. 1,20m Abstand verteilt (Abbildung 5, rechts). Die Enden der Bögen wurden in das Erdreich gesteckt und verliefen über je zwei Reihen. Die Kopf- und Fußenden wurden



Abbildung 5: A. rubi: links: Darstellung Netzvariante vor Stroheinlage, rechts: Darstellung Netzaufbau nach Stroheinlage mit Federstahlbögen (Fotos: Steen).

jeweils eingeschnitten, so dass sie bei Temperaturen über 30°C die „Tunnel“ geöffnet werden konnten.

2011: In einer 1-jährigen Versuchsanlage, ohne Vorbefall, wurde der Versuch aus 2010 um die Variante der einfachen Randbefestigung erweitert (Tabelle 11).

Tabelle 11: A. rubi: 2011: Auflage- und Abdecktermine zum Netz mit unterschiedlicher Randbefestigung

| | Auflagetermin | Stroheinlage | Abdecktermin bei ca. 30% geöffnete Blüten |
|-------------|----------------------|---------------------|--|
| Netz | 21.04.11 | 02.06.11 | 13.05.11 |

Bei der einfachen Randbefestigung wurde auf das Vergraben des Netzrandes in das Erdreich (Abbildung 6, links) aufgrund des unwirtschaftlich hohen Zeitaufwandes verzichtet, stattdessen wurde im Abstand von wenigen Metern eine Spatenmenge Erde auf die umgeschlagenen Ränder des Netzes geworfen (Abbildung 6, rechts).



Abbildung 6: A. rubi: 2011: Netz: links: optimale Randbefestigung durch das Eingraben der Netzränder in das Erdreich, mitte: Netzvariante in der Fläche, rechts: minimale Randbefestigung durch die vereinzelt oberirdische Befestigung der Netzränder mit Erde (Fotos: Steen).

Varianten in zweijährigen Beständen

In der Tabelle 12 sind die Varianten in den 2-jährigen Beständen dargestellt.

Tabelle 12: *A. rubi*: Übersicht der durchgeführten Varianten in zweijährigen Beständen 2009-2011.

| Versuchs-Nr. & Varianten | Wirkstoff | Konzentration/ Anzahl Applikation / sonstiges |
|---|--|--|
| Versuch 1: NEU1153I - Rainfarn/Wermut - <i>Metarhizium anisopliae</i> Isolat Ma 43 | | |
| Neu 1153I Versuchspräparat (Firma Neudorff) | ■ <i>Pyrethrum</i> & Formulierungshilfsstoffe (Synergist) | <ul style="list-style-type: none"> ■ 1l/ha/1500ltr Wasser ■ 10l Wasser/ Variante ■ max. 2 Applikationen ■ max. 3 Tage zwischen den Applikationen ■ Applikation bis 20°C möglich ■ UV-instabil, deshalb Applikation am Abend oder in den frühen Morgenstunden ■ Kontaktgift ■ Synergist notwendig, um eine Detoxifikation zu verhindern ■ Karenzzeit: 3 Tage |
| Rainfarn & Wermut (Firma Schacht) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Rainfarn in Pulverform ■ Wermut in Pulverform | <ul style="list-style-type: none"> ■ je 5g/1l Wasser ■ 10l Wasser/ Variante ■ ca. 5 Applikationen ■ Kaltauszug, 24h vorher ansetzen |
| Julius-Kühn-Institut, Darmstadt, Dr. D. Stephan | ■ <i>Metarhizium anisopliae</i> , Isolat Ma43 & Netzmittel - Versuchspräparat - | <ul style="list-style-type: none"> ■ Aufwandmenge: 5x10¹³ Konidien/ha mit einem Ausbringvolumen von 500l/ha ■ 0,15%-ig Netzmittel ■ 4 Applikationen zur Hauptaktivitätszeit ■ Kontaktmittel ■ Aufnahme durch „second-pick-up“ |
| Versuch 2: <i>Quassia</i> | | |
| <i>Quassia</i> (Trifolio-M) | ■ Quassin-Extrakt | <ul style="list-style-type: none"> ■ 0,18g/10l Wasser (18g/ha) ■ 10l Wasser ■ eine Applikation zur Blüte ■ standardisiertes Bitterholzextrakt |
| Versuch 3: Absaugen | | |
| Tastversuch Absaugen | ■ Elektrosaughäcksler (Viking - Stihl® SHE81) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Luftdurchsatz 650m³/h ■ 1400 Watt |

Versuch 1: NEU1153I - Rainfarn/Wermut - *Metarhizium anisopliae* Isolat Ma 43 - Kontrolle

■ Neu1153I (*Pyrethrum*-Versuchspräparat, Firma Neudorff)

Aufgrund der Anwendungshinweise der Firma Neudorff sollten zur Applikation von NEU1153I die in Tabelle 12 dargestellten Kriterien beachtet werden. Hierzu hatten hauseigene Untersuchungen der Firma Neudorff ergeben, dass die Applikation in den Morgenstunden vor 8Uhr aufgrund der geringen UV-Einstrahlung durchgeführt werden sollte, da der Wirkstoff bei UV-Einstrahlung binnen kurzer Zeit zerfällt. Eine angepasste Applikationstechnik sollte gewählt

werden, um die nichtaktiven Käfer zu benetzen. Aufgrund dessen ist die Applikation auch nur bei Anwesenheit des Käfers im Bestand durchzuführen. Aber auch die Applikation zur Hauptaktivitätszeit wurde empfohlen, da die Möglichkeit eines second-pick-up bestünde und dies zu einer verstärkten Wirkstoffaufnahme führen könnte. Maximal dürften zwei Applikationen durchgeführt werden, die nicht am selben Tag und mit einem maximalen Abstand von drei Tagen erfolgen sollten. Die Temperaturen zur Applikation sollten 20°C nicht überschreiten (Passon, 2010).

■ Rainfarn (*Chrysanthemum vulgare*) & Wermut (*Artemisia absinthium*)

Rainfarn (*Asteraceae*) wird als Pflanzenstärkungsmittel gehandelt, das zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen kauend - beißende Schädlinge vorbeugend wirken soll und zusätzlich dem Befall und der Ausbreitung vorbeugt. Rainfarn enthält unter anderem Lignane und Gerbstoffe, die wichtige Bausteine für eine stabile Gewebeentwicklung darstellen (Firma Schacht, 2010). Durch die Festigung der Zellwände soll das Gewebe gehärtet werden und Fraßschäden sowie deren Folgeschäden (Sekundärinfektionen) gemindert werden (Firma Schacht, 2010).

Wermut (*Asteraceae*) wird ebenfalls als Pflanzenstärkungsmittel eingesetzt, um die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen zu erhöhen und den Befall und der Ausbreitung von Schadorganismen vorzubeugen (Firma Schacht, 2010). Wermut enthält verschiedene sekundäre Pflanzenstoffe, Gerbstoffe (Zellwandfestigung), Vitamine und Spurenelemente, die wichtige Funktionen im pflanzlichen Stoffwechsel erfüllen (Firma Schacht, 2010). So sollen Schäden durch Fraß und Aussaugen sowie Sekundärinfektionen vermindert werden (Firma Schacht, 2010).

Beide Präparate, auch in Kombination angewendet, haben keine direkte Wirkung auf den Erdbeerblütenstecher; sie wirken beide „über Umwege“, nämlich auf die Pflanze selbst. Bei bereits vorhandenem Befall dürfte es aber für den Beginn mit der Behandlung bereits zu spät sein, da beide Präparate keine Insektizide sind (Look & Rohde, 2010). Angewendet wird die Rainfarn/Wermut Kombination als Kaltauszug, das mit Regenwasser 24 Stunden vor der Applikation angesetzt wird. Nach der Applikation sollte es sechs Stunden niederschlagsfrei bleiben (Tabelle 12).

■ *Metarhizium anisopliae*, Isolat Ma43

M. anisopliae ist ein weit verbreiteter bodenbürtiger Pilz, der als entomopathogener Pilz eingesetzt wird. Bekannt sind bisher ca. 200 Arten von Insekten und andere Arthropoden, die durch diesen Pilz infiziert werden können (Cloyd, 2004). Wenn die asexuellen Sporen des Pilzes, die Konidien, mit dem Insekt in Kontakt kommen, keimt der Pilz aus und die Hyphen dringen durch die Stigma der Tracheensysteme in den Wirt ein (Cloyd, 2004). Sobald der Pilz das Innere des Wirtes erricht hat, werden zahlreiche Hyphen gebildet bis der Wirt mit dem Mycel angefüllt ist und nach einigen Tagen abstirbt (Cloyd, 2004). Danach durchwächst das Mycel die Kutikula und beginnt nach weiterem Wachstum und in Abhängigkeit der Luftfeuchte zu sporulieren und der Kadaver verfärbt sich grün (Cloyd, 2010). Im Rahmen des BÖLN-Verbundprojektes wurde von Dr. Stephan (Julius-Kühn-Institut) Sporenmateriale zur Verfügung gestellt, um Untersuchungen am Erdbeerblütenstecher durchzuführen. Voraussetzung für die Applikation war die Präsenz des Käfers, da nur über den direkten Pilzsporen-Käfer-Kontakt eine Wirkung erzielt wird. Vier Applikationen wurden empfohlen (Tabelle 12).

2009: in dem Tastversuch wurde ausschließlich das NEU1153I untersucht und zu einem Termin am 23. Mai appliziert.

2010: In dem Versuch wurden die drei Varianten *Metarhizium anisopliae*, NEU1153I und die Rainfarn/Wermut-Kombination gegen die Kontrolle untersucht. Die Applikationstermine sind in Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: *A. rubi*: 2010: Applikationstermine im 2-jährigen Bestand zu den Versuchsgliedern *Metarhizium anisopliae* Isolat Ma43, NEU1153I, Rainfarn & Wermut.

| | <i>M. anisopliae</i> | NEU1153I | Rainfarn & Wermut | Kontrolle |
|-----------------------|----------------------|----------|-------------------|-----------|
| 1. Applikation | 14. Juni | 02. Juni | 29. April | ---- |
| 2. Applikation | 17. Juni | 04. Juni | 18. Mai | ---- |
| 3. Applikation | 20. Juni | ---- | 25. Mai | ---- |
| 4. Applikation | ---- | ---- | 01. Juni | ---- |

■ *Metarhizium anisopliae* Isolat Ma43

Zu dieser Variante konnten auf Grund mehrerer Einflussfaktoren (Lieferverzögerung, anhaltende Niederschläge) nur drei anstatt der geplanten vier Applikationen durchgeführt werden (Tabelle 13).

■ NEU1153I (Neudorff-Versuchspräparat)

Die empfohlenen zwei Applikationen wurden zu der Hauptaktivitätstageszeit des Erdbeerblütenstechers, ab dem späten Nachmittag, durchgeführt, wobei die Temperaturgrenze von 20°C nicht zu allen Applikationen eingehalten werden konnte (Tabelle 13).

■ Rainfarn & Wermut

Es wurden vier Applikationen durchgeführt. Da auf die präventive Wirkung des Präparates geachtet wurde, wurde bereits im April die erste Applikation durchgeführt (Tabelle 13).

■ Kontrolle

Die geplante Applikation mit Wasser wurde nicht durchgeführt.

2011: Der Versuch wurde wie in 2010 durchgeführt. Die Applikationstermine sind in Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14: *A. rubi*: 2011: Applikationstermine im 2-jährigen Bestand zu den Versuchsgliedern *Metarhizium anisopliae* Isolat Ma43, NEU1153I, Rainfarn & Wermut.

| | <i>M. anisopliae</i> | NEU1153I | Rainfarn & Wermut | Kontrolle |
|-----------------------|----------------------|----------|-------------------|-----------|
| 1. Applikation | 13. Mai | 13. Mai | 09. Mai | ----- |
| 2. Applikation | 17. Mai | 17. Mai | 17. Mai | ----- |
| 3. Applikation | 28. Mai | ----- | 28. Mai | ----- |
| 4. Applikation | 01. Juni | ----- | 04. Juni | ----- |

■ *Metarhizium anisopliae* Isolat Ma43

Wie geplant, konnten die vier Applikationen durchgeführt werden. Hierzu wurde durch Dr. Stephan zu zwei Terminen frisches Sporenmaterial zur Verfügung gestellt (Tabelle 14).

■ NEU1153I

Wie geplant, wurden die zwei empfohlenen Applikationen durchgeführt (Abbildung 14).

■ Rainfarn & Wermut

Wie geplant, wurden vier Applikationen durchgeführt (Tabelle 14).

■ Kontrolle

Die geplante Applikation mit Wasser wurde nicht durchgeführt.

Versuch 2: Quassia - Extrakt

Quassia amara L. (Simaroubaceae) ist ein immergrüner, 4-8m großer Strauch, der hauptsächlich in Mittelamerika, Brasilien, sowie Westindien vorkommt (Holaschke et al. 2006; Zebitz, 2006). Als Wirkstoffe werden Quassin & Neoquassin angegeben (Zebitz, 2006). Die Wirkstoffe befinden sich hauptsächlich im Holz; in Wurzel, Blättern, Rinde und Blättern treten sie in geringerer Konzentration auf (Holaschke et al., 2006). Nach Albert & Schneller (2009) wirkt *Quassia* gegen saugende/beißende Insekten, Milben und hat zusätzlich eine repellente Wirkung. Eingesetzt wurde das Produkt *Quassia* Extrakt MD, das über die Firma Trifolio-M GmbH bezogen wurde. Dieses Produkt ist wasserlöslich und gibt standardisierte Quassingehalte an (Tiede & Poehling, 2010).

2009: wurde das Präparat nicht untersucht.

2010: die Variante wurde im Tastversuch auf Geschmackseinflüsse untersucht und am 25. Mai in den Sorten Malwina und Berneck appliziert.

2011: *Quassia* wurde gegen die Kontrolle untersucht und in der Sorte Malwina am 9. Mai einmalig appliziert.

Versuch 3: Saughäcksler

In diesem Tastversuch sollte der Saughäcksler an mehreren Pflanzen untersucht werden. Das Absaugen / Absammeln von Schadorganismen mit dem Saughäcksler der Firma Viking (heutige Gerätebeschreibung: Stihl SHE81) sollte zeigen, ob und in welcher Anzahl diese Technik den Erdbeerblütenstecher aus dem Bestand erfassen kann. Es sollte außerdem zeigen ob es dabei zu Pflanzen-, bzw. Blütenschäden kommen würde und welche Nichtzielorganismen dabei erfasst werden könnten.

2010: die Variante Absaugen wurde in einer 2-jährigen Versuchsanlage mit Vorbefall in einem Tastversuch untersucht (Abbildung 7).



Abbildung 7: *A. rubi*: Tastversuch: Absaugvariante mit Saughäcksler am 7. Juni 2010 in der Sorte Malwina (Fotos: Steen).

d) Die zu den Versuchen angewandte Applikationstechnik

Zur Applikation der verschiedenen Präparate wurde eine Rückenspritze mit einer Hohlkegeldüse eingesetzt. In dem Versuch zu EnviRepel® wurde eine Stihl® Gebläserückenspritze BR320 (740m³/h) eingesetzt. Die Applikationen erfolgten über je drei Durchläufe, so dass die Erdbeerpflanzen von rechts, von links und Überkopf behandelt wurden. Diese Technik wurde im Vorfeld auf ihre Wirksamkeit hin an Testpflanzen außerhalb des Versuches untersucht, so dass von einer optimalen Durchdringung der angewandten Präparate im Bestand ausgegangen werden konnte, zusätzlich wurden alle Applikationen über den gesamten Versuchszeitraum von der selben Person durchgeführt.

e) Versuchspläne und Versuchsaufbau 2010/2011

Für die Versuche in den einjährigen Beständen wurden in 2010 Flächen am Standort Eberdingen zur Verfügung gestellt und in 2011 am Standort Remshalden-Rohrbronn. Der Erdbeeranbau erfolgte im Flachbeet mit einem Reihenabstand von 75cm-90cm-75cm und einen Pflanzabstand von ca. 34cm.

1-jährige Versuche

Versuch 1: EnviRepel® & BonaVita®

Nach Rücksprache mit der biometrischen Abteilung der Universität Hohenheim und Herrn Henzler (Mack Bio-agrar) wäre ein Versuchsaufbau als Blockanlage nicht zielführend gewesen, da EnviRepel® als Repellent wirkt und nicht als kuratives Kontaktmittel. Auf Grund dessen, das der Käfer generell nicht flächendeckend im Bestand auftritt, sondern nestartig (Cross & Burgess, 1998), wurde im Vergleich zu den Versuchsvarianten ohne repellente Wirkung eine wesentlich größere Versuchsfläche ausgewählt.

2010: Nach Rücksprache mit Dr. Hartung (Biometrischen Abteilung, Universität Hohenheim), wurde eine Fläche mit vierzehn Reihen (7 Doppelreihen) gewählt. Für die Kontrollvariante wurden rechts und links der EnviRepel®-Fläche je vier Reihen (zwei Doppelreihen) bestimmt. Da die Fläche am Ende einer Gesamtfläche lag, lief sie etwas spitz zu, so dass die Reihenlängen zum Ende hin abnahmen. Die Reihenlängen lagen zwischen 60m und 78m, woraus sich eine Pflanzenanzahl/Reihe zwischen 200 und 260 ableitete. Sowohl in den EnviRepel® Reihen als auch in den Reihen der Kontrolle wurden die Versuchspflanzen mit nummerierten Schlaufenetiketten versehen. Diese Pflanzen verteilten sich zufällig über die gesamte Fläche und gaben einen Ausschnitt der Gesamtfläche wieder. In den acht Reihen der Kontrolle wurden zehn Pflanzen/Reihe, 80 Pflanzen insgesamt, markiert. In EnviRepel® werden über vierzehn Reihen fünf Pflanzen/Reihe, 70 Pflanzen insgesamt, markiert (Anhang 1).

2011: Dieser Versuch konnte nicht bonitiert werden, weshalb es zu keiner Datenaufnahme gekommen ist.

Versuch 2: Vlies - Auflagetermine

Die Vliesvarianten wurden sowohl in 2010 als auch in 2011 in einer vollrandomisierten Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt.

2010: Die Parzellen zu den zwei zu untersuchenden Varianten (Vlies/Kontrolle) waren jeweils 10m lang, woraus sich eine Gesamtlänge von 80m ergab. Am oberen und unteren Ende der Fläche

befanden sich 3m lange Pufferzonen. Insgesamt standen sechs Reihen (3 Doppelreihen) zur Verfügung. Je Variante wurden 4*30 Pflanzen mit nummerierten Schlaufenetiketten versehen. Hierbei wurden pro Parzelle über sechs Reihen jeweils fünf Pflanzen zufällig markiert, um ein mögliches Einwandern der Rüssler, insbesondere vom Randbereich her, zu dokumentieren. In der Variante Vlies wurden die Ränder vollständig in den Boden eingegraben, um ein Einwandern des Rüsslers über den Vliesrand/Boden-Übergang zu vermeiden (Anhang 2).

2011: Die Parzellen zu den vier zu untersuchenden Varianten (Kontrolle / Vlies_{früh} / Vlies_{optimal} / Vlies_{spät}) waren jeweils 6m lang, woraus sich eine Gesamtlänge von 96m ergab. Am oberen und unteren Ende der Fläche befanden sich 3m lange Pufferzonen. Insgesamt standen zwei Reihen (1 Doppelreihe) zur Verfügung. Je Variante wurden 4*12 Pflanzen mit nummerierten Schlaufenetiketten versehen. Mit den Vliesrändern wurde wie in 2011 verfahren (Anhang 3).

Versuch 3: Vlies - Abdecktermine

Diese Vliesvarianten wurde in 2011 in einer vollrandomisierten Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt, musste jedoch aufgrund der hohen Temperaturentwicklungen vorzeitig abgebrochen werden.

Versuch 4: Netz - Randbefestigungsintensitäten

Die Netzvarianten wurden sowohl in 2010 als auch in 2011 in einer vollrandomisierten Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt.

2010: Die Parzellen zu den zwei zu untersuchenden Varianten (Kontrolle/Netz) waren je 9m lang, woraus sich eine Gesamtlänge von 72m ergab. Am oberen und unteren Ende der Fläche befanden sich 4m lange Pufferzonen. Insgesamt standen vier Reihen (zwei Doppelreihen) zur Verfügung. Je Variante wurden 4*20 Pflanzen mit nummerierten Schlaufenetiketten versehen. Hierbei wurden in allen vier Reihen jeweils fünf Pflanzen markiert, um das Einwandern der Rüssler vom Randbereich her dokumentieren zu können (Anhang 4).

2011: Die Parzellen zu den drei zu untersuchenden Varianten (Kontrolle/ Netz_{optimal} /Netz_{einfach}) waren je 6,5m lang, woraus sich eine Gesamtlänge von 80m ergab. Am oberen und unteren Ende der Fläche befanden sich 3m lange Pufferzonen. Insgesamt standen zwei Reihen (eine Doppelreihen) zur Verfügung. Je Variante wurden 4*12 Pflanzen mit nummerierten Schlaufenetiketten versehen (Anhang 5).

2-jährige Versuche

Für die Versuche in den zweijährigen Beständen wurden sowohl in 2010 als auch in 2011 Flächen am Standort Eberdingen zur Verfügung gestellt. Der Erdbeeranbau erfolgte im offenen Anbau mit einem Reihenabstand von 75cm-90cm-75cm und einen Pflanzabstand von ca. 34cm.

Versuch 1: NEU1153I, Metarhizium anisopliae, Rainfarn & Wermut

Dieser Versuch wurde sowohl in 2010 als auch in 2011 in einer vollrandomisierten Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt.

2010: Es standen für die Untersuchung der drei Varianten sechs Reihen, bzw. (3 Doppelreihen) zur Verfügung. Die Gesamtlänge der Fläche betrug 80m plus je 7m Puffer an den oberen und unteren Enden der Fläche, woraus sich eine jeweilige Parzellenlänge von 5m ergab. Je Variante wurden 4*12 Pflanzen mit nummerierten Schlaufenetiketten versehen, die sich in den beiden Mittelreihen

befanden (2*6 Pflanzen), um in dieser Kernparzelle die Bonituren stets an denselben Pflanzen durchzuführen (Anhang 6).

2011: Der Versuchsaufbau glich dem aus 2010. Jedoch betrug die Gesamtlänge der Fläche 64m plus je 3m Puffer an den oberen und unteren Enden der Fläche, woraus sich eine jeweilige Parzellenlänge von 4m ergab (Anhang 6).

Versuch 2: Quassia-Extrakt

Zu dieser Variante wurde in 2010 ein Tastversuch durchgeführt und in 2011 eine vollrandomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt.

2010: Durchführung eines Tastversuches über 4 Reihen, wobei bei ca. 50m die Fläche in der Mitte geteilt wurde und der „Teilbereich A“ als Kontrolle angesehen wurde und der „Teilbereich B“ behandelt wurde.

2011: Es standen für die Untersuchung der zwei Varianten sechs Reihen (3 Doppelreihen) zur Verfügung. Die Gesamtlänge der Fläche betrug 36m plus je 5m Puffer an den oberen und unteren Enden der Fläche, woraus sich eine jeweilige Parzellenlänge von 4,50m ergab. Je Variante wurden 4*10 Pflanzen mit nummerierten Schlaufenetiketten versehen, die sich in den beiden Mittelreihen befanden (2*5 Pflanzen), um in dieser Kernparzelle die Bonituren stets an denselben Pflanzen durchzuführen (Anhang 7).

Versuch 3: Absaugen der Individuen (Tastversuch)

2010: Durchführung eines Tastversuches über 4 Reihen mit 20m Länge. Auf dieser Fläche wurde die Möglichkeit der Aufnahme durch den Saughäcksler aber auch die Aufnahme von Nichtzielorganismen untersucht.

f) Monitoring 2009/2010

2009: Einflugkontrollen wurden in der Versuchsfläche Remshalden-Rohrbronn am 3. April an fünf Monitorpunkten errichtet, die aus Weißtafeln (Innocenzi et al., 2001) bestanden, die direkt an Holzpfählen befestigt waren. Das Monitoring sollte in einem einwöchigen Abstand erfolgen, wobei ebenfalls die Nichtzielorganismen quantifiziert werden sollten. Ziel dieses Monitoring war die Quantifizierung der Individuen und die Möglichkeit den Einwanderungsgradienten zu erfassen (Abbildung 8).

2010: Durch Lieten (2008) wurde auf eine Pheromonfalle der Firma Agralan Ltd. (United Kingdom) hingewiesen, die u. a. für den Erdbeerblütenstecher entwickelt wurde. Weiterhin berichtet Lieten (2008), dass hierzu ein Pheromon aus Norwegen verwendet wurde und die Wirksamkeit durch Untersuchungen am SCRI in Schottland nachgewiesen wurde. Die Männchen des Erdbeerblütenstechers sollen durch das spezifische Pheromon zur Falle bzw. in den Behälter gelockt werden. Dieser Behälter war mit einer Fangflüssigkeit gefüllt, wodurch die um das Pheromon fliegenden Käfer nach einiger Zeit aufgrund der Ermattung nach unten sinken sollten, um dort zu verenden. Die Falle bestand aus einem dunkelgrünem Fangbehälter und einem aufgesetzten Trichter, der mit einem Metallnetz versehen war. Die Flügel waren weiß und das Dach dunkelgrün. Der Pheromonstick wurde in ein kleines, längliches Körbchen unterhalb des Deckels gelegt, so dass es vor Witterungseinflüssen geschützt wurde (Abbildung 9).

Die Fallen, die am 22. April aufgestellt wurden, wurden zu ca. 1/3 in den Boden eingegraben und an den jeweiligen Übergängen von Versuchsfläche zur Umgebungsfläche platziert. Agralan Ltd. empfahl pro Hektar ein bis zwei Fallen/ha aufzustellen, die über einen Zeitraum von sechs bis acht



Abbildung 8: *A. rubi*: Weiße Leimtafeln als Monitoring-Werkzeug für *A. rubi* (Foto: Steen).



Abbildung 9: *A. rubi*: Pheromonfalle für das Monitoring zu *Anthonomus rubi* (Foto: Steen).

Wochen wirksam sein sollten. Das Monitoring der Fallen erfolgte zweimal täglich (morgens / nachmittags), wobei die gefangenen Käfer nach der Auszählung aus der Falle entfernt wurden. Das Monitoring hatte die Aufgabe, den Zeitpunkt der ersten Einwanderung in den Bestand der Erdbeerblütenstecher festzustellen. Diese Untersuchungen sollten nicht nur die bisherigen Kenntnisse zu der Entwicklungsdynamik von *A. rubi* ergänzen, sondern auch bei der Festlegung der Applikationstermine, die auf den Käfer/Präparat- Kontakt angewiesen sind, hilfreich sein.

g) Boniturdurchführung und Boniturtermine

Bonitur auf „Anzahl abgebissene Blütenknospen“

2009/2010/2011: Die Literatur zeigt mehrere Möglichkeiten auf, wie der durch *A. rubi* verursachte Schaden erfasst werden kann (Tuovinen & Parikka, 1997; Aasen & Trandem, 2006). In allen drei Versuchsjahren wurden die Schäden über die Zählung der „abgebissenen Blütenknospen“ erfasst, wobei nicht die abgebissenen Knospen selbst gezählt wurden, sondern zu jeder Bonitur die Blütenstiele der jeweiligen Versuchspflanze gezählt wurden, an denen einmal Knospen vorhanden waren oder diese sogar noch am Stil hingen. Nachzulesen ist diese Methode in Aasen, Hågvar & Trandem (2004), die von Faby (2010) auf persönliche Anfrage hin bestätigt wurde.

2009/2010: Die beschriebene Methode wurde dadurch ergänzt, dass vor den jeweilige ersten Behandlungen eine Status-quo-Zählung durchgeführt wurde (Fried, 2010). Ein weiteres Ziel war es

außerdem, die Versuche wöchentlich zu bonitieren, wobei die Bonituren vollständig an einem Tag durchgeführt wurden. Direkt vor den einzelnen Applikationsterminen zu bonitieren konnte jedoch nicht in allen Versuchen, nicht zu jeder Variante und nicht zu jedem Termin realisiert werden (Tabelle 15).

Tabelle 15: *A. rubi*: Übersicht der Boniturtermine zu den Versuchen aus 2010.

| Bonitur | 2-jähriger Bestand 1 Versuchsanlage | | | | 1-jährige Bestände 3 Einzelversuche jeweils zu der Kontrolle | | |
|---------|--|----------|-------------------------|----------------------|--|----------|----------|
| | Kontrolle | Neu1153I | <i>M.anisoplia</i> e | Rainfarn & Wermut | EnviRepel | Vlies | Netz |
| 1. | 29. April | ----- | ----- | 29. April | 29. April | 02. Juni | 02. Juni |
| 2. | 18. Mai | ----- | ----- | 18. Mai | 18. Mai | 16. Juni | 14. Juni |
| 3. | 01. Juni | 01. Juni | ----- | 01. Juni | 25. Mai | ----- | ----- |
| 4. | 07. Juni | 07. Juni | 07. Juni | 07. Juni | 16. Juni | ----- | ----- |
| 5. | 11. Juni | 11. Juni | 11. Juni | 11. Juni | 24. Juni | ----- | ----- |
| 6. | 21. Juni | 21. Juni | 21. Juni | 21. Juni | 30. Juni | ----- | ----- |

Die Boniturtermine, die zusätzlich nach den Applikationen durchgeführt wurden, sollten Aufschluss über den weiteren Befallsverlauf des Käfers geben. Die letzten Bonituren erfolgten Ende Juni, da zum einen in der Sorte Malwina keine ertragsrelevanten Blüten mehr vorhanden waren und zum anderen die Haupteiablagephase des Erdbeerblütenstechers vorüber war.

2011: Da der Befallverlauf in 2009 und 2010 intensiv erfasst werden konnte, wurden in 2011 am Tag der ersten Ernte alle die Daten von den Versuchspflanzen erfasst, die mit Hilfe der Erntedaten einen Rückschluss auf die Wirksamkeit der Maßnahmen zulassen sollten. Die Kriterien, die von den Versuchspflanzen erfasst wurden, setzten sich aus den folgenden Punkten zusammen:

- Anzahl der abgebissenen Knospen
- Anzahl der geschlossenen Knospen
- Anzahl der geöffneten Blüten
- Anzahl der bereits gebildeten Fruchtansätze

Diese Bonitur konnte in drei von vier Versuchsanlagen durchgeführt werden, in der Versuchsanlage *Quassia* wurde nur das Kriterium „Anzahl abgebissene Blütenknospen“ aufgenommen. Mit Hilfe dieser Daten, die von jeder Versuchspflanze einzeln aufgenommen wurden, ließ sich, mit Ausnahme von *Quassia*, der prozentuale Befall ableiten. Das Ziel dieser Boniturmethode lag zum einen in der Erfassung der individuellen Pflanzenstärke und zum anderen in der Beurteilung des tatsächlichen Schadens durch die abgebissenen Blütenknospen. Die Boniturtermine zu den einzelnen Versuchen sind in Tabelle 16 dargestellt.

Tabelle 16: *A. rubi*: Übersicht der Boniturtermine zu den Versuchen aus 2011.

| Bonitur | 2-jähriger Bestand 1 Versuchsanlage | | | | 1-jährige Bestände 3 Einzelversuche jeweils zu der Kontrolle | | |
|---------|--|----------|----------------------|----------------------|--|----------|----------------|
| | Kontrolle | Neu1153I | <i>M. anisopliae</i> | Rainfarn & Wermut | Vlies | Netz | <i>Quassia</i> |
| 1. | 15. Juni | | | | 9. Juni | 14. Juni | 20. Juni |

Bonitur zur Erntemenge

2010: Die Ernte der Früchte wurde an den Versuchspflanzen, die auf abgebissenen Blütenknospen bonitiert wurden, durchgeführt. Hierbei wurde die Erntemenge in drei Klassen unterteilt: Klasse 1 (Verkaufware/Handelsware), Klasse 2 (Marmeladenware) und unverkäufliche Ware (Ausschuss). Das Ziel lag in dem Vergleich des Befallverlaufes zur Erntemenge, die je Variante als Erntemenge g/100 Versuchspflanzen erfasst wurde. Auf Basis der Boniturdaten zu den abgebissenen Blüten wurde zu der bevorstehenden Ernte entschieden, dass in den Versuchen EnviRepel® und Vlies eine Erntebonitur durchgeführt werden sollte. Jedoch mussten, nach Rücksprache mit dem Betriebsleiter, besonders markierte Erntebereiche in den Versuchsflächen angelegt werden. Da die Versuchsflächen auf einem praktisch wirtschaftenden Betrieb lagen und die Ernte mit Saisonpflückern durchgeführt wurde, war es nicht in die Praxis umzusetzen, dass auf Einzelpflanzen im Bestand während des normalen Erntedurchgangs geachtet wurde und diese für den Versuch auszusparen. Wie die Erntebereiche für die Versuche angelegt wurden ist in Tabelle 17, in Abbildung 10 und 11 dargestellt.

In Tabelle 18 sind die Termine zu den Erntebonituren dargestellt. Als Boniturstandards wurden die an die Praxis angelehnten Kriterien „Handelsklasse“, „Marmeladenware“ und „Ausschuss“ festgelegt.

Aufgrund der Änderungen des Erntebereiches und des hohen Arbeitsaufwandes wurde das Kriterium „Erntemenge g/Pflanze“ aufgegeben. Alternativ wurde die Gesamtertragsmenge in g/100Pflanzen/Variante für die Versuche EnviRepel® und Vlies dokumentiert.

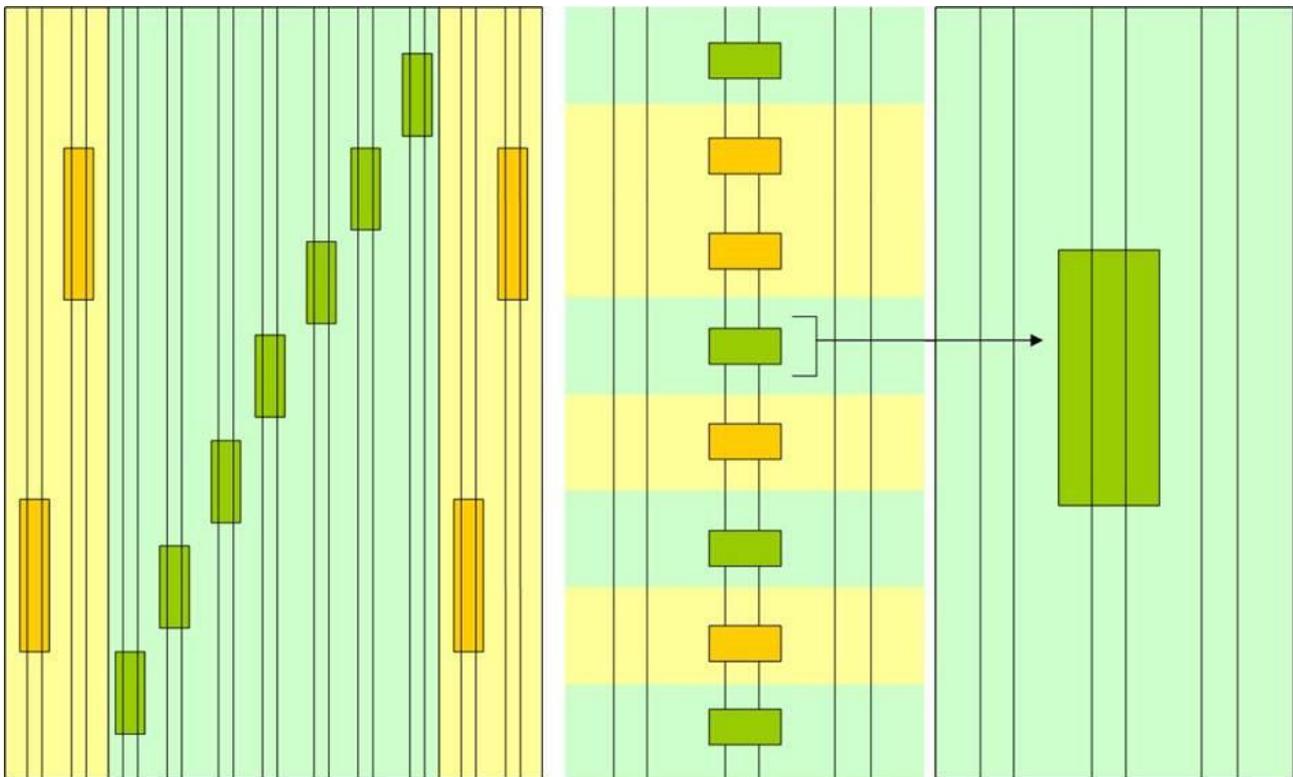


Abbildung 10: A. rubi: links: Versuch 2: schematische Darstellung der Verteilung der Erntebereiche für die Variante EnviRepel® (Orange: Kontrolle, Grün: EnviRepel®). Mitte & rechts: Versuch 3: schematische Darstellung der Positionierung der Erntebereiche in der Vliesvariante über die gesamte Versuchsfläche und am Beispiel einer Vlies-Parzelle (Orange: Kontrolle, Grün: Vliesvariante).



Abbildung 11: A. rubi: Versuch 2: Darstellung der Erntebereiche der Variante EnviRepel® (Fotos: Steen).

Tabelle 17: A. rubi: Aufbau der Erntebereiche für die Versuche EnviRepel® und Vlies in 2010.

| | Kontrolle | Behandlung |
|---|---|---|
| EnviRepel® & BonaVita® | <ul style="list-style-type: none"> ■ 100 Versuchspflanzen ■ 4 Ernteblocke auf 4 Doppelreihen ■ 25 Pflanzen/Ernteblock | <ul style="list-style-type: none"> ■ 105 Versuchspflanzen ■ 7 Ernteblocke auf 7 Doppelreihen ■ 15 Pflanzen/Ernteblock |
| Vlies | <ul style="list-style-type: none"> ■ 100 Versuchspflanzen ■ pro Wdh. 1 Ernteblock über die mittleren 2 Reihen ■ 25 Pflanzen/Ernteblock | <ul style="list-style-type: none"> ■ 100 Versuchspflanzen ■ pro Wdh. 1 Ernteblock über die mittleren 2 Reihen ■ 25 Pflanzen/Ernteblock |

Tabelle 18: A. rubi: 2010: Termine der Erntebonituren in der EnviRepel®-Variante und der Vliesvariante.

| | 1. Bonitur | 2. Bonitur | 3. Bonitur | 4. Bonitur | 5. Bonitur | 6. Bonitur |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| EnviRepel® | 25. Juni | 28. Juni | 30. Juni | 02. Juli | 05. Juli | 08. Juli |
| Vlies | 25. Juni | 28. Juni | 30. Juni | 02. Juli | 05. Juli | 08. Juli |

Tabelle 19: A. rubi: 2011: Termine zu den Erntebonituren in Vlies, Netz, Quassia und NEU153I, Metarhizium anisopliae und Rainfarn & Wermut.

| Bonitur | Vlies | Netz | Quassia | NEU153I, M. anisopliae, Rainfarn & Wermut |
|---------|----------|----------|----------|---|
| 1. | 09. Juni | 14. Juni | 20. Juni | 15. Juni |
| 2. | 14. Juni | 17. Juni | 24. Juni | 20. Juni |
| 3. | 17. Juni | 21. Juni | 28. Juni | 24. Juni |
| 4. | 21. Juni | 23. Juni | 01. Juli | 28. Juni |
| 5. | 23. Juni | 27. Juni | 04. Juli | 01. Juli |
| 6. | 27. Juni | 30. Juni | ----- | 04. Juli |

2011: Die Erntemenge wurde von jeder einzelnen Versuchspflanze aufgenommen, so wie es für 2010 geplant war. Die Erntemengen wurden, wie in 2010, in drei Klassen unterteilt. Das Ziel dieser Methode lag in dem direkten Vergleich von „Anzahl abgebissene Blütenknospen“ zu den einzelnen Fraktionen der Erntemengen. Die Erntetermine sind in Tabelle 19 dargestellt.

h) Datenauswertung

Bei Fragen zu den Versuchsanlagen wurde Dr. Hartung der biometrischen Abteilung der Universität Hohenheim angefragt. Für die statistische Auswertung der Daten wurde die Software R (The R Project for Statistical Computing) eingesetzt (<http://www.r-project.org/>). Hierbei unterstützte Frau Justine Sylla als Partnerin im Rahmen des Verbundprojektes von der Forschungsanstalt Geisenheim.

2.6 Ergebnisse

2.6.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

a) Zur allgemeinen Versuchsdurchführung

Individuenaufkommen

Nach Beobachtungen des Betriebsleiters wurden im Versuchsjahr 2009 weniger Individuen auf der Versuchsfläche dokumentiert als in 2008.

Auswahl der Versuchsflächen

Die Versuchspartzen sollten aufgrund des starken Wanderverhaltens von *A. rubi* großzügig angelegt werden, um Ab- und Überwanderungen in Nachbarpartzen zu verhindern.

Boniturstärken zur Erfassung des Befallsverlaufes und der Befallsstärke

Zu dem angewendeten Kriterium „Anzahl abgebissene Blütenknospen“ wurden nicht die Knospen aus dem Bestand herausgesammelt und gezählt, sondern die einzelnen Fraßstellen an den einzelnen Pflanzenstielen der einzelnen Versuchspflanzen gezählt (Abbildung 12). Durch diese Bonitur wurde der Befallsverlauf in 2009 im Tastversuch und in 2010 in Tast- und Realversuchen erfasst. Dieses Kriterium hat sich als anwendbares aber auch als sehr arbeits- und zeitintensives Kriterium erwiesen, das auch von Seiten anderer Forschungsuntersuchungen bestätigt wurde.

Durch die alleinige Aufnahme der „Anzahl der abgefressenen Blütenknospen“ konnte nicht die Wuchsstärke der einzelnen Pflanzen berücksichtigt werden. Dieses alleinige Boniturstärkenkriterium setzt einen gleichmäßigen Pflanzenbestand voraus, was jedoch nicht der Versuchspraxis entspricht. Diese Unterschiede in der Wuchsstärke konnten in 2011 dadurch erfasst werden, dass neben der „Anzahl der abgebissenen Knospen“ auch die „Anzahl der geöffneten Blüten“, die „Anzahl der geschlossenen Blütenknospen“ und die „Anzahl der Fruchtansätze“ aufgenommen wurde, woraus sich die prozentuale Befallsstärke ableiten ließ.



Abbildung 12: *A. rubi*: Boniturkriterium „Anzahl abgebissene Blütenknospen“.

b) Monitoring

2009: Weiße Leimtafeln: Am 05.05.2009, ca. vier Wochen nach Versuchsaufbau, wurde das Monitoring abgebrochen, da der Erdbeerblütenstecher in der Sorte VimaZanta zahlreich dokumentiert wurde, aber kein einziges Individuum zu den wöchentlichen Monitortermine an den Weißtafeln zu identifizieren war. Weiterhin war zu beobachten, dass *A. rubi* weder an den Leimtafeln haftete die freibeweglich hingen, noch an denen, die fest angebracht waren, so dass der Faktor „Störung aufgrund zu starker Beweglichkeit“ ausgeschlossen wurde der durch Tuovinen & Parikka, 1997 angeführt wird. Ebenso wurde beobachtet, dass die Leimtafeln bereits nach kürzester Zeit mit Schwebfliegen und somit ausschließlich mit Nichtzielorganismen besetzt waren und somit die Klebefläche stark reduziert wurde.

2010: Pheromon-Falle: Das Monitoring mit Hilfe der Pheromon-Fallen der Firma Agralan hat die in Tabelle 20 dargestellten Fänge ergeben. Neben dem Erdbeerblütenstecher wurden zu dem Kontroll-Termin am 25. Mai vier Marienkäfer in dem Versuch zu *M. anisopliae*, NEU11531 und Rainfarn & Wermut ausgezählt. Am 25. Mai wurden alle vier Pheromonfallen aus dem Bestand entfernt, da sich in den Erdbeerflächen bereits zahlreiche Erdbeerblütenstecher zeigten und durch die Pheromone das Zuwanderungsverhalten nicht verfälscht werden sollte.

c) Versuchsergebnisse aus den 1-jährigen Beständen

Versuch 1: EnviRepel® & BonaVita®

In 2010 wurde die Variante EnviRepel® gegen die Kontrolle untersucht. Zu dem Kriterium „Anzahl abgebissene Blütenknospen“ wurden zu sechs Terminen Bonituren durchgeführt (Tabelle 21).

Tabelle 20: *A. rubi*: Monitoring-Termine zur Pheromonfalle und die Anzahl gefangener Individuen.

| Termin | Versuch 1 2-jähriger Bestand, Sorte Malwina | | Versuch 2 1-jähriger Bestand, Sorte Malwina | |
|-----------------------|--|---------|--|---------|
| | Kopfende | Fußende | Kopfende | Fußende |
| 28.04.12 ¹ | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 30. April | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9. Mai | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12. Mai | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16. Mai | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18. Mai | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25. Mai | 0 ² | 0 | 0 | 1 |
| 25. Mai | Abbau der Fallen | | | |

Tabelle 21: *A. rubi*: EnviRepel®: Boniturtermine „Anzahl abgebissene Knospen“.

| Termin 1 | Termin 2 | Termin 3 | Termin 4 | Termin 5 | Termin 6 |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 29. April | 18. Mai | 25. Mai | 16. Juni | 24. Juni | 30. Juni |

Übersicht des Befallverlaufes

2010: Wie Abbildung 13 zeigt, ist es in beiden Varianten zu den ersten drei Terminen zu einem sehr geringen Befall gekommen. Ab dem 4. Boniturtermin zeigten beide Varianten einen beginnenden Befall, wobei in der Kontrollvariante zwischen 1 und 22 und in der EnviRepel®-Variante zwischen 0 bis 17 abgebissene Blütenknospen gezählt wurden. Zu dem 5. Termin wurden in der Kontrolle zwischen 2 und 25 und in der EnviRepel®-Variante zwischen 0 und 22 abgebissene Blütenknospen gezählt. Zu dem sechsten und letzten Termin wurden in der Kontrolle zwischen 2 und 28 abgebissene Blütenknospen gezählt und in der EnviRepel®-Variante zwischen 0 und 23.

Über die Termine sind steigende Anzahlen zu den abgebissenen Blütenknospen zu erkennen gewesen und ebenso, dass in der Kontrolle über alle Termine ein höherer Anteil an abgebissenen Blütenknospen gezählt wurde als in der EnviRepel®-Variante.

Vergleich der zwei Varianten zu den Terminen T4 - T6

Da es zu den Terminen T1 bis T3 nur zu sehr geringen Befallszahlen gekommen ist, werden in Abbildung 14 nur die Boniturtermine T4 bis T6 dargestellt. Wie die Abbildung zeigt, ist es zu jedem der drei Termine in der Kontrollvariante zu einem stärkeren Befall gekommen als in der EnviRepel®-Variante; einen signifikanten Unterschied gab es nicht.

Vergleich der zwei Varianten in der Ernteparzelle zum 24.Juni 2010 auf „Anzahl abgebissene Blütenknospen“

Am 24.Juni wurde in den Ernteparzellen vor der ersten Ernte eine Bonitur mit dem Kriterium „Anzahl abgebissene Blütenknospen“ durchgeführt, um die aktuelle Befallssituation zu

1 erste Käfer beim Naschfraß in der blühenden Nachbarsorte Clery gesichtet

2 4 Marienkäfer

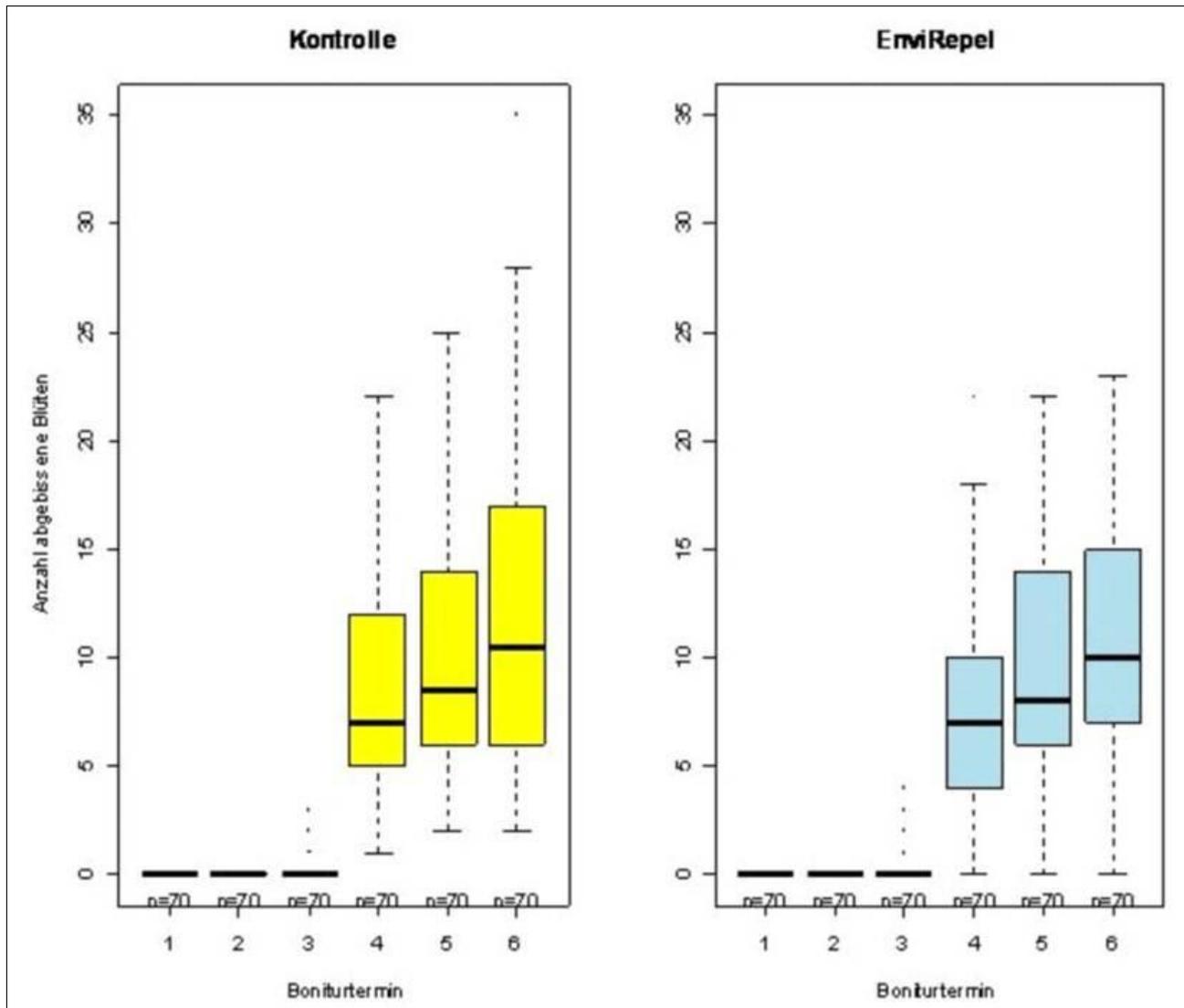


Abbildung 13: *A. rubi*: 2010: Kontrolle (gelb, links) & EnviRepel® (blau, rechts): Vergleich der zwei Varianten über sechs Boniturtermine (T1: 29.April; T2: 18.Mai; T3: 25.Mai; T4: 16.6; T5: 24.6, T6: 30.6) zu dem Kriterium „Anzahl abgegebissene Blütenknospen“.

dokumentieren. Zu diesem Termin zeigten sich in der EnviRepel®-Variante signifikant weniger abgegebissene Blütenknospen als in der Kontrolle (Abbildung 15, links).

Zum Vergleich ist der Termin 5 aus der Bonitur der „ursprünglichen Boniturparzellen“ dargestellt. Während der Befall in den zwei Kontrollvarianten nur sehr geringe Unterschiede zeigte, zeigte sich in der EnviRepel®-Variante ein geringer Befall in dem Bereich der Ernteparzelle.

Vergleich der Variante EnviRepel® zur Kontrolle in Bezug auf die Erntemenge/Erntetermin und die Gesamterntemenge

Wie in der Versuchsdurchführung beschrieben, wurden in dem Versuch zu EnviRepel® in der Kontroll-Variante 4*25 Pflanzen (100 Pflanzen) und in der EnviRepel®-Variante 7*15 Pflanzen (105 Pflanzen) über sechs Termine (Tabelle 18) beerntet. Für den Vergleich der Erntemengen/Erntetermin wurde die Erntemenge für die Variante EnviRepel® an 100 Pflanzen

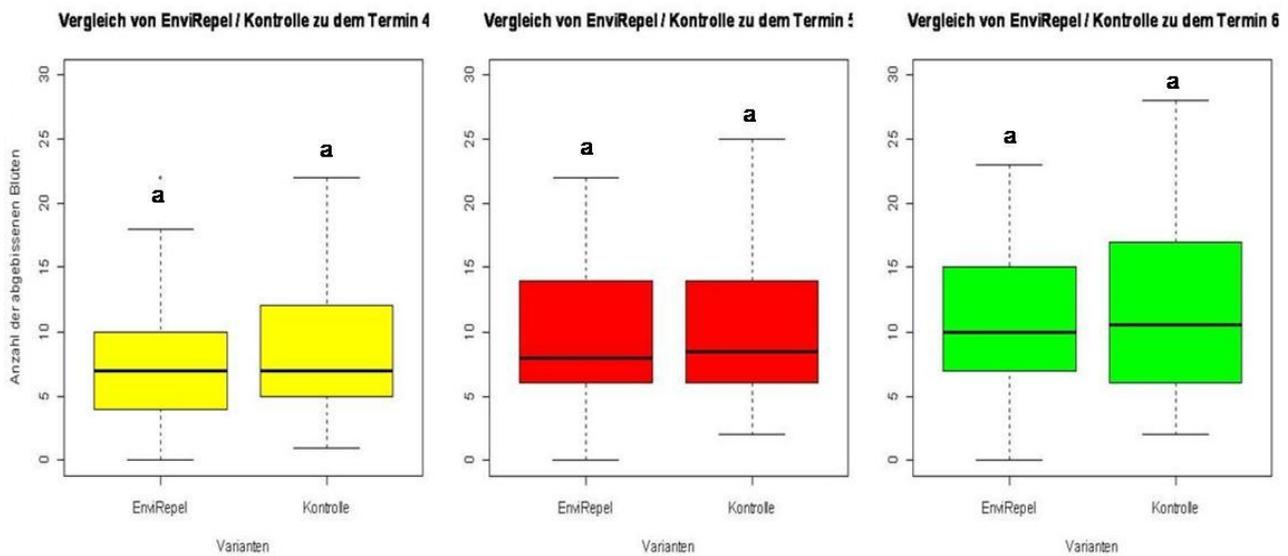


Abbildung 14: A. rubi: 2010: EnviRepel® (n=70 Pflanzen) und Kontrolle (n=80 Pflanzen): Vergleich der zwei Varianten über die Termine 4 (16.6), 5 (24.6) und 6 (30.6) zu dem Kriterium „Anzahl abgegebissene Blütenknospen“ (t-test, $\alpha=0,05$) Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden.

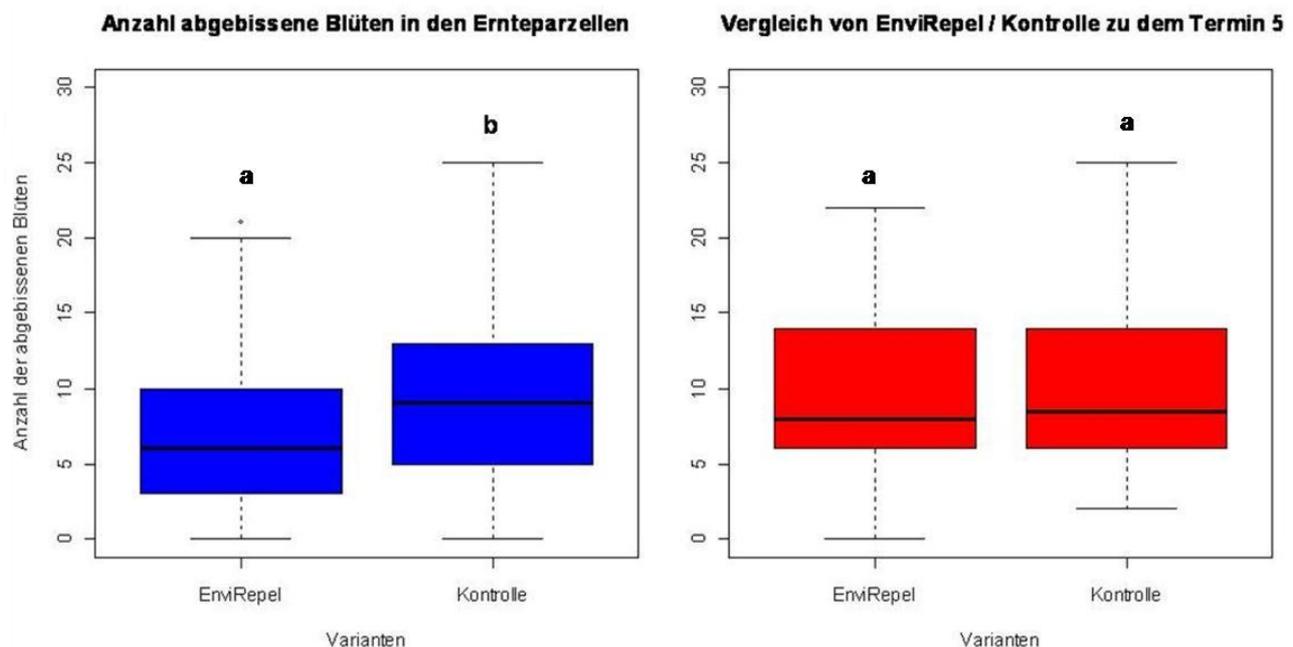


Abbildung 15: A. rubi: 2010: EnviRepel® (n=70Pflanzen)/Kontrolle (n=80Pflanzen): Vergleich zwischen den Bonituren zu dem Kriterium „Anzahl abgegebissene Blütenknospen“ der Versuchsfläche (links) und der Ernteparzellen (rechts) am 24.6. (t-test, $\alpha=0,05$) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).

angepasst. Abbildung 16 zeigt zu dem Kriterium „Verkaufware“, dass die Erntemengen der Kontrolle ab dem 28.6. über alle Termine höhere Erntemengen zeigte als in der Variante EnviRepel®. Die Erntemengen lagen zu dem Boniturkriterium „Verkaufware“ in der Kontrolle zwischen 0g (25.6) und 1.366g (30.6) und in der Variante EnviRepel® zwischen 71g (25.6) und 1.298g (5.7).

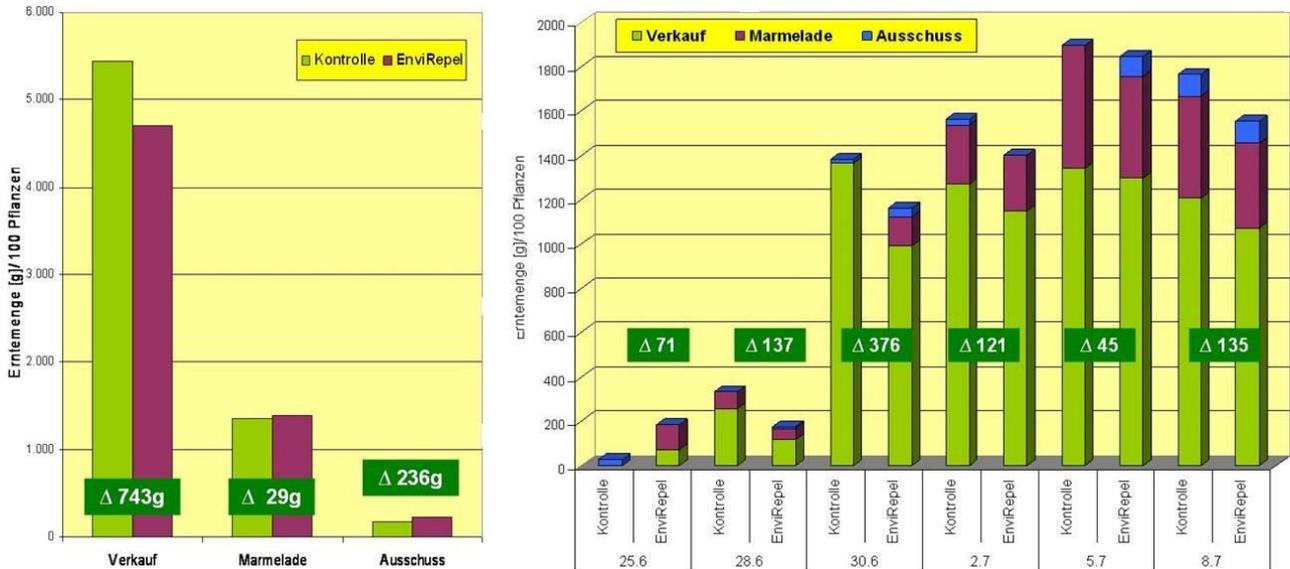


Abbildung 16: A. rubi: 2010: links: EnviRepel®/Kontrolle: Darstellung der Gesamterntemenge [g/100Pflanzen] zusammengefasst aus sechs Erntetermineinen zu den Kriterien „Verkaufsware“, „Marmelade“ und „Ausschuss“; rechts: EnviRepel®/Kontrolle: Darstellung der Erntemengen [g/100Pflanzen] zusammengefasst aus sechs Erntetermineinen zu den Kriterien „Verkaufsware“, „Marmelade“ und „Ausschuss“.

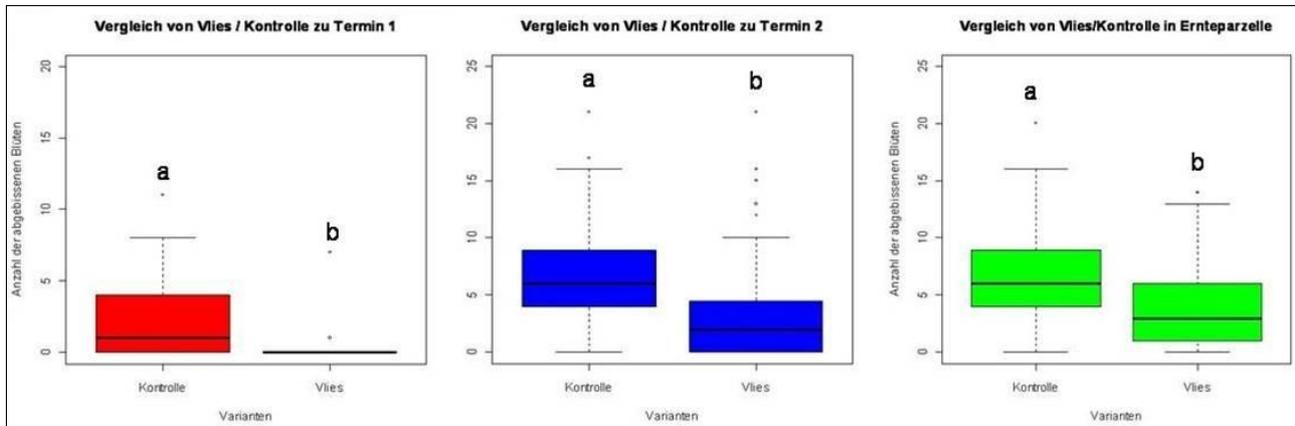


Abbildung 17: A. rubi: 2010: Vlies/Kontrolle: Vergleich der zwei Varianten zu den Terminen 2. (T1) & 16. Juni (T2) zu dem Kriterium „Anzahl der abgebissenen Blütenknospen“ mit dem zusätzlichen Vergleich zu der Bonitur in den Erntepartellen am 25. Juni (Termin 1: Welch-t-Test, $\alpha=0,05$, Termin 2 & Erntepartelle: t-Test, $\alpha=0,05$) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).

Die Erntemengen zu dem Kriterium „Marmelade“ lagen in der Kontrolle zwischen 0g (25., 30.6) und 554g (5.7) und in der Variante EnviRepel® zwischen 47g (28.6) und 457g (5.7). Die niedrigsten Erntedifferenzen zeigten sich am 2.7 mit 14g/100 Pflanzen und die höchsten am 30.6. mit 133g/100 Pflanzen. Für beide Varianten wurden zu dem Kriterium „Ausschuss“ über die sechs Erntetermineine Entemengen zwischen 0g und ca. 100g/100 Pflanzen gewogen wobei es hier zu Differenzen zwischen 2g (8.7) und 91g (5.7) kam. Die Gesamterntemenge zu dem Kriterium „Verkaufsware“ in der Variante Kontrolle betrug 5.444g; in der Variante EnviRepel® betrug diese 4.701g und somit 743g weniger (Abbildung 16). Zu dem Kriterium „Marmelade“ kam es zu einer Erntedifferenz von 29g/100 Versuchspflanzen und zu dem Kriterium „Ausschuss“ wurden in der

Variante EnviRepel® 236g/100 Versuchspflanzen und in der Kontrolle 66g/100 Versuchs-Pflanzen dokumentiert.

Versuch 2: Vlies

Wie Abbildung 17 (links, mitte) zeigt, ist es in 2010 in den Varianten Vlies/Kontrolle zu den Boniturkriterium „Anzahl abgebissene Blütenknospen“ zwischen den Boniturterminen 2. Juni (Termin 1) und 16. Juni (Termin 2) zu einem Befallsanstieg gekommen. Wie die Abbildung 17 weiter zeigt, wurden zu beiden Terminen in der Vliesvariante signifikant weniger abgebissene Blütenknospen gezählt als in der Kontrolle.

Diese Entwicklung wurde durch eine Bonitur am 25. Juni in den Ernteparzellen bestätigt, in der es zwischen der Vlies- und Kontrollvariante ebenfalls zu signifikanten Unterschieden zu der „Anzahl der abgebissenen Blütenknospen“ gekommen ist und in der Kontrolle eine höhere Anzahl gezählt wurde als in der Vliesvariante (Abbildung 17: rechts). Die Abbildung 18 (links) zeigt die aus sechs Erntetermine (25., 28., 30. Juni & 2., 5., 8. Juli) zusammengefasste Erntemenge und dass es in der Variante Vlies im Vergleich zur Kontrolle in der Fraktionsklasse „Handelware“ zu einer um 587g/100 Pflanzen höheren Erntemenge gekommen ist. Es zeigt aber auch, dass der Marmeladenanteil und die Ausschussware in der Vliesvariante höhere Erntemengen zeigte als die Kontrolle. Der erhöhte Marmeladenanteil könnte aus dem höheren Blütenansatz hervorgegangen sein, der sich aus den signifikant weniger abgebissenen Blütenknospen entwickeln konnte. Auch könnten die erhöhten Temperaturen und der klimatische Stress unter der Abdeckung die Ausbildung der zahlreichen kleineren Früchte verursacht haben. Zusätzlich ist in Abbildung 18 (rechts) dargestellt, wie hoch zu den einzelnen Ernteterminen und zu den Erntefraktionen (Verkaufware, Marmeladenware, Ausschuss) die Erntemengen waren. Die Abbildung zeigt hierbei, dass in der Vliesvariante in zwei von sechs Ernteterminen eine höhere Erntemenge zu der Fraktion „Verkaufware“ geerntet wurde.

Zusätzlich zeigt die Abbildung 18, dass es durch die Vliesabdeckung zu den ersten beiden Ernteterminen (25. und 28. Juni) zu einem Verfrühungseffekt gekommen ist, der in der sehr späten Sorte Malwina nicht erwünscht war. Es wurde sowohl beim Versuchsaufbau als auch im

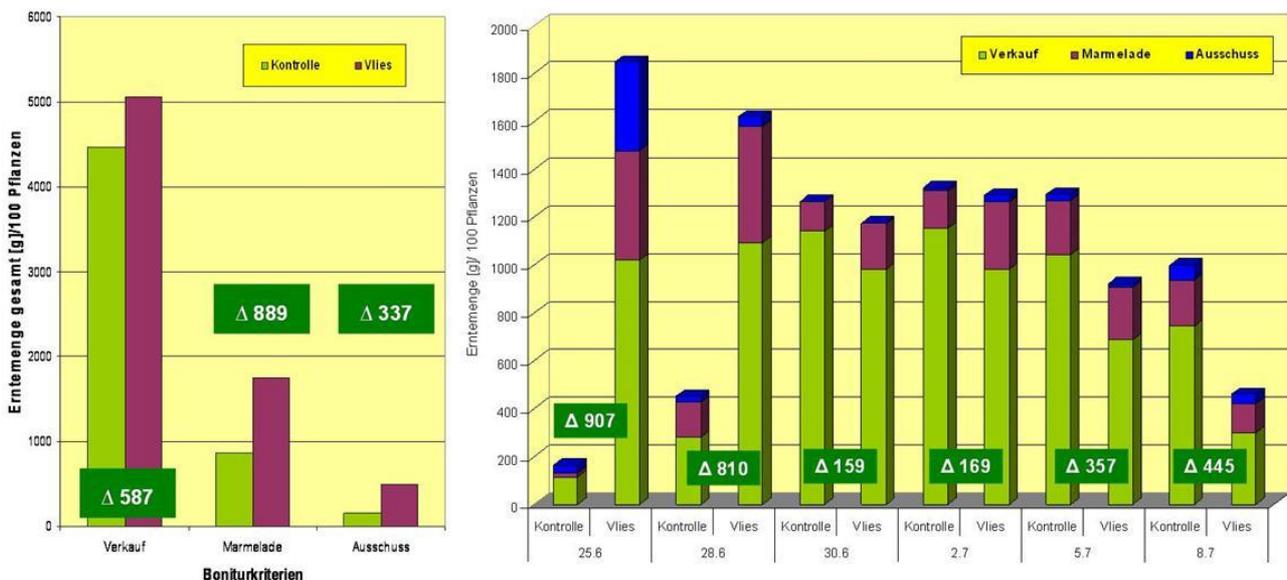


Abbildung 18: A. rubi: 2010: Vlies: Erntemengen [g/100 Pflanzen] zu den Fraktionen Verkaufware, Marmelade und Ausschuss links: zusammengefasste Erntemenge aus sechs Ernteterminen 25., 28., 30. Juni & 2., 5., 8. Juli rechts: Erntemengenverlauf über die sechs Erntetermine.

alltäglichen Umgang mit dem Vlies in 2010 deutlich, dass diese Versuchsvariante einen zu hohen zeitlichen- und arbeitstechnischen Aufwand erforderte, weshalb der praktische Einsatz in den Versuchen für 2011 vereinfacht, bzw. optimiert werden sollte.

Tabelle 22: *A. rubi*, Vlies 2011: Mittelwerte der abgebissenen Blütenknospen

| | Kontrolle | Vliesfrüh | Vliesoptimal | Vliesspät |
|--------------------------------------|-----------|-----------|--------------|-----------|
| Mittelwert Abbissrate [%] | 30,9 | 7,9 | 14,7 | 20,6 |

Tabelle 23: *A. rubi*: 2011: Vlies: Vergleich der drei Abdeckvarianten „Kontrolle“ zu „Vliesfrüh“, „Vliesoptimal“ und „Vliesspät“ zu dem Kriterium „Erntemenge [g/48 Pflanzen]“ zu den drei Erntefractionen Handelsklasse (HK), Marmeladenware (MA) und Ausschuss (Aus) zusammengesetzt aus sechs Ernteterminen (9., 14., 17., 21., 23., 27. Juni).

| Erntemenge [g/48 Pflanzen] | Kontrolle | Vliesfrüh | Vliesoptimal | Vliesspät |
|----------------------------|-----------|-----------|--------------|-----------|
| Handelsklasse | 7704 | 7728 | 10095 | 9120 |
| Marmelade | 925 | 2394 | 1937 | 1608 |
| Ausschuss | 506 | 960 | 799 | 872 |

In 2011 bestätigte sich das Ergebnis aus 2010 in dem Versuch zu dem Kriterium „Anzahl abgebissene Blütenknospen“. In allen drei untersuchten Vlies-Varianten (Vliesfrüh, Vliesoptimal, Vliesspät) wurden signifikant weniger abgebissene Blütenknospen gezählt als in der Kontrolle. Jedoch war auch hier das Ziel, die individuelle Anzahl der abgebissenen Blütenknospen mit der individuellen Pflanzenwuchsstärke zu verbinden, um die individuelle Befallsstärke zu ermitteln. In

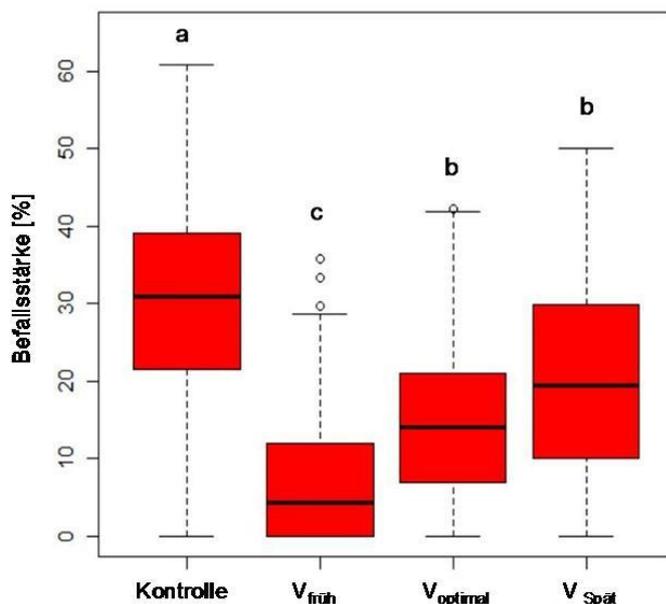


Abbildung 19: *A. rubi*: 2011: Vlies: Vergleich der vier Varianten „Kontrolle“, „Vliesfrüh“, „Vliesoptimal“ und „Vliesspät“ zu dem Termin 9. Juni zu dem Kriterium „Befallsstärke [%]“ (Pairwise CI mit Welch-t-Test, $\alpha=0,05$, $n=48$ Pflanzen/Variante) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).

der Kontrolle wurden Befallsstärken zwischen 0% und 60,87% aufgenommen und die Anzahl der abgebissenen Knospen lag zwischen 0 und 27. In der Variante Vliesfrüh wurden Befallsstärken zwischen 0% und 37,71% aufgenommen und die Anzahl der abgebissenen Knospen lag zwischen 0 und 15. In der Variante Vliesoptimal wurden Befallsstärken zwischen 0% und 42,31% aufgenommen und die Anzahl der abgebissenen Knospen lag zwischen 0 und 13. In der Variante Vliesspät wurden Befallsstärken zwischen 0% und 50% aufgenommen und die Anzahl der abgebissenen Knospen lag zwischen 0 und 22 (Abbildung 19). Die mittleren Befallswerte sind Tabelle 22 dargestellt.

Zusätzlich kam es zu signifikanten Unterschieden zu den abgebissenen Blütenknospen zwischen den einzelnen Vlies-Varianten Vliesfrüh und Vliesoptimal und ebenso zwischen den Varianten Vliesfrüh und Vliesspät. Die Variante Vliesfrüh zeigte in

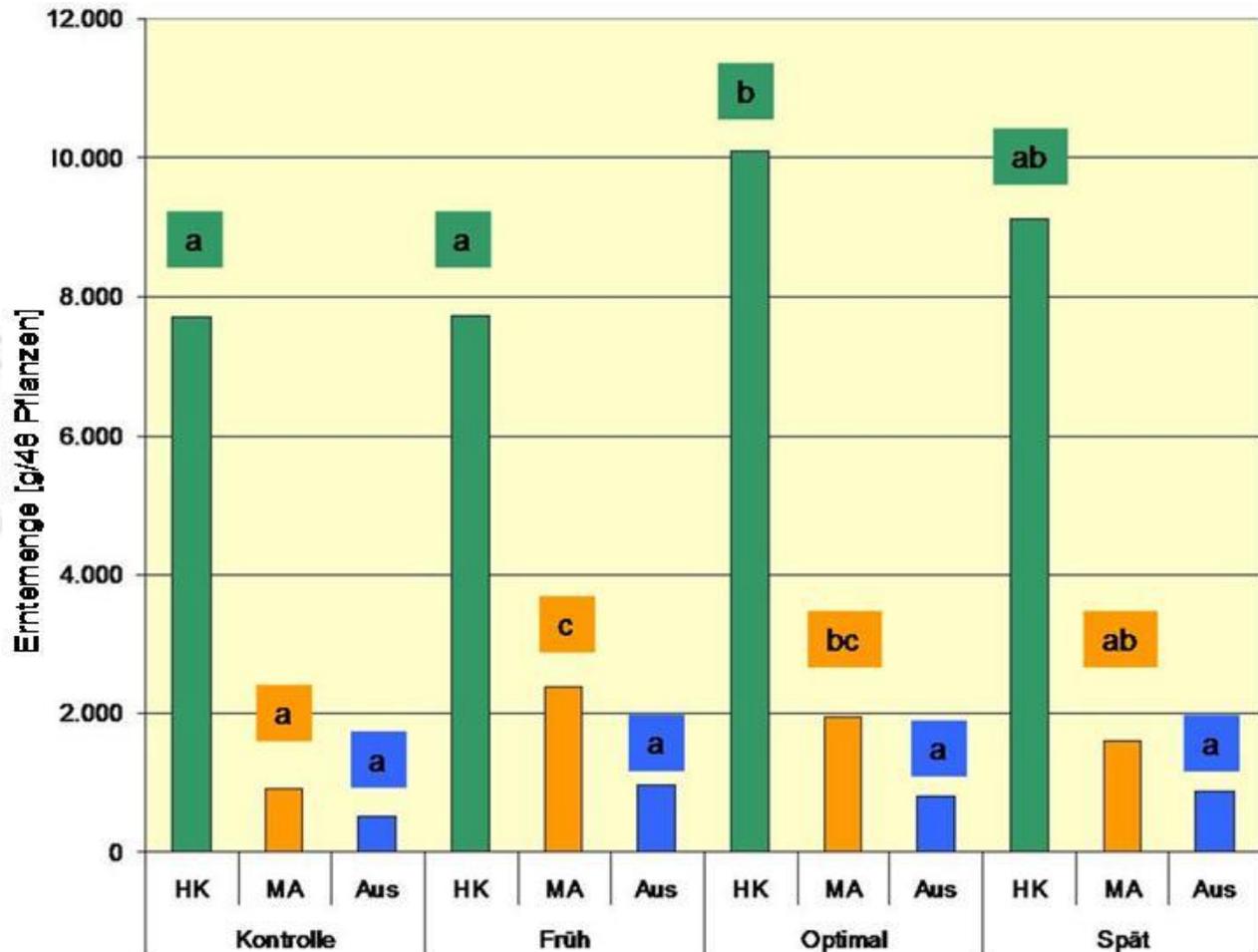


Abbildung 20: A. rubi: 2011: Vlies: Vergleich der drei Abdeckvarianten „Kontrolle“ zu „Vliesfrüh“, „Vliesoptimal“ und „Vliesspät“ zu dem Kriterium Erntemenge [g/48Pflanzen] zu den drei Erntefraktionen Handelsklasse (HK) (ANOVA, Tukey-Test, $\alpha=0,05$), Marmeladenware (MA) (ANOVA, Tukey-Test, $\alpha=0,05$), und Ausschuss (Aus) (Pairwise CI, Hodges-Lehmann, $\alpha=0,05$), zusammengesetzt aus sechs Ernteterminen (9., 14., 17., 21., 23., 27. Juni) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).

beiden Vergleichen den geringeren prozentualen Anteil an abgebissenen Blütenknospen (Abbildung 19).

Die Abbildung 20 zeigt zu den Erntemengen der „Handelsklasse“ (HK), dass die Sorte Malwina auf die signifikante Reduzierung der abgebissenen Blütenknospen (Abbildung 19) nicht mit einem Ertragszuwachs reagiert hat.

Zusätzlich sind in der Tabelle 23 die Daten zu den Erntemengen aufgeführt.

Jedoch konnte sich der signifikante Unterschied zu dem Kriterium „Mittelwerte der abgebissenen Blütenknospen“ (Tabelle 22) zwischen der „Kontrolle“, mit durchschnittlich 30,9% abgebissenen Blütenknospen. und der Variante „Vliesfrüh“, mit durchschnittlich 7,9% abgebissenen Blütenknospen, nicht in der Erntemenge der Handelsklasse wiederfinden, da die „Kontrolle“ 7.704g zeigte und das „Vliesfrüh“ 7.728g. Jedoch zeigte sich auch in diesem Versuchsansatz, wie auch in dem Netz-Versuch, dass eine nicht signifikante Reduzierung der abgebissenen Blüten in der Sorte Malwina zu einem signifikant höheren Ernteertrag in der Fraktion der Handelsklasse führen konnte. Die Variante „Vliesoptimal“ zeigte mit durchschnittlich 14,7% abgebissenen Blütenknospen im

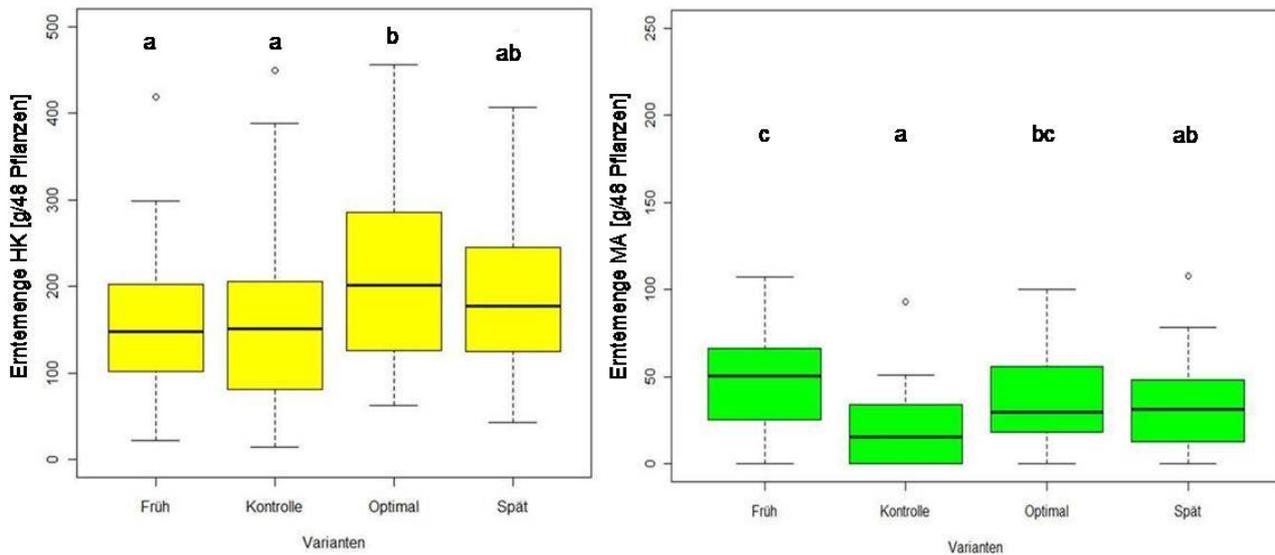


Abbildung 21: A. rubi: 2011: Vlies: Erntemengen zu drei Vliesauflageterminen Vfrüh (12.4), Voptimal (21.4), Vspät (29.4) aus sechs Ernteterminen (9., 14., 17., 21., 23., 27. Juni) links: Erntemenge Handelsklasse (HK) [g/48 Pflanzen] (Tukey-Test, $\alpha=0,05$, $n=48$ /Variante), rechts: Erntemenge Marmeladenware [g/48 Pflanzen] (Tukey-Test, $\alpha=0,05$, $n=48$ /Variante) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).

Vergleich zu der Kontrolle, mit durchschnittlich 30,9% abgebissenen Blütenknospen, eine signifikant höhere Erntemenge mit 10.095g im Vergleich zu der Kontrolle mit 7.704g (Abbildung 20 & 21). Weiterhin zeigte die Variante „Vlies_{optimal}“ gegenüber „Vlies_{früh}“ eine um 2.367g signifikant höhere Erntemenge der Fraktion der Handelsware, obwohl der durchschnittliche prozentuale Befall in „Vlies_{optimal}“ um 6,8% höher war als in „Vlies_{früh}“ (Abbildung 20 & 21).

Die Erntemenge der Marmeladenware zeigt in Abbildung 21 in Verbindung mit der Abbildung 19, der Darstellung zu den abgebissenen Blütenknospen, dass die Sorte Malwina auf eine signifikante Reduzierung der abgebissenen Blütenknospen mit einem signifikanten Ertragszuwachs reagiert hat. So hat sich der signifikante Unterschied zu den abgebissenen Blütenknospen zwischen der Kontrolle mit 30,9% und Vlies_{früh} mit 7,9% in der Erntemenge der Marmeladenware als signifikant erhöht gezeigt, die Erntemenge zur Kontrolle zeigte 925g und zu der Variante Vlies_{früh} 2.394g. Ebenso hat sich der signifikante Unterschied zu den abgebissenen Blütenknospen zwischen der Kontrolle mit 30,9% und der Variante Vlies_{optimal} mit 14,7% in der Erntemenge der Marmeladenware als signifikant erhöht gezeigt, denn die Kontrolle zeigte 925g und die Variante Vlies_{optimal} 1.937g.

Weiterhin zeigte sich auch ein signifikanter Unterschied zu den abgebissenen Blütenknospen zwischen Vlies_{früh} und Vlies_{spät} in einem signifikanten Ertragsunterschied zu dem Marmeladenanteil der Gesamterntemenge.

Zum Ernteanteil des Ausschusses ist es zu keinen signifikanten Unterschieden zwischen den Varianten gekommen, jedoch zeigten alle Vlies-Varianten höhere Anteile als die Kontrolle (Abbildung 20).

Versuch 4: Netz

In dem Tastversuch 2009 konnte beobachtet werden, dass sich das Gewicht des Netzes negativ auf die Pflanzenentwicklung ausgewirkt hat, so dass Federstahlstäbe als Abstandshalter zwischen Netz und Pflanze in die weiteren Versuche eingeplant wurden. Ebenso kam es in Abhängigkeit des

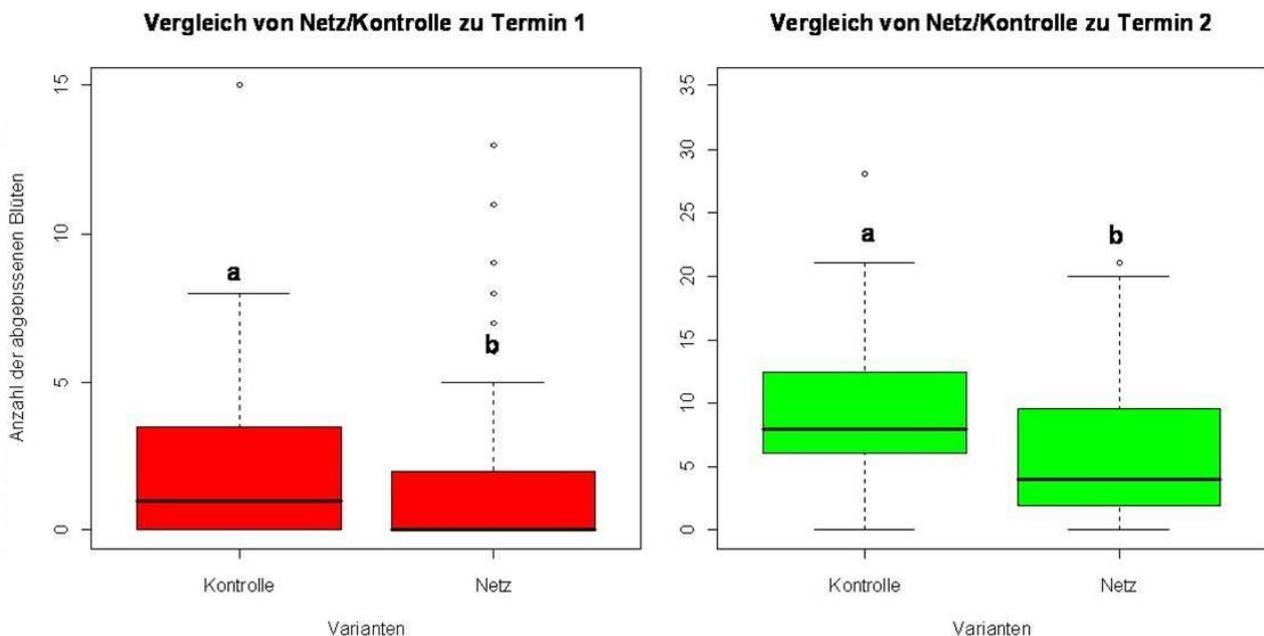


Abbildung 22: *A. rubi*: 2010: Netz/Kontrolle: Vergleich der zwei Varianten zu den Terminen T1: 2. Juni und T2: 14. Juni zu dem Kriterium „Anzahl der abgebissenen Blütenknospen“, $n=80$ Pflanzen/Variante (Termin 1: Wilcoxon-Rangsummen-Test, $\alpha=0,05$; Termin 2: t -Test, $\alpha=0,05$) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).

Temperaturverlaufes unter dem Netz zu einem verstärkten Auftreten von Schadorganismen wie z.B. Erdbeerspinmilben oder Botrytis, wodurch es zu Beeinträchtigungen der Fruchtqualität kam. Hierzu wurden für zukünftige Versuche Thermometer eingeplant, die in den Netzvarianten platziert werden sollten, um ab Temperaturen von 30°C die Abdeckungen tagsüber zu öffnen.

In 2010 wurde parallel zu dem laufenden Versuch in einem Kleingewächshaus das Netz auf den möglichen Durchschlupf der Käfer hin mehrtägig und mit mehreren Individuen untersucht. Der Versuch zeigte, dass das Netz, bezogen auf die Maschenweite und des Eingrabens des Netzrandes, eine unüberwindbare Barriere für *A. rubi* darstellte.

Vergleich der Varianten zu zwei Terminen auf die „Anzahl abgebissene Blütenknospen, 2010“

Zum 2. Juni (Abbildung 22, links) wurden in der Kontrolle signifikant mehr abgebissene Blütenknospen gezählt als in der Netzvariante. In der Kontrolle wurden zwischen 0 und 8 (Ausreißer: 15) abgebissene Blütenknospen gezählt und in der Netzvariante zwischen 0-6. Zum 14. Juni (Abbildung 22, rechts) erhöhte sich das Befallsniveau insgesamt, wobei der signifikante Unterschied zwischen den Varianten bestehen blieb. In der Kontrolle wurden zwischen 0 und 21 (Ausreißer 28) abgebissene Blütenknospen gezählt und in der Netzvariante zwischen 0 und 20.

Obwohl die Ergebnisse zeigten, dass das Netz den Blütenstecher effektiv abhalten konnte, zeigte sich auch, dass das Eingraben der Netzränder zu zeit- und arbeitsintensiv für den Praktiker wäre, so dass in 2011 die Variante Netz um die Variante „einfache Randbefestigung“ erweitert wurde.

In 2011 bestätigte sich das Ergebnis aus 2010 in dem Versuch zu dem Kriterium „Anzahl abgebissene Blütenknospen“. In der Netz-Variante mit der optimalen Randeinarbeitung wurden signifikant weniger abgebissene Blütenknospen gezählt als in der Kontrolle. Jedoch war das Ziel in 2011, die individuelle Pflanzenwuchsstärke mit der individuellen Anzahl an abgebissenen

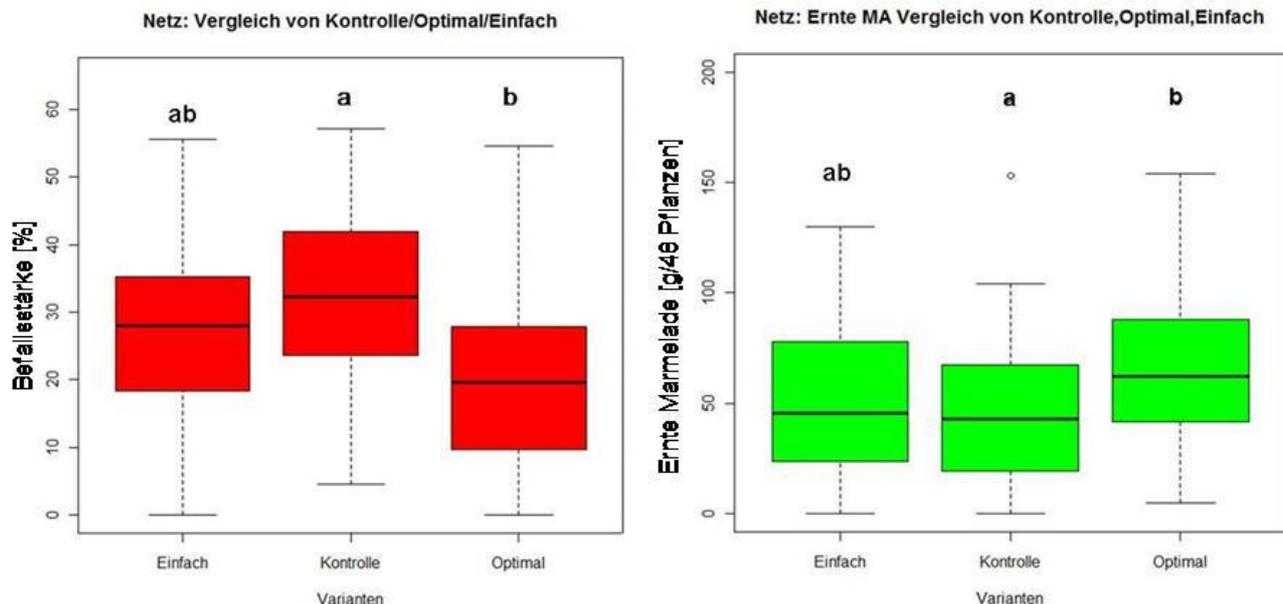


Abbildung 23: A. rubi: 2011: Netz-Randbefestigungsintensität zu dem Vergleich der Varianten „Kontrolle“ zu „optimaler Randbefestigung“ zu „einfacher Randbefestigung“: links: Befallsstärke [%] zu dem Boniturtermin am 14. Juni (Tukey-Test, $\alpha = 0,05$, $n=48$ Pflanzen/Variante), rechts: Erntemenge des Marmeladenanteils [g/48 Pflanzen] die sich aus 6 Ernteterminen (14., 17., 21., 23., 27., 30. Juni) zusammensetzt (Tukey-Test, $\alpha = 0,05$) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).

Blütenknospen zu verbinden und somit die individuelle Befallsstärke zu ermitteln. In der Kontrolle wurden Befallsstärken zwischen 4,5% und 56,76% aufgenommen und die Anzahl der abgebissenen Knospen lagen zwischen 1 und 29. In der optimalen Variante lagen die Befallsstärken zwischen 0% und 54% und die Anzahl der abgebissenen Knospen lag zwischen 0 und 13. In der einfachen Variante lagen die Befallsstärken zwischen 0% und 55,56% und die Anzahl der abgebissenen Knospen lag zwischen 0 und 21 (Abbildung 23). Die Mittelwerte zu den abgebissenen Blütenknospen sind in Tabelle 24 dargestellt.

Tabelle 24: A. rubi, Netz 2011: Mittelwerte der abgebissenen Blütenknospen.

| | Kontrolle | Netzeinfach | Netzoptimal |
|--------------------------|-----------|-------------|-------------|
| Mittelwert Abissrate [%] | 32 | 27 | 21 |

Die Abbildung 24 zeigt zum eine die Erntemenge und dass die signifikante Reduzierung der Befallsstärke sich nicht ertragssteigernd auf die Erntemenge der „Handelsklasse“ ausgewirkt hat. Während die Erträge der „Handelsklasse“ in der Kontrolle 6.684g zeigten, zeigte die Variante mit der optimalen Randbefestigung mit 6.381g eine geringere Erntemenge.

Zusätzlich sind in Tabelle 25 die Daten zu den Erntemengen aufgeführt.

Die Abbildung 23 und 24 zeigen außerdem, dass die einfache Randbefestigung zwar keine signifikante Reduzierung der abgebissenen Knospen bewirken konnte, wohl aber eine Reduktion des Befalls um 5%. Diese Reduktion könnte in dem Versuchsjahr 2011 dazu geführt haben, dass die Erntemenge der „Handelsklasse“ in der Variante der einfachen Randbefestigung im Vergleich zur Kontrolle um 1.372g gesteigert werden konnte. Während die Erntemenge in der Kontrolle 6.684g betrug, betrug sie in der einfachen Randbefestigung 8.056g, wobei dieser Unterschied als nicht signifikant angezeigt wurde. Weiterhin zeigen die Abbildung 24, dass es zu der Fraktion der

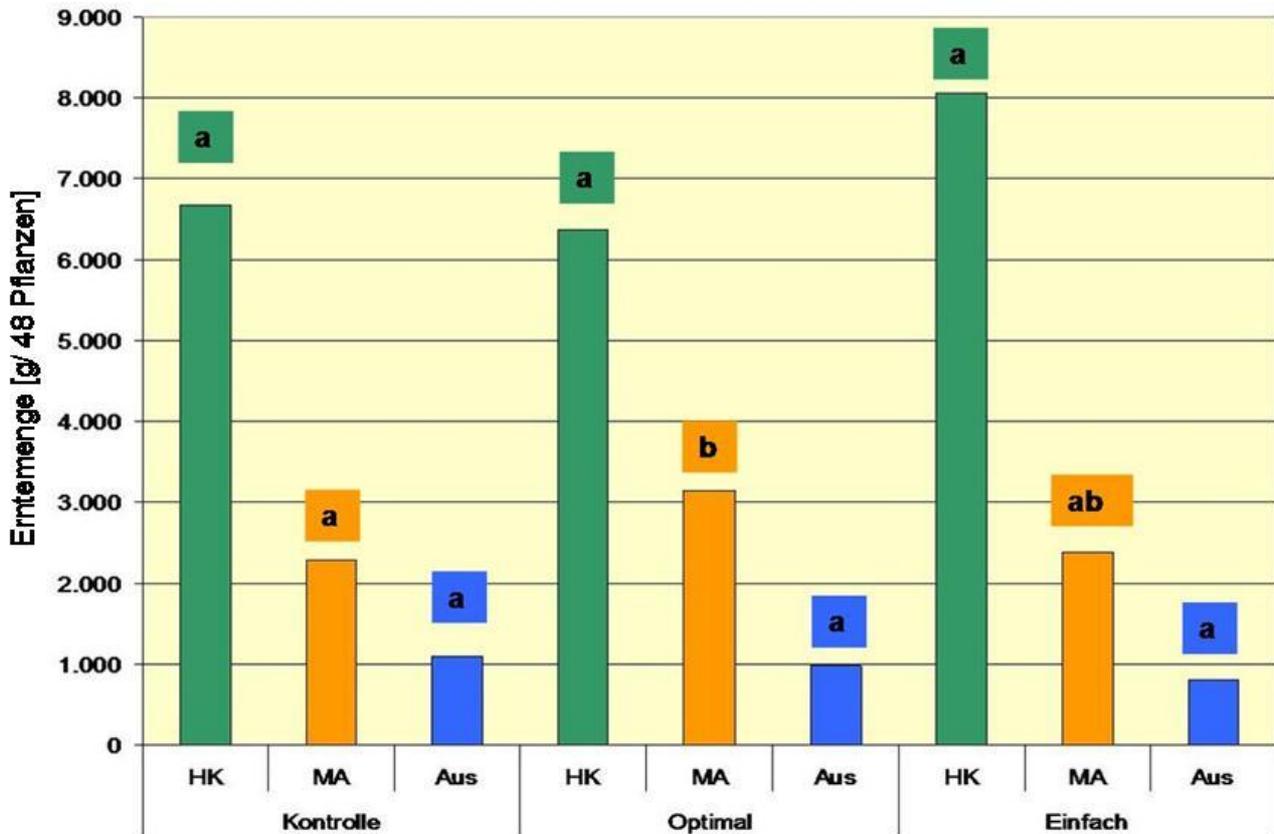


Abbildung 24: A. rubi: 2011: Netz (n=48Pflanzen/Variante): Vergleich der drei Varianten „Kontrolle“, „optimaler Randbefestigung“ und „einfacher Randbefestigung“ zu dem Kriterium „Erntemenge [g/48 Pflanzen]“ zu den drei Erntegruppen „Handelsklasse“ (HK) (ANOVA, Tuckey-Test, $\alpha=0,05$), Marmeladenware (MA) (ANOVA, Tuckey-Test $\alpha=0,05$) und Ausschuss (Aus) (pairwise CI, Hodges-Lehmann, $\alpha=0,05$) zu sechs Ernteterminen (14., 17., 21., 23., 27., 30. Juni) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).

„Marmeladenware“ in der Variante der optimalen Randbefestigung zu einem signifikant höheren Ernteanteil als in der Kontrolle gekommen ist. Während in der Kontrolle der Marmeladenanteil 2.292g betrug, betrug er in der optimalen Variante 3.153g.

Tabelle 25: A. rubi: 2011: Netz: Vergleich der drei Varianten „Kontrolle“ zu „optimaler Randbefestigung“ zu „einfacher Randbefestigung“ zu dem Kriterium „Erntemenge“ zu den drei Erntegruppen Handelsklasse (HK), Marmeladenware (MA) und Ausschuss (Aus) aus sechs Ernteterminen (14., 17., 21., 23., 27., 30. Juni).

| | Kontrolle | optimale Befestigung | einfache Befestigung |
|--------------------|-----------|----------------------|----------------------|
| Handelsklasse (HK) | 6684 | 6381 | 8056 |
| Marmelade (MA) | 2292 | 3153 | 2390 |
| Ausschuss (AUS) | 1102 | 979 | 800 |

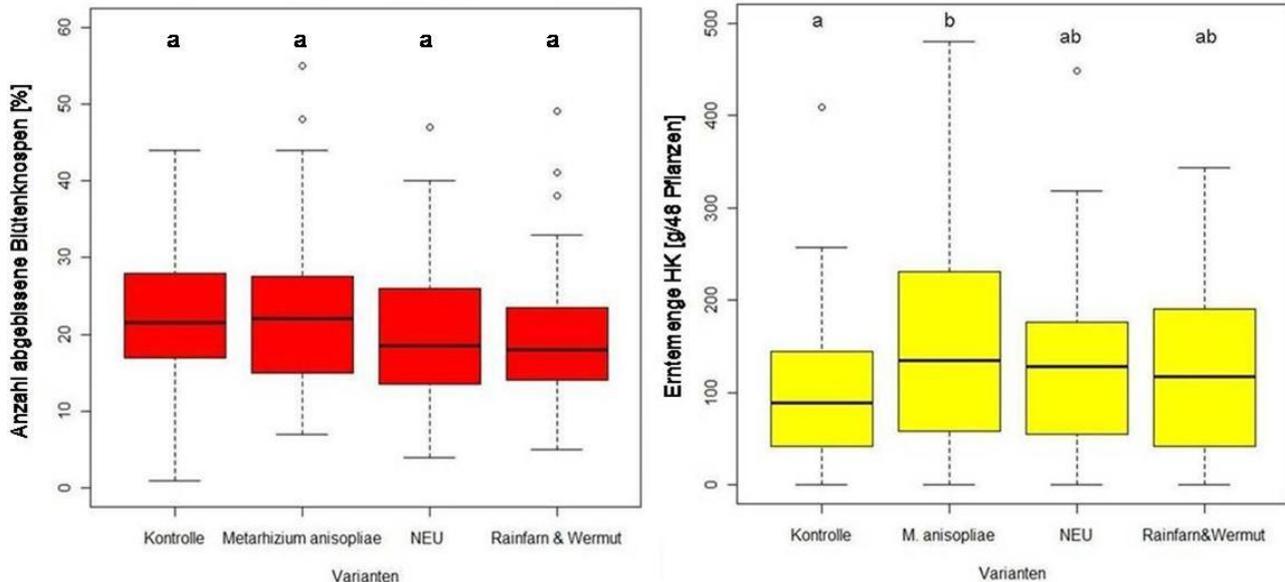


Abbildung 25: A. rubi: 2011: 4 Varianten-Versuch: Vergleich der Varianten Kontrolle, Metarhizium anisopliae Isolat431, NEU1153I (Pyrethrum-Versuchspräparat) und Kaltauszug aus Rainfarn & Wermut links: Anzahl der abgebissenen Blütenknospen [%] zu dem Boniturtermin am 15. Juni (ANOVA, $\alpha=0,05$). rechts: Erntemenge zu der Erntefraktion Handelsklasse [g/48 Pflanzen] zusammengefasst aus sechs Ernteterminen (15., 20., 24., 28. Juni, 1., 4. Juli) (pairwise CI, Welch-t-Test, $\alpha=0,05$) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).

d) Versuchsergebnisse aus den 2-jährigen Beständen

Variantenversuch mit NEU1153I-Pyrethrum (Versuchspräparat), Metarhizium anisopliae Isolat Ma43 (Versuchspräparat des JKI-Darmstadt, Dr. Stephan), Kaltauszug aus Rainfarn & Wermut.

2010: zu dem Boniturstadium „Anzahl der abgebissenen Blütenknospen“ ist es zu keinen signifikanten Unterschieden gekommen.

2011: zu dem Boniturstadium der „Anzahl abgebissene Blütenknospen [%]“ ist es zu keinen signifikanten Unterschieden zwischen den Varianten gekommen (Abbildung 25, links). Die Mittelwerte zu den abgebissenen Blütenknospen sind dazu in Tabelle 26 dargestellt.

Tabelle 26: A. rubi: NEU1153I-Pyrethrum (Versuchspräparat), Metarhizium anisopliae Isolat Ma43, Rainfarn & Wermut als Kaltauszug, 2011: Mittelwerte der abgebissenen Blütenknospen.

| | Kontrolle | NEU1153I-Pyrethrum | M. anisopliae | Rainfarn & Wermut. |
|------------------------------|-----------|--------------------|---------------|--------------------|
| Mittelwert Abbissrate | 47,9 | 47 | 46,7 | 45 |

Die Erntebonituren zeigten jedoch signifikante Unterschiede zu der Erntefraktion der Handelsklasse (HK) zwischen der Kontrolle und Metarhizium anisopliae (Abbildung 25, rechts). Während in der Kontrolle 4.915g geerntet wurden, wurden in M. anisopliae 7.615g geerntet (Abbildung 26). Ebenso zeigten die Varianten NEU1153I und Rainfarn & Wermut höhere Erntemengen als die Kontrolle, jedoch waren diese nicht signifikant höher.

Zusätzlich sind in Tabelle 27 die Daten zu den Erntemengen aufgeführt.

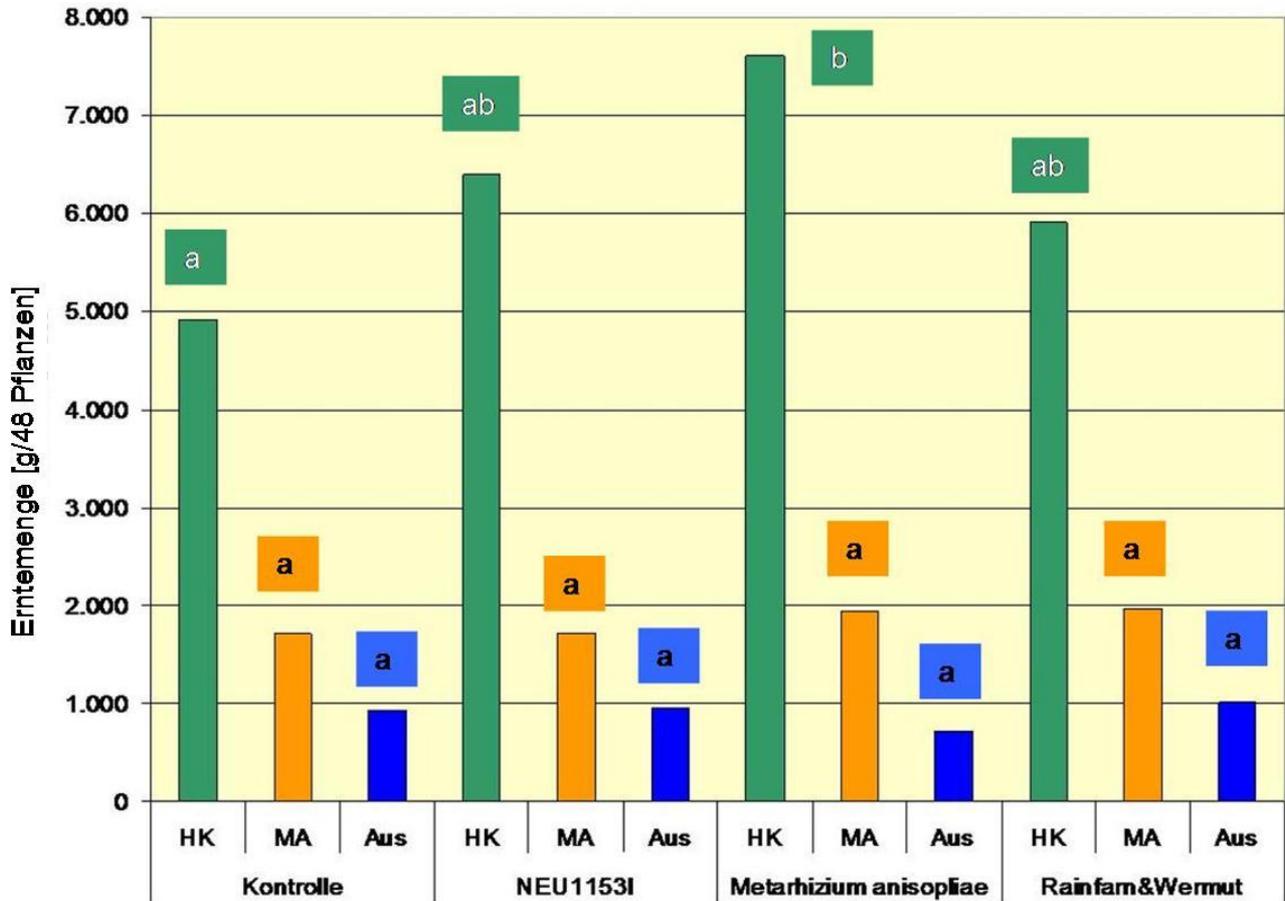


Abbildung 26: A. rubi: 2011: 4 Varianten-Versuch: Vergleich der vier Varianten Kontrolle, Metarhizium anisopliae Isolat43I, NEU1153I (Neudorff-Versuchspräparat) und Kaltauszug aus Rainfarn & Wermut zu dem Kriterium „Erntemenge [g/48 Pflanzen]“ zu den drei Erntefraktionen Handelsklasse (HK) (pairwise CI, Welch-t-Test, $\alpha=0,05$), Marmeladenware (MA) (ANOVA, $\alpha=0,05$) und Ausschuss (Aus) (pairwise CI, Hodges-Lehmann, $\alpha=0,05$) aus sechs zusammengesetzten Ernteterminen (15., 20., 24., 28. Juni, 1., 4. Juli) (Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden).

Tabelle 27: A. rubi 2011: 4 Varianten-Versuch Vergleich der vier Varianten Kontrolle, Metarhizium anisopliae Isolat43I, NEU1153I-Pyrethrum (Versuchspräparat) und Rainfarn & Wermut (Kalttauszug) zu dem Kriterium „Erntemenge [g/48 Pflanzen]“ zu den drei Erntefraktionen Handelsklasse, Marmeladenware und Ausschuss zu sechs Ernteterminen (15., 20., 24., 28. Juni, 1., 4. Juli).

| Erntefraktion | Erntemenge [g/48 Pflanzen] | | | |
|---------------|----------------------------|----------|---------------|-------------------|
| | Kontrolle | NEU1153I | M. anisopliae | Rainfarn & Wermut |
| Handelsklasse | 4915 | 6391 | 7615 | 5914 |
| Marmelade | 1707 | 1715 | 1947 | 1964 |
| Ausschuss | 936 | 952 | 721 | 1013 |

Saughäcksler

2010: durch diese Variante ist keine Aufnahme von A. rubi möglich gewesen, weshalb diese Variante nicht weiter untersucht wurde.

Quassia-Extrakt

2010: durch einen Tastversuch konnte festgestellt werden, dass es unter der Berücksichtigung des Applikationstermins in den Sorten Malwina und Berneck zu keinen Beeinflussungen des Geschmacks gekommen ist.

2011: die Versuche zeigten im Vergleich zur Kontrolle keine signifikanten Unterschiede zu der Anzahl der abgebissenen Blütenknospen. Der Befall in der Versuchsvariante zeigte mit durchschnittlichen 24,9 abgebissenen Knospen sogar einen höheren Befall an, als die Kontrolle, in der 22,9 abgebissene Knospen bonitiert wurden (Abbildung 27). Die Erntemenge zeigte keine signifikanten Unterschiede zu den einzelnen Erntefractionen.

2.6.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse, Möglichkeiten der Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus; bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

a) 1-jähriger Bestand

EnviRepel® & BonaVita®

Aus den Erfahrungen der praktischen Versuchsdurchführung und den Ergebnissen kann der Praxis keine eindeutige Wirkung des Präparates auf *A. rubi* mitgeteilt werden. Ein Ertragszuwachs im Vergleich zur Kontrolle zeigte sich ebenfalls nicht.

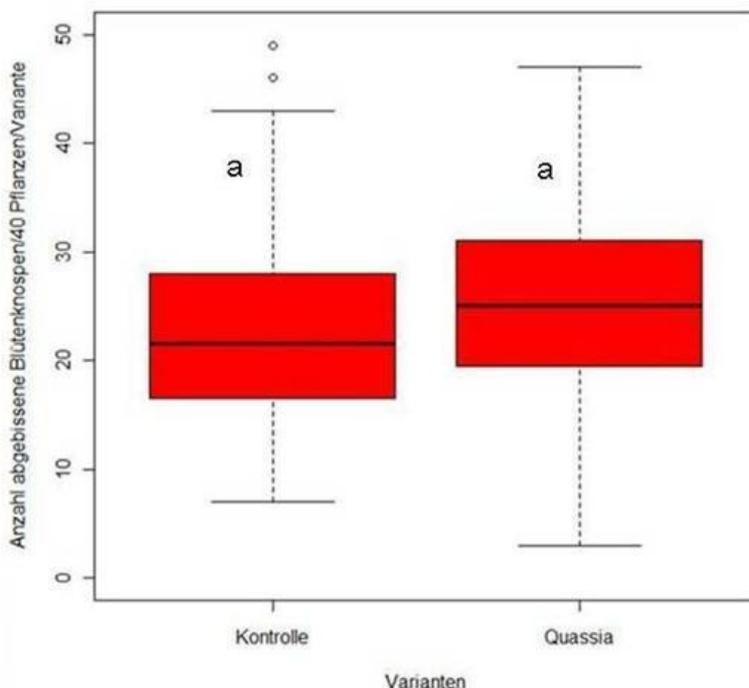


Abbildung 27: *A. rubi*: 2011: Quassia-Extrakt: Anzahl der abgebissenen Knospen zu dem Boniturtermin am 20. Juni. (Two-Sample-t-Test, $\alpha=0,05$, $n=40$ Versuchspflanzen/Variante) Varianten, die mit einem gemeinsamen Buchstaben versehen sind, sind nicht signifikant voneinander verschieden.

Vlies (23g)

Aus den Ergebnissen kann geschlussfolgert werden, dass eine Vliesabdeckung mit dem 23g Vlies und die damit verbundene Reduzierung des Befalls in Abhängigkeit des Auflagetermins gesehen werden muss. Der Nutzen dieser Versuche für den Anbauer liegt darin, dass deutlich wurde, dass eine zu frühe und nicht an das Wanderverhalten des Erdbeerblütenstechers angepasste Abdeckung keine Ertragssteigerung zur Folge haben könnte, sich dafür aber der Marmeladenanteil signifikant steigern lässt. Ab dem optimalen Abdeckzeitpunkt, der dann erreicht ist, wenn die ersten Individuen in der näheren Nachbarschaft gesichtet werden, erst dann wird eine Abdeckung auch eine Ertragssteigerung der Handelsklasse bringen können. Auch wenn der Käfer verspätet gesichtet wird, kann auch eine verspätete

Abdeckung immer noch zu einer Ertragssteigerung der Handelsklasse führen. Insgesamt muss der Anbauer aber mit einer Erhöhung der Marmeladenware rechnen, die arbeitsintensiver zu pflücken ist und im Vergleich zur Handelsware einen geringeren Marktpreis bringt.

Außerdem ist die individuelle Temperaturentwicklung am Standort stets zu berücksichtigen.

Netz (Rantai Typ S48)

Aus den Untersuchungen kann der Praxis mitgeteilt werden, dass für den Netztyp Rantai S48 eine einfache Randbefestigung genügt, um eine ausreichende Reduzierung des Befalls zu erreichen und gleichzeitig eine Ertragssteigerung zu erreichen, ohne dass sich der Marmeladenanteil oder der Ausschussanteil durch die Abdeckung erhöht. Der wesentliche Punkt ist die hohe Arbeits- und Zeitersparnis durch die einfache Randbefestigung des Netzes und die Möglichkeit, bei hoher Temperaturentwicklung über Tag das Netz arbeits- und zeitsparend abdecken zu können und ab der Mitte des Nachmittages das Netz, ebenso arbeits- und zeitsparend, wieder über den Bestand zu decken. Das Netz lässt sich, je nach Verschmutzungsgrad, 2-3 (5) Jahre verwenden und ist ebenso in Gemüsekulturen einsetzbar.

b) 2-jähriger Bestand

Variantenversuch mit NEU1153I (Versuchspräparat Neudorff), Metarhizium anisopliae Isolat Ma43 (Versuchspräparat des JKI-Darmstadt, Dr. Stephan), Kaltaus-zug aus Rainfarn & Wermut:

Durch den Einsatz von *M. anisopliae* Isolat Ma43 in einem 2-jährigen Bestand mit Vorbefall konnte im Vergleich zur Kontrolle ein signifikanter Ertragsanstieg in der Fraktion der Handelsklasse beobachtet werden, ohne dass sich dabei der Marmeladen- bzw. den Ausschussanteil signifikant erhöhte.

Bisher wurden die für die Praxis verwendbaren Ergebnisse aus diesem Versuch sowohl auf Fach-Veranstaltungen als auch in Fachjournals veröffentlicht und somit der Praxis zur Verfügung gestellt. Geplant sind hierzu weitere Veröffentlichungen in Fachjournals, Praktikertage und Vorträge auf Fach-Veranstaltungen.

2.7 Zusammenfassung, Erdbeerblütenstecher

Die Freilandversuche mit dem Ziel der Entwicklung von Regulierungsstrategien, die zur Kontrolle von *A. rubi* führen sollten, wurden in 2009 durch Tastversuche in einem 2-jährigen Bestand der Sorte Malwina angelegt. Ergebnisse zu ersten Regulierungsansätzen konnten in diesem Tastversuch noch nicht erhoben werden. Vielmehr bildete der Tastversuch die Grundlage für die optimierten Versuchsplanungen für 2010. Zusätzlich wurden in dem ersten Versuchsjahr erste intensive Beobachtungen hinsichtlich der Biologie und des Verhaltens des Erdbeerblütenstechers gemacht, die eine wichtige Grundlage für die Versuchsplanung in 2010 bildeten. Durch das Monitoring mit weißen Leimtafeln konnte dokumentiert werden, dass der Einflugtermin des Käfers mit dieser Methode nicht erfassbar war, da die Fänge ausschließlich aus Nichtzielorganismen bestanden. Weiterhin wurde untersucht, dass für die Versuchsdurchführung die sehr späte Sorte Malwina sehr gut geeignet war, da bei beginnender Knospenentwicklung auch der Käfer beginnt in den Bestand einzuwandern und somit sehr gute Voraussetzungen für die Versuchsdurchführung gewährleistet werden konnten. Auf Basis der Erfahrungen aus 2009, wurden in 2010 alle Versuche auf dem Versuchsstandort Erberdingen im Großraum Stuttgart durchgeführt. Die Versuchsansätze in einer 1-jährigen Versuchsanlage zu den Varianten Vlies, Netz und EnviRepel® konnten realisiert

werden. Weiterhin konnte in einem 2-jährigen Bestand ein Vier-Varianten-Versuch (*Metarhizium anisopliae*, NEU1153I, Rainfarn & Wermut, Kontrolle) untersucht werden. Ebenso wurden in 2-jährigen Beständen Tastversuche zu den Varianten Saughäcksler und *Quassia* durchgeführt. Eine andere Methode des Monitorings bestand aus einer Pheromonfalle der englischen Firma Agralan Ltd., die jedoch keine Individuen anlockte und deshalb nicht für die Praxis empfohlen werden kann. Untersucht wurde das Boniturkriterium „Anzahl der abgebissenen Blüten“ in allen Versuchen, mit Ausnahme der Tastversuche. Die Kriterien „Erntemenge [g/100 Versuchspflanzen]“ und „Gesamternte [g/100 Versuchspflanzen]“ wurde zu den Versuchen EnviRepel® und Vlies bonitiert und untersucht. In dem 2-jährigen Bestand, in dem die Präparate NEU1153I, *Metarhizium anisopliae* Isolat Ma43 und Rainfarn/Wermut gegen die Kontrolle untersucht wurden, zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Ebenso zeigte sich in dem 1-jährigen Bestand, in dem EnviRepel® gegen die Kontrolle auf die „Anzahl der abgebissenen Blüten“ untersucht wurde, keine signifikanten Unterschiede. Zusätzlich konnten in der EnviRepel® Variante sowohl über sechs Einzelboniturtermine höhere Erntemengen pro g/100 Versuchspflanzen in der Kontrolle bonitiert werden als auch in der Betrachtung der Gesamterntemenge [g/100 Versuchspflanzen]. Signifikante weniger „abgebissene Blütenknospen“ zeigten sich in den 1-jährigen Versuchen zu den Varianten Vlies und Netz jeweils im Vergleich zur Kontrolle. Jedoch stand diesen zwei höchst effektiven Varianten der überproportionale Arbeitsaufwand des Aufbaus, der Randbefestigung und des Auf- und Abdeckens bei hohen Temperaturentwicklungen gegenüber. Die Saughäcksler-Variante im Tastversuch zeigte weder eine Käferaufnahme noch eine Aufnahme von Nichtzielorganismen, so dass diese Variante nicht weiter verfolgt wurde. Die Variante *Quassia*, angelegt in einem 2-jährigen Bestand, zeigte in einem Tastversuch keinen Einfluss auf den Erdbeergeschmack, weshalb diese Variante in 2011 intensiver untersucht werden sollte. Basierend auf den Ergebnissen aus 2010 wurden in 2011 weiterhin Versuche in ein- und zweijährigen Beständen angelegt. Während in den 1-jährigen Beständen Versuche zu den Varianten Vlies und Netz realisiert werden konnten, wurden in den 2-jährigen Beständen Versuche zu dem 4-Varianten Versuch (*Metarhizium anisopliae*, NEU1153I, Rainfarn & Wermut, Kontrolle) und zu *Quassia* durchgeführt. Die in 2010 hoch effektive Variante Vlies wurde in 2011 in zwei Versuche aufgeteilt, bei dem in einem Versuch drei verschiedene Auflagetermine untersucht wurden und in dem anderen drei unterschiedliche Abdecketermine. Die verschiedenen Auflagetermine Vlies_{früh} (12. April), Vlies_{optimal} (21. April) und Vlies_{spät} (29. April) zeigten zu dem Kriterium „Anzahl abgebissene Befallsstärke [%]“*, dass in der Variante Vlies_{früh} eine signifikant geringere Befallsstärke bonitiert wurde, als in den Varianten Kontrolle, Vlies_{optimal} und Vlies_{spät}. Weiterhin zeigten die Varianten Vlies_{optimal} und Vlies_{spät} eine signifikant geringere Befallsstärke als die Kontrolle. Jedoch zeigte die Erntebonitur auf, dass die in diesem Versuch effektivste Variante, die Vlies_{früh}-Variante, die signifikant geringste Befallsstärke nicht in eine Ertragssteigerung zur Handelsklasse umwandeln konnte. Stattdessen fand sich der Effekt im Vergleich zur Kontrolle und zu Vlies_{früh} in einer signifikant höheren Erntemenge zur Marmeladenware, was a) auf den höheren Blütenansatz und b) den erhöhten klimatischen Stress unter der Vliesabdeckung zurückzuführen sein könnte. Einen anderen Effekt rief die Variante Vlies_{optimal} hervor, die zwar auch eine signifikante Reduktion der Befallsstärke bewirkt hatte, die jedoch diese Reduktion im Vergleich zur Kontrolle in eine signifikante Steigerung der Erntemenge zur Handelsklasse bewirkte, wobei auch hier gleichzeitig der Marmeladenanteil signifikant gesteigert wurde. Bemerkenswert ist dabei, dass sogar noch die Variante Vlies_{spät} eine höhere Erntemenge im Vergleich zur Kontrolle zur Handelsklasse und zu dem Marmeladenanteil zeigte. Der Versuch zu den verschiedenen Abdeckterminen musste abgebrochen werden, da die zu hohe Temperaturentwicklung unter der Abdeckung den Bestand gefährdete. Die Variante Netz zeigte ähnliche Ergebnisse zu den Variantenvergleichen zwischen Kontrolle / Netz_{optimal} / Netz_{einfach}. Unter der optimalen Befestigung ist zu verstehen, dass die Netzränder in das Erdreich eingegraben wurden, während bei der einfachen Variante die Netzränder oberirdisch verblieben und in weiten Abständen mit Erde

beschwert wurden. Hier zeigte sich im Vergleich zur Kontrolle eine signifikant geringere Befallsstärke in der Variante Netz_{optimal}. Jedoch zeigte sich auch hier, dass sich diese signifikante Befallsreduktion nicht in einer Ertragssteigerung der Handelsklasse wiederfinden ließ, sondern in einer signifikanten Steigerung der Erntemenge der Marmeladenware.

Der Vier-Varianten-Versuch (NEU1153I (Versuchspräparat Neudorff), *Metarhizium anisopliae* Isolat Ma43 (Versuchspräparat des JKI-Darmstadt, Dr. Stephan), Kaltauszug aus Rainfarn & Wermut) der in einem 2-jährigen Bestand durchgeführt wurde, zeigte zu dem Kriterium „Befallsstärke [%]“ keine signifikanten Unterschiede. Die Erntebonitur hingegen zeigte, dass in der Variante *M. anisopliae* eine signifikant höhere Erntemenge zur Handelsklasse erreicht werden konnte, als in der Kontrolle, was jedoch zu diesem Zeitpunkt nicht erklärt werden kann.

2.8 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Ziele; Hinweise auf weitere Fragestellungen, Erdbeerblütenstecher (*Anthonomus rubi*)

In der Tabelle 28 sind die geplanten und die erreichten Ziele dargestellt.

Tabelle 28: *A. rubi*: Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weitere Fragestellungen.

| Geplante Ziele 2009-2011 | Tatsächlich erreichte Ziele 2009-2011 |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 2009: <ul style="list-style-type: none"> ■ Kontrolle des Flugverhaltens mit weißen Leimtafeln ■ Vorversuche zu Netz, Vlies, Prüfmittel Neudorff, Knoblauchextrakt, Absaug / Absammeltechnik ■ Bonitur zur Befallsaufnahme zu dem Kriterium „Anzahl abgebissener Blütenknospen“ | <ul style="list-style-type: none"> ■ 2009: <ul style="list-style-type: none"> ■ Leimtafeln waren nicht für <i>A. rubi</i> geeignet ■ die Varianten Netz, Prüfmittel Neudorff und Knoblauchextrakt wurden in Vorversuchen untersucht ■ die Varianten <i>Quassia</i>, Vlies, Absaug- und Absammeltechnik wurden auf 2010 verschoben ■ Die Bonituren wurden im Tastversuch durchgeführt |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 2010: <ul style="list-style-type: none"> ■ Aufteilung der Versuche in 1- und 2-jährige Bestände <u>Einzelversuche in 1-jährigen Beständen:</u> <ul style="list-style-type: none"> ■ Netz - Kontrolle ■ Vlies - Kontrolle ■ EnviRepel - Kontrolle <u>4-Varianten-Versuch in einem 2-jährigen Bestand:</u> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>M. anisopliae</i>, Prüfmittel Neudorff, Rainfarn & Wermut, Kontrolle ■ Tastversuch in 2-jährigen Beständen: Saughäcksler, <i>Quassia</i>-Extrakt ■ Bonituren auf „Anzahl abgebissene Blütenknospen“ ■ Bonitur auf Erntemengen mit der Unterscheidung auf: Handelsware, Marmeladenware und Ausschuss ■ der Befallsverlauf soll mit Hilfe mehrerer Bonituren auf das Kriterium „Anzahl abgebissene Blütenknospen“ untersucht werden | <ul style="list-style-type: none"> ■ 2010: <ul style="list-style-type: none"> ■ die Aufteilung in 1- und 2-jährige Bestände wurde umgesetzt ■ die Versuche in 1- und 2-jährigen Beständen wurden wie geplant durchgeführt ■ die Bonituren auf „Anzahl abgebissene Blütenknospen“ wurde durchgeführt ■ die Bonituren zu den Erntemengen wurde in den Varianten Vlies und EnviRepel vereinfacht durchgeführt. ■ der Befallsverlauf wurde intensiv untersucht. |

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 2011 <ul style="list-style-type: none"> ■ Aufteilung der Versuche in 1- und 2-jährige Bestände <p><u>Einzelversuche in 1-jährigen Beständen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ erweiterter Netzversuch ■ erweiterter Vliesversuch ■ EnviRepel <p><u>4-Varianten-Versuch in einem 2-jährigem Bestand:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>M. anisopliae</i>, Prüfmittel Neudorff, Rainfarm & Wermut., Kontrolle <p><u>Einzelversuch in einem 2-jährigen Bestand</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Quassia</i> Extrakt - Kontrolle ■ Bonituren auf „Anzahl abgebissene Blütenknospen“, „Anzahl unbeschädigte Blütenknospen“, „Anzahl geöffnete Blüten“, „Anzahl gebildeter Fruchtansätze“. So soll die individuelle Pflanzenstärke berücksichtigt werden, um das Kriterium „Befallsstärke [%]“ anwenden zu können. ■ erweiterte Bonitur auf Erntemengen der Klassen: Handelsware, Marmeladenware und Ausschuss mit Aufnahme der Erntemengen/Einzelpflanze. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 2011 <ul style="list-style-type: none"> ■ die Aufteilung in 1- und 2-jährige Bestände wurde umgesetzt ■ die Versuche wurden, mit Ausnahme von EnviRepel, wie geplant durchgeführt ■ die Bonituren auf „Befallsstärke [%]“ wurde, mit Ausnahme von <i>Quassia</i>“, durchgeführt ■ die Bonitur auf die Erntemengen wurde in den Varianten Netz, Vlies, <i>Quassia</i> und in dem 4-Varianten-Versuch wie geplant durchgeführt |
| <p>Weitere Fragestellungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ließe sich durch ein optimiertes Netz/Vlies (größere Maschenweite, dunkel Einfärbung) der Verfrühungseffekt in der späten Sorte vermindern? ■ Könnte durch ein innovatives Netz ein zusätzlicher Hagelschutz gewährleistet werden? ■ Könnte ein innovatives Netz außerdem eine Schattierungsfunktion übernehmen? ■ Gibt es auf dem Markt oder in der Forschung Präparate, die auf den Erdbeerblütenstecher direkt einwirken? ■ Existieren in der Forschung Ansätze zu Pheromonfallen gegen den Erdbeerblütenstecher? | |

2.9 Literaturverzeichnis: Erdbeerblütenstecher

- Aasen, S., Hågvar, E. & Trandem, N., 2004: Oviposition pattern of the strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* Herbst (Coleoptera: Curculionidae) in Eastern Norway. Norwegian Journal of Entomology 51:175-182.
- Aasen, S. & Trandem, N., 2006: Strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* Herbst (Col.: Curculionidae): relationships between damage, weevil density, insecticide use and yield, Journal of Pest Science 79, 169-174.
- Albert, R. & Schneller, H., 2009: Pflanzenextrakte zur Schädlingsbekämpfung - Beispiel *Quassia* und andere. Landinfo 7: 1-4.
- Alford, D.V., 1984: A colour atlas of fruit pests – their recognition, biology and control. Wolfe Publishing Ltd., London, UK. IN: Kovanci, O.B., Kovanci, O & Gencer, N.S., 2005: Sampling and development of economic injury levels of *Anthonomus rubi* Herbst adults. Crop Protection 24: 1035-1041.

- Bayer, C. & Winkelmann, H., 2005: Rote Liste und Gesamtartenliste der Rüsselkäfer (Curculionidae) von Berlin. IN: Der Landesbeauftragte für Naturschutz und Landschaftspflege / Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (HRSG.): Rote Listen der gefährdeten Pflanzen und Tiere von Berlin.
http://www.stadtentwicklung.berlin.de/natur_gruen/naturschutz/downloads/artenschutz/rotelisten/23_ruesselk_print.pdf
- Berglund, R., Svensson, B. und Nilsson, C., 2007: Evaluation of methods to control *Phytonemus pallidus* and *Anthonomus rubi* in organic strawberry production, *Journal of Applied Entomology* 131 (8), 573-578.
- Blümel, S., 1989: Der Erdbeerblütenstecher. Wissenswertes über Biologie und Bekämpfung. *Besseres Obst* 5: 127-129. IN: Aasen, S., Hågvar, E. & Trandem, N., 2004: Oviposition pattern of the strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* Herbst (Coleoptera: Curculionidae) in Eastern Norway. *Norwegian Journal of Entomology* 51:175-182.
- Cloyd, R.A., 2004: *Biological Control News*, University of Wisconsin-Madison, Department of Entomology. <http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/kyf607.html> (30.09.2010)
- Cross, J.V. & Burgess, C.M., 1998: Strawberry fruit yield and quality responses to flower bud removal: A simulation of damage by strawberry blossom weevil, *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 73 (5): 676-680.
- Easterbrook, M.A., Fitzgerald, J.D., Pinch, C., Tooley, J. und X-M XU, 2003: Development-times and fecundity of three important arthropods pests of strawberry in the United Kingdom. *Ann. Appl. Biology* 143, 325-331.
- Faby, R., 2010: E-Mail Kontakt zu dem Thema der praktischen Durchführung der Bonitur bei *Anthonomus rubi*. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, VBOG Langförden, Spredaer Str. 2, 49377 Vechta-Langförden, Tel. 04447 9623-0, E-Mail: vbog.langfoerden@lwk-niedersachsen.de
- Fried, A., 2010: E-Mail Kontakt zu dem Thema der praktischen Durchführung der Bonitur bei *Anthonomus rubi*. e-Mail: Arno Fried, Landwirtschaftsamt Dezernat V, Am Viehmarkt 1, 76646 Bruchsal, Telefon:07251/74-1843, E-Mail: arno.fried@landratsamt-karlsruhe.de .
- Hellqvist, S. & Winter, C., 1992: Om et onormalt beteende hos jordgubbsviveln, *Anthonomus rubi*. *VäxtskyddSnotiser* 56: 30-32. IN: Aasen, S., Hågvar, E. & Trandem, N., 2004: Ovi-position pattern of the strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* Herbst (Coleoptera: Curculionidae) in Eastern Norway. *Norwegian Journal of Entomology* 51:175-182.
- Hinzmann, K., 2011: Bewertung der Erdbeersorte „Malwina“ für den Bio-Anbau. Beratungsdienst Ökologischer Obstsau e.V., Büro Weinsberg, www.oekoobstbau.de.

- Holaschke, M., Hua, L., Basedow, T., Kliche-Spory, C., 2006: Untersuchungen zur Wirkung eines standardisierten Extraktes aus dem Holz von *Quassia amara* L. ex Blom auf Getreideblattläuse und deren Antagonisten. Mitteilungen der deutschen Gesellschaft für allgemein angewandte Entomologie 15: 269-272.
- Höhn, H. & Stäubli, A., 2010: Erdbeerblütenstecher und Himbeerkäfer. Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Merkblatt: 017.
http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/wa_bai_89_des_190_d.pdf
(27.09.2010).
- Innocenzi, P.J., Hall, D.R. und Cross, J.V., 2001: Components of male aggregation pheromone of Strawberry Blossom Weevil, *Anthonomus rubi* HERBST. Journal of Chemical Ecology 27 (6): 1203-1216.
- Jary, S.G., 1932: The strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* (Herbst). Jour. S. Agric. Coll. Wye, Kent. 30: 171-182. IN: Aasen, S., Hågvar, E. & Trandem, N., 2004: Oviposition pattern of the strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* Herbst (Coleoptera: Curculionidae) in Eastern Norway. Norwegian Journal of Entomology 51:175-182.
- Kovanci, O.B., Kovanci, O. & Gencer, N.S., 2005: Sampling and development of economic injury levels of *Anthonomus rubi* Herbst adults. Crop Protection 24: 1035-1041.
- Kovanci, O.B., Kovanci, O. und Gencer, N.S., 2007: Species composition, seasonal dynamics and numerical responses of arthropod predators in organic strawberry fields, Biocontrol Science and Technology 17(5): 457-472.
- Leska, W., 1965: Studies on the bionomics and injuriousness of the strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* Herbst. (Col., Curculionidae). Polskie Pismo entomologiczne (B) 1-2: 81-142. IN: Easterbrook, M.A., Fitzgerald, J.D., Pinch, C., Tooley, J. und X-M XU, 2003: Development times and fecundity of three important arthropod pests of strawberry in the United Kingdom. Ann. Appl. Biology 143, 325-331.
- Lieten, P., 2008: Fruit Focus 2008. Spargel- und Erdbeerprofi 5: 56-58.
- Lindblom, A., 1930: Hallonviveln (*Anthonomus rubi* Herbst). Ett för vissa delar av vårt land mycket betydelsefullt skadedjur. Med. No. 375 från Centralanstalten för försöksv. På jordbruksområdet. 39pp.. IN: Aasen, S., Hågvar, E. & Trandem, N., 2004: Oviposition pattern of the strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* Herbst (Coleoptera: Curculionidae) in Eastern Norway. Norwegian Journal of Entomology 51:175-182.
- Look, K. & Rohde, R., 2010: E-mail Kontakt zu der Firma Schacht in Bezug auf die Anwendung von Rainfarn & Wermut gegen *Anthonomus rubi*, dem Erdbeerblütenstecher. F. Schacht GmbH & Co. KG, Bültenweg 48, D-38106 Braunschweig.
- Naumann, W.D. & Seipp, D., 1989: Erdbeeren: Grundlagen für Anbau und Vermarktung. Ulmer Fachbuch, Obstbau. Eugen Ulmer GmbH & Co.

- Ortlieb, R., 2009: Einschätzung der Sorte Malwina im ökologischen Anbau. Mündliche Mitteilung.
- Ortlieb, R. & Dillmann, K., 2010: Praktische Anwendung Vlies. Vorstand Föko. Mündliche Mitteilung.
- Passon, H., 2010: E-Mail Kontakt zu NEU1153I und dessen Anwendungsvoraussetzungen. W. Neudorff GmbH & KG, Unterstraße 10, 56370 Eisighofen, Tel.: 06486/20200 H.Passon@neudorff.de
- Popov, S.Ya., 1996: Possibility of monitoring the population density of the strawberry blossom weevil, *Anthonomus rubi* Herbst (Coleoptera, Curculionidae), on strawberry by two methods: counting clipping buds and using pheromones. Entomol. Rev. 75: 104-109. IN: Bichao, H., Borg-Karlson, A.K., Araujo, J. und Mustaparta, H., 2005: Five types olfactory receptor neurons in the strawberry blossom weevil *A. rubi*: selective responses to induc-ible host-plant volatiles, Chem. Senses 30: 153-170.
- Scherer, W., 1989: Erdbeeren: erkennen, bestimmen – richtig handeln. Eigenverlag und Vertrieb. Margit Scherer, Reinöhlstraße 95d, 8900 Augsburg.
- Schmid, A., Boos, M., Bassen, C. und Hein , B.,2003: Bioland Verlags GmbH.
- Simpson, D.W., Easterbrook, M.A. und Bell, J.A., 2002: The inheritance of resistance to the blossom weevil, *Anthonomus rubi*, in the cultivated strawberry, *Fragaria x ananassa*, Plant Breeding 121, 72-75.
- Sprengel, L.,1930: Kleine Miteilungen, Der Erdbeer- oder Himbeerstecher (*Anthomonus rubi* Herbst), Mitteilungen der deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie Heft 11, 135-136.
- Stephan, D., 2010: E-Mail Kontakt zu dem Einsatz von *Metarhizium anisopliae*. Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen , Institut für Biologischen Pflanzenschutz, Heinrichstraße 243, 64287 Darmstadt, Germany, Tel.:+49-6151-407238 E-Mail: Dietrich.Stephan@jki.bund.de.
- Stoppel, P., 2010: Malwina: Sortenbeschreibung - Anbauempfehlung - Erfahrungsbericht mehrerer Jahre, <http://www.erdbeer-malwina.de/> (27.09.2010).
- Svensson, B., 2002: Organic growing of strawberries, with control of insects and mulching/fertilisation. Acta Horticulturae 567, 419-422.
- Tiede, J. & Poehling, H.M., 2010: Wirkung des standardisierten Bitterholzprodukts 'Quassia Extrakt-MD' auf die Schwarze Bohnenblattlaus *Aphis fabae*. Julius-Kühn-Archiv, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen 57, Pflanzenschutz - Tagung 6.-9-Sept. 2010, -Kurzfassung der Beiträge-: 428: 83.

Tullgreen, A., 1914: Två blomvivlar (*Anthonomus poporum* L. och *rubi* Herbst) 13pp. Almqvist & Wiksells, Uppsala. IN: Aasen, S., Hågvar, E. & Trandem, N., 2004: Oviposition pattern of the strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* Herbst (Coleoptera: Curculionidae) in Eastern Norway. Norwegian Journal of Entomology 51:175-182.

Tuovinen, T. & Parikka, P., 1997: Monitoring strawberry pests and diseases. Practical applications for decision making. Acta Horticulturae 439: 931-939.

Zebitz, C., 2006: Vorlesungsskript: Naturstoffe im Pflanzenschutz; Molekulare Aspekte des Pflanzenschutz, FG Entomologie.

2.10 Herstellernachweise

Agralan LTD: The old Brickyard, Ashton Keynes, Swindon, Wiltshire SN6 6QR, United Kingdom. <http://www.agralan.co.uk/>

F. Schacht GmbH&Co KG: Bültenweg 48, 38106 Braunschweig, Tel: 0531/23803-0, E-mail: info@schacht.de, www.schacht.de.

Mack Bio-agrar GmbH, 2010: Hersteller und Bezugsquelle für Envirepel®, BonaVita®. Mack bio-agrar GmbH - Biologische Pflanzenpflege, Fachberatung Groß- und Einzelhandel, Bahnhofstraße 168, 70736 Fellbach

<http://www.mack.bio-agrar.de>

Rudolf Schachtrupp GmbH& Co KG: Friesenweg 4, 22763 Hamburg, Tel: 040/8229778-0, e-mail: mail@schachtrupp.de

Trifolio-M GmbH: Dr. Hans Wilhelmi-Weg 1, 35633 Lahnau, Telefon: +49 6441 209770, E-Mail: info@trifolio-m.de, Internet: www.trifolio-m.de

W. Neudorff GmbH KG, Unterstraße 10, 56370 Eisighofen, Tel.: 06486/20200, H.Passon@neudorff.de, <http://www.neudorff.de/produkte.html>.

3. Teilprojekt Verhütung/Bekämpfung von Wurzelkrankheiten (*Verticillium*-Welke)

3.1 Ziele

Die Ziele der Versuche lag darin, eine Präventivstrategie auf Basis von mikrobiologischen Präparaten (Antagonisten und Pflanzenstärkungsmittel) in Kombination mit einer *Brassica*-Vorkultur, zur Reduzierung der Überdauerungsorgane des bodenbürtigen Pathogens *Verticillium dahliae* und *Verticillium albo-atrum*, die als Erreger-Komplex auftreten, zu entwickeln.

3.2 Aufgabenstellung

Versuche mit einer *Brassica*-Vorkultur in Kombination mit Antagonisten und Pflanzenstärkungsmittel zu einer Frigo-Pflanzen Anlage:

- Versuchsanlage mit *Brassica*-Vorkultur und verschiedenen Antagonisten / Pflanzenstärkungsmitteln.
- Bonituren auf Wachstumsstärke und Pflanzenausfälle

3.3 Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde

In den letzten Jahren waren neben anderen Pilzen vor allem Pilze der Gattung *Verticillium* für das Absterben von Teilflächen oder gesamten Erdbeerflächen verantwortlich. Es war bekannt, dass ungeeignete Bodenverhältnisse, häufiger Nachbau und empfindliche Sorten den Befall erheblich fördern. Aber auch bei guten Bedingungen kam es immer wieder zu erheblichen Ausfällen. Im konventionellen Anbau wurden die Jungpflanzen mit entsprechenden Fungiziden oder mit phosphoriger Säure behandelt; eine Regulierungsstrategie für den ökologischen Anbau gab es zum Zeitpunkt des Projektbeginns jedoch noch nicht. Untersuchungen von Berg (2006) hatten allerdings gezeigt, dass der Einsatz von Antagonisten einen gewissen Effekt auf die *Verticillium*-Krankheit bei Erdbeeren zeigte. Bei diesem Versuch wurden die Wurzeln der Erdbeerpflanzen vor der Pflanzung in eine Antagonisten-Suspension (*Serratia* spp.) getaucht. Die Versuchsergebnisse waren zwar interessant jedoch nicht einheitlich und schwankten in Abhängigkeit des Anbaujahrs und des Standortes sehr stark. Auch wurden die Ergebnisse nicht unter ökologischen Anbaubedingungen gewonnen. Eine Untersuchung, ob diese Verfahren einen Baustein in der Bio-Strategie darstellen könnten, erschien daher notwendig. Auch Stich (2005) zeigte in Untersuchungen, dass Effekte durch den Einsatz von Antagonisten vorhanden sind.

Einen anderen Ansatz verfolgten Michel (Vortrag 2005, Arbeitsnetztreffen Stufe 2 Weinsberg) und Spornberger et al. (2006). Sie versuchten durch eine Vorkultur mit *Brassicaceae*n mit besonders hohen Glukosinolat-Gehalten und deren Einarbeitung das *Verticillium*-Inokulum (Mikrosklerotien=Überdauerungsorgane) zu reduzieren. Die bis zum Projektbeginn bestehenden Ergebnisse deuteten jedoch darauf hin, dass die Strategien Antagonistenpräparate & *Brassica*-Vorkultur, für sich betrachtet, nicht ausreichend waren, um einen zufriedenstellenden Regulierungserfolg zu erzielen. Deshalb war es das Ziel, eine kombinierte Behandlungsstrategie aus *Brassica*-Vorkultur und Antagonisten-Einsatz zu entwickeln. Des Weiteren sollten vielversprechende Ansätze aus dem BLE-Projekt „Erprobung und Vergleich von Pflanzenstärkungsmittel an Zierpflanzen im Freiland und unter Glas unter besonderer Berücksichtigung von bioenergetischen und homöopathischen Verfahren“ (02OE184) als mögliche

Bausteine untersucht werden. In den Versuchen führte der regelmäßige Einsatz des homöopathischen Komplexmittels „Biplanthol agrar“ zu verbessertem Durchwurzelungsverhalten und Wachstum, geringeren Ausfällen und erhöhter Blütenausbildung.

3.4 Planung und tatsächlicher Ablauf des Projektes

In Tabelle 29 ist der geplante Ablauf des Projektes für den Versuchszeitraum 2009-2011 dargestellt.

Tabelle 29: *Verticillium*: geplante Versuchsdurchführung 2009-2011.

| 2008 | Geplante Versuchsdurchführung |
|---------------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ Arbeitstreffen & Kontaktaufnahme zu anderen Versuchsanstellern und Forschungsteams zu dieser Thematik, (z.B. Berg, Spornberger) sowie Herstellern bzw. Vertreibern von Pflanzenstärkungsmitteln (Fa. Mack Bio-agrar, Fa. Biofa, Fa. ProAgro, Fa. Abitep) ■ Festlegung der Versuchsfelder |
| 2009 | Geplante Versuchsdurchführung |
| Frühjahr | <ul style="list-style-type: none"> ■ Vorstellung des Projektvorhabens auf dem Beerenobstseminar in Weinsberg |
| Jan./Feb. Feb./März Mai Juni | <p>Versuchsstandort 1 (2 Wiederholungen, vollrandomisiert)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Standort Ilsfeld (VS 1) oder Remshalden mit Sorte Honeoye als Frigo-Pflanze ■ Bodenuntersuchung auf <i>Verticillium</i>-Belastung ■ Aussaat der <i>Brassica</i> Vorkultur (Split-plot-Anlage: Großteilstück) ■ Einarbeitung der Vorkultur in den Boden ■ Pflanzung der Frigo-Pflanzen und Applikation der verschiedenen Antagonisten und Pflanzenstärkungsmittel <p>Handelsname Wirkstoff</p> <p>RhizoVital 42® <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> FZB42 Promot®WP <i>Trichoderma harzianum</i> <i>Trichoderma koningii</i></p> <p>RhizoStar® <i>Serratia plymuthica</i> HRO-C48 Biplanthol® Mineralien Kalium, Calcium, Eisen, Magnesium, Phosphor, Schwefel und lebensnotwendige Spurenelemente wie z.B. Bor, Mangan, Molybdän, Kobalt, Kupfer, Silizium, organisches Germanium sowie Pflanzenschleime (D6-D100)</p> <p>reifer Kompost BioFence® Biofumigation Pellets bestehend aus <i>Brassica</i>-Pflanzenteilen mit extrem hohen Glukosinolat-Anteilen</p> |
| Juni- Okt. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 5 visuelle Bonituren auf Wuchsstärke und Pflanzenausfälle |
| 2010 | Geplante Versuchsdurchführung |
| | <p>Versuchsstandort 2 (2 Wiederholungen, vollrandomisiert)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Standort Kapraun (VS 2) mit Sorte Honeoye als Frigo-Pflanze ■ Bodenuntersuchungen auf <i>Verticillium</i>-Belastung ■ Versuchsanlage basierend auf den Ergebnissen aus 2009 ■ Ergebnisse aus dem Projekt 06OE155 integrieren ■ 5 visuelle Bonituren auf Wuchsstärke und Pflanzenausfälle |
| 2011 | Geplante Versuchsdurchführung |
| | <p>Versuchsstandorte 1 & 2 (2 Wiederholungen, vollrandomisiert)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Bodenuntersuchungen auf <i>Verticillium</i>-Belastung ■ Bonituren zum Austrieb und zur Ernte |

Bei neuen erfolgsverprechenden Erkenntnissen aus dem Projekt 06OE155
 ■ Anlage eines neuen Versuches

Tabelle 30 zeigt den tatsächlichen Projektablauf 2009-2011, der zeigt, dass es zu mehreren Abweichungen gekommen ist.

Tabelle 30: *Verticillium*: Tatsächliche Versuchsdurchführung 2009-2011.

| 2008 | Gründe der Abweichungen |
|------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ Festlegung der Versuchsflächen <ul style="list-style-type: none"> ■ hatte noch nicht stattgefunden |
| 2009 | Gründe der Abweichungen |
| | <p><u>Versuchsstandort 1 (2 Wiederholungen)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ auf Grund der geringen Mikrosklerotiengehalte aus den Bodenuntersuchungen wurde der Standort Ilfeld aufgegeben und der Versuchsstandort Lauffen am Neckar gewählt. ■ Versuchsanlage <ul style="list-style-type: none"> ■ aus arbeitstechnischen Gründen musste die Ausbringung der Varianten BioFence und Kompost vereinfacht werden, weshalb die vollrandomisierte Versuchsanlage nicht beibehalten werden konnte. ■ Antagonisten und Pflanzenstärkungsmittel <ul style="list-style-type: none"> ■ Biplanthol wurde auf Grund der Versuchsflächengröße nicht untersucht ■ Nachdem die <i>Brassica</i>-Vorkultur zerkleinert und eingearbeitet war, wurde der Boden nicht mit der Walze bearbeitet ■ Nachdem die <i>Brassica</i>-Vorkultur zerkleinert und eingearbeitet fand die Bewässerung mit der Überkopfberegnung erst am Folgetag auf Grund des starkes Windes statt <p><u>Versuchsstandort 2 (2 Wiederholungen)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ auf Grund der länger anhaltenden Trockenphase, die nach der <i>Brassica</i>-Aussaart auf dem Versuchsstandort 1 einsetzte und der Versuch zu scheitern drohte, wurde eine 2. Versuchsanlage auf dem Standort Remshalden (VS 2) aufgebaut. ■ Auf Grund dessen, dass diese Fläche kleiner war als der Versuchsstandort 1 wurden nur die vier Varianten RhizoVital®, RhizoStar®, Promot®WP in den Versuch einbezogen ■ nachdem sich der Versuchsstandort 1 zur Hauptversuchsfläche entwickelt hatte, wurde diese Versuchsanlage als Tastversuch eingeordnet. |
| 2010 | Gründe der Abweichungen |
| | <p><u>Versuchsstandort 3 (2 Wiederholungen)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ da das Vorjahr zeigte, dass die Versuchsdurchführung sehr betreuungsintensiv ist, wurde der 220km weit entfernte Standort Kapraun gestrichen ■ stattdessen fand sich auf dem Standort Ilfeld eine Versuchsfläche für eine weitere Versuchsanlage nach dem Vorbild des Versuchsstandortes 1. ■ anstatt der Frigo-Pflanzen wurden auf Grund des sehr engen Zeitfensters zwischen <i>Brassica</i>-Vorkultur Einarbeitung und der Pflanzung von Frigo-Pflanzen, Topf-Grünpflanzen gepflanzt, um einen verspäteten Pflanztermin zu vermeiden. ■ auf Hinweis des Verbundpartners Julius-Kühn-Institut (Dr. Stephan) wurde das Präparat Promot®WP gegen das Präparat TrichoStar® ausgewechselt. ■ Der eingeplante Kompost konnte nicht verwendet werden, da dieser versehentlich von Betriebsmitarbeitern in einer anderen Fläche verarbeitet wurde. ■ die Variante BioFence® konnte aus arbeitstechnischen Gründen nicht randomisiert angelegt werden, da es vor der Pflanzung in die Pflanzreihe eingearbeitet werden muss. ■ Das Pflanzenstärkungsmittel „Plantasalva“ (Kräuterextrakt) wurde als zusätzliche Variante aufgenommen. |

| 2011 | Gründe der Abweichungen |
|------|---|
| | <p><u>Versuchsstandort 1 & 2 (2 Wiederholungen, vollrandomisiert)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ auf Grund der schwer zu interpretierbaren Ergebnisse aus den Bodenuntersuchungen zu den Mikrosklerotiengehalten, wurden keine weiteren Untersuchungen durchgeführt. <p><u>Versuchsstandort 4 (4 Wiederholungen, vollrandomisiert)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ausschließliche Untersuchung von Antagonisten und Pflanzenstärkungsmittel in der <i>verticillium</i>empfindlichen Sorte Sonata ■ Bonitur auf Vitalitätsentwicklung und Symptomausprägung im August 2011 ■ Weiterführung des Versuches in 2012, bei erfolgreicher Versuchsverlängerung |

3.5 Material & Methode

3.5.1 Bedeutung und Biologie des Erreger-Komplexes *Verticillium*-Welke

Wie in Subbarao & Hubbard (1996) und Hanke et al. (1988) beschrieben, findet sich die *Verticillium*-Welke in vielen Ländern. So ist der Erreger in den USA (1912), in Großbritannien (1950), in Polen, Italien und Deutschland (1970) zu finden aber auch aus Neuseeland sind seit 1960 erste Schadsymptome berichtet worden (Hanke et al., 1988). Was diesen Pathogen-Komplex für die Anbauer so bedeutend macht ist die Tatsache, dass es neben den Ertragsausfällen zu einer Akkumulation des Pathogens in der Fläche kommt, was wiederum zu einem langjährigen Flächenverlust führen kann (Spornberger et al., 2006; Steffek, 2009), da die Überdauerungsorgane bis zu zehn Jahre im Boden überlebensfähig sind (Green, 1980; Neubauer, 2005). Daher sollten Faktoren wie z.B. Bodenverhältnisse, Vorfrüchte, gesunde Jungpflanzen und die jeweiligen Sorteneigenschaften vor einer Neuanpflanzung geprüft werden (Michel, 2009; Stich, 2007; Neubauer, 2005).

Tabelle 31: Verticillium: Verticillium dahliae; anfällige Arten (unvollständig, hochanfällige sind unterstrichen). Kreuzblütler (kursiv) sind anfällig für V. longisporum, einer Spezialform von V. dahliae, die wiederum Erdbeeren nur in geringem Maße befällt (Michel, 2009).

| Beeren | Gemüse | Ackerfrüchte | Futterpflanzen | Blumen | Bäume |
|-------------|------------|--------------|----------------|-----------------|------------|
| Erdbeere | Tomate | Kartoffel | Luzerne | Dahlien | Ahorn |
| Himbeere | Gurke | Sonnenblume | Klee-Arten | Astern | Kirsche |
| Brombeere | Rhabarber | Raps | | Chrysantheme | Zwetschge |
| Ribes-Arten | Salat | | | Stiefmütterchen | Eiche |
| | Kohl-Arten | | | Begonie | Kastanie |
| | Sellerie | | | Nelken | Haselnüsse |

Biologie des Erreger-Komplexes: *V. dahliae* und *V. albo-atrum*, die der Klasse der Deuteromyceten (*Fungi imperfectii*) zugeordnet werden (Hanke et al., 1988) und den Erreger-Komplex der *Verticillium*-Welke bilden, wurden 1816 von Nees von Esenbeck entdeckt, wobei die wirtelförmige Anordnung der Konidiophoren der Gattung den Namen gegeben hat (Mace et al., 1981). Von Saccardo konnten mehr als 40 Arten identifiziert werden, wobei sich über die Zeit die Anzahl auf fünf Arten reduzierte, die den Gefäß-Pathogenen zugeordnet werden konnten (Mace et al., 1981). Von diesen fünf Arten sind die in diesem Versuch untersuchten Arten, die wichtigsten saprophytische Bodenpilze, die mehr als 200 Wirtspflanzen, inklusive zahlreicher Unkräuter,

befallen können (Tabelle 31), hingegen monokotyle Pflanzen (z. B. Roggen, Gerste) symptomfrei bleiben (Subbarao & Hubbard, 1996).

Insgesamt betrachtet, kommt die *Verticillium*-Welke überwiegend in der klimatisch gemäßigten Zone vor (Mace et al., 1981, Michel, 2009), jedoch stellen die beiden Arten unterschiedliche Ansprüche an die Temperatur. Während *V. dahliae* in Gebieten mit höheren Bodentemperaturen (25°C) häufiger vorkommt, zeigt *V. albo-atrum* bei niedrigeren Temperaturen eine höhere Aggressivität. Trotzdem treten beide Arten gemeinsam auf und können gleichzeitig Pflanzen befallen (Hoffmann & Schmutterer, 1999). Weiterhin ist bei der Beobachtung von befallenen Flächen zu bedenken, dass die Ausprägung der Symptome von der Tageslänge beeinflusst wird. Langtageeffekte, die das vegetative Wachstum fördern, verzögern die Symptombildung, hingegen Kurztageeffekte die Ausbildung fördern und somit, sobald 10h Tageslänge unterschritten werden, ein Befall sichtbar wird. Infektionsfördernd wirkt sich außerdem eine hohe Luftfeuchte und eine geringe Lichtintensität aus, während Welkesymptome durch hohe Bodensalzgehalte und Stickstoff-Mangel früher im Bestand sichtbar werden (Hoffmann & Schmutterer, 1999). Auch ist zu beachten, dass die unterschiedlichen Erdbeersorten verschieden stark auf den Erreger reagieren (Neubauer, 2005; Stich et al., 2007) was bei der Anpflanzung neuer Anlagen zu berücksichtigen ist (Tabelle 32).

Tabelle 32: *Verticillium*: Einteilung der Anfälligkeit verschiedener Erdbeersorten gegenüber der *Verticillium*-Welke (*V. dahliae* & *V. albo-atrum*) (Neubauer, 2005 & Stich, 2007).

| Anfälligkeitsgrad | Erdbeersorte |
|-------------------|--|
| hoch | Alba, Darselect, Divine, Dora, Elsanta, Eva, Kimberly, Sonata, Vimatarda |
| mittel | Clery, Elvira, Eros, Kent, Lambada, Queen Elisa, Record, Symphony |
| gering | Alice, Daroyal, Florence, Corona, Pegasus, Polka, Salsa, Tenira, Vimazanta |

V. dahliae erzeugt zahlreiche, schwarze Überdauerungsorgane, die Mikrosklerotien (Green, 1980; Hoffmann & Schmutterer, 1999; Steffek, 2009), hingegen *V. albo-atrum* diese Form nicht bildet. Wenn die Hyphen beider Arten ein bestimmtes Alter erreicht haben beginnen sie kurze, tonnenförmige Hyphen zu bilden, die sich durch Einlagerungen allmählich dunkel bis schwarz färben. Die weitere Entwicklung geht bei beiden Arten unterschiedlich weiter (Hanke et al., 1988).

V. dahliae: es kommt an den verkürzten Hyphenzellen zu einer Knospung und Verzweigung, so dass sich unregelmäßige Körper, die Mikrosklerotien, ausbilden, die aus dunklen, dickwandigen und dünnen hyalinen Zellen bestehen wodurch sich die Langlebigkeit im Boden erklärt (Hanke et al., 1988). Nach Subbarao & Hubbard (1996) breitet sich *V. dahliae* im Erdreich nur selten mehr als wenige Zentimeter vom Infektionsherd aus.

V. albo-atrum: ein Dauermyzel wird ausgebildet, das aus einem dunkelbraunen bis schwarzen, mit dunklen Zellwänden und Knoten versehenen, Hyphenkomplex besteht, das in der Lage ist, sowohl im Boden als auch auf Laubresten zu überwintern (Hoffmann & Schmutterer, 1999; Michel, 2009).

Beide Arten sind in der Lage aus der Dauerform auszuweichen, sobald Wurzeln der Erdbeere oder anderer Wirtspflanzen in ihrer Nähe damit beginnen, Exudate auszuscheiden. Über das Versuchsjahr 2010 ist *Verticillium dahliae* bei der Betrachtung der *Verticillium*-Welke stärker untersucht worden als *V. albo-atrum*, da zur Flächenbeurteilung durch die Bodenuntersuchungen der Verseuchungsgrad ausschließlich durch die Mikrosklerotien von *V. dahliae* herangezogen wird. In diesem Zusammenhang wurde durch Michel (2010) und Neubauer (2010) erneut darauf hingewiesen, wie robust bzw. resistent die Umhüllung der Mikrosklerotien ist, die eine

durchschnittliche Größe von 20-125µm aufweist (Neubauer, 2010). Weiterhin zeigte sich, dass neben dem bisher untersuchten Erreger *V. dahliae*, der Erreger *V. longisporum* existiert (Lentzsch 2010; Neubauer, 2010). Dieser Erreger unterscheidet sich von dem bisher bekannten *V. dahliae* darin, dass er diploid ist und die Konidienlänge zwischen 7,9 µm und 1,4µm liegt, hingegen sie bei *V. dahliae* zwischen 4,1 und 1,0 µm liegt. Des Weiteren besiedelt *V. dahliae* bevorzugt nicht kreuzblütige Wirtspflanzen, hingegen *V. longisporum* ausschließlich an Kreuzblütlern zu finden ist. In den Ergebnissen der Bodenuntersuchungen auf den Gehalt der Mikrosklerotien (MS/g trockenen Boden) wird diese Differenzierung bisher jedoch nicht durchgeführt.

Die Infektion durch *Verticillium* geschieht vornehmlich über das Wurzelsystem, Blattinfektionen sind nach Hoffmann & Schmutterer (1999) über die Stomazellen möglich, aber im Freiland kaum zu erwarten. Die im Boden verbliebenen Mikrosklerotien und Dauermycelien keimen mit Hyphen aus oder bilden Sporenträger mit Konidien. Die Infektionshyphen dringen in die Zellen der Wurzelspitze, der Epidermis, an Austrittsstellen von Nebenwurzeln oder Wunden und Beschädigungen, die z.B. durch frei lebende Nematoden (z. B. *Pratylenchus penetrans*) (Börner et al., 2009) verursacht worden sein können, ein. Das Mycel wächst inter- und intrazellulär durch die Epidermis, Rindenschicht, Endodermis und erreicht über den Zentralzylinder das Xylem. Dort breitet sich das Pathogen, teilweise durch Konidien, mit dem Wasserstrom über die Pflanze aus. Die *Verticillium* - Arten sind an die besonderen Bedingungen, die im Xylem herrschen (reduzierter Sauerstoffgehalt, fließende Nährlösung und geringe Zucker- und Aminosäureanteile) adaptiert. Außerdem ist der *Verticillium*-Erreger in der Lage, durch den enzymatischen Abbau der Zellwandbestandteile einen verstärkten Ausfluss von Nährstoffen aus dem Parenchym in das Xylem zu bewirken, um die eigenen Wachstumsbedingungen zu verbessern (Hoffmann & Schmutterer, 1999).

Durch die Erklärung der Infektionsabläufe wird deutlich, warum die durch die Besiedlung hervorgerufenen Welkesymptome vor allem in Zeiten mit hohem Wasserbedarf (Sommermonate), mit intensivem Stoffwechsel (Fruchtbildung), häufiger auf sandigen Böden vorkommen (Hoffmann & Schmutterer, 1999, Michel, 2009) und nesterweise auftreten (Scherer, 1989). Durch die Besiedlung des Xylems verlangsamt sich der Wasserstrom und ein hohes Wasserdefizit entsteht, was nach Hoffmann & Schmutterer (1999) jedoch nicht maßgeblich auf die Verstopfung durch Hyphen hervorgerufen wird. Die typischen Symptome zeigen sich in Form von Welkeerscheinungen zuerst an den älteren, äußeren Blättern, während die jüngeren Blätter und Herzblätter grün bleiben. Bei einem leichten Befall sind die Blattstiele in normaler Länge entwickelt und die Welke noch reversibel. Falls der Trockenstress jedoch anhält und sich der Befall im fortgeschrittenen Zustand befindet, sind die neu produzierten Blätter im Wachstum reduziert und die Pflanze bildet Blattrosetten mit stark verkürzten Blattstielen und Blattspreiten aus. Im weiteren Verlauf sterben die äußeren Blätter gänzlich ab, bis schließlich die gesamte Pflanze nekrotisch erscheint (Steffek, 2009). Stirbt die Pflanze tatsächlich ab, bildet der Pilz erneut das Dauerorgan, das zuerst im nekrotischen Wirtsgewebe überdauert und später weiter im Boden überlebt (Steffek, 1999).

Für den wirtschaftlichen Anbau ist dieses Pathogen weiterhin problematisch, da die Pflanzen, die sich im gering befallenen Stadium befinden, zwar nicht unbedingt weniger Früchte bilden, dafür aber kleinere, wodurch sich bei gleichem Ernteaufwand der Anteil der Handelsklasse I Früchte reduziert.

3.5.2 Das Prinzip der Biofumigation

Das Prinzip der Biofumigation beruht auf der biologischen Bildung von Gasen, bedingt durch die enzymatische Hydrolyse (Lazzeri, 2009), was im Boden zur Reduzierung von bodenbürtigen Phytopathogenen führt. Das Prinzip besteht darin, dass die gewählte Pflanzenart, i. d. R. aus der

Familie der Kreuzblütengewächse (*Brassicaceae*) mit besonders hohen GLS-Gehalten, im verseuchten Feld aufwächst, bis die erzeugte Biomasse die höchsten Glukosinolatgehalte (GSL) über den Entwicklungsverlauf aufweist, was kurz vor bzw. zur Blüte der Fall ist (Gimsing & Kirkegaard, 2006; Michel, 2008;). Dies ist der Zeitpunkt, zu dem die gebildete Biomasse z. B. mit einem Schlegelmulcher, fein zerhackt und im direkten Anschluss z. B. mit der Spatenmaschine in den Boden eingearbeitet wird, wobei sich die Einarbeitungstiefe nach der Durchwurzelungstiefe der geplanten Kulturpflanze richtet. Durch die Zerkleinerung des Pflanzenmaterials und der Quetschung der Pflanzenzellen werden die im Pflanzenmaterial bestehenden Glukosinolate durch die einsetzende Hydrolyse in mehrere Produkte umgewandelt (Michel, 2008). Hauptsächlich entstehen dabei die flüchtigen Isothio- (ITC) und Thiocyanate (TC), wobei die ITC die Stoffe sind, die eine biozide Wirkung auf eine große Anzahl von Bodenorganismen, wie Nematoden, Bakterien, phytopathogene Pilze und Unkrautsamen ausübt (Gimsing & Kirkegaard, 2006, Stich et al., 2007). Diese zwei Umbauprodukte der Glukosinolate sind gasförmig, weshalb das Pflanzenmaterial sofort nach der Zerkleinerung eingearbeitet werden muss, um die gasförmigen Verluste, besonders in sandigen Böden, so gering wie möglich zu halten. Weiterhin benötigt die biochemische Reaktion warme Bodentemperaturen und eine ausreichende Bodenfeuchte, sodass bei trockenen Bodenverhältnissen nach der Einarbeitung eine Bewässerung stattfinden muss, um die Umbauprozesse so schnell wie möglich ablaufen zu lassen. Denn nur unter diesen Umständen wird eine ausreichend hohe Konzentration an Isothio- und Thiocyanate erreicht, um die phytopathogenen Erreger zu reduzieren (Matthiessen & Kirkegaard, 2006; Michel, 2009).

3.5.3 Flächenauswahl

Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen, an die eine Bodenmischprobe in 2009 gesendet wurde, gab die in Tabelle 33 angegebenen Richtwerte zur Bewertung der Fläche an. Voraussetzungen für die Flächenauswahl waren neben dem ausreichenden Besatz mit Mikrosklerotien, dass der Betrieb über eine Bewässerungstechnik für die Fläche verfügte und die notwendige Technik für den Arbeitsablauf der Biofumigation vor Ort zur Verfügung stellen konnte.

Tabelle 33: Verticillium: Richtwerte zur Einteilung der Ergebnisse aus der Bodenuntersuchung auf Mikrosklerotienbesatz (Dauerform von Verticillium dahliae) (LWK Niedersachsen, Pflanzenschutzamt, 2009).

| Mikrosklerotien/g Boden | Verseuchungsgrad | Befallsgefahr an anfälligen Pflanzen |
|-------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| < 0,4 | befallsfrei | sehr gering |
| 0,4 1,0 | gering verseucht | gering |
| 1,1 – 5,0 | mittel verseucht | mittel |
| 5,1 – 10,0 | stark verseucht | groß |
| 10 | sehr stark verseucht | sehr groß |

a) 2009, Versuchsstandort 1: Lauffen am Neckar

Die Fläche in Lauffen a. Neckar wurde ausgewählt, da diese mit 6,4 Mikrosklerotien/g Boden als stark verseucht eingestuft wurde und mit 100m x 20m für die Verteilung der Varianten in der Fläche ein optimales Flächenverhältnis bot. Die Vorfrüchte der Versuchsfläche sind in Tabelle 34 dargestellt.

Nach der Festlegung des Versuchsstandortes in Lauffen a. Neckar wurde eine erneute Bodenmischprobe genommen, um diese auf die Grundnährstoffe aus einer Tiefe bis 20cm untersuchen zu lassen (Tabelle 35). Die Untersuchungen des agrarchemischen Labors der

Universität Hohenheim ergaben, dass der Standort Lauffen a. Neckar als Bodenart tonigen Lehm zeigte, als stark humos einzuordnen war und keinen Nährstoffmangel zu den geprüften Hauptnährelementen aufwies. Die Stickstoff-Werte können nur als Tendenz angesehen werden, da die Probe im agrarkulturchemische Labor nicht ausreichend kühl gelagert wurde, so dass die Mineralisationsvorgängen innerhalb der Bodenprobe über einen unbekanntem Zeitraum weitergelaufen sind.

Tabelle 34: *Verticillium*, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen, 2009: Übersicht Vorfrüchte ab 2004.

| Jahr | Kultur | Jahr | Kultur |
|------|--------------------|------|--|
| 2004 | Erdbeere (Honeoye) | 2007 | Johannisbeere (Baumschulvermehrung) |
| 2005 | Erdbeere (Honeoye) | 2008 | Johannisbeere (Baumschulvermehrung) |
| 2006 | Kartoffel | | |

Tabelle 35: *Verticillium*, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen, 2009: Ergebnisse der Bodenuntersuchung auf Grundnährstoffe, Bodenart und Humusanteil.

| Untersuchungsparameter | Ergebnis | Versorgungsklasse ³ |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
| Bodenart/Fingerprobe | t ⁴ L ⁴ | ----- |
| Humus | h ⁵ | ----- |
| pH-Wert, CaCl ₂ Suspension | 7 | D |
| Phosphor (P ₂ O ₅) | 30 mg/100g | D |
| Kalium (K ₂ O) | 26 mg/100g | C |
| Magnesium (Mg) | 15 mg/100g | C |
| Ammonium Stickstoff | < 2 kg/ha | |
| Ammonium Stickstoff | <0,5 mg/kg FM | |
| Nitrat-Stickstoff | 15 kg/ha | |
| Nitrat-Stickstoff | 3,1 mg/kg FM | |

b) 2009, Versuchsstandort 2: Remshalden-Rohrbronn

Da nach der Senfaussaat am 04.04.09 auf dem Versuchsstandort 1 in Lauffen a. Neckar eine länger anhaltende Trockenphase einsetzte und der Auflauf der Saat und somit auch der Versuch zu scheitern drohte, wurde eine zweite Versuchsanlage auf der Alternativfläche in Remshalden-Rohrbronn gewählt, die zum einen als Bodenart lehmigen Sand zeigte und zum anderen 20,8 Mikrosklerotien/g aufwies und dadurch als weit über stark verseucht eingeordnet werden konnte. Im Vergleich zu der ursprünglichen Versuchsfläche zeigte diese Fläche eine Länge von 60m und eine Breite von 17m. Die Vorfrüchte dieser Fläche sind in Tabelle 36 dargestellt und zeigen, dass in den zwei Jahren vor der geplanten Neuanpflanzung Erdbeeren als Kultur auf der Fläche angepflanzt waren.

3 A= sehr niedrig, B= niedrig, C= anzustreben, D= hoch, E= sehr hoch

4 t¹L: schwach toniger Lehm

5 h= stark humos 4-8% org. Substanz

Tabelle 36: *Verticillium*, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden, Übersicht der Vorkulturen, 05-08.

| Jahr | Kultur | Jahr | Kultur |
|------|-----------------|------|----------|
| 2005 | Getreide Weizen | 2007 | Erdbeere |
| 2006 | Klee gras | 2008 | Erdbeere |

c) 2010, Versuchsstandort 3: Ilsfeld, Kreis Heilbronn

Ein dritter Versuch sollte angelegt werden, der im Idealfall eine stärkere Verseuchung durch Mikrosklerotien zeigte als die bisher untersuchten Flächen (bisheriges max. 20,8 Mikrosklerotien/g trockener Boden). Bereits im Dez. 2009 sind Bodenproben von einer Fläche in Ilsfeld genommen worden. Dieser Betrieb war für die Versuchsdurchführung sehr gut geeignet, da er über die für die Biofumigation notwendige Technik verfügte und insbesondere über die Möglichkeit, den Schlegelmulcher im Frontanbau einzusetzen, worauf nach den Erfahrungen in 2009 für 2010 dringend geachtet werden musste. Für die Versuchsanlage in 2010 ergab die Einsendung der Bodenmischprobe von der Fläche Ilsfeld an Dr. Neubauer (Hochschule Osnabrück, Phytomedizin (Mikrobiologie)) 34,4 Mikrosklerotien/g trockenen Boden. Die Probe wurde durch das Institut als stark verseucht eingestuft und die Wahrscheinlichkeit, dass ein Befall an einer empfindlichen Sorte eintreten könnte als sehr hoch. Die Ergebnisse aus der Untersuchung auf die Bodengrundnährstoffe (Universität-Hohenheim, Landesanstalt für landwirtschaftliche Chemie) sind zu dieser Fläche in Tabelle 37 dargestellt.

Auf der Fläche wurden von 2005-2007 Erdbeeren der Sorte VimaZanta angebaut, in 2008 Ackerbohnen (ohne Ernte) und in 2009 Winterwicken.

Tabelle 37: *Verticillium*, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld: Ergebnisse der Bodenuntersuchung auf Grundnährstoffe, Bodenart und Humusanteil, 2010.

| Untersuchungsparameter | Ergebnis | Versorgungsklasse ⁶ |
|---|------------------|--------------------------------|
| Bodenart/Fingerprobe | t'L ⁷ | ---- |
| Humus | h ⁸ | ---- |
| Humus-Elementaranalyse | 2,05% | ---- |
| pH-Wert, CaCl ₂ Suspension | 6,7 | C |
| Phosphor (P ₂ O ₅) | 15 mg/100g | C |
| Kalium (K ₂ O) | 23 mg/100g | C |
| Magnesium (Mg) | 21 mg/100g | D |
| Bor (B), CAT-Extrakt | 0,42 mg/kg | ---- |
| Kupfer (Cu), CAT-Extrakt | 3,9 mg/kg | ---- |
| Mangan (Mn), CAT-Extrakt | 263 mg/kg | ---- |
| Zink (Zn), CAT-Extrakt | 3,0 mg/kg | ---- |
| Eisen (Fe), CAT-Extrakt | 114 mg/kg | ---- |
| Salz (berechnet als KCl) | 0,02 mg/kg | ---- |

6 A= sehr niedrig, B= niedrig, C= anzustreben, D= hoch, E= sehr hoch

7 t'L: schwach toniger Lehm

8 h= stark humos 4-8% org. Substanz

d) 2011, Versuchsstandort 4: Remshalden-Rohrbronn

Mit dem Ziel ausschließlich verschiedene Pflanzenstärkungsmittel und Antagonistenpräparate zu untersuchen, wurde ein weiterer Versuch angelegt. Die Fläche zeigte, nach Einteilung der Gesamtfläche in vier Einzelflächen (Wiederholung 1-4) Mikrosklerotienwerte zwischen 16 und 32 MS/g trockener Boden:

- Probe 1 (Wdh. 1): 16,0 MS/g Boden, unteres Viertel
- Probe 2 (Wdh. 2) : 32,0 MS/g Boden, mittleres unteres Viertel
- Probe 3 (Wdh. 3): 26,8 MS/g Boden, mittleres oberes Viertel
- Probe 4 (Wdh. 4): 18,8 MS/g Boden, oberes Viertel

3.5.4 Pflanzenart und Sortenauswahl für die Biofumigation als Vorfrucht und Aussaat

a) 2009, Versuchsstandort 1: Lauffen & Versuchsstandort 2: Remshalden-R.

Ausgewählt wurde die Pflanzenart Brauner Senf (*Brassica juncea*) der Sorte ISCI-99, da diese Sorte in Versuchen von Michel (2008) die stärkste reduzierende Wirkung auf die Mikrosklerotien von *V. dahliae* im praktischen Freilandversuch zeigte, wie die Abbildung 28 aus dem von Michel durchgeführten Versuch zeigt.

Über die Firma Otto Hauenstein Samen wurde der Braune Senf der Sorte ISCI-99 aus Italien von der Firma Research Institute for Industrial Crops (ISCI Bologna) bezogen, die sich auf die Züchtung von Pflanzen zur Biofumigation spezialisiert hatte.

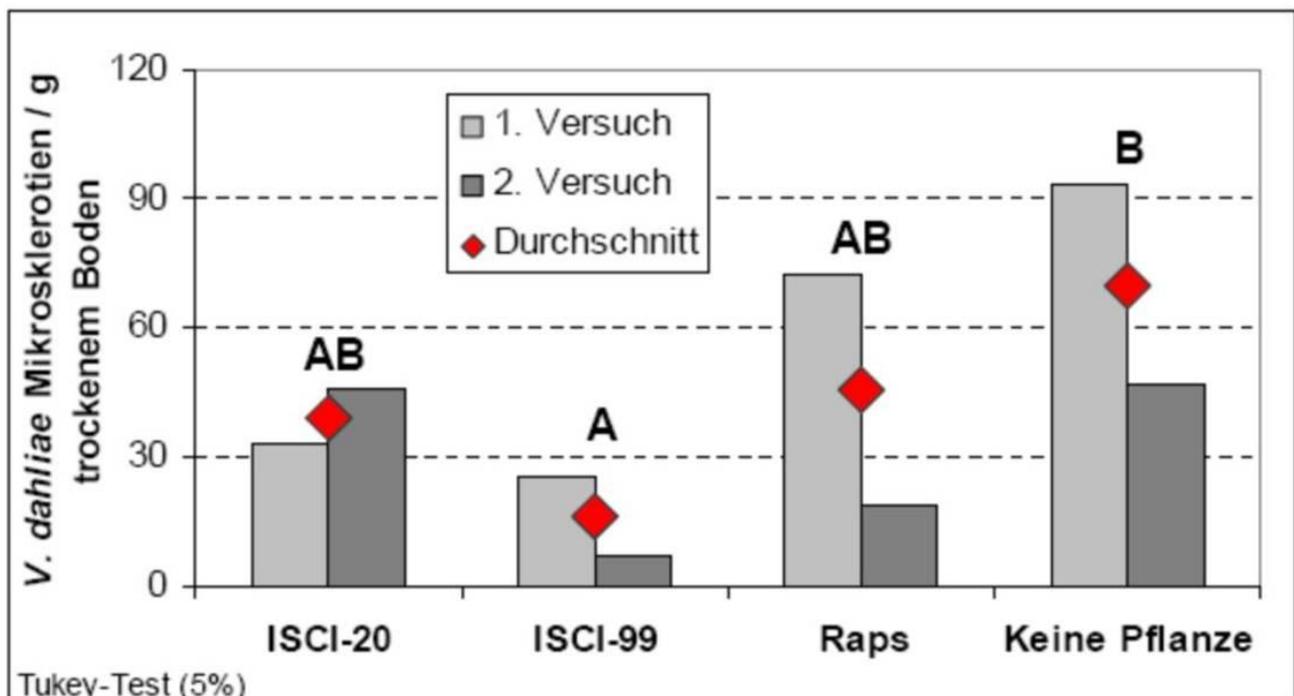


Abbildung 28: *Verticillium*: Wirkung von zwei Senf-Sorten (*Brassica juncea*) ISCI-20 und ISCI-99 sowie von Raps (Sorte: Talent) auf die Anzahl lebender Mikrosklerotien von *Verticillium dahliae*, dem Erreger der *Verticillium*-Welke (Vergleiche mit verschiedenen Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede) (Michel, 2008).

b) 2010, Versuchsstandort 3: Ilsfeld

In der Ilsfelder Versuchsanlage wurde mit der Biofumigation wie in 2009 verfahren. Die Anbauempfehlungen nach Lazzeri (2009) (Research Institute for Industrial Crops, Bologna, Italy) wurden durch Empfehlungen von Frau Schlathöler (Petersen Saatzucht) und Dr. Daub (JKI-Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland) bestätigt. Jedoch wurde in 2009 vermutet, dass der Senf der Sorte ISCI-99 in der Biomassenentwicklung aufgrund der niedrigeren Temperaturen in Deutschland zurückgeblieben sein könnte, weshalb auf einen Braunen Senf der Firma Petersen Saatgut mit Sitz in Deutschland gewechselt wurde.

c) 2011, Versuchsstandort 4: Remshalden-Rohrbronn

Es wurde keine Biofumigation zu diesem Versuch durchgeführt.

3.5.5 Variantendarstellung

Zu diesem Teilprojekt sollte zum einen die Biofumigationsvariante Brauner Senf (ISCI-99) untersucht werden und zum anderen verschiedene Präparate auf der Basis von Antagonisten und Pflanzenstärkungsmitteln. Die in Tabelle 38 dargestellten Behandlungsvarianten wurden von 2009 bis 2011 an den Versuchsstandorten 1 (Tabelle 39), 2 (Tabelle 40), 3 (Tabelle 41) und 4 (Tabelle 42) in unterschiedlichen Kombinationen eingesetzt. Zu den Frigo-Pflanzen, die in den Versuchen 1, 2 und 4 eingesetzt wurden, wurden die Präparate als kombinierte Tauch/Gießvarianten angewendet. In dem Versuch 3, in dem Topfgrünpflanzen verwendet wurden, wurde ausschließlich die Gießbehandlung durchgeführt.

Tabelle 38: *Verticillium*: Übersicht der Behandlungsvarianten zu den Versuchsstandorten 1-4 (09-11).

| Handelsname | Wirkstoff / Antagonist / Pflanzenstärkungsmittel |
|----------------|--|
| RhizoVital®42 | <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> FZB42 |
| Promot®WP | <i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Trichoderma koningii</i> |
| TrichoStar® | <i>Trichoderma harzianum</i> |
| RhizoStar® | <i>Serratia plymuthica</i> |
| BioFence® | gepresstes, glukosinolathaltiges Pflanzenmaterial mit biozider Wirkung |
| Plantasalva | levitiertes Quellwasser, BIO-Melasse, Kräutern aus biologischer Herkunft, Meersalz |
| reifer Kompost | Kuhmist (feucht), Pflanzenmaterial, Pferdemist (trocken), Heilpflanzen |
| VermiGrand | Regenwurmhumus |
| Gesteinsmehl | Urgesteinsmehl, fein vermahlen aus 100% Eifellava |
| Kontrolle | Wasser |

a) 2009, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen

Am 12.06.09, am Tag der Senfpflanzeneinarbeitung und somit einige Tage vor der Pflanzung, wurde die Behandlungsvariante BioFence® per Hand auf die im Versuchsplan dargestellten Parzellen verteilt. Die Behandlungsvariante „Kompost“ wurde am 19.06.09, ebenso vor der Pflanzung und ebenfalls mit der Hand, auf die in Anlage 8 (Versuchsplan) dargestellten Parzellen

verteilt. Die drei Varianten auf Antagonistenbasis und die Kontrolle wurden am 24.06.09, am Pflanztag, durch Tauch- und Gießverfahren appliziert. Die Tauchvariante wurde dadurch realisiert, dass die Pflanzenwurzeln der Frigo-Pflanzen für 30min in der Tauchbrühe geschwenkt wurden, damit zum einen die Organismen in der Brühe nicht absanken und zum anderen, um so viele Organismen wie möglich an der Wurzeloberflächen anheften zu lassen. Das Gießverfahren wurde dadurch realisiert, dass jede Pflanze nach der Pflanzung mit 80ml Applikationsbrühe angegossen wurde (Tabelle 39).

Tabelle 39: *Verticillium*, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen: Darstellung der sechs Behandlungsvarianten als kombinierte Tauch- und Gießvariante, Sorte: Honeoye, Pflanztermin: 24.06.2009.

| V.-Nr. | Handelsname | Wirkstoff / Antagonist | Konzentration | |
|--------|----------------|--|---------------------|------------|
| | | | Tauchen [%] | Gießen [%] |
| A | RhizoVital® 42 | <i>B. amyloliquefaciens</i> FZB42 | 0,4 | 0,4 |
| B | Promot® WP | <i>T. harzianum</i> , <i>T. koningii</i> | 1 | 0,1 |
| C | RhizoStar® | <i>S. plymuthica</i> | 6 | 6 |
| D | Kompost | Kuhmist (feucht), u. a. | 20l/lfm | ----- |
| E | BioFence® | gepresstes GL ⁹ - Material | 125g/m ² | ----- |
| F | Kontrolle | Wasser | 100 | 100 |
| G | RhizoVital® 42 | <i>B. amyloliquefaciens</i> FZB 42 | 0,4 | ----- |
| H | RhizoStar® | <i>S. plymuthica</i> | 6 | ----- |

b) 2009, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn

Wie der Versuchsplan in Anlage 9 zeigt, wurden auf dieser Fläche die drei Antagonistenpräparate RhizoStar®, Promot®WP und RhizoVital® 42 verwendet und als kombinierte Tauch-Gießbehandlung angewendet (Tabelle 40).

Tabelle 40: *Verticillium*, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden: Darstellung der vier Behandlungsvarianten als Tauchvariante und kombinierte Tauch- und Gießvariante, appliziert am Pflanz-tag, dem 25.06.2009.

| V.-Nr. | Handelsname | Wirkstoff / Antagonist | Konzentration | |
|--------|----------------|---|---------------|------------|
| | | | Tauchen [%] | Gießen [%] |
| A | RhizoVital® 42 | <i>B. amyloliquefaciens</i> FZB42 | 0,4 | 0,4 |
| B | Promot®WP | <i>Trichoderma harzianum</i> , <i>T. koningii</i> | 1 | 0,1 |
| C | RhizoStar® | <i>Serratia plymuthica</i> | 6 | 6 |
| D | Kontrolle | Wasser | 100 | 100 |

c) 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld

Verschieden von den Versuchen 1 & 2 wurden in Versuch 3, der mit Topf-Grünpflanzen angelegt wurde, die Präparate mehrfach appliziert. Einige Varianten wurden, nach Empfehlung der Hersteller, bereits vor der Pflanzung appliziert (Tabelle 41 bis 45).

9 Glukosinolat

In Tabelle 41 sind die Applikationstermine zu dem Präparat RhizoVital® 42 dargestellt.

In Tabelle 42 sind die Applikationstermine zu dem Präparat TrichoStar® dargestellt.

In Tabelle 43 sind die Applikationstermine zu BioFence® dargestellt.

In Tabelle 44 sind die Applikationstermine zu dem Präparat RhizoStar® dargestellt.

In Tabelle 45 sind die Applikationstermine zu Plantasalva.

Tabelle 41: *Verticillium*: Versuchsstandort 3, Standort IIsfeld: Applikationsplan RhizoVital®42, 2010/2011.

| RhizoVital® 42 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>) & BonaVita® | | |
|---|---|---|
| | Termin | Konzentrationsbeschreibung |
| 1. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 3. August, 2 Tage vor der Pflanzung ■ mit dem Gießwasser | RhizoVital : 0,8ml/l Wasser, 20l Gießwasser BonaVita: 3ml/Wasser , 20l Gießwasser |
| 2. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 5. August, 1 Tag nach der Pflanzung | RhizoVital: 1l/ha 1000l Wasser /ha → 18l Wasser auf 180m ² 30ml/Pflanze im Angießverfahren BonaVita: 3ml/l Wasser |
| 3. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 15. September, nach 6-8 Wochen | |
| VEGETATIONSENDE 2010 / 2011 | | |
| 4. | <ul style="list-style-type: none"> ■ April, bei > 10 °C Bodentemperatur | |

Tabelle 42: *Verticillium*: Versuchsstandort 3, Standort IIsfeld: Applikationsplan TrichoStar®, 2010/2011.

| TrichoStar® | | |
|---------------------------|--|---|
| | Termin | Konzentrationsbeschreibung |
| 1. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 27. Juli, 7 Tage vor der Pflanzung ■ mit dem Gießwasser | 0,5%-ig 20l Gießwasser |
| 2. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 5. August, 1 Tag nach der Pflanzung | 5l/ha 1000l Wasser /ha → 18l Wasser auf 180m ² 30ml/Pflanze im Angießverfahren |
| 3. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 15. September, nach 4-6 Wochen | |
| 4. | <ul style="list-style-type: none"> ■ im Oktober | |
| VEGETATIONSENDE 2010/2011 | | |
| 4. | <ul style="list-style-type: none"> ■ April, bei > 10 °C Bodentemperatur | |

Tabelle 43: *Verticillium*: Versuchsstandort 3, Standort IIsfeld: Applikationsplan für BioFence®, 2010.

| BioFence® | | |
|------------------|--|---|
| | Termin | Konzentrationsbeschreibung |
| 1. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 28. Juni 2009, am Tag der Senfeinarbeitung | 25kg/180m ² - 138g/m ² mit Spatenmaschine einarbeiten |

Tabelle 44: *Verticillium*: Versuchsstandort 3, Standort IIsfeld: Applikationsplan RhizoStar® 42, 2010/2011.

| RhizoStar® (<i>Serratia plymuthica</i>) | | |
|--|---|--|
| | Termin | Konzentrationsbeschreibung |
| 1. | ■ 4. August, vor der Pflanzung* ■ mit dem Gießwasser | Verhältnis: 1:5 |
| 2. | ■ 5. August, 1 Tag nach der Pflanzung | Verhältnis 1:5 1000l Wasser /ha → 18l Wasser auf 180m ² 30ml/Pflanze im Angießverfahren |
| Vegetationsende 2010/ Vegetationsstart 2011 | | |
| 3. | ■ April, bei > 10 °C Bodentemperatur | |

Tabelle 45: *Verticillium*: Versuchsstandort 3, Standort IIsfeld: Applikationsplan Plantasalva, 2010/2011.

| Plantasalva | | |
|---|--|-----------------------------------|
| | Termin | Konzentrationsbeschreibung |
| 1. | ■ 3. August, 1 Tag vor der Pflanzung ■ mit dem Gießwasser | 1%-ig 20l Gießwasser |
| 2. | ■ 5. August, 1 Tag nach der Pflanzung ■ Angießverfahren | 1%-ig 1000l Wasser /ha |
| 3. | ■ 30. August ■ Angießverfahren | |
| 4. | ■ 15. September ■ Angießverfahren | |
| 5. | ■ Mitte- Ende Oktober ■ Angießverfahren | |
| Vegetationsende 2010/ Vegetationsstart 2011 | | |
| 6. | ■ zum Austrieb, frostfrei | |

d) 2011, Versuchsstandort 4: Standort Remshalden-Rohrbronn

In Tabelle 46 sind die Applikationstermine zu RhizoVital® 42& BonaVita® dargestellt.

In Tabelle 47 sind die Applikationstermine zu Promot®WP dargestellt.

In Tabelle 48 ist der Applikationstermin für den Regenwurmkompost dargestellt.

In Tabelle 49 ist der Applikationstermin für den das Gesteinsmehl dargestellt.

In Tabelle 50 sind die Applikationstermine für den das RhizoStar® dargestellt.

In Tabelle 51 sind die Applikationstermine für Plantasalva dargestellt.

Tabelle 46: *Verticillium*: Versuchstandort 4, Standort Remshalden-Rohrbronn: Applikationsplan RhizoVital® 42, 2010.

| RhizoVital®42 (<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>) & BonaVita® | | |
|---|--|--|
| | Termin | Konzentrationsbeschreibung |
| 1. | Tauchbehandlung <u>vor</u> der Pflanzung ■ RhizoVital ■ BonaVita | ■ 2% ■ 40ml auf 20l ■ 0,2% ■ 2ml/l Wasser |
| 2. | Gießbehandlung <u>nach</u> der Pflanzung ■ RhizoVital ■ BonaVita | ■ 0,4% ■ 4ml/l Wasser ■ 0,2% ■ 2ml/l Wasser |
| 3. | Gießbehandlung <u>nach</u> der Pflanzung ■ RhizoVital ■ BonaVita | |

Tabelle 47: *Verticillium*, Versuchstandort 4, Standort Remshalden-R.: Applikationsplan Promot® WP, 2010.

| Promot®WP | | |
|-----------|--|------------------------------------|
| | Termin | Konzentrationsbeschreibung |
| 1. | Tauchbehandlung <u>vor</u> der Pflanzung | ■ 1% ■ 200g auf 20l Wasser |
| 2. | Gießbehandlung <u>nach</u> der Pflanzung | ■ 0,1% ■ 20g auf auf 20l Wasser |

Tabelle 48: *Verticillium*, Versuchsstandort 4, Standort Remshalden-R.: Applikationsplan Regenwurmkompost, 2010.

| Regenwurmkompost | | |
|------------------|--------------------------|--|
| | Termin | Konzentrationsbeschreibung |
| 1. | <u>Vor</u> der Pflanzung | ■ ca. 500g / Pflanze über die gesamte Pflanzreihe verteilt und ca. 15cm tief eingearbeitet |

Tabelle 49: *Verticillium*, Versuchsstandort 4, Standort Remshalden-R.: Applikationsplan Gesteinsmehl Eifelgold, 2011.

| Gesteinsmehl Eifelgold | | |
|------------------------|--------------------------|--|
| | Termin | Konzentrationsbeschreibung |
| 1. | <u>Vor</u> der Pflanzung | ■ 25kg/100m ² ■ über die gesamte Pflanzreihe verteilt, ca. 10cm tief eingearbeitet |

Tabelle 50: *Verticillium*, Versuchsstandort 4, Standort Remshalden-R.: Applikationsplan RhizoStar®, 2010/2011.

| RhizoStar® (<i>Serratia plymuthica</i>) | | |
|---|--|------------------------------|
| | Termin | Konzentrationsbeschreibung |
| 1. | Tauchbehandlung <u>vor</u> der Pflanzung | ■ 30% ■ 3l auf 10l Wasser |
| 2. | Gießbehandlung <u>nach</u> der Pflanzung | ■ 25% ■ 5l auf 20l Wasser |

Tabelle 51: *Verticillium*, Versuchsstandort 4, Standort Remshalden-R.: Applikationsplan für Plantasalva (Kräuterextrakt), 2011.

| Plantasalva (Kräuterextrakt) | | |
|------------------------------|---|--------------------------------|
| | Termin | Konzentrationsbeschreibung |
| 1. | Gießbehandlung <u>nach</u> der Pflanzung | ■ 1% ■ 200ml auf 20l Wasser |
| 2. | Gießbehandlung <u>nach</u> der Pflanzung, 6. Juli | |
| 3. | Gießbehandlung <u>nach</u> der Pflanzung, 9. August | |
| 4. | Gießbehandlung <u>nach</u> der Pflanzung, 14. Oktober | |

3.5.6 Versuchspläne und Versuchsaufbau für die Versuchsstandorte 1-4 (2009-2011)

Auf Basis der Versuchsplanung, eine Biofumigationsvariante in Kombination mit verschiedenen Behandlungsvarianten zu untersuchen, wurden die Versuche 1-3 als zweifaktorielle Spaltanlagen geplant. Durch die differenzierten Teilstückgrößen, die sich durch die Einteilung der Blöcke in Großteilstücke (Faktor A) und Kleinteilstücke (Faktor B) ergaben, ergaben sich die in den Anlagen 8-11 dargestellten Versuchspläne für Spaltanlagen. Auf Grund des Flächenanspruches konnten jedoch nur zwei Wiederholungen realisiert werden. Weiterhin wurde durch die Faktorbezeichnung A und B die Hierarchie der Faktoren verdeutlicht, da Großteilstücke zur Entfaltung der Variantenentwicklung meist größere Flächen benötigen als Kleinteilstücke und somit die Kleinteilstücke öfter wiederholt wurden als die Großteilstücke (Schuster & Lochow, 1992; Thomas, 2006, Hartung, 2009).

a) 2009, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen

Die Versuchsanlage (Versuchsplan: Anlage 8) bestand zum einen aus den Großteilstücken 1 (ohne Biofumigation) und 2 (Brauner Senf) und zum anderen aus den Kleinteilstücken A - H in zwei Wiederholungen. Jede Variante bestand aus zwei Erdbeerpflanzen-Doppelreihen (4 Einzelreihen), von denen ausschließlich die inneren zwei Kernreihen bonitiert wurden. Je Einzelreihe wurden 60 Pflanzen bonitiert, wodurch sich 480 Pflanzen (120*4/Variante) ergaben. Aus arbeitstechnischen Gründen musste die Applikation des Kompostes und der Raps-Pellets (BioFence®) vereinfacht werden, weshalb eine vollrandomisierte Versuchsanlage nicht eingehalten werden konnte.

b) 2009, Versuchstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn

Nachdem sich der Versuchsstandort 1 in Lauffen am Neckar zur Hauptversuchsfläche entwickelt hatte, wurde der Versuch in Remshalden-Rohrbronn als Tastversuch eingeordnet, wodurch sich die vereinfachte Versuchsanlage (Anlage 9) erklärt.

c) 2010, Versuchstandort 3: Standort Ilsfeld

Nachdem die Variante Kompost versehentlich anders verarbeitet wurde, wurde der Versuchsplan, wie in Anlage 10 dargestellt, angepasst. Alle Varianten, mit Ausnahme von BioFence® (Biofumigations-Pellets), wurden randomisiert angelegt.

d) 2011, Versuchstandort 4: Standort Remshalden-Rohrbronn

In diesem Versuch wurden ausschließlich Pflanzenstärkungsmittel und Antagonisten untersucht. Der Versuch wurde als einfaktorielle randomisierte vollständige Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt (Anlage 11).

Tabelle 52: *Verticillium*: empfohlene Anbautechnik für *Brassica juncea*, ISCI-99 (Brauner Senf).

| Kriterium | Empfehlung |
|---|--|
| ■ Saatbett | feinkrümelig, wie bei Raps |
| ■ Aussaat ■ Zeitpunkt ■ Saatedichte ■ Saatart ■ Tiefe | Ende März / Anfang April 7-8kg/ha (bei der 1. Anwendung) Drillsaat, 15-20cm Reihenabstand, Weizendrillmaschine max. 3cm |
| ■ Dünger ■ N ■ P ₂ O ₅ ■ K ₂ O ■ MgO | 120kg/ha, davon 50% zur Aussaat und 50% im Rosettenstadium 60kg/ha, vor der Aussaat 95kg/ha, vor der Aussaat 15kg/ha, vor der Aussaat |
| ■ Bewässerung | nicht nötig, auf leichten Böden & trockener Witterung jedoch empfohlen |
| ■ Ernte (Einarbeitung) ■ Stadium Vollblüte ■ Mechanisierung | Erntezeitpunkt ■ häckseln und einarbeiten durch 2-malige Überfahrt ■ häckseln mit Schlegelmulchgerät im Frontanbau ■ Einarbeiten mit Spatenmaschine auf 20cm Tiefe ■ bei trockenen Bedingungen muss nach dem Einarbeiten bewässert werden (30-40mm) ■ nach dem Einarbeiten 1 Woche mit der Pflanzung/Aussaat warten |

3.5.7 Brauner Senf als Biofumigationsvariante: von der Aussaat bis zur Einarbeitung

Nach der Anbauempfehlung von Lazzeri (2009) (Reserach Institute for Industrial Crops, Bologna, Italy), sollten die in Tabelle 52 dargestellten Anbautechniken zu dem Versuch angewendet werden, um eine optimale Glukosinolatbildung der Senfpflanzen zu gewährleisten und auch, um Verluste durch Verflüchtigen der Isothio- und Thiocyanate zu verhindern. Frau Schlathölter (Petersen

Saatzeit) und Dr. Daub (JKI-Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland) bestätigten die Anbauempfehlungen.

a) 2009, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen am Neckar

Vorbereitet wurde das feinkrümelige Saatbett zur Senfaussaat mit dem 7-Zinken-Grubber (Bearbeitungstiefe: 40cm) und der Kreiselegge. Ausgesät wurde der Senf mit der Hand in einer Aussaatstärke von 12kg/ha (1,2g/m²) am 04.04.2009 in Kombination mit dem Starterdünger Bioilsa (54kgN/ha). Rückverfestigt wurde das Saatbett mit der Walze der Kreiselegge. Beobachtet wurden ab dem 13.05.2009 zwei Arten von Käfern in dem Senfbestand (BBCH:12), die starke Fraßschäden hervorriefen. Identifiziert wurden sie als Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*) und Rapserrdfloh (*Psylliodes chrysocephala*). Es kam zu einem erheblichen Lochfraß durch den Erdflöhen und später zu starken Schädigungen der Blütenknospen durch den Rapsglanzkäfer, was sich negativ auf die Biomassenentwicklung des Senfes auswirkte. Im weiteren Verlauf der Senfentwicklung entstanden weiterhin starke Schäden durch Lochfraß was sich reduzierend auf die Photosynthesefläche und somit auch reduzierend auf die Biomassenbildung auswirkte. Zum Zeitpunkt der Blütenbildung zeigten sich verstärkt Schäden an den Blütenknospen, die durch den Rapsglanzkäfer verursacht wurden. Dies hatte zur Folge, dass der Zeitpunkt der Blüte nur schwer zu identifizieren war, da nur noch wenig Blatt- bzw. Blütenmaterial an den Pflanzenstängeln zu erkennen waren, wie es auch die Abbildung 29 zeigt.



Abbildung 29: *Verticillium*, Versuchsstandort 1, 2009: Standort Lauffen: Fraßschäden am Braunen Senf (ISCI-99) durch den Rapserrdfloh (*Psylliodes chrysocephala*) und den Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*).

Eingearbeitet wurde der Senf zu dem Zeitpunkt „Beginn der Blüte“ (BBCH:60), am 12.06.2009, da nach Michel (2009) zu diesem Entwicklungsstadium die höchsten Glukosinolatgehalt in der Biomasse gebildet werden. Mit dem Schlegelmulcher im Heckanbau wurden die Senfpflanzen durch eine einmalige Überfahrt (max. 2,5km/h) zerkleinert. Mit der Spatenmaschine und der Kreiselegge wurden mit ebenfalls je einer Überfahrt (max. 2,5km/h) die Pflanzenteile in eine Bodentiefe von 20-30cm eingearbeitet. Eine Rückverfestigung hat nicht stattgefunden. Die

Bewässerung der Fläche hat aufgrund stärkerer Winde erst am Folgetag mit einer Wassermenge von 24mm stattgefunden.

b) 2009, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn

Im Februar 2009 wurde die Fläche gepflügt und am 3. und 12. April das Saatbett mit der Kreiselegge vorbereitet. Die Senfeinsaart erfolgte am 14. April mit 10kg/ha in Kombination mit dem Starterdünger Provita (54kgN/ha) mit der Hand. Eingearbeitet wurde die Saat mit der Kreiselegge und rückverfestigt mit der Stabwalze der Kreiselegge. Der Auflauf verlief dicht und ohne Störungen, so dass der Unkrautdruck in dieser Fläche geringer war als am Standort Lauffen (Versuchsstandort 1). Allerdings zeigten sich auch in dieser Fläche ab Mitte Mai der Rapserrfloh und der Rapsglanzkäfer, wodurch es auch in dieser Fläche am Senf zu verstärkten Fraßschäden kam, die sich zur Blüte hin noch deutlicher zeigten als am Versuchsstandort 1 wodurch die Gesamtpflanzenentwicklung und vor allem die Blütenentwicklung stark beeinflusst wurde (Abbildung 30).

c) 2010 Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld

Nachdem durch die Firma Petersen Saatzucht *Brassica juncea* - Saatgut zu Versuchszwecken zur Verfügung gestellt wurde, wurde die Saat am 28. April 2010 mit 10kg/ha per Hand in Kombination mit einer Starterdüngung Bioilsa (40kg N/ha) auf die gefräste Fläche ausgebracht. Rückverdichtet wurde mit der Walze. Nach der Aussaat kam es am 6. Mai, mit 19mm zu stärkeren Niederschlägen, dann am 9.5 mit 8,8mm, am 26.5 mit 12,8 und am 30/31. Mai mit 8-11mm zu weiteren Niederschlägen. Wie auch im Vorjahr zeigten sich im Senf Rapsglanzkäfer in hoher



Abbildung 30: *Verticillium*, Versuchsstandort 2, 2009: Standort Remshalden-R.: Fraßschäden am Braunen Senf (*ISCI-99*) durch den Rapserrfloh (*Psylliodes chrysocephala*) und den Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*).

Anzahl. Die Pflanzen zeigten eine Höhe zwischen 60cm und 140cm zu diesem Zeitpunkt (Abbildung 31).

Auf Grund des starken Befalls durch den Rapsglanzkäfer ließ sich der Zeitpunkt der Blüte nur schwer bestimmen, da diese durch die Käfer zerstört waren. Am 28. Juni wurde der Senf nach den praktischen Vorgaben von Michel (2008), Hallmann et al. (2009), Daub (2010) und Neubauer (2010) zerkleinert und eingearbeitet. Die maximale Tagestemperatur betrug an diesem Tag 33,8°C bei wolkenfreiem Himmel, so dass die empfohlenen Bodentemperaturen, die für die chemische Reaktion der Biofumigation notwendig sind, erreicht wurden. Das Zerkleinern mit dem Schlegelmulcher erfolgte durch zwei Überfahrten, um die Zerstörung der Zellstruktur zu erreichen (Abbildung 32).

Nachdem Mulchen wurde die Biomasse mit der Spatenmaschine in eine Bodentiefe von ca. 30cm eingearbeitet (Abbildung 33).

Nach der Einarbeitung wurde die Fläche mit einer dreiteiligen Walze rückverfestigt, um die Glukosinolat-Verluste durch Ausgasung möglichst gering zu halten. Anschließend wurde die Fläche (11m*50m) mit 16l/m² bewässert, um die biochemische Reaktion der Biofumigation zu unterstützen. Die empfohlenen 30-40l/m² konnten auf Grund von Lieferverzögerung des Bewässerungsschlauches nicht realisiert werden. Die kurzfristige Alternative bestand in der Ausbringung mit Hilfe des Jauchefasses.



Abbildung 31: *Verticillium*, Versuchsstandort 3, 2010: Standort IIsfeld: Entwicklungsstadium *Brassica juncea* (Brauner Senf) am Tag der Einarbeitung (28. Juni 2010).



Abbildung 32: *Verticillium*, Versuchsstandort 3, 2010: Standort IIsfeld: Zerkleinerung von *Brassica juncea* mit dem Schlegelmulcher im Frontanbau durch eine zweimalige Überfahrt.



Abbildung 33: *Verticillium*, Versuchsstandort 3, 2010: Standort Ilsfeld: Einarbeitung der Biomasse in eine Bodentiefe von ca. 30cm durch eine einmalige Überfahrt.

3.5.8 Sortenauswahl Erdbeere, Vorbereitung der Versuchsfläche und Pflanzung

a) 2009, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen am Neckar

Die Versuchsfläche wurde vor der Pflanzung nicht ausreichend feinkrümelig vorbereitet, was zur Folge hatte, dass das Pflanzbett aufgrund der Bodenart überwiegend grobe Erdklumpen zum Pflanztermin zeigte. Gepflanzt wurde die Sorte Honeoye in Frigo-Pflanzenqualität, die von dem Vermehrungsbetrieb Alke Thiesen (<http://www.hof-rabberg.de/kontakt.htm>) bezogen wurde. Die Pflanzung, die mit der Hand durchgeführt wurde, fand am 24. Juni statt. Der Reihenabstand betrug 70cm, der Pflanzabstand 38,5cm und am Folgetag wurde die Fläche mit 24mm bewässert.

b) 2009, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn

Die Sorte Salsa wurde als Frigo-Pflanze gewählt, jedoch ist Salsa laut Sortenbeschreibung (Hege, 2009) nur gering gegen die *Verticillium*-Welke anfällig. Gepflanzt wurde am 25.06.09 mit der Pflanzmaschine mit einem Reihenabstand von 70cm und einem Pflanzabstand von 33cm.

c) 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld

Die Sorte Sonata wurde gewählt, da diese nach Neubauer (2005) und Stich et al. (2007) als hochanfällig gegenüber dem *Verticillium* Erreger eingestuft wird. Die Sorte Sonata wurde 1998 aus den Sämlingen „Elsanta“ x „Polka“ durch Research International in Wageningen mit dem Lizenzinhaber Fresh Forward selektiert (de Kemp, 2010). Anders als in 2009 wurden, anstatt der Frigo-Pflanzen, Topf-Grünpflanzen verwendet, um nicht auf Grund der Biofumigations-Vorfrucht eine verspätete Pflanzung zu riskieren, wie es in 2009 der Fall war. Am 3. Juli wurden Pikierlinge der Sorte Sonata geschnitten und bis zum Topftermin im Kühlhaus gelagert. Einige der Pikierlinge wurden zur Untersuchung auf *Verticillium*-Befall in die mykologische Abteilung des LTZ Augustenberg, Außenstelle Stuttgart (Dr. Hinrichs-Berger) eingereicht. Diese Untersuchung wurde durchgeführt, da nach Neubauer (2010), *Verticillium* auch von der infizierten Mutterpflanze aus über die Ausläufer und ohne Bodenkontakt in die Jungpflanzen eindringen kann. Die Pikierlinge zeigten jedoch, nach Untersuchungen am LTZ, Außenstelle Stuttgart durch Dr. Hinrichs-Berger, keine Schaderreger. Am 8. Juli wurden die Pikierlinge in KKS Bio Potgrond (Händler Klasman-Deilmann) in Trays mit 54 Pflanzlöchern getopft, die jeweils eine Größe von 6cm Tiefe und 5,5cm Durchmesser zeigten. Das Biosubstrat bestand zu 70% aus Hochmoortorf, pflanzlichen Stoffen

aus dem Garten- und Landschaftsbau, Kalkdünger, organischen N-Dünger und den in Tabelle 53 dargestellten Nährstoffen.

Im Anschluss an das Topfen wurden die Trays auf eine schwarze Gewebematte ausgestellt und mehrfach bis zur Pflanzung beregnet. Die Pflanzung erfolgte mit einer Pflanzmaschine am 4. August. Je Überfahrt wurde eine Doppelreihe (DR) mit einem Reihenabstand von 80cm-100cm-80cm und mit 3 Pflanzen/lfm gepflanzt. Positiv für die Pflanzenentwicklung war der Niederschlag am Tag nach der Pflanzung mit 3,8mm und den immer wieder fallenden Niederschlägen mit bis zu 11mm (27.8).

Tabelle 53: *Verticillium*: Nährstoffgehalte des Biosubstrats zur Herstellung von Topf-Grünpflanzen.

| Nährstoff | Gehalt [mg/l] | Nährstoff | Gehalt [mg/l] |
|---|---------------|----------------|---------------|
| Stickstoff (N) | 250 | Magnesium (Mg) | 150 |
| Phosphat (P ₂ O ₅) | 300 | Schwefel (S) | 120 |
| Kalium (K ₂ O) | 500 | | |

d) 2011, Versuchsstandort 4: Standort Remshalden-Rohrbronn

Auch hier wurde die Sorte Sonata aufgrund der vorherrschenden *Verticillium*empfindlichkeit gewählt. Gepflanzt wurde am 3. Mai auf Grund der Versuchsanlage per Hand mit einem Reihenabstand von 70cm und einem Pflanzabstand von 33cm (3Pflanzen/m).

3.5.9 Bonitur

a) 2009, Versuchsstandort 1: Lauffen am Neckar

Die geplanten visuellen Bonituren erfolgten zu den Terminen: 26.Juni, 08.Juli, 07.August, 23.August und dem 07.Oktober. Neben den visuellen Beobachtungen wurde zusätzlich die „Symptomausprägung“ dokumentiert. Jede Boniturparzelle bestand aus 60 Versuchspflanzen. Die Einteilungen der Boniturskriterien sind in Tabelle 54 und Abbildung 34 dargestellt.

Tabelle 54: *Verticillium*, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen am Neckar: Boniturschlüssel für die Boniturskriterien „Pflanzenentwicklung“ und „Symptomausprägung *Verticillium*“.

| Boniturskriterium | Erklärung |
|---------------------|---|
| Pflanzenentwicklung | |
| 0 | abgestorben / fehlt |
| 1 | fast abgestorben |
| 2 | starker Entwicklungsrückstand |
| 3 | normal entwickelt, 3-7 Blätter |
| 4 | überdurchschnittlich entwickelt, 8 und mehr Blätter |
| Symptomausprägung | |
| S1 | äußere Blätter braun und/oder nekrotisch |
| S2 | äußere Blätter nekrotisch & innere grün, gestauchtes Wachstum |
| S3 | abgestorben |
| A | andere Ursachen (z.B. <i>Phytophthora cactorum</i>) |



Abbildung 34: Verticillium, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen: Darstellung der Boniturklassen: erste Welkesymptome, S1 (äußere Blätter braun und/oder nekrotisch), S2 (äußere Blätter nekrotisch, innere Blätter grün aber gestauchtes Wachstum), S3 (abgestorben).

b) 2009, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn

Nachdem sich der Versuch auf dieser Fläche zu einem Tastversuch entwickelt hatte, wurden ausschließlich mehrere visuelle Bonituren auf „Gesamtpflanzenentwicklung“ und „Symptomausprägung“ durchgeführt.

c) 2010, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen am Neckar

Im Frühjahr 2010 wurden zwei Bonituren (15. April & 7. Mai) zur Pflanzenentwicklung und Symptomausprägung durchgeführt. Bonitirt wurde nach dem Boniturschlüssel von 2009, wobei der Schlüssel auf die Pflanzenentwicklung in 2010 angepasst wurde (Tabelle 55 & 56). In Bezug auf die Pflanzenentwicklung wurden zu dem Boniturskriterium „Pflanzenentwicklung“ die Skalenpunkte 2 (starker Entwicklungsrückstand) und 3 (normal entwickelt) zu dem Punkt 2 zusammengefasst, da zum Neuaustrieb diese differenzierte Unterscheidung nicht anwendbar war. Ebenso wurde mit den Skalenpunkten der Symptomausprägung verfahren, hier wurden die Skalenpunkte S1, S2, S3, A zu „S“ zusammengefasst, da auf Basis der visuellen Beurteilung auch hierzu keine differenzierte Beurteilung der Symptomausprägung durchgeführt werden konnte.

Tabelle 55: Verticillium, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen: Boniturskala zur Pflanzenentwicklung und Symptomausprägung zum 3. Boniturtermin (T3) am 15. April 2010.

| Boniturskala | Erklärung |
|---------------------|---|
| Pflanzenentwicklung | |
| 0 | Lücke, abgestorben |
| 1 | fast abgestorben, sehr klein und/ oder ohne Knospenansätze |
| 2 | normal entwickelt mit Knospenansätzen |
| 3 | überdurchschnittlich entwickelt, 3 und mehr Knospenansätzen |
| Symptomausprägung | |
| S | gestauchtes Wachstum, kurze Blattstiele, auffällig kleine Blätter |

Abbildung 35 zeigt zum 3. Boniturtermin am 15. April 2010 zwei Pflanzen (rechts), der verticilliumempfindlichen Sorte Honeoye mit Symptomausprägungen, die bei der Bonitur mit „S“ bewertet wurden. Die Pflanze links im Bild zeigt hingegen keine Symptome. Weitere Beispiele für die Symptomausprägungen zeigt Abbildung 36.



Abbildung 35: *Verticillium*, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen, 1-jähriger Bestand: Beispiel für die Boniturnote „S“ in der Sorte Honeoye am 15. April 2010 (linke Pflanze: ohne Symptome, zwei rechte Pflanzen: mit Symptomen).



Abbildung 36: *Verticillium*, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen 1-jähriger Bestand: Beispiel für die Symptomausprägungen in der Sorte Honeoye zum 3. Boniturtermin am 15. April 2010.

Für den vierten Boniturtermin, am 7. Mai 2010, wurde der Boniturschlüssel weiterhin an das Entwicklungsstadium der Erdbeerpflanzen angepasst (Tabelle 56). Beispiele zur visuellen Boniturerfassung sind in den Abbildung 37 dargestellt.



Abbildung 37: *Verticillium*, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen, 1-jähriger Bestand: Beispiele für die verschiedenen Stadien zur Pflanzenentwicklung und den Symptomausprägungen in der Sorte Honeoye zu dem 4. Boniturtermin (T4) am 7. Mai 2010.

Tabelle 56: *Verticillium*, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen, Boniturskala zur Pflanzenentwicklung und Symptomausprägung *Verticillium* zum 4. Boniturtermin am 7. Mai 2010.

| Boniturskala | Erklärung |
|---------------------|--|
| Pflanzenentwicklung | |
| 0 | Lücke, abgestorben |
| 1 | schwach, fast abgestorben, sehr klein, Blattmasse ohne Blütenknospen |
| 2 | normal entwickelt, 1-2 Blütenbündel |
| 3 | überdurchschnittlich entwickelt, 3 und mehr Blütenbündel |
| Symptomausprägung | |
| S | gestauchtes Wachstum, kurze Blattstiele, kleine Blätter |

d) 2010, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn

Auf Grund dessen, dass dieser Versuch als Tastversuch in der Sorte Salsa angelegt wurde, wurden keine Bonituren wie auf dem Versuchsstandort 1, Lauffen, durchgeführt. Es wurden verstärkt Beobachtungen durchgeführt und diese dokumentiert, um auch zu einem sandigen Standort Aussagen treffen zu können.

e) 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld

Zum 15. September 2010 war die erste Bonitur auf Pflanzenentwicklung und Symptomausprägungen geplant, die aufgrund des sich gleichmäßig entwickelnden Bestandes nicht durchgeführt wurde. Auch zu dem 2. geplanten Boniturtermin, am 15. Oktober, zeigte sich der Bestand weiterhin gleichmäßig entwickelt, woraufhin keine Datenaufnahme durch Bonituren erfolgte (Abbildung 38-41).

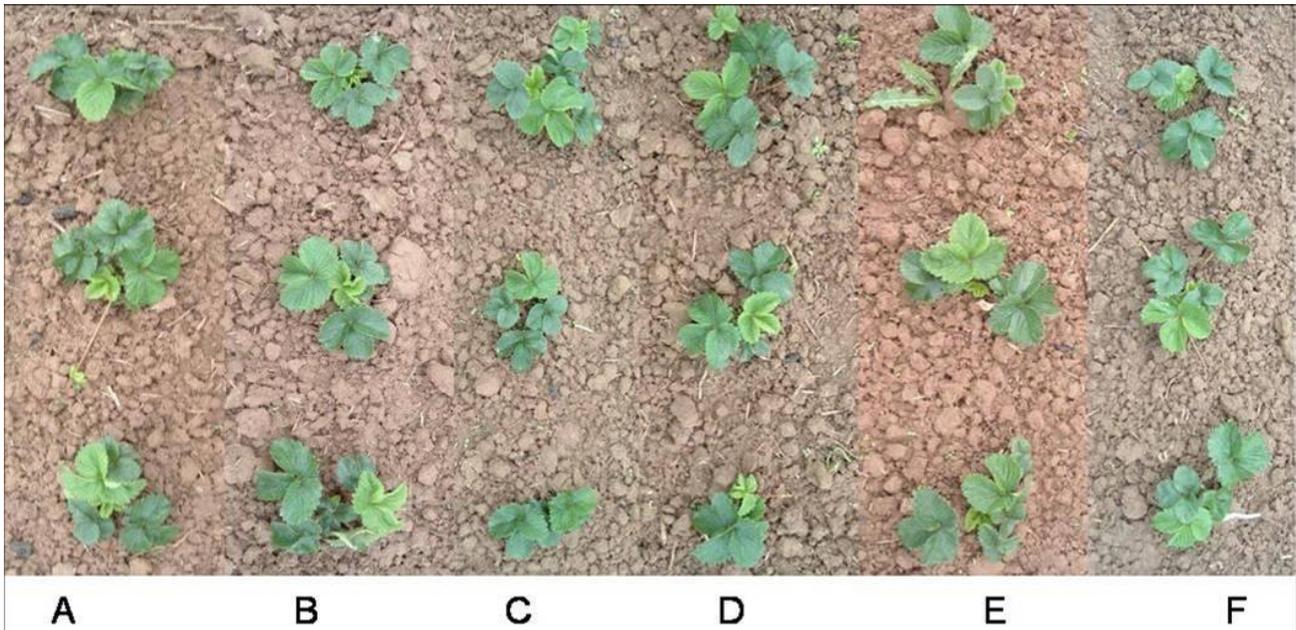


Abbildung 38: 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld, Pflanzenentwicklung im Bereich 1 zum 15. Oktober 2010.

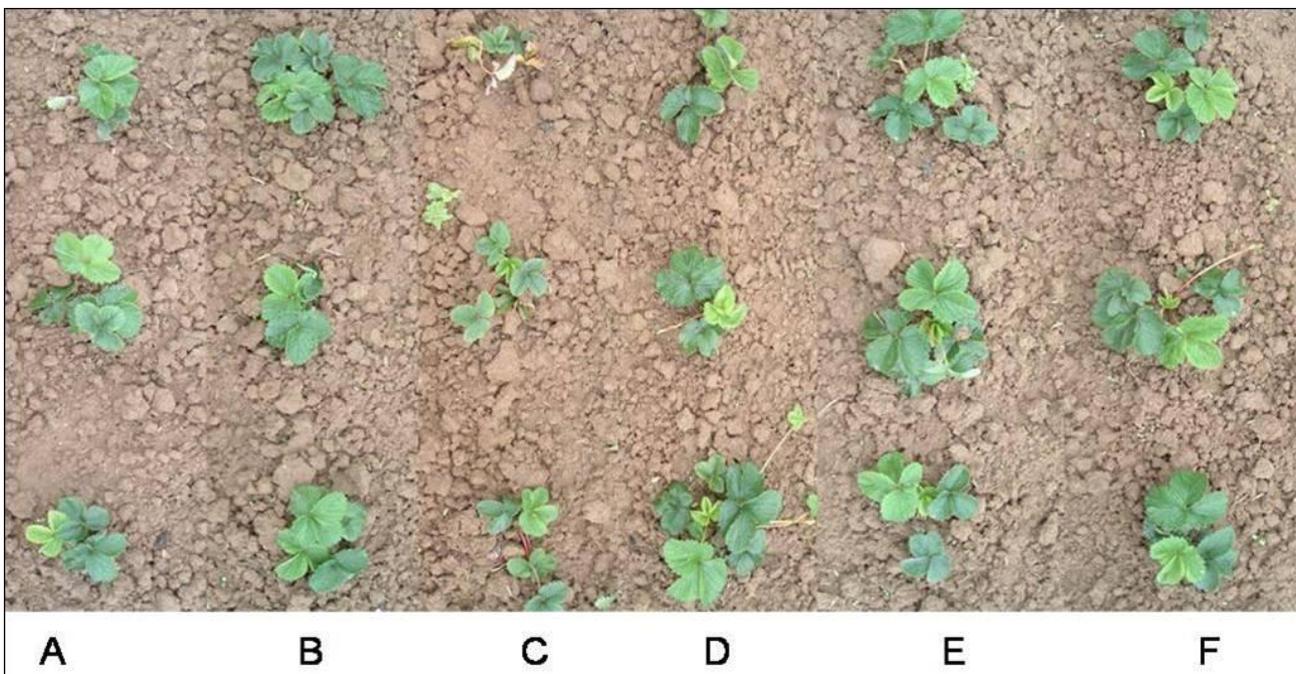


Abbildung 39: 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld, Pflanzenentwicklung im Bereich 2 zum 15. Oktober 2010.

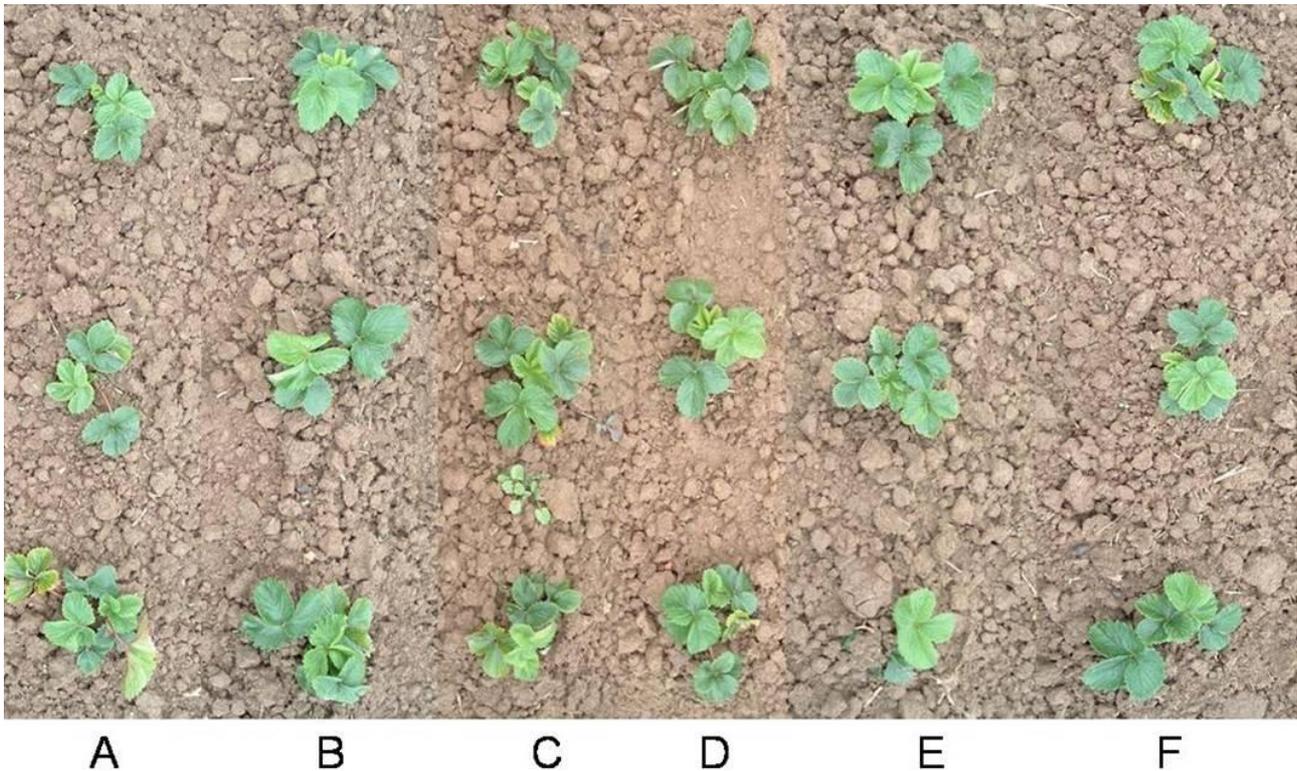


Abbildung 40: 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld, Pflanzenentwicklung im Bereich 3 zum 15. Oktober 2010.

Bis zum Vegetationsende 2010 wurden keine weiteren Bonituren in diesem Bestand durchgeführt, so dass nur Beobachtungen durchgeführt wurden.

f) 2011, Versuchsstandort 1: Standort Ilsfeld

In 2011 wurden keine weiteren Bonituren auf der Versuchsfläche durchgeführt.

g) 2011, Versuchsstandort 2: Remshalden-Rohrbronn

In 2011 wurden keine weiteren Beobachtungen mehr durchgeführt.

h) 2011, Versuchsstandort 3: Ilsfeld

Der Bestand zeigte sich weiterhin gleichmäßig entwickelt und zeigte auch weiterhin keine Symptome, woraufhin keine Datenaufnahme durch Bonituren erfolgte.

i) 2011, Versuchsstandort 4: Remshalden-Rohrbronn

Am 9. August 2011 wurde sowohl auf die Pflanzenvitalität als auch auf die Symptomausprägung bonitiert. Da in diesem Versuch, anders als bei den vorhergegangenen Versuchen mit vier Wiederholungen gearbeitet wurde, wurde das Bonitursystem erneut angepasst. Während zur Beurteilung der Vitalität die Skala der Tabelle 57 angewendet wurde, wurde zu der Beurteilung der Symptomausprägung nur unterschieden ob Symptome sichtbar waren (ja=1) oder ob keine

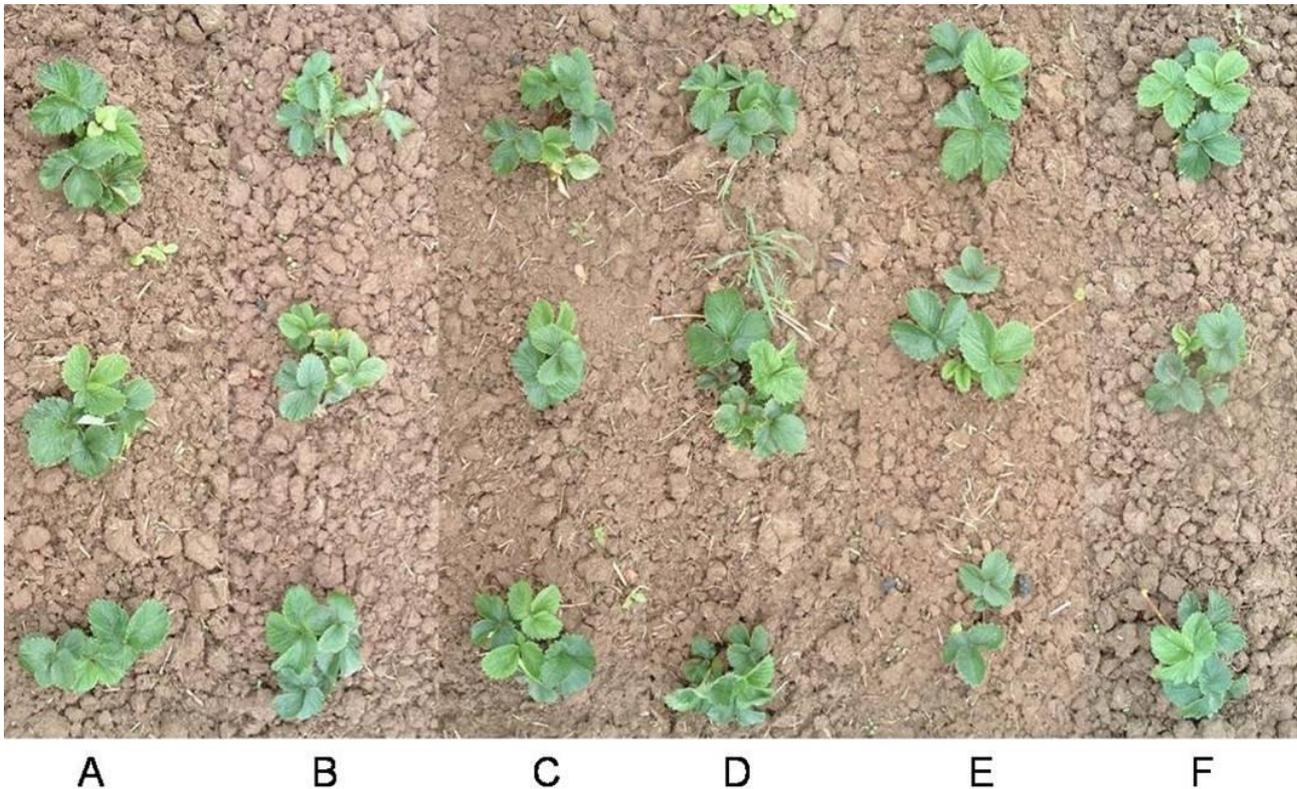


Abbildung 41: 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld, Pflanzenentwicklung im Bereich 4 zum 15. Oktober 2010.

sichtbar waren (nein=2). Wobei die Symptome aufgenommen wurden, sobald die Pflanzen Wachstumsanomalien zeigten.

Tabelle 57: *Verticillium*, Versuchsstandort 4: Standort Remshalden-Rohrbronn, Boniturskala zur Wachstumsstärke / Vitalität.

| Skala | Anzahl gesunder Blätter | Mittlere Wuchsstärke [%] |
|-------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | 0 | 0 |
| 3 | 1-2 | 5 |
| 5 | 3-5 | 20 |
| 7 | 6-9 | 70 |
| 9 | >10 | 100 |

3.5.10 Erntedurchführung

a) 2010, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen a. Neckar

Am 7. Mai wurde Stroh in dem Bestand ausgebracht und für die anstehende Ernte waren Bonituren in abgesteckten Boniturparzellen geplant. Da dies durch die Saison-Pflücker in der Haupterntezeit nicht realisiert werden konnte, wurden die Varianten vollständig beerntet. Aufgenommen wurde dabei die Anzahl an 500g-Schalen/Doppelreihe für das Kriterium „Verkaufware“. Die Erntedaten konnten aus zeitlichen Gründen nur zu den Haupterntezeiten

aufgenommen werden, d.h., dass die ertragsschwächeren ersten und letzten Erntetermine, nicht in die Datenaufnahme eingeflossen sind. Die Erntedaten wurden am 4., 8., 14. und 17. Juni 2010 aufgenommen. Vor der Ernte, im Mai 2010, wurde die Gesamt-Pflanzenanzahl der einzelnen Varianten der einzelnen Bereiche aufgenommen.

b) 2010, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn

Die Ernte wurde zu sechs Terminen im Juni (17., 21., 23., 25., 28., 30.) und am 2. Juli durchgeführt. Unterschieden wurde dabei zwischen „Verkaufware“ und „Verarbeitungsware für Marmelade“. Beerntet wurden zu den einzelnen Bereichen (mit Biofumigation, ohne Biofumigation) und Varianten (RhizoStar®, RhizoVital®, Promot®WP, Kontrolle) die Reihen in ihren Gesamtlängen von 48m.

c) 2011, Versuchsstandort 3: Ilsfeld

Bedingt durch den starken Frosteinfall, ist in 2011 keine Beerntung möglich gewesen.

3.6 Ergebnisse

3.6.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

a) 2009, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen am Neckar

Erfahrungen mit der Biofumigation

Durch die verspätete Aussaat bzw. Keimung des braunen Senfes, war der Zeitraum bis zur Einarbeitung sehr kurz, so dass sich nicht die gewünschte Menge an Biomasse (Spross- und Wurzel) bilden konnte. Zusätzlich führte der Einflug des Rapserrdflöhe und des Rapsgranzkäfers in den Senf, der sich im 2-3-Blatt Stadium befand, zu einer starken Reduzierung der Photosynthesefläche, wodurch bereits in dieser jungen Wachstumsphase die bisher gebildete Biomasse stark reduziert wurde.

Kompost als Variante

Die Kompostvariante zeigte im Vergleich zu den anderen fünf Behandlungsvarianten die höchsten Pflanzenausfälle, die unmittelbar nach der Pflanzung eingetreten sind, was auf die Salzempfindlichkeit der Erdbeerpflanzen zurückgeführt wurde. Zusätzlich hat die Kompostvariante einen erheblichen Pool an Unkrautsamen in die Fläche gebracht, die einige Zeit nach der Ausbringung keimten und eine verstärkte Beikrautregulierung erforderte.

Tauchen als Applikationstechnik

Die Applikationstechnik des Tauchens ist kritisch zu hinterfragen, da die Anzahl der anhaftenden Organismen zu keinem Zeitpunkt bestimmt werden.

b) 2010, über alle Versuchstandorte

Witterungsverlauf

Das Jahr 2010 zeigte insgesamt zu wenig witterungsbedingte Stressphasen für die Pflanzen, so dass es zu keinen eindeutigen Symptomausprägungen gekommen ist.

Bodenuntersuchungen auf Mikrosklerotienbesatz

Die Ergebnisse aus den Bodenuntersuchungen zu den Mikrosklerotien unterschieden nicht zwischen den Pathogenen *Verticillium dahliae* (pathogen an Erdbeeren) und *Verticillium longisporum* (apathogen an Erdbeeren, pathogen an Kreuzblütlern, wie dem braunen Senf). Aufgrund dessen konnte kein Rückschluss auf den tatsächlichen verseuchungsgrad durch *V. dahliae* gezogen werden.

Untersuchung von Jungpflanzenmaterial auf *Verticillium*-Besatz

Die Untersuchungen der Jungpflanzen auf *Verticillium*-Besatz war, egal ob Frigo- oder Topf-Grünpflanzen gepflanzt wurden unerlässlich, da die infizierte Mutterpflanze über die Stolonen *Verticillium* übertragen kann, ohne das der Ausläufer Bodenkontakt gehabt haben musste.

c) 2009, Versuchsstandort 1: Standort Lauffen am Neckar

Untersuchungsergebnisse zu den Pflanzenproben in 2009/2010

Im Dezember 2009 wurden Pflanzen aus „Symptombereichen“ und „Nicht-Symptombereichen“ durch die LTZ-Außenstelle, Stuttgart (Herr Knuth) auf Nematoden untersucht. In den Bodenproben wurden die frei lebenden Wurzel nematoden *Pratylenchus penetrans* und *P. crenatus* nachgewiesen, die beide an Erdbeeren Schäden verursachen können. Die Populationsdichte war jedoch selbst in der Probe von den schlecht wachsenden Erdbeeren nur relativ gering, so dass die Nematoden, nach Knuth (2010), nicht an dem Schaden beteiligt gewesen sein konnten. Weitere Untersuchungen auf *Verticillium* durch die LTZ-Außenstelle, Abteilung Mykologie, zeigten einen leichten *Verticillium*-Befall und einen zusätzlichen Befall durch *Rhizoctonia*, *Pythium* und *Fusarium*, so dass eine Verbindung zu der Komplexerkrankung „schwarze Wurzelfäule“ von Dr. Hinrichs-Berger vermutet wurde.

Kompost

Zu der Variante Kompost muss berücksichtigt werden, dass es im Pflanzjahr 2009 auf Grund zu hoher Salzgehalte im Kompost direkt nach der Pflanzung zu einem erheblichen Pflanzenausfall gekommen ist, der nicht in Verbindung mit dem Bodenpathogen *Verticillium* gesehen werden konnte.

Vitalitätsentwicklung: Promot®WP

Die Variante Promot®WP zeigte in den Bereichen, in denen keine Biofumigation durchgeführt wurde die höchsten Anteile an normal entwickelten Pflanzen (2) und den geringsten an Symptompflanzen (S) (Abbildung 42 & 43, Tabelle 58).

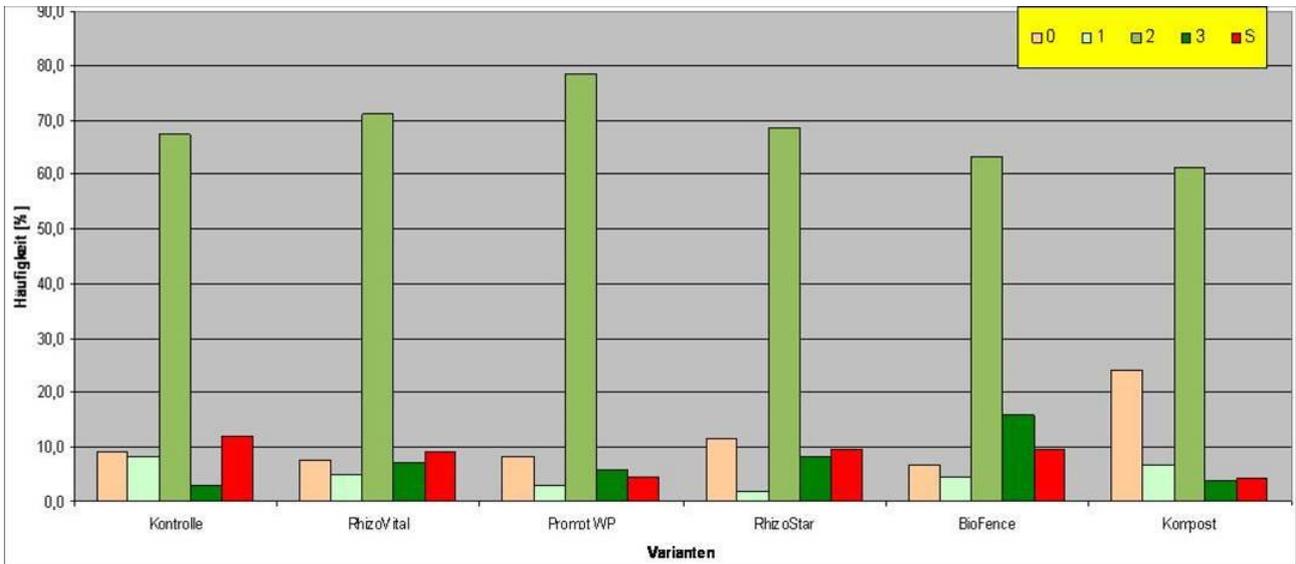


Abbildung 42: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Vergleich der Varianten der Bereiche ohne Biofumigation zum 3. Boniturtermin, am 15. April 2010, in Bezug auf die Vitalitätsentwicklung und Symptomausprägung zu den Boniturstadien 0=abgestorben, 1=schwach entwickelt, 2=normal entwickelt, 3=überdurchschnittlich entwickelt, S= Symptom.

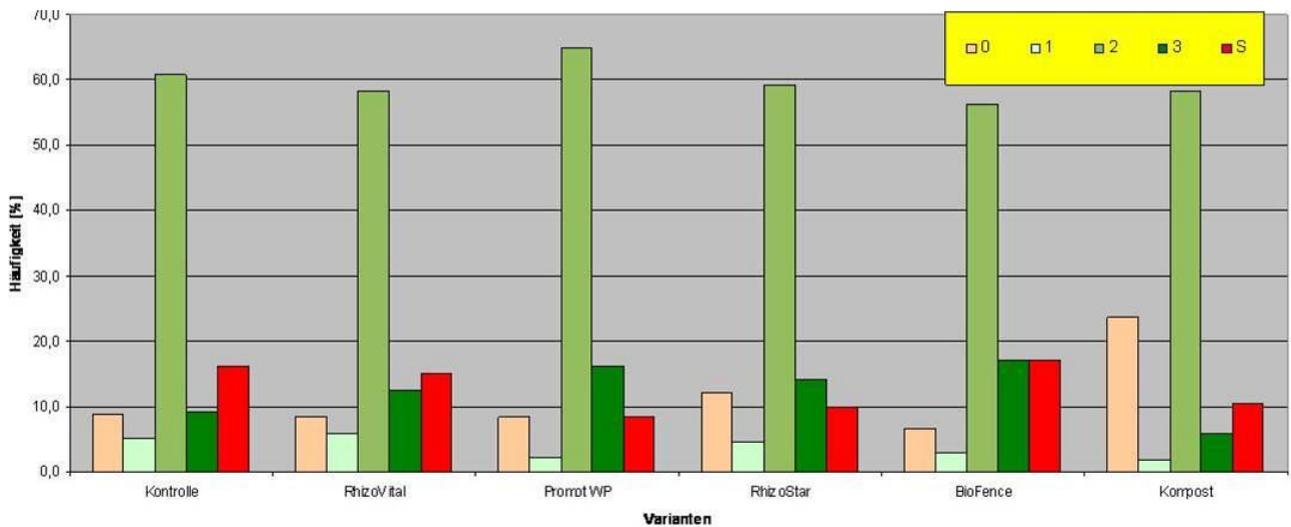


Abbildung 43: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Vergleich der Varianten der Bereiche ohne Biofumigation zum 4. Boniturtermin, am 7. Mai 2010, in Bezug auf die Vitalitätsentwicklung und Symptomausprägung zu den Boniturstadien 0=abgestorben, 1=schwach entwickelt, 2=normal entwickelt, 3=überdurchschnittlich entwickelt, S= Symptom.

Hingegen in den Bereichen, in denen die Biofumigation durchgeführt wurde, zum 4. Boniturtermin (T4), am 7. Mai 2010, die geringsten Anteile in normal entwickelten Pflanzen (2) und die höchsten Anteile an Symptom - Pflanzen (S) erhoben wurden (Abbildung 44, Tabelle 59).

Tabelle 58: *Verticillium*, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Vergleich der Bereiche ohne Biofumigation und der Varianten zu den Boniturterminen 15. April und 7. Mai in Bezug auf die fünf angewendeten Boniturstadien zur Vitalitätsentwicklung und Symptomausprägung (0= abgestorben, 1= schwach entwickelt, 2= normal entwickelt, 3= überdurchschnittlich entwickelt, S= Symptom).

| | Standort 1 ohne Biofumigation 15. April | | | | | | Standort 1 ohne Biofumigation 7. Mai | | | | | | Standort 1 ohne Biofumigation 15. April & 7. Mai | | | | |
|------------|---|-----|------|------|-----|------------|--|-----|------|------|------|------------|--|------|------|------|------|
| | Vitalität [%] | | | | | | Vitalität [%] | | | | | | Δ Vitalität [%] | | | | |
| | 240 Pflanzen in der Reihe | | | | | | 240 Pflanzen in der Reihe | | | | | | Zwischen den Terminen | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | S | | 0 | 1 | 2 | 3 | S | | 0 | 1 | 2 | 3 | S |
| Kontrolle | 9,2 | 8,3 | 67,5 | 2,9 | 12 | Kontrolle | 8,8 | 5 | 60,8 | 9,2 | 16,3 | Kontrolle | 0,4 | 3,3 | 6,7 | -6,3 | -4,2 |
| RhizoVital | 7,5 | 5 | 71,3 | 7,1 | 9,2 | RhizoVital | 8,3 | 5,8 | 58,3 | 12,5 | 15 | RhizoVital | -0,8 | -0,8 | 13 | -5,4 | -5,8 |
| PromotWP | 8,3 | 2,9 | 78,3 | 5,8 | 4,6 | PromotWP | 8,3 | 2,1 | 65 | 16,3 | 8,3 | PromotWP | 0 | 0,8 | 13,3 | -11 | -3,7 |
| RhizoStar | 11,7 | 1,7 | 68,8 | 8,3 | 9,6 | RhizoStar | 12,1 | 4,6 | 59,2 | 14,2 | 10 | RhizoStar | -0,4 | -2,9 | 9,6 | -5,9 | -0,4 |
| BioFence | 6,7 | 4,6 | 63,3 | 15,8 | 9,6 | BioFence | 6,7 | 2,9 | 56,3 | 17,1 | 17,1 | BioFence | 0 | 1,7 | 7 | -1,3 | -7,5 |
| Kompost | 24,2 | 6,7 | 61,3 | 3,8 | 4,2 | Kompost | 23,8 | 1,7 | 58,3 | 5,8 | 10,4 | Kompost | 0,4 | 5 | 3 | -2 | -6,2 |

Tabelle 59: *Verticillium*, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Vergleich der Bereiche mit Biofumigation und der Varianten zu den Boniturterminen 15. April und T4 7. Mai in Bezug auf die fünf angewendeten Boniturstadien zur Vitalitätsentwicklung und Symptomausprägung (0=abgestorben, 1=schwach entwickelt, 2=normal entwickelt, 3=überdurchschnittlich entwickelt, S= Symptom).

| | Standort 1 mit Biofumigation 15. April | | | | | | Standort 1 mit Biofumigation 7. Mai | | | | | | Standort 1 mit Biofumigation 15. April & 7. Mai | | | | |
|------------|--|-----|------|------|------|------------|---|-----|------|------|------|------------|---|------|-------|------|------|
| | Vitalität [%] | | | | | | Vitalität [%] | | | | | | Δ Vitalität [%] | | | | |
| | 240 Pflanzen in der Reihe | | | | | | 240 Pflanzen in der Reihe | | | | | | Zwischen den Terminen | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | S | | 0 | 1 | 2 | 3 | S | | 0 | 1 | 2 | 3 | S |
| Kontrolle | 9,2 | 1,7 | 73,8 | 7,9 | 7,5 | Kontrolle | 9,2 | 3,3 | 61,3 | 16,7 | 9,6 | Kontrolle | 0,0 | 1,6 | -12,5 | 8,8 | 2,1 |
| RhizoVital | 7,9 | 0,4 | 74,6 | 9,6 | 7,5 | RhizoVital | 7,9 | 1,3 | 62,9 | 14,6 | 13,3 | RhizoVital | 0,0 | 0,9 | -11,7 | 5,0 | 5,8 |
| PromotWP | 9,6 | 3,3 | 75,4 | 3,8 | 7,9 | PromotWP | 10,4 | 0,8 | 47,5 | 9,2 | 32,1 | PromotWP | 0,8 | -2,5 | -27,9 | 5,4 | 24,2 |
| RhizoStar | 13,3 | 1,3 | 70,4 | 6,3 | 8,8 | RhizoStar | 13,3 | 1,7 | 61,7 | 9,6 | 13,8 | RhizoStar | 0,0 | 0,4 | -8,7 | 3,3 | 5,0 |
| BioFence | 9,2 | 1,7 | 64,2 | 11,7 | 13,3 | BioFence | 9,2 | 2,5 | 54,2 | 23,3 | 10,8 | BioFence | 0,0 | 0,8 | -10,0 | 11,6 | -2,5 |
| Kompost | 26,7 | 4,6 | 60 | 2,9 | 5,8 | Kompost | 26,7 | 0,4 | 52,1 | 4,6 | 16,3 | Kompost | 0,0 | -4,2 | -7,9 | 1,7 | 10,5 |

Erntemengen: Kontrolle, Promot®WP, RhizoVital®42

Wie in der Versuchsdurchführung beschrieben wurde zu insgesamt vier Terminen geerntet und hierzu die Erntemengen des Kriteriums „Verkaufware“ dokumentiert. Die Angabe der Erntemengen bezieht sich auf die Gesamterntemenge kg/ 150 Versuchspflanzen und als Ergänzung in Tabelle 60. auf die Gesamterntemenge %/150 Versuchspflanzen.

Kontrolle: Die höchsten Erntedifferenzen zwischen dem Bereich „ohne Biofumigation“ und „mit Biofumigation“ zeigte im Variantenvergleich die Kontrolle mit 12,5 kg/150 Versuchspflanzen. Im Bereich „ohne Biofumigation“ ergab die Gesamternte für die Kontrolle 25,2 kg/150 Pflanzen und im Bereich „mit Biofumigation“, 37,7 kg/150 Pflanzen (Abbildung 45, Tabelle 60).

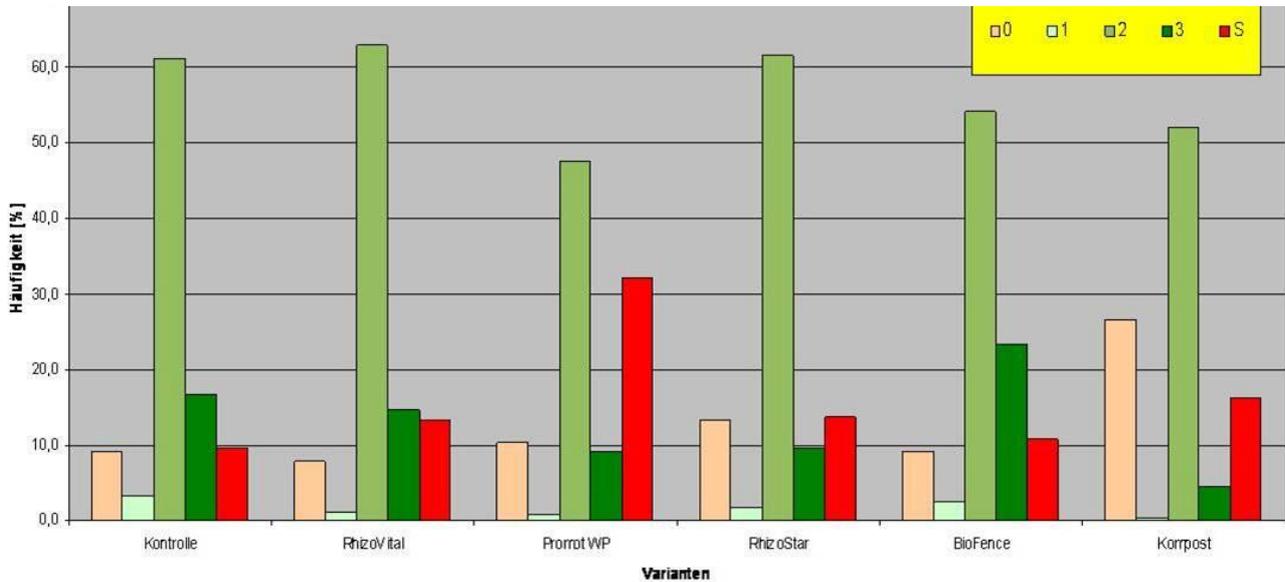


Abbildung 44: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Vergleich der Varianten der Bereiche mit Biofumigation zum 4. Boniturtermin, dem 7. Mai 2010, in Bezug auf die fünf angewendeten Boniturstadien zur Vitalitätsentwicklung und Symptomausprägung zu den Boniturstadien 0=abgestorben, 1=schwach entwickelt, 2=normal entwickelt, 3=überdurchschnittlich entwickelt, S= Symptom.

Tabelle 60: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen am Neckar: Darstellung der Gesamterntemenge [kg/150 Versuchspflanzen], zur Saison 2010 nach vier Pflückungen (4., 8., 14., 17. Juni) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation und mit Biofumigation zu den sechs untersuchten Varianten (RhizoVital®, Promot®WP, RhizoStar®, BioFence®, Kompost) in der Sorte Honeoye (Pflanztermin: 24. Juli 2009, Frigo-Pflanzen).

| Gesamterntemenge [kg/150 Versuchspflanzen] | | | | | | |
|--|-----------|------------|----------|-----------|----------|---------|
| | Kontrolle | RhizoVital | PromotWP | RhizoStar | BioFence | Kompost |
| ohne Biofumigation | 25,2 | 33,7 | 34,3 | 31,7 | 33,3 | 23,5 |
| mit Biofumigation | 37,7 | 41,1 | 27,6 | 30,1 | 36,9 | 22,2 |
| Δ | 12,5 | 7,4 | 6,7 | 1,6 | 3,6 | 1,3 |

RhizoStar® & Kompost: Die geringsten Erntedifferenzen zwischen den Bereichen „mit Biofumigation“ und „ohne Biofumigation“ zeigte zum einen die Variante Kompost mit 1.3 kg/150 Pflanzen, wobei der Kompost in dem Bereich „ohne Biofumigation“ 23,5kg/150 Versuchspflanzen zeigte und in dem Bereich „mit Biofumigation“ 22,2kg/150 Versuchspflanzen. Des Weiteren fiel die Variante RhizoStar® auf, die mit 1,6 kg/150 Pflanzen ebenfalls eine sehr geringe Erntedifferenz zwischen den Bereichen zeigte. In dem Bereich „ohne Biofumigation“ zeigte sie 30,1kg/150 Versuchspflanzen und in dem Bereich „mit Biofumigation“ 31,7kg/150 Versuchspflanzen (Abbildung 45, Tabelle 60).

RhizoVital®42: RhizoVital zeigte im Variantenvergleich mit 41,1kg/ 150 Versuchspflanzen in dem Bereich „mit Biofumigation“ die höchste Gesamterntemenge, was in Kombination mit der zusätzlichen Grünmassengabe und dem erhöhten Nährstoffangebot in Verbindung stehen könnte (Abbildung 45, Tabelle 60).

Promot®WP: Die Gesamterntemenge zeigte die gleichen Ergebnistendenzen wie die Untersuchungen zur Vitalitätsentwicklung, da die Variante in den Bereichen „ohne Biofumigation“

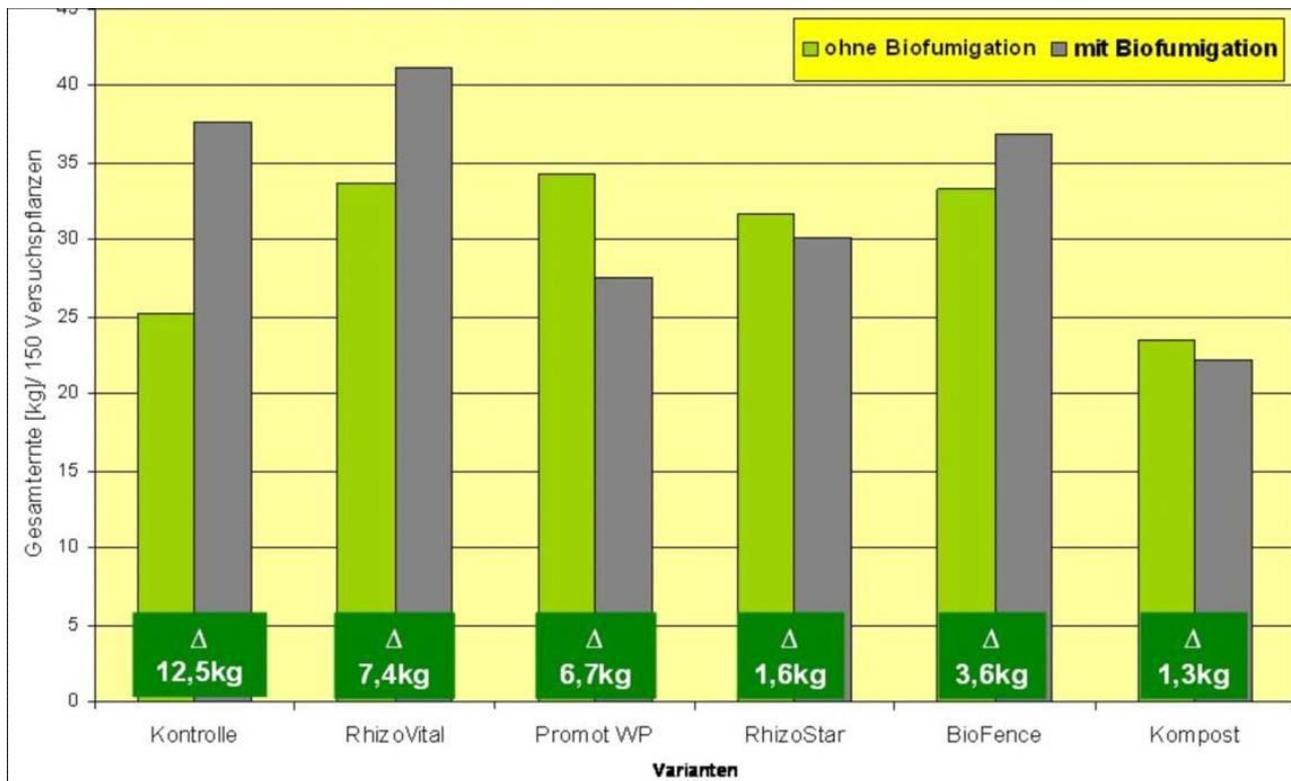


Abbildung 45: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Vergleich der Gesamterntemengen [kg/150 Versuchspflanzen] zur Saison 2010 nach vier Pflückungen (4., 8., 14., 17. Juni) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation und mit Biofumigation zu den sechs untersuchten Varianten (RhizoVital®, Promot®WP, RhizoStar®, BioFence®, Kompost) in der Sorte Honeoye (Pflanztermin: 24. Juli 2009, Frigo-Pflanzen).

mit 34,3kg/150 Versuchspflanzen die höchste Erntemenge im Variantenvergleich zeigte und in den Bereichen „mit Biofumigation“, mit 27,6kg/150 Versuchspflanzen, nachdem Kompost, die geringste Menge (Abbildung 45, Tabelle 60).

Tabelle 61: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Darstellung der Einzelpflanzenenerntemenge [g/Einzelpflanze] zur Saison 2010 nach vier Pflückungen (4., 8., 14., 17. Juni) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation und mit Biofumigation zu den sechs untersuchten Varianten (RhizoVital®, Promot®WP, RhizoStar®, BioFence®, Kompost, Kontrolle) in der Sorte Honeoye (Pflanztermin: 24. Juli 2009, Frigo-Pflanzen).

| Erntemenge [g/Einzelpflanze] | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------------|----------|-----------|----------|---------|
| | Kontrolle | RhizoVital | PromotWP | RhizoStar | BioFence | Kompost |
| ohne Biofumigation | 168,0 | 224,7 | 228,7 | 211,3 | 222,0 | 156,7 |
| mit Biofumigation | 251,3 | 274,0 | 184,0 | 200,7 | 246,0 | 148,0 |
| Δ | 83,3 | 49,3 | 44,7 | 10,7 | 24,0 | 8,7 |

Dargestellt sind die Erntemengen zusätzlich in Bezug auf die Einzelpflanzen [g/ Einzelpflanze] in der Tabelle 61 und der Abbildung 46.

Zusätzlich zeigte der Gesamterntevergleich der untersuchten Varianten zur Kontrolle, der in Tabelle 62 dargestellt ist, dass es in dem Bereich „ohne Biofumigation“ in den Varianten RhizoVital®, Promot®WP, RhizoStar® und BioFence® zu höheren Erträgen zwischen 25,8% (RhizoStar®) und 36,1% (Promot®WP) gekommen ist. Hingegen der Kompost unterhalb der

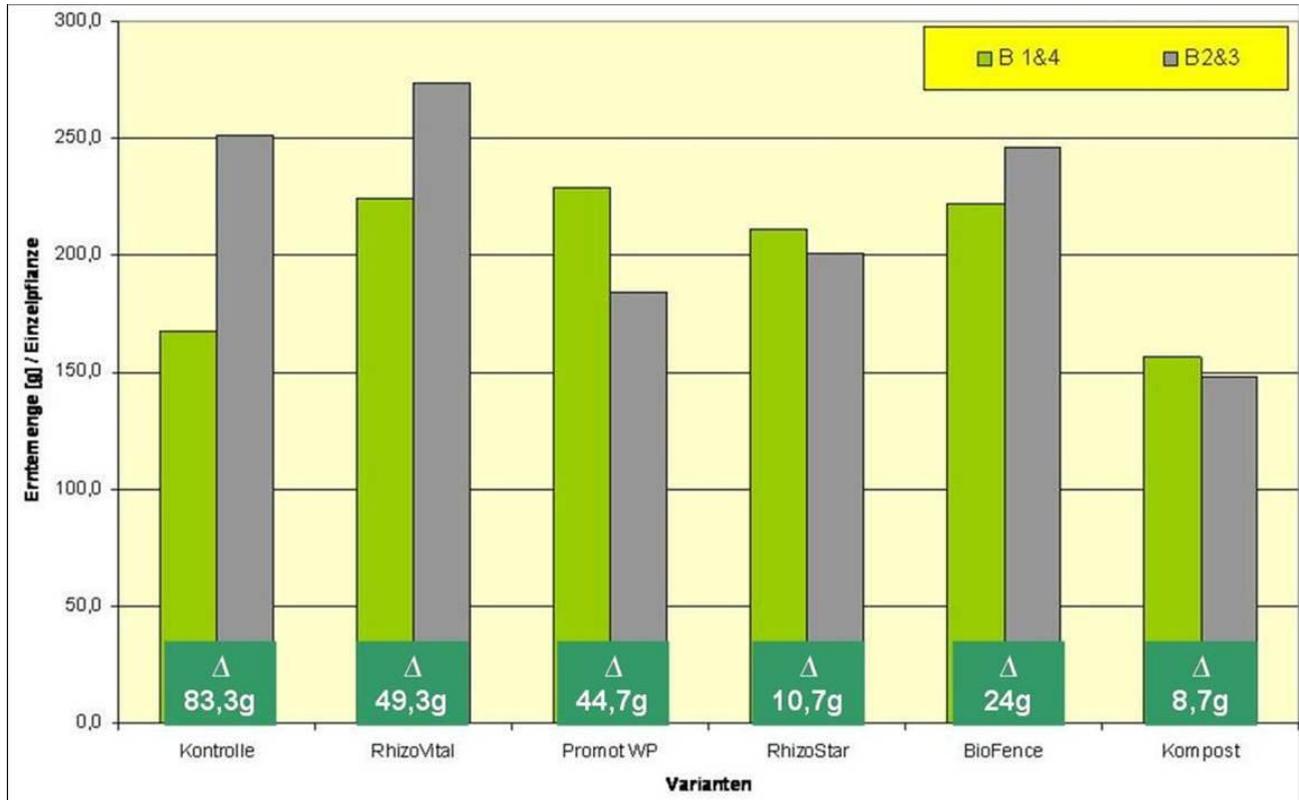


Abbildung 46: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010: Standort Lauffen: Vergleich der Einzelpflanzerntemenge [g/Einzelpflanze] zur Saison 2010 nach vier Pflückungen (4., 8., 14., 17. Juni) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation (1&4) und mit Biofumigation (2&3) zu den sechs untersuchten Varianten (RhizoVital®, Promot®WP, RhizoStar®, BioFence®, Kompost, Kontrolle) in der Sorte Honeoye (Pflanztermin: 24. Juli 2009, Frigo-Pflanzen).

Ertragsmenge der Kontrolle lag, was jedoch auf die hohe Pflanzenabsterberate direkt nach der Pflanzung zurückzuführen sein könnte, da keine Pflanzen nachgepflanzt wurden.

Tabelle 62: Verticillium, Versuchsstandort 1, 2010, Standort Lauffen: Darstellung der Gesamterntemenge [%] bezogen auf die Referenzvariante Kontrolle zur Saison 2010 nach vier Pflückungen (4., 8., 14., 17. Juni) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation und mit Biofumigation zu den sechs untersuchten Varianten (RhizoVital®, Promot®WP, RhizoStar®, BioFence®, Kompost) in der Sorte Honeoye (Pflanztermin: 24. Juli 2009, Frigo-Pflanzen).

| Gesamterntemenge [%] bezogen auf die Kontrolle | | | | | | |
|--|-----------|------------|----------|-----------|----------|---------|
| | Kontrolle | RhizoVital | PromotWP | RhizoStar | BioFence | Kompost |
| ohne Biofumigation | 100,0 | 133,7 | 136,1 | 125,8 | 132,1 | 93,3 |
| mit Biofumigation | 100,0 | 109,0 | 73,2 | 79,8 | 97,9 | 58,9 |
| Δ | | 24,71 | 62,90 | 45,95 | 34,26 | 34,37 |

d) 2010, Versuchsstandort 2: Standort Remshalden-Rohrbronn

Zu diesem Tastversuch in Remshalden-Rohrbronn, der mit nur einer Wiederholung angelegt wurde, wurden die Varianten Kontrolle, RhizoStar®, Promot®WP und RhizoVital® in den Bereichen „ohne Biofumigation“ und „mit Biofumigation“ untersucht.

Wiederholte Bodenuntersuchungen auf Mikrosklerotienbesatz

Am 15. Februar 2010 wurden Bodenproben aus dem Bereich „mit Biofumigation“ und „ohne Biofumigation“ genommen. Nach Auswertung durch das Labor Neubauer (FH-Osnabrück) wurden in der Fläche „mit Biofumigation“ 64,4MS/g trockener Boden gezählt und in der Fläche „ohne Biofumigation“ 0,8MS/g trockener Boden. Dieses Ergebnis ist durch eine zweite Bodenprobe durch das Labor Neubauer bestätigt worden.

Pflanzenentwicklung zwischen den Bereichen „ohne Biofumigation“ und mit „Biofumigation“

Aufgrund des Tastversuchcharakters wurden keine Bonituren zur Pflanzenvitalität, sondern rein visuelle Beobachtungen durchgeführt. Von Herbst 2009 bis Frühjahr 2010 konnte beobachtet werden, dass sich der Bestand im Bereich „mit Biofumigation“ im Vergleich zu dem Bereich „ohne Biofumigation“ über alle Varianten kräftiger entwickelt hatte (Abbildung 47 & 48). Dieser Entwicklungsvorsprung war jedoch ab dem spätem Frühjahr 2010 jedoch nicht mehr zu erkennen.

Erntemengen: Kontrolle, Promot®WP, RhizoVital®42, RhizoStar®

Die Erntebonituren zu diesem Versuch wurden zu sieben Terminen durchgeführt, wobei zwischen Verkaufs- und Marmeladenware unterschieden wurde. Die Angabe der Erntemengen beziehen sich auf die Gesamterntemenge/145 Versuchspflanzen, die sich durch die Reihelänge und den Pflanzenabstand in der Reihe ergab, da es zu keinen Ausfällen im Bestand gekommen ist. Die Ergebnisse zu der Variante RhizoVital®42 im Bereich „ohne Biofumigation“ müssen eingeschränkt bewertet werden, da diese Reihen bei der Unkrautbearbeitung ausgelassen wurden und deshalb eine schlechtere Pflanzenentwicklung zur Erntezeit zeigten.

Wie die Abbildung 49 und die Tabelle 63 zeigen, zeigen die vier untersuchten Varianten in dem Bereich „mit Biofumigation“ für das Kriterium Verkaufsware höhere Erntemengen als in dem Bereich „ohne Biofumigation“. Die Marmeladenware zeigte, mit Ausnahme von RhizoVital®42, ebenfalls in dem Bereich „mit Biofumigation“ die höheren Erntemengen.

In dem Bereich „mit Biofumigation“ zeigte die Variante Promot®WP für die Verkaufsware mit 104,4kg/145 Versuchspflanzen die höchste Erntemenge und die Variante RhizoVital® mit 66,75kg/145 Versuchspflanzen die geringste. Den höchsten Marmeladenanteil ergab die Kontrolle mit 9kg/145 Versuchspflanzen und den geringsten die Varianten RhizoStar® und RhizoVital®42 mit 6,75kg/145 Versuchspflanzen. Im Bereich „ohne Biofumigation“ zeigte ebenfalls die Variante Promot®WP die höchste Erntemenge für die Verkaufsware mit 71kg/145 Versuchspflanzen und die geringste die Variante RhizoStar® mit 33,5kg/145 Versuchspflanzen. Für das Kriterium Marmeladenware erreichte ebenfalls die Kontrolle mit 8,5kg/145 Versuchspflanzen die höchste Erntemenge und ebenfalls die Variante RhizoStar® mit 2kg/145 Versuchspflanzen die geringste Erntemenge (Tabelle 63). Die höchsten Differenzen zwischen den Bereichen mit- und ohne Biofumigation für die Verkaufs- und Marmeladenware zeigte die Variante RhizoStar® mit 50,5 kg/145 Versuchspflanzen und 4,75 kg/145 Versuchspflanzen. Die geringsten Differenzen für die Verkaufsware zeigte die Variante RhizoVital®42 mit 15,75 kg/145 Versuchspflanzen und für die Marmeladenware die Variante Promot mit 0,15 kg/145 Versuchspflanzen

In Tabelle 64 ist zusätzlich die Einzelpflanzenertragsmenge dargestellt.

Zusätzlich zeigt der Gesamterntevergleich der untersuchten Varianten zur Kontrolle, der in Tabelle 65 dargestellt ist, dass sowohl in dem Bereich „ohne Biofumigation“ als auch in dem Bereich „mit Biofumigation“ die Variante Promot®WP die höheren Erträge zu der Fraktion der Handelsklasse



Abbildung 47: *Verticillium*, Versuchsstandort 2, 2010, Standort Remshalden-Rohrbronn.: 1-jähriger Bestand: Vergleich der Bereiche mit Biofumigation und ohne Biofumigation zu den Varianten Kontrolle und RhizoStar®, Sorte Salsa am 13. Oktober 2009.

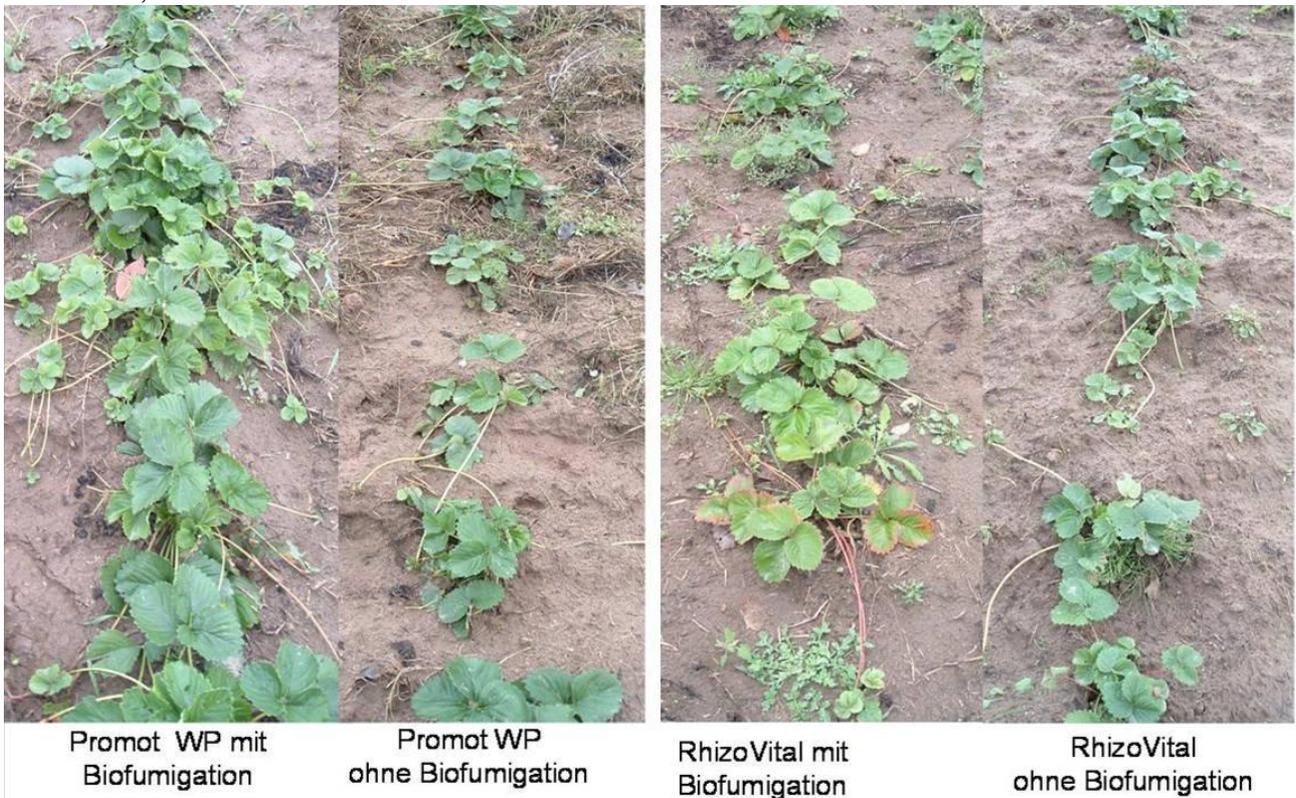


Abbildung 48: *Verticillium*, Versuchsstandort 2, 2010, Standort Remshalden-Rohrbronn.: 1-jähriger Bestand: Vergleich der Bereiche mit Biofumigation und ohne Biofumigation zu den Varianten Promot®WP und RhizoVital®, Sorte Salsa am 13. Oktober 2009.

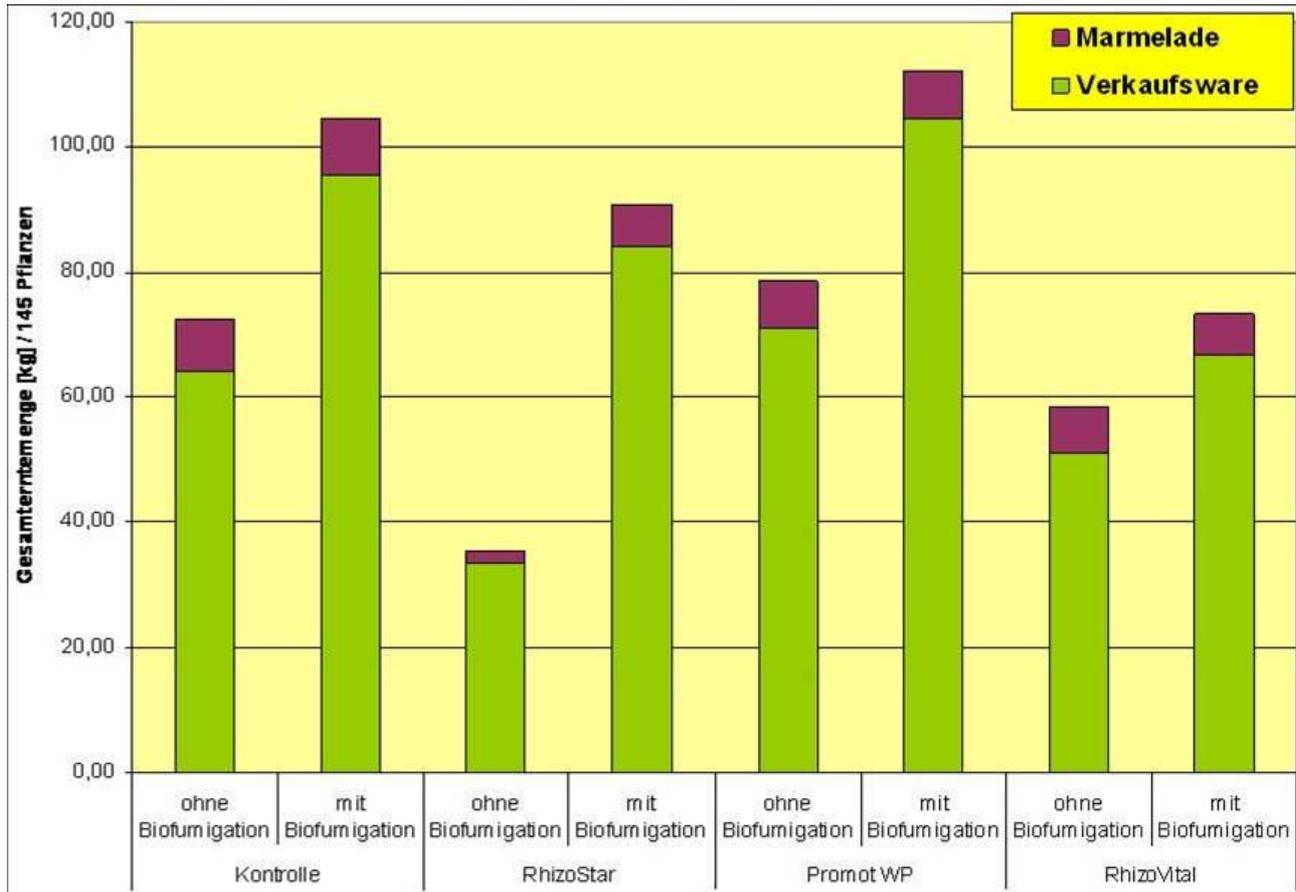


Abbildung 49: Verticillium, Versuchsstandort 2, 2010, Standort Remshalden-Rohrbronn: 1-jähriger Bestand: Vergleich der Erntemenge [kg/145 Einzelpflanzen] zur Saison 2010 nach sieben Pflückungen (17., 21., 23., 25., 28., 30. Juni & 2. Juli) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation und mit Biofumigation zu vier Varianten (RhizoVital®, Promot®WP, RhizoStar®42, Kontrolle) in der Sorte Salsa (Pflanztermin: 25. Juli 2009, Frigo-Pflanzen).

(Verkaufsware) zeigte. Promot®WP war zusätzlich die einzige Variante, die höhere Erntemengen zeigte als die Kontrolle.

Tabelle 63: Verticillium, Versuchsstandort 2, 2010, Standort Remshalden-Rohrbronn: Vergleich der Gesamterntemenge [kg/ 145 Einzelpflanze] zu der Saison 2010 nach sieben Pflückungen (17., 21., 23., 25., 28., 30. Juni & 2. Juli) zwischen den Bereichen „ohne Biofumigation“ und „mit Biofumigation“ zu vier Varianten (Kontrolle, RhizoStar®, Promot®WP, RhizoVital®42) in der Sorte Salsa (Pflanztermin: 25. Juli 2009, Frigo-Pflanzen).

| Gesamterntemenge [kg/ 145 Versuchspflanzen] | | | | | | | | |
|---|-----------|-----|-----------|------|----------|------|---------------|-------|
| | Kontrolle | | RhizoStar | | PromotWP | | RhizoVital 42 | |
| | HK | MA | HK | MA | HK | MA | HK | MA |
| mit Biofumigation | 95,5 | 9 | 84 | 6,75 | 104,4 | 7,65 | 66,75 | 6,75 |
| ohne Biofumigation | 64 | 8,5 | 33,5 | 2 | 71 | 7,5 | 51 | 7,5 |
| Δ | 31,5 | 0,5 | 50,5 | 4,75 | 33,4 | 0,15 | 15,75 | -0,75 |

Tabelle 64: *Verticillium*, Versuchsstandort 2, 2010: Standort Remshalden-Rohrbronn: Darstellung der Einzelpflanzenerntemenge [g/Einzelpflanze] zur Saison 2010 nach sieben Pflückungen (17., 21., 23., 25., 28., 30. Juni & 2. Juli) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation und mit Biofumigation zu den vier untersuchten Varianten (RhizoVital®, Promot®WP, RhizoStar®, BioFence®, Kompost. Kontrolle) in der Sorte Salsa (Pflanztermin: 25. Juli 2009, Frigo-Pflanzen).

| Einzelpflanzenerntemenge [g/ Einzelpflanze] | | | | | | | | |
|---|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|------------|-------|
| | Kontrolle | | RhizoStar | | Promot WP | | RhizoVital | |
| | HK | MA | HK | MA | HK | MA | HK | MA |
| mit Biofumigation | 658,62 | 62,07 | 579,31 | 46,55 | 720,00 | 52,76 | 460,34 | 46,55 |
| ohne Biofumigation | 441,38 | 58,62 | 231,03 | 13,79 | 489,66 | 51,72 | 351,72 | 51,72 |
| Δ | 217,24 | 3,45 | 348,28 | 32,76 | 230,34 | 1,03 | 108,62 | -5,17 |

Tabelle 65: *Verticillium*, Versuchsstandort 2, 2010, Standort Remshalden-Rohrbronn: Darstellung der Gesamterntemenge [%] bezogen auf die Referenzvariante Kontrolle zur Saison 2010 nach sieben Pflückungen (17., 21., 23., 25., 28., 30. Juni & 2. Juli) zwischen den Bereichen ohne Biofumigation und mit Biofumigation zu den vier untersuchten Varianten (RhizoVital®42, Promot®WP, RhizoStar®, Kontrolle) in der Sorte Salsa (Pflanztermin: 25. Juli 2009, Frigo-Pflanzen).

| Gesamterntemengen [%] im Vergleich zur Referenzvariante Kontrolle | | | | | | | | |
|---|-----------|--------|-----------|-------|----------|-------|------------|-------|
| | Kontrolle | | RhizoStar | | PromotWP | | RhizoVital | |
| | HK | MA | HK | MA | HK | MA | HK | MA |
| mit Biofumigation | 100,00 | 100,00 | 87,95 | 75,00 | 109,30 | 85,00 | 69,89 | 75,00 |
| ohne Biofumigation | 100,00 | 100,00 | 52,34 | 23,52 | 110,93 | 88,23 | 79,68 | 88,23 |
| Δ | 0 | 0 | 35,61 | 51,48 | 1,63 | 3,23 | 9,79 | 13,23 |

e) 2010, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld

Wiederholte Bodenuntersuchungen auf Mikrosklerotienbesatz

Die Ergebnisse aus der Bodenprobe zu dem Mikrosklerotiengehalt zeigten sowohl in den Bereichen „mit Biofumigation“ als auch in den Bereichen „ohne Biofumigation“, dass es zu einem Anstieg der Mikrosklerotien um 22 Mikrosklerotien/g trockener Boden auf 56 und 58 MS/g trockener Boden gekommen ist. Diese Entwicklung konnte auch nach Rücksprache mit Dr. Neubauer nicht erklärt werden.

Vitalitäts- und Symptomentwicklung

Es ist zu keinen Symptomausprägungen und zu keinen Vitalitätsunterschieden gekommen, weshalb keine Bonituren durchgeführt wurden.

f) 2011, Versuchsstandort 3: Standort Ilsfeld

Vitalitäts- und Symptomentwicklung

Es ist zu keinen Symptomausprägungen und zu keinen Vitalitätsunterschieden gekommen, weshalb keine Bonituren durchgeführt wurden.

g) 2011, Versuchsstandort 4: Standort Remshalden-Rohrbronn

Mittlere Wachstumsstärke

Nach der ersten Bonitur am 9. August 2011 zeigte sich, wie in Tabelle 66 und Abbildung 50 dargestellt, dass der Regenwurmkompost die geringste mittlere Wachstumsstärke zeigte, da es nach der Pflanzung zu einem vermehrten Pflanzensterben kam. Auch hier ist die Ursache in dem zu hohen Salzgehalt des Kompostes zu suchen. Des Weiteren ist auffällig, dass die Kontrollvarianten in Bezug auf die mittlere Wachstumsstärke im Vergleich nicht unterhalb der untersuchten Varianten liegen und die Kontrolle 2 mit einer mittleren Wachstumsstärke von 7,28 sogar den höchsten Wert zeigte.

Symptomausprägung

Wie die Tabelle 67 und die Abbildung 51 zeigen, zeigte die Kontrolle 2-Variante mit 1,9% die geringsten Symptomausprägungen und das Gesteinsmehl mit 10,6% die höchsten.

Tabelle 66: Verticillium, Versuchsstandort 4, 2011, Standort Remshalden-Rohrbronn: Darstellung der mittleren Wachstumsstärke zu den acht untersuchten Varianten (Kontrolle 1, Promot®WP, RhizoVital®42, RhizoStar®, Wurmkompost, Kontrolle 2, Gesteinsmehl, Kräuterextrakt) in der Sorte Sonata (Pflanztermin: 3. Mai 2011, Frigo-Pflanzen) (1-9, wobei 9=100% mittlere Wachstumsstärke).

| Variante | mittlere Wachstumsstärke |
|----------------|--------------------------|
| Kontrolle 1 | 7,18 |
| PromotWP | 7,06 |
| RhizoVital 42 | 6,87 |
| RhizoStar | 7,06 |
| Wurmkompost | 5,47 |
| Kontrolle 2 | 7,28 |
| Gesteinsmehl | 6,84 |
| Kräuterextrakt | 6,9 |

Tabelle 67: Verticillium, Versuchsstandort 4, 2011, Standort Remshalden-Rohrbronn: Darstellung der Symptomausprägung [%] zu den acht untersuchten Varianten (Kontrolle 1, Promot®WP, RhizoVital®, RhizoStar®, Wurmkompost, Kontrolle 2, Gesteinsmehl, Kräuterextrakt) in der Sorte Sonata (Pflanztermin: 3. Mai 2011, Frigo-Pflanzen).

| Variante | Symptomausprägung [%] |
|----------------|-----------------------|
| Kontrolle 1 | 5,6 |
| Promot®WP | 4,4 |
| RhizoVital® | 8,8 |
| RhizoStar® | 5 |
| Wurmkompost | 6,3 |
| Kontrolle 2 | 1,9 |
| Gesteinsmehl | 10,6 |
| Kräuterextrakt | 4,4 |

3.6.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse, Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus, bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

■ Biofumigation

Für die Biofumigation kann keine Empfehlung zur signifikanten Reduzierung der Mikrosklerotien gegeben werden. Jedoch kann aus den Ergebnissen abgeleitet werden, dass auf leichten Böden der Anbau des Braunen Senfes zu einer Ertragssteigerung in Erdbeeren führen kann. Ob eine andere Vorkultur, die eine geringere Intensität erfordern würde, den gleichen Effekt hätte, muss standortspezifisch untersucht werden. Jedoch darf dabei der phytosanitäre Effekt auf Bodenpathogene, den der braune Senf mitbringt, bei der Wahl der Vorkultur nicht vergessen werden.

■ Pflanzenstärkungsmittel & Antagonisten

Nach Golldack et al. (2010) können Antagonisten je nach *Verticillium*-Stamm positiv, neutral oder negativ wirken, was für die praktische Beratung schwer zu vermitteln ist, da dem Anbauer im seltensten Fall der flächenspezifische *Verticillium*-Stamm bekannt ist. Nach Neubauer (2010) kommen auf den Erdbeerflächen hauptsächlich Isolate der vegetativ compatibility group (VCG) 2B und 4B vor, wobei Neubauer (2010) hierbei nicht von einem Virulenzunterschied ausgeht. Aber auch dies ist für die Praxis schwer umsetzbar. Weiterhin zeigt Golldack (2010) auf, dass Antagonisten in den meisten Fällen keinen Effekt zeigen aber auch ein Risiko darstellen können, im Einzelfall aber auch eine hohe Wirksamkeit erzielt werden können. Deshalb sind weitere Untersuchungen nötig, da der Markt den Anbauern eine Vielzahl dieser Produkte, meist sehr vielversprechend, anbietet. Die Aufklärung der Anbauer, Versuchsergebnisse zu den Produkten kritisch zu hinterfragen, um ineffektive Applikationen zu vermeiden, ist ein wichtiger Nutzen und auch eine Chance, den Anbauern die Vielfalt der Möglichkeiten aufzuzeigen.

■ Topf-Grünpflanzen / Frigo-Pflanzen

Topf-Grünpflanzen scheinen auf einem *verticillium*belasteten Boden weniger Symptome zu zeigen und ein gleichmäßigeres Pflanzenwachstum zu bewirken als Frigo-Pflanzen. Jedoch sind Topf-Grünpflanzen teurer als Frigos und die Sortenauswahl kann ebenfalls stark eingeschränkt sein.

Bisher wurden die Ergebnisse, die aus den Versuchen hervorgegangen sind, auf Fachveranstaltungen und in Facharbeitsgruppen diskutiert. Geplant sind weitere Veröffentlichungen in Fachjournals insbesondere zu dem Thema der Biofumigation.

3.7 Zusammenfassung

Die Freilandversuche, mit dem Ziel Regulierungsmaßnahmen zu erarbeiten, die die Reduzierung des Pathogenpotentials des bodenbürtigen Pilzes *Verticillium dahliae* bewirkten, bestanden aus der Kombination von Biofumigation / Antagonisten- und Pflanzenstärkungsmitteln. Hierzu wurde in 2009 auf dem Versuchsstandort 1, in Lauffen am Neckar (Baden-Württemberg) eine Fläche mit 6,4 Mikrosklerotien/g Boden, was als stark verseucht eingestuft wird, ausgewählt. Als Biofumigationsvariante wurde nach Empfehlung von Michel (2008) „Brauner Senf“ der Sorte ISCI-99 ausgewählt, die aufgrund ihres hohen Glukosinolatgehaltes als biologische Methode zur Reduzierung der Mikrosklerotien bereits erfolgreich eingesetzt wurde (Patalano, 2004). Der am 4. April ausgesäte Senf wurde über den Pflanzenentwicklungszeitraum jedoch sehr stark durch den Rapserrdfloh und den Rapsgranzkäfer in der Produktion der Biomasse gehemmt, so dass zum

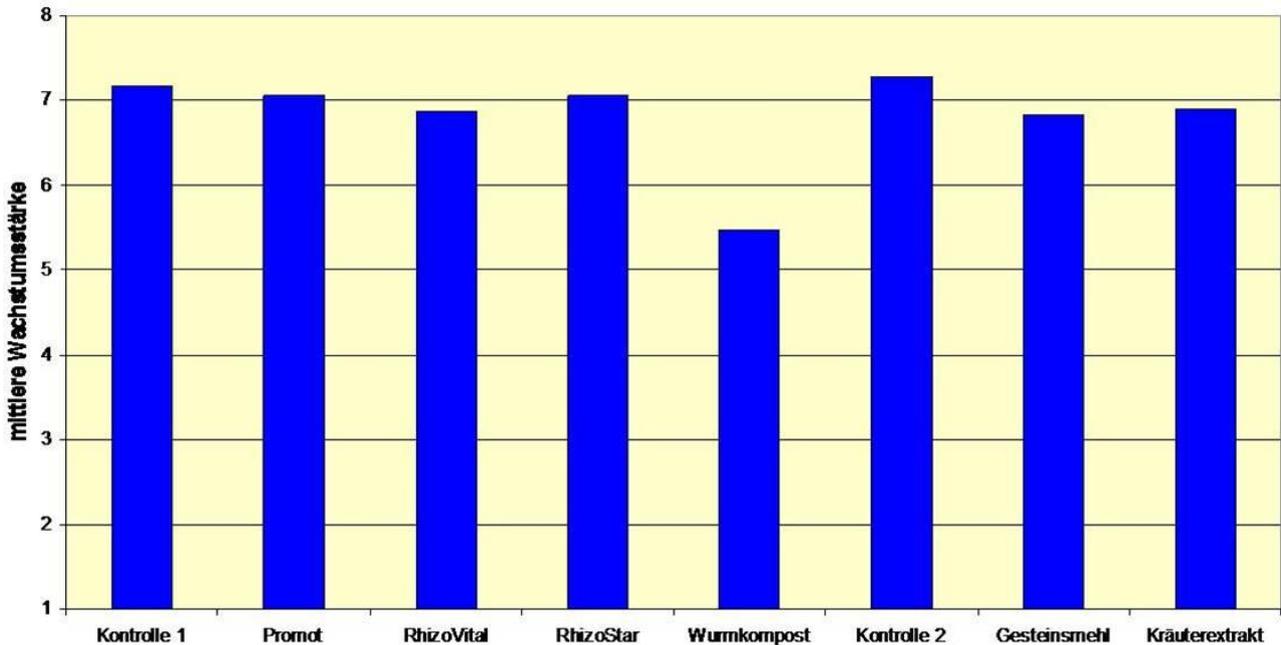


Abbildung 50: *Verticillium*, Versuchsstandort 4, 2011, Standort Remshalden-Rohrbronn: Darstellung der mittleren Wachstumsstärke zu den acht untersuchten Varianten (Kontrolle 1, Promot®WP, RhizoVital®42, RhizoStar®, Wurmkompost, Kontrolle 2, Gesteinsmehl, Kräuterextrakt) in der Sorte Sonata (Pflanztermin: 3. Mai 2011, Frigo-Pflanzen) (1-9, wobei 9=100% mittlere Wachstumsstärke).

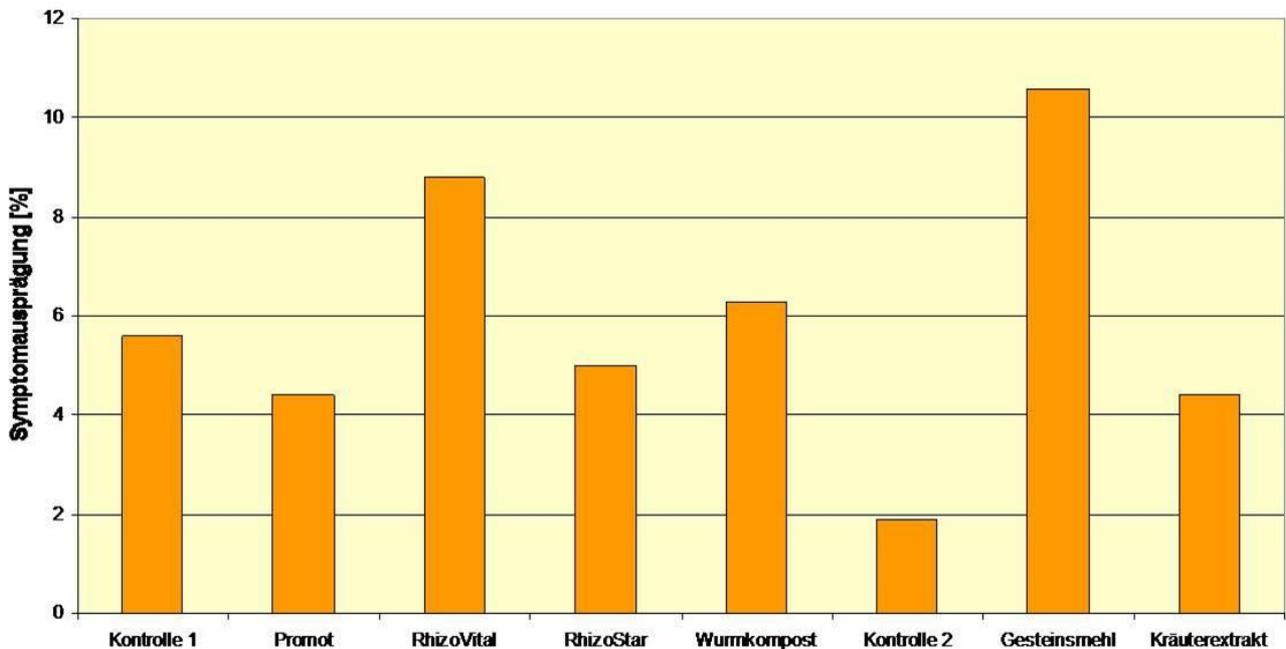


Abbildung 51: *Verticillium*, Versuchsstandort 4, 2011, Standort Remshalden-Rohrbronn: Darstellung der Symptomausprägung [%] zu den acht untersuchten Varianten (Kontrolle 1, Promot®WP, RhizoVital®42, RhizoStar®, Wurmkompost, Kontrolle 2, Gesteinsmehl) in der Sorte Sonata (Pflanztermin: 3. Mai 2011, Frigo-Pflanzen).

Einarbeitungstermin am 12. Juni nicht die gewünschte Menge an Biomasse erreicht wurde. Nach der Zerkleinerung und Einarbeitung des Senfes, was eine Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung der Glukosinolate in Isothiocyanate und Tiocyanate ist, wurden eine Woche nach der Einarbeitung die Frigo-Pflanzen der Sorte Honeoye gepflanzt. Als Behandlungsvarianten wurden für diesen Versuch Raps pellets und reifer Kompost gewählt, die einige Tage vor der Pflanzung ausgebracht wurden und die Pflanzenstärkungsmittel RhizoVital®42, RhizoStar®, Promot®WP, die als kombiniertes Tauch- und Gießverfahren zur Pflanzung angewendet wurden. Kurz nach der Pflanzung starben in der Kompostvariante vermehrt Pflanzen ab, was auf den Salzgehalt des Kompostes zurückgeführt wurde. Im weiteren Pflanzenentwicklungsverlauf starben weitere Pflanzen ab, ohne dass *Verticillium* - Symptome sichtbar waren, was auf das schlecht vorbereitete Pflanzbeet und die mangelhafte Pflanztechnik zurückgeführt wurde. Über die vier Termine (26.6, 7.8, 23.8, 7.10) zu denen die Gesamtfläche in 2009 visuell beobachtet wurde, ist vor allem das unregelmäßige Pflanzenwachstum aufgefallen. Am 28. August und am 07. Oktober wurden Bonituren an 480 Pflanzen/Variante mit den Kriterien „Pflanzenentwicklung“, und „Symptomausprägung“ durchgeführt. Zum beginnenden Versuchsjahr 2010 wurden Pflanzenproben aus dem Bestand zur mykologischen Untersuchung eingeschickt, die ergaben, dass neben dem *Verticillium*-Erreger ebenfalls *Fusarium*, *Phytium* und *Rhizoctonia* als Erreger in der Fläche vorhanden waren. Weitere Untersuchungen zu diesem Zeitpunkt ergaben, dass Nematoden nicht an den Schadsymptomen beteiligt waren. In 2010 wurden zwei Frühjahrsbonituren zur Vitalitäts- und Symptomausprägung und vier Erntebonituren im Juni durchgeführt. Untersucht wurden zu der Vitalitäts- und Symptomausprägung die Kriterien abgestorben, schwach entwickelt, normal entwickelt, überdurchschnittlich entwickelt und Symptom. Zu den Erntebonituren wurde die Verkaufsware dokumentiert. Da der Versuch aus arbeitstechnischen Gründen in 2009 mit nur zwei Wiederholungen angelegt wurde, wurden die Boniturdaten zur Ergebnisdarstellung als Rohdaten und prozentuale Anteile miteinander verglichen, um Tendenzen sichtbar zu machen. Diese Vergleiche ergaben, dass es beim Vergleich der Varianten im Bereich „ohne Biofumigation“ zwischen den Boniturterminen 15. April und 7. Mai zum Kriterium „normal entwickelte Pflanzen“ zu Abnahmen und zu den Kriterien „überdurchschnittlich entwickelt“ und „Symptom“ zu Anstiegen gekommen ist. Die gleiche Entwicklung zeigten die Bereiche „mit Biofumigation“. Weitere Vergleiche zeigten, dass die Variante Kompost, bedingt durch den hohen Anteil an abgestorbenen Pflanzen im Pflanzjahr, sowohl in den Bereichen „ohne Biofumigation“ als auch in den Bereichen „mit Biofumigation“ die höchsten Anteile an toten Pflanzen zeigten, was nicht in Verbindung mit dem *Verticillium*-Erreger gesehen werden kann. Die Variante Promot®WP zeigte zu dem vierten Boniturtermin im Mai in den Bereichen „ohne Biofumigation“ die höchsten Anteile an normal entwickelten Pflanzen und die geringsten Anteile an Symptom-Pflanzen. Zeitgleich zeigten sich zu Promot®WP zu dem gleichen Termin in den Bereichen „mit Biofumigation“ in den normal entwickelten Pflanzen die geringsten Anteile und die höchsten zu dem Kriterium der „überdurchschnittlichen Pflanzen“. In dieser Variante könnte es zu einer negativen Beeinflussung der *Trichoderma* - Stämme, (*T. koningii* & *T. harzianum*) durch die Biofumigation gekommen sein. Weiterhin zeigte die Variante RhizoVital® im Bereich „mit Biofumigation“ mit 41,1kg/ 150 Versuchspflanzen die höchste Gesamternte. Die höchste Differenz zwischen den Bereichen „mit Biofumigation“ und „ohne Biofumigation“ zeigte die Kontrolle, die in dem Bereich „mit Biofumigation“ einen Mehrertrag von 12,5kg/150 Versuchspflanzen und somit einen Gesamtertrag von 37,7kg erreichte. Dieser Effekt könnte auf die zusätzliche Biomasse aus der Biofumigation zurückzuführen sein.

An dem Versuchsstandort Remshalden-Rohrbronn, der als lehmig-sandiger Standort einzuordnen ist, wurde ein Versuch in einfacher Wiederholung in 2009 als „Sicherheits-Versuch“ mit den Antagonistenpräparaten RhizoStar®, Promot®WP und RhizoVital®42 in Kombination mit dem braunen Senf als Biofumigationsvariante angelegt. Dieser Tastversuch wurde in 2009 und 2010

beobachtet, dokumentiert und sieben Erntebonituren durchgeführt. Die Sorte Salsa, die als Frigo-Pflanze gepflanzt wurde, zeigte über die Versuchsjahre 2009 und 2010 keine stark auffälligen *Verticillium*-Symptome, was zum einen durch die Unempfindlichkeit gegenüber dem *Verticillium*-Erreger zu erklären sein könnte aber auch dadurch, dass das Ergebnis aus der Mikrosklerotien - Untersuchung nicht ausreichend genau differenziert dargestellt wurde. Wie durch den Vortrag von Prof. Dr. Neubauer zum Verbund-Projektreffen im Mai 2010 deutlich gemacht wurde, wird bei der Ergebnisdarstellung der Bodenproben nicht zwischen den Pathogenen *Verticillium dahliae* und *V. longisporum* aufgrund fehlender Untersuchungsmethoden differenziert. Warum diese Differenzierung der Ergebnisse in Mikrosklerotien/g trockener Boden aus dem Monat Februar in diesem Versuch so wichtig ist, zeigen Untersuchungen von Prof. Dr. Neubauer. Diese zeigen, dass sich *V. dahliae* pathogen an Erdbeeren verhält, während sich *V. longisporum* nicht pathogen an Erdbeeren aber pathogen an Kreuzblütlern zeigt, die in dem Bereich der Biofumigation als Senf untersucht wurden. Auf Basis der Untersuchungen aus dem Labor von Neubauer ergaben sich für diesen Standort in dem Bereich „mit Biofumigation“ 64,4MS/g trockener Boden und in dem Bereich „ohne Biofumigation“ 0,8MS/g trockener Boden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es in der Salsa zu keiner nennenswerten Symptomausprägung gekommen ist und deshalb der Wert von 64,4MS nicht den Anteil an *V. dahliae* - Mikrosklerotien, sondern den Wert der *V. longisporum* - Mikrosklerotien darstellen könnte oder aber die Sorte tatsächlich sehr widerstandsfähig dem Bodenpathogen gegenüber ist. Die durchgeführten Erntebonituren zeigten, dass es auf diesem lehmig-sandigen Standort über alle Varianten in dem Bereich mit Biofumigation zu einer höheren Gesamternte gekommen ist als in dem Bereich, in der keine Biofumigation durchgeführt wurde. Dieser Effekt könnte daher auf die Nährstoffe aus der Biomasse in Kombination mit dem leichten und humusarmen Standort zurückzuführen sein. Weiterhin zeigten die Erntedaten, dass die Variante Promot®WP, in dem Bereich „mit Biofumigation“ die höchste Gesamterntemenge mit 104,4kg/145 Versuchspflanzen zeigte und somit ein völlig entgegen gesetztes Ergebnis zeigt als auf dem Versuchsstandort 1 in Lauffen am Neckar.

Auf dem Versuchsstandort Ilfeld, wurde in 2010 ein weiterer Versuch mit der Kombination Biofumigation und Antagonisten angelegt. Die Fläche (toniger Lehm) zeigte zur ersten Untersuchung auf Mikrosklerotien im Februar 2010 einen Mikrosklerotien - Gehalt von 34,4MS/g trockener Boden und war als stark verseucht einzuordnen. Die Unterschiede zu dem Versuchsstandort Lauffen lagen auf diesem Versuchsstandort darin, dass getopfte Pikierlinge der *verticillium*-empfindlichen Sorte Sonata gepflanzt wurden und eine veränderte Auswahl an Antagonistenpräparaten getroffen wurde. Anstatt der Variante Promot®WP wurde auf Hinweis des JKI - Darmstadt die Variante TrichoStar eingesetzt. Weiterhin wurde die Variante Plantasalva eingesetzt. Die Biofumigation wurde wie auf dem Versuchsstandort Lauffen durchgeführt und die geplante Verbesserung des Schlegelmulchers im Frontanbau konnte realisiert werden. Die Ergebnisse aus der zweiten Bodenuntersuchung auf Mikrosklerotien im August 2010, und somit nach der Einarbeitung des braunen Senfes aus der Biofumigation, ergab, dass es sowohl in den Bereichen „mit Biofumigation“ als auch in den Bereichen „ohne Biofumigation“ zu einer Erhöhung der Mikrosklerotien auf 56 und 584MS/g trockener Boden gekommen ist, was bis zum jetzigen Zeitpunkt nicht erklärt werden könnte, auch nicht nach Rücksprache mit Prof. Dr. Neubauer. Denn trotz der erhöhten Werte ist es in dem Sonata - Bestand zu keiner Symptomentwicklung und keinen Vitalitätsunterschieden gekommen, so dass keine Bonituren durchgeführt wurden.

Aufgrund der unklaren Aussagen zur Biofumigation und nach intensiver Rücksprache mit Herrn Neubauer wurde die Biofumigation in 2011 aufgegeben und ein weiterer Versuch in Remshalden-Rohrbronn angelegt, ausschließlich aus Antagonisten und Pflanzenstärkungsmittel bestand. Die Varianten waren Promot®WP, RhizoVital®42, RhizoStar®, Plantasalva, Regenwurmkompost und Gesteinsmehl. Die Regenwurmkompostvariante führte zu einer hohen Pflanzenabsterberate. Basierend auf einer Bonitur am 9. August 2011 zeigte sich, dass in einer von zwei

Kontrollvarianten die höchste Wachstumsstärke erreicht wurde, während die niedrigste Wachstumsstärke in den Varianten Regenwurmkompost, Gesteinsmehl und RhizoVital®42 erreicht wurde. Die Bonitur auf Symptomentwicklung zeigte, dass ebenfalls in der gleichen Kontrollvariante die niedrigste Symptomausprägung mit 1,9% dokumentiert wurde und in der Variante Gesteinsmehl mit 10,6% die höchste.

3.8 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen, *Verticillium*-Welke

In Tabelle 68 werden die ursprünglich geplanten und tatsächlich erreichten Ziele sich gegenübergestellt.

Tabelle 68: Beikrautregulierung: geplante und tatsächlich erreichte Ziele 2009-2011.

| Geplante Ziele | Tatsächlich erreichte Ziele |
|---|---|
| <p>Versuchsstandort 1, Lauffen (2009-2010)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Versuchsanlage mit 4 Wiederholungen als Split-Plot Anlage, vollständig randomisiert ■ Biofumigation mit braunem Senf (ISCI-99): <ul style="list-style-type: none"> ■ dichtwüchsiger Bestand ■ Einarbeitung zur Blüte nach Empfehlung ■ hoher Informationswert durch die Bodenuntersuchungen auf Mikrosklerotien/g trockener Boden auf Verseuchungsgrad der Fläche durch Mikrosklerotien ■ starke Symptomausprägungen ■ starke Vitalitätsunterschiede zwischen den Biofumigationsvarianten ■ starke Vitalitätsunterschiede zwischen den Antagonistenpräparaten | <ul style="list-style-type: none"> ■ 2 Wiederholungen in Split-Plot Anlage, wobei 2 Varianten (Kompost, BioFence-Pellets) nicht randomisiert verteilt werden konnten ■ Biofumigation mit braunem Senf (ISCI-99): <ul style="list-style-type: none"> ■ sehr dünner und kurzer Bestand ■ hoher Pathogendruck ■ Einarbeitung konnte nicht zu 100% umgesetzt werden ■ Ergebnisse aus der Bodenuntersuchung zeigte die Gesamtanzahl der Mikrosklerotien, die aus zwei <i>Verticillium</i>-Stämmen (<i>Verticillium dahliae</i> = pathogen, <i>V. longisporum</i> = apathogen) bestand, wodurch der Informationswert sank ■ nur sehr geringe Symptomausprägungen ■ starke Vitalitätsunterschiede zwischen den Biofumigationsvarianten: <ul style="list-style-type: none"> ■ Promot®WP zeigt die höchsten Anteile an normal entwickelten Pflanzen und den geringsten Anteil an Symptom-Pflanzen in den Bereichen „ohne Biofumigation“. In den Bereichen „mit Biofumigation“, hingegen den geringsten Anteil an normal entwickelten Pflanzen und den höchsten an Symptompflanzen. ■ RhizoVital® zeigt in dem Bereich „mit Biofumigation“ die höchste Gesamterntemenge. ■ Die Kontrolle zeigt den höchsten Ertragszuwachs im Vergleich zwischen den Biofumigationsvarianten in der Variante „mit Biofumigation“. ■ hohe Pflanzenabsterberate durch den Kompost |

| Geplante Ziele | Tatsächlich erreichte Ziele |
|---|---|
| <p>Versuchsstandort 2, Remshalden-R. (2009-2010)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ hoher Informationswert durch die Bodenuntersuchungen auf Mikrosklerotien/g trockener Boden auf Verseuchungsgrad der Fläche durch Mikrosklerotien ■ starke Symptomausprägungen ■ starke Vitalitätsunterschiede zwischen den Biofumigationsvarianten ■ starke Vitalitätsunterschiede zwischen den Antagonistenpräparaten | <ul style="list-style-type: none"> ■ die Ergebnisse aus den Bodenuntersuchungen zu der Mikrosklerotien-belastung sind kaum zu interpretieren, da in der Biofumigationsvariante die Verseuchung stark angestiegen ist, während sie in der Fläche ohne Biofumigation auf fast Null gesunken ist ■ nahezu keine Symptomausprägungen ■ starke Vitalitätsunterschiede zwischen den Biofumigationsvarianten: <ul style="list-style-type: none"> ■ alle Varianten zeigten einen Ertragszuwachs in dem Bereich „mit Biofumigation“ ■ Promot®WP zeigte in dem Bereich „mit Biofumigation“ die höchsten Erntemengen ■ zeitweise starke Vitalitätsunterschiede zwischen den Antagonistenpräparaten, die sich schnell wieder verwuchsen und sich nicht im Ertrag wiederfanden |
| <p>Versuchsstandort 3, Ilsfeld (2010-2011)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Versuchsanlage mit 4 Wiederholungen als Split-Plot Anlage, vollständig randomisiert ■ Biofumigation, brauner Senf aus deutscher Zucht <ul style="list-style-type: none"> ■ dichtwüchsiger Bestand ■ Einarbeitung zur Blüte nach Empfehlung ■ hoher Informationswert durch Mikrosklerotien durch die Bodenuntersuchungen auf Mikrosklerotien/g trockener Boden auf Verseuchungsgrad der Fläche ■ starke Symptomausprägungen ■ starke Vitalitätsunterschiede zwischen den Biofumigationsvarianten ■ starke Vitalitätsunterschiede zwischen den Antagonistenpräparaten | <ul style="list-style-type: none"> ■ 2 Wiederholungen in Split-Plot Anlage, wobei die BioFence® -Variante nicht randomisiert verteilt werden konnte ■ Biofumigation mit braunem Senf (ISCI-99) <ul style="list-style-type: none"> ■ dünner und kurzer Bestand ■ hoher Pathogendruck ■ Einarbeitungsempfehlung konnte zu fast 100% umgesetzt werden ■ die Ergebnisse aus den Bodenuntersuchungen zu der Mikrosklerotienbelastung sind kaum zu interpretieren, da sowohl in der Biofumigationsvariante als auch in der Variante „ohne Biofumigation“ die Mikrosklerotienanzahl stark angestiegen ist. ■ nur sehr geringe Symptomausprägungen ■ nahezu keine Vitalitätsunterschiede zwischen den Biofumigationsvarianten ■ nahezu keine Vitalitätsunterschiede zwischen den Antagonistenpräparaten |
| <p>Versuchsstandort 4, Remshalden-R. (2011)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Versuchsanlage mit 4 Wiederholungen als Split-Plot Anlage, vollständig randomisiert ■ starke Symptomausprägungen | <ul style="list-style-type: none"> ■ Versuchsanlage mit 4 Wiederholungen als Split-Plot Anlage, vollständig randomisiert ■ nur geringe Symptomausprägungen <ul style="list-style-type: none"> ■ die geringste in einer von zwei Kontrollvarianten |

| Geplante Ziele | Tatsächlich erreichte Ziele |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ starke Vitalitätsunterschiede zwischen den Antagonistenpräparaten | <ul style="list-style-type: none"> ■ starke Vitalitätsunterschiede zwischen den Antagonistenpräparaten: <ul style="list-style-type: none"> ■ eine von zwei Kontrollvarianten zeigte die höchste Wachstumsstärke ■ hohe Pflanzenabsterberaten in dem Regenwurmkompost |
| <p>Gesamtbetrachtung (2009-2011)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ hohe Aussagekraft durch die Bodenuntersuchungen auf Mikrosklerotien/g trockener Boden ■ stark aussagekräftige Bonituren zu Symptomausprägungen ■ hohe Aussagekraft über den Einsatz der Biofumigation ■ hohe Aussagekraft zu den Antagonistenpräparaten | <ul style="list-style-type: none"> ■ diese Ergebnisse können nur als Mosaikstein in die Flächenbeurteilung einfließen ■ meist liegen Mischinfektionen vor, so dass es zwar Symptomausprägungen kommt, <i>Verticillium</i> aber nicht eindeutig zugeordnet werden kann. ■ es ist sehr viel mehr Forschung zum Thema Biofumigation notwendig ■ die Erntemenge ist das aussagekräftigste Bonitürkriterium, da keine allgemeingültige Aussage zu den einzelnen Antagonisten gemacht werden kann. Zu viele Einflussfaktoren spielen in den Erfolg oder auch Misserfolg des Einsatzes hinein. |

3.9 Literaturverzeichnis *Verticillium dahliae* (*Verticillium*-Welke)

Berg, G., Opelt, K., Zachow, C., Lottmann, J., Götz, M., Costa, R. and Smalla, K., 2006: The rhizosphere effect on bacteria antagonists towards the pathogenic fungus *Verticillium* dif-fers depending on plant species and site. Federation of European Microbiological Societies 56: 250-261.

Börner, H., Schlüter, K., Aumann, J., 2009: Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz

Brand, T. 2009: Empfehlungen zur praktischen Durchführung der Bodenprobennahme zur Mikrosklerotienuntersuchung. Persönliche Mitteilung. Dr. Thomas Brand

Landwirtschaftskammer Niedersachsen Pflanzenschutzamt, Zierpflanzen, Baumschulen, Öffentliches Grün, Sedanstraße 4, 26121 Oldenburg, Tel.: 0441-801760, e-Mail: thomas.brand@lwk-niedersachsen.de, Internet: www.lwk-niedersachsen.de

Daub, M., 2010: Bioland-Wintertagung, Bad-Boll 19.-21. Januar 2010: Biofumigation: Möglichkeiten und Perspektiven eines innovativen Verfahrens zur Verbesserung der Bodengesundheit. Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Dürener Straße 71, 50189 Elsdorf, matthias.daub@jki.bund.de, www.jki.bund.de.

de Kemp, 2010: Sorteninformation zu Sonata. Plantenkwekerij De Kemp BV, Kempweg 15,

- 5964 ND Horst, Meterik (NL), Tel.: 0031 (0)77 3982430, E-mail: info@dekemp.nl, Internet: www.dekemp.nl, www.dekemp.com.
- Gimsing, A. L. & Kirkegaard, J. A., 2006: Glucosinolat and Isothiocyanate Concentration in soil following Incorporation of *Brassica* Biofumigants, *Soil Biology & Biochemistry* 38, 2255-2264.
- Golldack, J., Lentzsch, P., Schwärzle, H., Schubert, P., 2010: Bakterielle Antagonisten im Spektrum heterogener Boden-*Verticillium*-Pflanzen Interaktionen. Vortrag zu dem Erdbeer-Projektgruppentreffen, Mai 2010 in Köln-Auweiler.
- Green Jr., R.J., 1980: Soil factors affecting survival of microsclerotia of *Verticillium dahliae*, *Ecology and Epidemiology*, Vol. 70, No. 4, 353-355.
- Hallmann, J., Buck, H., Rau, F., Daub, M., Schütze, W., Grosch, R., Schlathölter, M., 2009: Chancen und Grenzen der Biofumigation für die Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden, 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 1, 366-369.
- Hanke, V., Büttner, R., Kurucz, E., Motte, G., 1988: Pilzliche Erkrankungen des Rhizoms und der Wurzel bei Erdbeeren, *Fortschrittsberichte für die Landwirtschaft & Nahrungsgüterwirtschaft*, Band 26, Heft 1, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der deutschen demokratischen Republik, Institut für landwirtschaftliche Information und Dokumentation, Berlin.
- Hartung, K., 2009: Versuchsanlage- und Aufbau; mündliche Mitteilung, Fachbereich Bioinformatik, Universität Hohenheim.
- Hege, D., 2009: <http://www.hegehofladenburg.de/> (22.11.09).
- Hoffmann, G.M. & Schmutterer, H., 1999: Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, 2. erweiterte Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Landwirtschaftskammer Niedersachsen, 2009: Ergebnisse der Bodenproben auf Mikrosklerotienbesatz, Sedanstr. 4, 26121 Oldenburg.
- Lazzeri, L., 2009: GL-containing plants in biofumigation: new perspectives -. Research Institute for Industrial Crops, Bologna, Italy: <http://www.ienica.net/italyseminar/greenchem/lazzeri.pdf> . (8. Dezember 2009)
- Lentzsch, P., 2010: *Verticillium* im ökologischen Erdbeeranbau, Präsentation zum jährlichen Gruppentreffen der vier Projektgruppen zum BÖLN-Erdbeer-Verbundprojekt an der Landwirtschaftskammer in Köln-Auweiler am 4. Mai 2010.
- Mace, M.E., Bell, A.A., Beckman, C.H., 1981: *Fungal Wilt Diseases of Plants*, Academic Press, INC..
- Michel, V., 2005: Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil, ACW, mündliche Arbeitsnetztreffen Stufe 2, Weinsberg.

- Matthiessen, J.N. & Kirkegaard, J.A., 2006: Biofumigation and Enhances Biodegradation: Opportunity and Challenge in Soilborne Pest and Disease Management, *Critical Reviews in Plant Science*, 25, 235-265.
- Michel, V., 2008: Biofumigation - Prinzip und Anwendung, Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de Recherche Conthey, 1964 Conthey
(http://www.db-acw.admin.ch/pubs/wa_cma_08_pub_10402_d.pdf).
- Michel, V., 2009: Die *Verticillium*-Welke der Erdbeere, Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de Recherche Conthey, 1964 Conthey.
- Michel, V., 2010: „Fachgespräch Biofumigation“. Einladung JKI, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik mit dem Veranstaltungsort der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (Pflanzenschutzdienst) in Bonn, 5. Mai 2010.
- Neubauer, C., 2005: Ökologische Beerenobsttagung, Bericht in der ökologischen Beerenobst- Tagung vom 7. und 8. Dezember in Weinsberg, Öko-Obstbau, Heft 4, 6-7.
- Neubauer, C., 2010: Übertragungswege von *Verticillium dahliae*, persönliche Mitteilung.
- Neubauer, C., 2010: *Verticillium* im Erdbeeranbau, Präsentation zum jährlichen Gruppentreffen der vier Projektgruppen zum ökologischen Erdbeerforschungsprojekt an der Landwirtschaftskammer in Köln-Auweiler am 4. Mai 2010.
- Neubauer, C., 2010: Biofumigation und die praktische Anwendung, persönliche Mitteilung.
- Olbricht, K., 2010: Kriterien zu Versuchsanlagen in *Verticillium*, persönliche Mitteilung. Dr. Klaus Olbricht, Hansabred GmbH & Co. KG, Radeburger Landstr. 12, 01108 Dresden, Germany, T +49-351-3275-392, www.hansabred.org.
- Scherer, W., 1989: Schäden in Erdbeeren; erkennen, bestimmen - richtig handeln, Eigenverlag und Vertrieb: Margit Scherer, Reinöhlstr. 95d, 86156 Augsburg.
- Schlathölter, M., 2010: P. H. Petersen GmbH & Co. KG Saatzucht Lundsgaard, E-Mail: schlathoelter@phpetersen.com. Streichmühler Straße 8a, D-24977 Grundhof, Telefon: +49-4636-89-0, http://www.biofumigation.com/deutsch/st_biofumigation.html.
- Schuster, W.H. & Lochow, 1992: Anlage und Auswertung von Feldversuchen, 3. Auflage, Buchedition Agrimedia, Hamburg im Verlag Alfred Strithe, Frankfurt.
- Spornberger, A., Steffek, R., Stich, K., Jezik, K., Scheiblaue, J., Altenburger, J., Halbwirth, H., Gosch, C., 2006: Possible solutions for replant problems caused by soil borne pathogens in organic strawberry production Ecofruit - 12th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, Weinsberg/Germany, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Obst- und Weinbau in Weinsberg (Baden-Württemberg), Germany, 31.01.2006 - 02.02.2006.

Stich, K., Halbwirth, H., Gosch, C., Jezik, K., Spornberger, A., Scheiblaue, J., Kummer, C., Martin, G., Steffek, R., Seelmann, L., Altenburger, J., 2005: Lösungsansätze für Nachbauprobleme im Erdbeeranbau durch bodenbürtige Pathogene.

[http://www.dafne.at/dafne_plus_homepage/index.php?
section=dafneplus&content=result&come_from=&&project_id=652](http://www.dafne.at/dafne_plus_homepage/index.php?section=dafneplus&content=result&come_from=&&project_id=652)

Stich, K., Halbwirth, H., Gosch, C., Jezik, K., Spornberger, A., Scheiblaue, J., Weissinger, H., Steffek, R., Altenburger, J., Hoffelner, A., 2007: „Entwicklung verschiedener Strategien zur Lösung von Problemen mit bodenbürtigen Schaderregern im Gartenbau an der Modellkultur Erdbeere“ 2. Zwischenbericht des Forschungsprojektes, Forschungsprojekt Nr. 100042, GZ LE. 1.3.2/0019-II/1/2006.

Thomas, E., 2006: Feldversuchswesen, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

Steffek, R., 2009: Welkekrankheit der Erdbeere (*Verticillium dahliae*),

[http://www.ages.at/ages/landwirtschaftliche-
sachgebiete/pflanzengesundheit/obstbau/verticillium-welke-der-erdbeere/](http://www.ages.at/ages/landwirtschaftliche-sachgebiete/pflanzengesundheit/obstbau/verticillium-welke-der-erdbeere/)

Steffek, R., 2009: Rhizom- und Wurzelkrankheiten der Erdbeere,

[http://www.ages.at/ages/landwirtschaftliche-sachgebiete /pflanzengesundheit/obstbau/
\(02.09.2009\)](http://www.ages.at/ages/landwirtschaftliche-sachgebiete/pflanzengesundheit/obstbau/)

Subbarao, K. V. & Hubbard, J. C., 1996: „Interactive Effects of Broccoli Residue and Temperature in *Verticillium dahliae* Mikrosclerotia in Soil and on Wilt in Cauliflower, Phytopathology Vol 86, No.12, 1303-1310.

3.10 Herstellernachweise

Gerlach Dünger GmbH: Vertreiber für TrichoStar®. Im Wiesenkampe 32, D-30659 Hannover, Tel.: 0511/64 78 404, E-Mail: info@gerlach-duenger.de, Internet: www.gerlach-duenger.de

Otto Hauenstein Samen AG, Kontaktperson: Tobias Schmid, Tel. 41-(0)44 879 17 71, E-mail: Tobias.Schmid@hauenstein.ch, Bahnhofstrasse 92, CH-8197 Rafz, Tel 044 879 17 18, Internet: ww.hauenstein.shoppingmobile.ch.

Klasmann-Deilmann GmbH: Vertrieb von Biosubstrat, Klasmann-Deilmann GmbH

Georg-Klasmann-Str. 2-10, 49744 Geeste, Tel. +49 (0)59 37-31-0, E-Mail: info@klasmann-deilmann.de, <http://www.klasmann-deilmann.com/>

Neubauer, C.: Einsendung der Bodenproben zur Bestimmung der Mikrosklerotien. Hochschule Osnabrück, Phytomedizin (Mikrobiologie), Telefon: 0541 969-5021, E-Mail: c.neubauer@hs-osnabrueck.de

Wolfgang Schnez, Agrarhandel: Vertriebspartner für „Kräuterextrakt“. Froschstraße 31, 88255- Baidt - Kreis Ravensburg, Telefon: 07502-2943, E-Mail info@agrarhandel-schnez.de, www.agrarhandel-schnez.de/ Paracelsus Einkaufs- und Vertriebs GmbH, Freistädter Straße 236, A-4040 Linz, Tel.: (+43) 0732-757167, office@paracelsus.at, <http://www.paracelsus.at>

Universität Hohenheim, Landesanstalt für landwirtschaftliche Chemie: Einsendung der Bodenproben für die Grundnährstoffuntersuchung. Emil-Wolff-Straße 14. 70599 Stuttgart, Tel. 0711-459-22672.

Schlathölter, M.: Hersteller von *Brassica juncea*. P. H. Petersen GmbH & Co. KG Saatzucht Lundsgaard: E-Mail: schlathoelter@phpetersen.com. Streichmühler Straße 8a, D-24977 Grundhof, Telefon: +49-4636-89-0, E-Mail: service@phpetersen.com, Internet: www.phpetersen.com, http://www.biofumigation.com/deutsch/st_biofumigation.html

4. Teilprojekt Beikrautregulierung

4.1 Ziele

Die Ziele des Teilprojektes Beikrautregulierung lagen in der Erarbeitung von Alternativen zur mechanischen Beikrautregulierung, die als sehr kostenintensiv eingestuft wird. Hierzu sollten Untersuchungen durchgeführt werden, in denen die zwei Folienarten „biologisch abbaubare Folie“ und „Polyethylen-Folie“ der herkömmlichen mechanischen Beikrautregulierung im offenen Anbau (Flachbeetanbau) gegenübergestellt wurden. Untersucht wurden die Wirtschaftlichkeit der Varianten, der Einsatz in der Praxis sowie die Auswirkungen auf die Pflanzengesundheit.

4.2 Aufgabenstellung

- Vier-Varianten Versuche mit Frigo - Pflanzen auf zwei Standorten
Standort Eberdingen (Großraum Stuttgart)
 - Offener Anbau, betriebsüblicher Maschinen- und Handhacke
 - Dammkultur, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®-Folie)
 - Dammkultur, Polyethylen - Mulchfolie (PE-Folie)Standort Remshalden-Rohrbronn (Großraum Stuttgart)
 - Offener Anbau, betriebsüblicher Maschinen- und Handhacke
 - Flachdamm, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®-Folie)
 - Flachdamm, Polyethylen - Mulchfolie (PE-Folie)
- Vier-Varianten Versuche mit Topf-Grünpflanzen einem Standort
Standort Eberdingen (Großraum Stuttgart)
 - Offener Anbau, betriebsüblicher Maschinen- und Handhacke
 - Dammkultur, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®-Folie)
 - Dammkultur mit einer Polyethylen - Mulchfolie (PE-Folie)

Um diese Verfahren miteinander zu vergleichen, wurden über die Versuchsjahre 2009-2011 durch die Betriebsleiter alle Arbeitsaufwendungen und Anschaffungskosten dokumentiert. Zusätzlich wurden in den Erntejahren 2010 und 2011 die Erntemengen aufgenommen. Auf Basis dieses Datenmaterials wurden die verfahrensabhängige Kosten und Erlöse erfasst und mit Hilfe des Deckungsbeitrages (DB) der Vergleich der Varianten ermöglicht.

4.3 Wirtschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde

Praxisüblich sind die Verfahren wie die Hand- und Maschinenhacke sowie die Reihenfräsen. Auch eingeführt, aber weniger verbreitet ist der Einsatz von Mulchfolien. Zu der biologisch abbaubaren Mulchfolien liegen im Gemüsebau bereits mehrere Ergebnisse vor. So war bei Versuchen von Laun et al. (2005) in allen beernteten Sätzen von Kohlrabi eine Einsparung der Arbeitszeit in der Beikrautregulierung möglich. Der zusätzliche Aufwand für die Handhacke lag in den unbedeckten Parzellen zwischen 35h/ha und 71h/ha. Der Einsatz von biologisch abbaubarer Mulchfolie brachte auch im ökologischen Anbau von Knollenfenchel Vorteile (Kell, 2005), da die Einsparung an Arbeitszeit für die Handhacke durch die Unkrautunterdrückung hier im Mittel der vier Sommersätze

bei 115h/ha lag. Im ökologischen Erdbeeranbau wurden von Ruess & Pfeiffer (2006) erste Erfahrungen mit biologisch abbaubarer Folie gemacht. Dabei wurden die Vor- und Nachteile der abbaubaren Folie untersucht. Ein Vergleich mit PE-Folie und offenem Anbau bezüglich der Rentabilität wurde erhoben. Jedoch wurden die Versuche nicht im praxisüblichen Verfahren durchgeführt. Die starke Thematisierung des Polyethylen - Mulchfolien Einsatzes besteht nach wie vor auf Grund des extremen Arbeitsaufwandes, den die Handhacke im ökologischen Erdbeeranbau darstellt. Jedoch können die Ergebnisse von Mulchfolien generell variieren, je nach dem ob sie in Damm- oder Flachbeetkultur ausgebracht werden. Eine Einsparung der Handarbeit durch die Handhacke könnte auch durch den Einsatz neu entwickelter Hackmaschinen möglich werden (z. B. Firma Kress, Vaihingen/Enz; Firma Rapid, Schweiz).

4.4 Planung und tatsächlicher Ablauf des Projektes

Tabelle 69 zeigt den geplanten Projektablauf für den Zeitraum 2009-2011.

Tabelle 69: Beikrautregulierung: geplante Versuchsdurchführung 2009-2011.

| 2008 | Geplante Versuchsdurchführung |
|---------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ Versuchsplanung und Festlegung der Versuchsflächen ■ Beschaffung der notwendigen Materialien (Folien, Bewässerungstechnik) |
| 2009 | Geplante Versuchsdurchführung |
| Frühjahr | <ul style="list-style-type: none"> ■ Vorstellung des Projektvorhabens auf dem Beerenobstseminar in Weinsberg |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ Versuchsanlage (4 Wiederholungen, vollrandomisiert) ■ Standort Eberdingen: Frigo-Pflanze, Sorte Clery <ul style="list-style-type: none"> ■ Offener Anbau, betriebsübliche Maschinen- und Handhacke ■ Offener Anbau, neuentwickelte Hacktechnik (Fingerhacke) ■ Dammkultur, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) ■ Dammkultur, Polyethylen - Mulchfolie (PE-Folie) ■ Standort Eberdingen: Topf-Grünpflanzen, Sorte Clery <ul style="list-style-type: none"> ■ Offener Anbau, betriebsübliche Maschinen- und Handhacke ■ Offener Anbau, neuentwickelte Hacktechnik ■ Dammkultur, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) ■ Dammkultur, Polyethylen - Mulchfolie (PE-Folie) ■ Standort Remshalden-Rohrbronn: Frigo-Pflanze, Sorte Darselect <ul style="list-style-type: none"> ■ Offener Anbau, betriebsübliche Maschinen- und Handhacke ■ Offener Anbau, neuentwickelte Hacktechnik (Firma Rapid) ■ Flachdamm, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) ■ Flachdamm, Polyethylen - Mulchfolie (PE-Folie) |
| Jahresverlauf | <ul style="list-style-type: none"> ■ Frigo-Pflanzen Versuche Bonitur auf Gesundheit, Wuchsstärke und Pflanzenausfälle: <ul style="list-style-type: none"> ■ direkt nach der Pflanzung ■ August ■ Oktober ■ Topf-Grünpflanzen Versuche Bonitur auf Gesundheit, Wuchsstärke und Pflanzenausfälle: <ul style="list-style-type: none"> ■ einen Monat nach der Pflanzung ■ zu Vegetationsende |

| | |
|---------------|---|
| Erntezeitraum | <ul style="list-style-type: none"> ■ Frigo-Pflanzen Versuche: Standorten Eberdingen & Remshalden-R. Bonitur der Erntemenge zu den Kriterien: <ul style="list-style-type: none"> ■ Klasse 1 (Handelsklasse - HK, Verkaufsware) ■ Klasse 2 (Marmelade - MA) ■ Unverkäufliche Früchte (Ausschuss) |
| Jahresverlauf | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bezogen auf alle drei Versuche <ul style="list-style-type: none"> ■ Dokumentation aller kosten- und erlösrelevanten Positionen mit Beginn der Versuchsanlage durch den Betriebsleiter und die Versuchsbetreuer |
| Sept. - Dez. | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bezogen auf alle drei Versuche <ul style="list-style-type: none"> ■ Auswertung der Daten und erster Variantenvergleich ■ Verfassen des Zwischenberichtes 2009 ■ Veröffentlichung erster Ergebnisse |
| 2010 | Geplante Versuchsdurchführung |
| Jahresverlauf | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bezogen auf alle drei Versuche <ul style="list-style-type: none"> ■ Anpassung der Bearbeitungstechnik durch die gewonnenen Ergebnisse ■ Dokumentation aller kosten- und erlösrelevanten Positionen ■ Dokumentation der Folienzustände ■ Bonituren des Bestandes zu drei Terminen ■ Austrieb ■ Ernte ■ Vegetationsende |
| Erntezeitraum | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bezogen auf alle drei Versuche Bonitur der Erntemenge zu den Kriterien <ul style="list-style-type: none"> ■ Klasse 1 (Handelsklasse - HK, Verkaufsware) ■ Klasse 2 (Marmelade - MA) ■ Unverkäufliche Früchte (Ausschuss) |
| Sept. - Dez. | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bezogen auf alle drei Versuche <ul style="list-style-type: none"> ■ Auswertung der Daten 2010 ■ Verfassen des Zwischenberichtes 2010 ■ Veröffentlichung der Ergebnisse |
| 2011 | Geplante Versuchsdurchführung |
| Jahresverlauf | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bezogen auf alle drei Versuche <ul style="list-style-type: none"> ■ Anpassung der Bearbeitungstechnik durch die gewonnenen Ergebnisse ■ Dokumentation aller kosten- und erlösrelevanten Positionen ■ Dokumentation der Folienzustände ■ Bonituren des Bestandes zu zwei Terminen ■ Austrieb ■ Ernte |
| Erntezeitraum | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bezogen auf alle drei Versuche Bonitur auf Erntemenge zu den Kriterien <ul style="list-style-type: none"> ■ Klasse 1 (Handelsklasse - HK, Verkaufsware) ■ Klasse 2 (Marmelade - MA) ■ Unverkäufliche Früchte (Ausschuss) |

| | |
|--------------|---|
| Sept. - Dez. | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bezogen auf alle drei Versuche ■ Auswertung der Daten 2009-2011 ■ Verfassen des Abschlussberichtes 2009-2011 ■ Veröffentlichung der Ergebnisse |
|--------------|---|

Tabelle 70 zeigt die tatsächliche Versuchsdurchführung über den Versuchszeitraum 2009-2011 und das es zu einigen Abweichungen gekommen ist.

Tabelle 70: Beikrautregulierung: Tatsächliche Versuchsdurchführung 2009-2011.

| 2009-2011 | Gründe der Abweichungen |
|---------------|---|
| Jahresverlauf | <ul style="list-style-type: none"> ■ Versuchsanlage ■ alle Versuchsstandorte betreffend <ul style="list-style-type: none"> ■ Da es aus arbeitstechnischen Gründen nicht möglich war, die Varianten in 4-facher Wiederholung randomisiert anzulegen, wurden die Versuche in einfacher Wiederholung angelegt. ■ Auf Grund der einfachen Wiederholung wurden keine Bonituren des Bestandes zu den Kriterien „Wachstumsstärke“ und „Gesundheit“ durchgeführt. Alternativ wurden die Bestände mehrmals übers Jahr visuell beurteilt und Auffälligkeiten dokumentiert. ■ Standort Eberdingen: Frigo-Pflanze & Topf-Grünpflanze, Sorte Clery <ul style="list-style-type: none"> ■ Die Variante zu der neuentwickelten Hacktechnik, die in Form einer Fingerhacke (Firma Kress Landtechnik) in Frontanbau, untersucht werden sollte, wurde durch den Betriebsleiter als betriebsübliche Maschinenhacke eingesetzt, so dass die Variante „neuentwickelte Hacktechnik“ ersatzlos gestrichen werden musste. ■ Standort Eberdingen: Topf-Grünpflanze, Sorte Clery <ul style="list-style-type: none"> ■ Aufgrund der zur Verfügung stehenden Fläche reduzierte sich die Versuchsfläche im Vergleich zur Frigo-Fläche um die Hälfte, so dass zwei Dämme/Folienvariante angelegt wurden und 4 Reihen für den offenen Anbau zur Verfügung standen. ■ Standort Remshalden-Rohrbronn: Frigo-Pflanze, Sorte Darselect <ul style="list-style-type: none"> ■ Die Variante zu der neuentwickelten Hacktechnik, die von der Firma Rapid aus der Schweiz gestellt werden sollte, konnte aus organisatorischen Gründen nicht termingerecht zur Versuchsfläche transportiert werden, so dass die Variante der „neuentwickelten Hacktechnik“ ersatzlos gestrichen werden musste. ■ Nach der Erntesaison 2010 musste dieser Versuch abgebrochen werden, da es zu einer sehr hohen Anzahl an Pflanzenausfällen gekommen ist, die durch verschiedene bodenbürtige Pilze, insbesondere durch <i>Verticillium dahliae</i>, verstärkt in der PE-Mulchfolienvariante, hervorgerufen wurde. |

4.5 Material & Methode

4.5.1 Flächenwahl

a) Fläche Eberdingen

Diese Fläche wurde aufgrund der zur Verfügung stehenden Flächengröße (120m Flächenlänge) und der technischen Voraussetzungen des Betriebes gewählt. Der Betrieb lag 320m über NN, zeigte eine Ackerzahl von 60, eine Jahresniederschlagsmenge von 560mm und als Hauptwindrichtung Süd-West. Vor Versuchsbeginn wurde im April 2009 eine Bodenprobe für die Grundnährstoffuntersuchung genommen. Die Untersuchung wurde durch das agrochemische Labor der Universität Hohenheim durchgeführt und ergab die in der Tabelle 71 dargestellten

Analysewerte. Die Fläche wurde als stark humos bewertet und keine der untersuchten Nährstoffe befand sich im Mangel.

Tabelle 71: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen: Ergebnisse aus der Bodenuntersuchung auf Grundnährstoffe, Bodenart und Humusanteil vor Versuchsbeginn im Frühjahr 2009.

| Untersuchungsparameter | Analysewerte | Versorgungsklasse ¹⁰ |
|---|--------------------------------------|---------------------------------|
| Bodenart / Fingerprobe | t'L → schwach toniger Lehm | ----- |
| Humus / Fingerprobe | h → stark humos (4-8% org. Substanz) | ----- |
| Humus, Elementaranalyse | 2,49% | ----- |
| pH-Wert, CaCl ₂ Suspension | 7 | D |
| Phosphor (P ₂ O ₅) | 20 mg/100g | C |
| Kalium (K ₂ O) | 24 mg/100g | C |
| Magnesium (Mg) | 13 mg/100g | C |
| Ammonium Stickstoff | 3,0 kg/ha | ----- |
| Ammonium Stickstoff | 0,6 mg/kg Frischmasse | ----- |
| Nitrat-Stickstoff | 39 kg/ha | ----- |
| Nitrat-Stickstoff | 8,0 mg/kg Frischmasse | ----- |

Die Vorfrüchte, die in den letzten fünf Jahren auf der Fläche angebaut wurden, sind in Tabelle 72 dargestellt und zeigen, dass dort seit 2004 keine Erdbeeren angebaut wurden. Auch erklärte sich durch den Grünroggen und die Kompostzugabe, der in 2008 angebaut, bzw. ausgebracht wurde, der hohe Humusanteil der Fläche.

Tabelle 72: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen: Vorfrüchte von 2004 – 2008.

| Jahr | Kultur | Jahr | Kultur | Jahr | Kultur |
|------|------------------|------|---------------|------|---------------------------------------|
| 2004 | Winter Weizen | 2006 | Zucchini | 2008 | Grünroggen + 30m ³ Kompost |
| 2005 | Winter-Triticale | 2007 | Winter-Weizen | | |

b) Fläche Remshalden-Rohrbronn

Diese Fläche wurde aufgrund der zur Verfügung stehenden Fläche (100m Flächenlänge) gewählt. Die Fläche lag 400m über NN, hatte eine Ackerzahl von 40, eine Jahresniederschlagsmenge von ca. 650mm und zeigte als Hauptwindrichtung den Westen. Auf dieser Fläche wurde im April eine Bodenprobe zur Untersuchung auf die Grundnährstoffe genommen. So zeigen die Untersuchungsergebnisse, die in Tabelle 73 dargestellt sind, dass die Fläche als Bodenart einen stark sandigen Lehm zeigte, ebenso einen hohen Anteil an organischer Substanz aufwies, jedoch die zwei Nährstoffe Kalium und Magnesium (Versorgungsklasse B) im Mangel vorlagen.

Die Vorfrüchte des Standortes Remshalden sind in Tabelle 74 dargestellt und zeigen, dass in den letzten drei Jahren bereits Erdbeeren auf dieser Versuchsfläche angebaut wurden und zum letzten Standjahr in 2008 die Fläche umgebrochen wurde.

¹⁰ A = sehr niedrig, B = niedrig, C = anzustreben, D = hoch, E = sehr hoch

Tabelle 73: Beikrautregulierung: Standort Remshalden-Rohrbronn: Ergebnisse aus der Bodenuntersuchung auf Grundnährstoffe, Bodenart und Humusanteil vor der Versuchsanlage im Frühjahr 2009.

| Untersuchungsparameter | Analysewerte | Versorgungsklasse ¹⁰ |
|---|--------------------------------------|---------------------------------|
| Bodenart/ Fingerprobe | IS → stark lehmiger Sand | ----- |
| Humus / Fingerprobe | h → stark humos (4-8% org. Substanz) | ----- |
| Humus, Elementaranalyse | 1,62% | |
| pH-Wert, CaCl ₂ Suspension | 6,5 | D |
| Phosphor (P ₂ O ₅) | 20mg/100g | C |
| Kalium (K ₂ O) | 13mg/100g | B |
| Magnesium (Mg) | 6,7mg/100g | B |
| Ammonium Stickstoff | 8,0kg/ha | ----- |
| Ammonium Stickstoff | 1,6mg/kg Frischmasse | ----- |
| Nitrat-Stickstoff | 24kg/ha | ----- |
| Nitrat-Stickstoff | 4,9mg/kg FM | ----- |

Tabelle 74: Beikrautregulierung: Standort Remshalden-Rohrbronn: Vorrüchte von 2004- 2008.

| Jahr | Kultur | Jahr | Kultur | Jahr | Kultur |
|------|----------|------|-----------|------|------------------------------|
| 2004 | Kleegras | 2006 | Erdbeeren | 2008 | Erdbeeren, Flächenumbruch |
| 2005 | Kleegras | 2007 | Erdbeeren | | |

4.5.2 Sortenwahl und Frigo-Jungpflanzenqualität

Für den Standort Eberdingen wurde die frühe Sorte Clery gewählt und zu dem Frigo-Versuch in der Qualität A+ geliefert. Für den Standort Remshalden wurde die frühe-mittelfrühe Sorte Darselect gewählt und zu dem Frigo-Versuch in der Qualität A geliefert.

4.5.3 Variantendarstellung

Standort Eberdingen: Untersucht wurden in Dammkultur zwei Mulchfolienvarianten (PE-Folie & eine biologisch abbaubare Folie (MaterBi®)) und der offene Anbau ohne Damm und ohne Folie als Kontrolle

Standort Remshalden: Untersucht wurden in Flachdammkultur zwei Mulchfolienvarianten (PE-Folie & biologisch abbaubare Folie (MaterBi®)) und der offene Anbau ohne Damm und Folie als Kontrollvariante.

a) Exkurs: Der Einsatz von Mulchfolien im ökologischen Anbau

Der Einsatz der zwei Mulchfolienarten „PE-Folie“ und „biologisch abbaubare Folie“ sollten in diesem Teilprojekt untersucht werden, da die in der Literatur angesprochenen positiven Eigenschaften der Mulchfolien, wie die erfolgreiche Unkrautunterdrückung, der Verfrühungseffekte, die verminderte Verdunstungsmenge, die schmutzfreien Erntefrüchte und die schnellere Bodenerwärmung im Frühjahr, für die Anbauer viele Vorteile mit sich bringen würden. Hierbei sollte

insbesondere der Faktor der Einsparungen der Handarbeit durch den Einsatz der Folienarten Polyethylen (PE: €0,11/lfm) und biologisch abbaubar (MaterBi®: €0,32/lfm) untersucht werden. Während die PE-Folie in der Anschaffung günstiger ist als die biologisch abbaubare, treten bei der biologisch abbaubaren Folie die Abräum- und Entsorgungskosten nicht auf, da die Folie nach Auskunft des Herstellers mit den bestehenden Pflanzenresten in den Boden eingearbeitet werden kann. Nach der Forschungsgemeinschaft Biologisch abbaubare Werkstoffe (FBAW) e.V. (2009) und der Staatlichen Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan (2009) gibt es zahlreiche Stoffe, die als abbaubar bezeichnet werden. Der Begriff des biologischen Abbaus darf ausschließlich dann verwendet werden, wenn das Ausgangsprodukt durch Mikroorganismen in seiner chemischen Struktur verändert und zerlegt wird, nachdem es durch Sonneneinstrahlung brüchig geworden ist. Nach Heller et al. (2009) bestehen diese biologisch abbaubaren Werkstoffe in der Regel aus polymer aufgebauten Materialien. Als Rohstoffbasis dienen nachwachsende Rohstoffe pflanzlichen oder tierischen Ursprungs, aber auch fossile Rohstoffe werden nach Groot et al. (2000) eingesetzt. Nach Heller et al. (2009) werden die biologischen Werkstoffe aus natürlichen Polymeren (Stärke, Cellulose, Gelatine, Lignin), natürlichen Monomeren, die biochemisch z.B. zu Polylactid (PLA) oder Polyhydroxybuttersäure (PHB) polymerisiert werden, aber auch aus Erdöl, welches chemisch polymerisiert wird, hergestellt. Nach Heller et al. (2009) kommen biologisch abbaubare Folien auch aus Mischungen aus nachwachsenden Rohstoffen und Erdöl vor, die als Blend bezeichnet werden. MaterBi®, die in diesem Versuch untersuchte biologisch abbaubare Folie, wird laut des italienischen Herstellers Novamont (2010) aus Stärke von nicht gentechnisch hergestellten Pflanzen hergestellt. Nach Wilken (2008) besteht MaterBi® bis zu 70 % aus gewonnener Stärke von Mais oder Kartoffeln und wird durch biologisch abbaubare Polyester natürlichen, synthetischen und fossilen Ursprungs ergänzt.

4.5.4 Pflanzung der Frigo-Pflanzen & Topf-Grünpflanzen in Damm- und Flachbeetkultur

a) Fläche Eberdingen

Auf dem Standort Eberdingen wurden am 15. April 2009 für den Versuch zu den Frigo-Pflanzen, je Mulchfolienvariante, vier Dämme (Dammabstand: 165cm), jeweils mit einer Doppelreihe (Reihenabstand auf dem Damm: 50cm) gezogen. Zeitgleich mit der Mulchfolienverlegung wurden im gleichen Arbeitsgang die Pflanzlöcher in die Mulchfolie gestanzt und der Bewässerungsschlauch verlegt, der in der Mitte des Dammes verlief. Für die Handpflanzung (Pflanzabstand: 35cm), die am 21. April 09 durchgeführt wurde, waren die vorgestanzten Löcher jedoch zu klein, weshalb jedes vorgestanzte Pflanzloch per Hand mit einem Messer vergrößert wurde. Die Pflanzung in das Flachbeet (offener Anbau), der Kontrollvariante ohne Folie, wurde am 23. April mit einem 4-Reihen-Pflanzgerät durchgeführt. Es wurden 4 Doppelreihen mit einem Reihenabstand von 75cm - 92cm - 72cm und einem Pflanzabstand von 30cm gezogen. Die Topfgrünpflanzen wurden am 21. August mit den gleichen Abständen und in der gleichen Weise gepflanzt wie die Frigo-Pflanzen. Nur reduzierte sich aufgrund der zur Verfügung stehenden Fläche die Anzahl der Dämme für beide Mulchfolienvarianten auf zwei und im offenen Anbau ebenfalls auf zwei Doppelreihen.

b) Fläche Remshalden-Rohrbronn

Auf dem Standort Remshalden-Rohrbronn wurde am 28. Mai die Mulchfolie in Flachdammkultur gezogen. Je Variante wurden drei „Flachdämme“ (Folienbahnenabstand: 60cm) über die bereits verlegten Tropfschläuche gezogen, wodurch sich ein Reihenabstand von 60cm ergab. Zur Pflanzung am 3. Juni wurden zum einen die Pflanzlöcher mit einem Pflanzstab vorgestanzt, die

Löcher in die Mulchfolie per Hand geschnitten und die Frigo-Pflanzen mit der Hand gepflanzt (Pflanzenabstand in der Reihe: 33cm). Im offenen Anbau wurden die Frigo-Pflanzen am 4. Juni mit dem Reihen-Pflanzgerät in Doppelreihen mit einem Reihenabstand von 75cm - 90cm - 75cm und einem Pflanzenabstand von ca. 40cm gepflanzt.

4.5.5 Versuchsplan

- Standort Eberdingen: Da es aus arbeitstechnischen Gründen nicht anders möglich war, wurden die Versuche mit nur mit einer Wiederholung angelegt (Abbildung 52, links).
- Standort Remshalden-Rohrbronn: Aus den gleichen Gründen wie auf dem Standort Eberdingen konnte auch dieser Versuch mit nur einer Wiederholung angelegt werden (Abbildung 52, rechts).

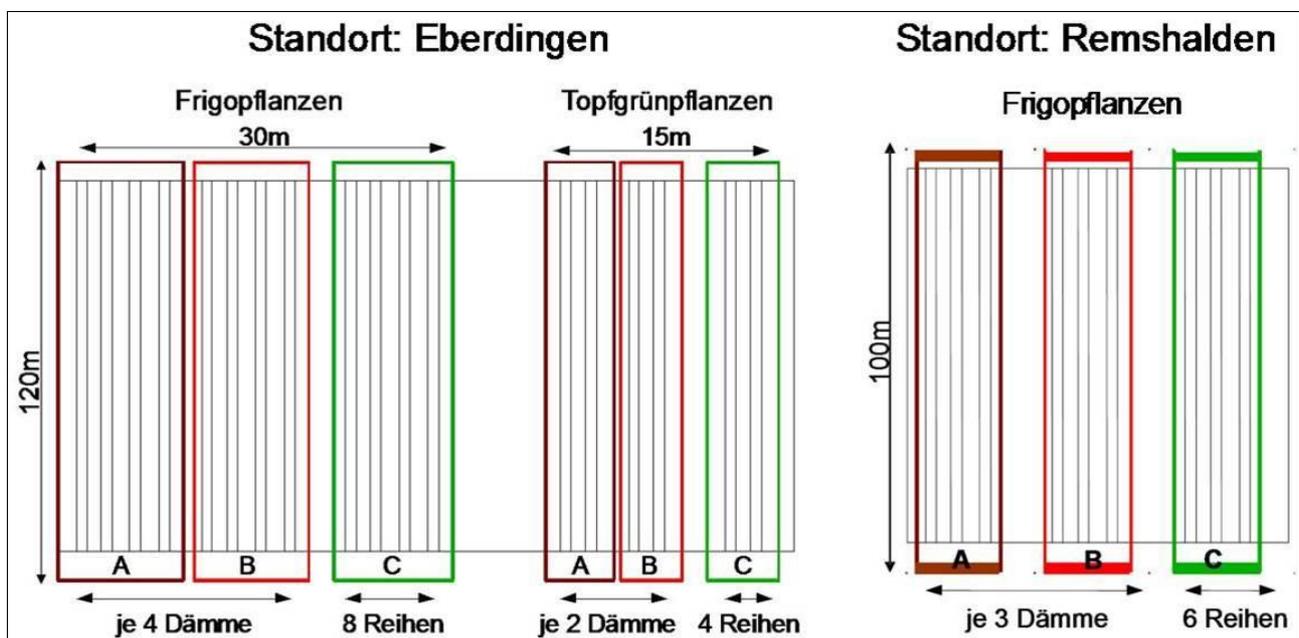


Abbildung 52: Beikrautregulierung: links: Standort Eberdingen: Versuchsplan von Frigo- und Topf-Grünpflanzen in Dammkultur und im offenen Anbau mit zwei verschiedenen Mulchfolienvarianten (A: Damm & PE-Folie, B: Damm & biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), C: offener Anbau); rechts: Standort Remshalden-Rohrbronn: Versuchsplan von Frigo-Pflanzen in Flachdammkultur und im offenen Anbau mit zwei verschiedenen Mulchfolienvarianten (A: PE-Folie, B: biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), C: offener Anbau).

4.5.6 Dokumentation der betriebswirtschaftlichen Daten

Über den Versuchszeitraum von 2009-2011 sind im Zeitraum von Versuchsaufbau bis zum Versuchsabbau, von den Betriebsleitern und Versuchsbetreuern alle kosten- und erlösrelevanten Daten dokumentiert worden. Die geplante einmalige visuelle Bonitur der Flächen wurde auf mehrere Termine für beide Betriebe erweitert, um zum einen die Pflanzenentwicklung und zum anderen die Folienentwicklung über den Versuchsverlauf zu beobachten und zu dokumentieren, da besonders diese Informationen für die Praxis von hohem Interesse sind.

4.5.7 Bonitur der Erntemengen

Zu den Standorten Eberdingen und Remshalden-Rohrbronn wurden die Erntemengen [kg/ha] in die Kategorien Klasse 1, bzw. Handelsklasse (HK) und Klasse 2, bzw. Marmeladenware (Ma) und unverkäufliche Ware, bzw. Ausschuss unterteilt.

a) Fläche Eberdingen

Pro Bereich (Frigo-Pflanzen & Topf-Grünpflanzen) und Variante (PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), offener Anbau) wurden jeweils 100 Versuchspflanzen beerntet. Aus betrieblichen Gründen wurden 4*25 Pflanzen, die blockweise markiert wurden, beerntet, um Verluste aus den Boniturparzellen durch Saisonpflücker zu vermeiden, die bei Einzelpflanzenmarkierung hätten eintreten können.

2010: Dokumentiert wurde die Gesamterntemenge pro Erntetermin in g/100 Versuchspflanzen zu den in Tabelle 75 dargestellten Terminen.

Tabelle 75: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen: Erntetermine in Clery, 2010.

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
|------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Juni | 1. | 4. | 7. | 9. | 11. | 14. | 16. | 18. | 21. | 24. |

2011: Dokumentiert wurde die Gesamterntemenge pro Erntetermin in g/100 Versuchspflanzen zu den in Tabelle 76 dargestellten Terminen.

Tabelle 76: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen: Erntetermine in Clery, 2011.

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| Mai | 13. | 16. | 18. | 20. | 23. | 25. | 27. | 30. | ---- |
| Juni | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- | --- | ---- | ---- | 1. |

b) Fläche Remshalden-Rohrbronn

Pro Variante (PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), offener Anbau) wurden je 75 Versuchspflanzen beerntet (3*25), die blockweise im Feld markiert waren.

2010: Dokumentiert wurde die Gesamterntemenge pro Erntetermin in g/75 Versuchspflanzen zu der Haupterntezeit zu den in Tabelle 77 dargestellten Terminen.

Tabelle 77: Beikrautregulierung: Standort Remshalden: Erntetermine in Darselect, 2010.

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Juni | 9. | 11. | 14. | 16. | 23. | 25. |

4.6 Ergebnisse

4.6.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

a) Beobachtungen zu den Varianten zu der Pflanzenentwicklung und dem Folienzustand

Fläche Eberdingen

2009: Die Beobachtungen zu den Frigo-Pflanzen wurden zu vier Terminen von Juni bis September 2009 durchgeführt (Tabelle 78).

Tabelle 78: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, 2009: Frigo-Pflanzen, visueller Vergleich der drei Varianten (PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), offener Anbau) zu vier Terminen (Juni - Sept. 2009) zur Pflanzenentwicklung und den Folienzuständen.

| Datum | Beobachtungen in den Varianten der Frigo-Pflanzen in Dammanbau & offenem Anbau (Kontrolle) | | |
|-------|---|---|--|
| | PE-Folie | biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) | offener Anbau (Kontrolle) |
| 9.6. | ■ schnellere Pflanzenentwicklung als in der Kontrolle | | |
| 8.7. | ■ schnellere Pflanzenentwicklung als in der Kontrolle | | |
| 24.8. | <ul style="list-style-type: none"> ■ kräftige Pflanzen mit >15 Blättern ■ einige auffällig kleine Pflanzen ■ Folie ohne Schäden | <ul style="list-style-type: none"> ■ einige auffällig kleine Pflanzen ■ poröser als PE-Folie | <ul style="list-style-type: none"> ■ mehrere auffällig kleine Pflanzen als auf Dämmen |
| 26.9. | <ul style="list-style-type: none"> ■ vermehrte Pflanzenausfälle, <i>Verticillium</i> - Verdacht | <ul style="list-style-type: none"> ■ vermehrte Pflanzenausfälle, <i>Verticillium</i> - Verdacht ■ Folie stärker porös | <ul style="list-style-type: none"> ■ vermehrte Pflanzenausfälle, <i>Verticillium</i> - Verdacht |

2010: Die Flächen wurden zu sieben Terminen von März bis September 2010 zu den Kriterien Pflanzenentwicklung und -gesundheit und der Folienzustände hin visuell verglichen. Wobei die Frigo-Pflanzen (Tabelle 79) auf Grund des erheblichen Wachstumsvorsprungs und der auffälligeren Unterschiede intensiver dokumentiert wurden als die Grünpflanzen (Tabelle 80), die über das Versuchsjahr nur geringe Auffälligkeiten, bzw. Unterschiede zeigten. Die Abbildungen 53-55 zeigen dazu die wichtigsten Beobachtungen.

2011: Die Pflanzenentwicklung in den Frigos war, wie bereits in 2010 beobachtet, im Vergleich zu den Topfgrün-Pflanzen weiter vorangeschritten. Die biologisch abbaubare Folie zeigte sehr starke Abbauprozesse und die PE-Folie nur sehr geringe Schäden, die im Wesentlichen durch die mechanische Unkrautregulierungsmaßnahmen übers Jahr verursacht wurden (Tabelle 81).



Abbildung 53: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen: Frigo-Pflanzen, 22. März 2010: Vergleich von a) PE-Folie → nahezu unbeschädigt, b) biologisch abbaubarer Folie (MaterBi®) → wenig bis stark beschädigt (Sorte: Clery).



Abbildung 54: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen: Frigo-Pflanzen, 9. April 2010, Vergleich von a) offener Anbau und b) biologisch abbaubarer Folie mit erheblichen Schäden (Sorte: Clery).

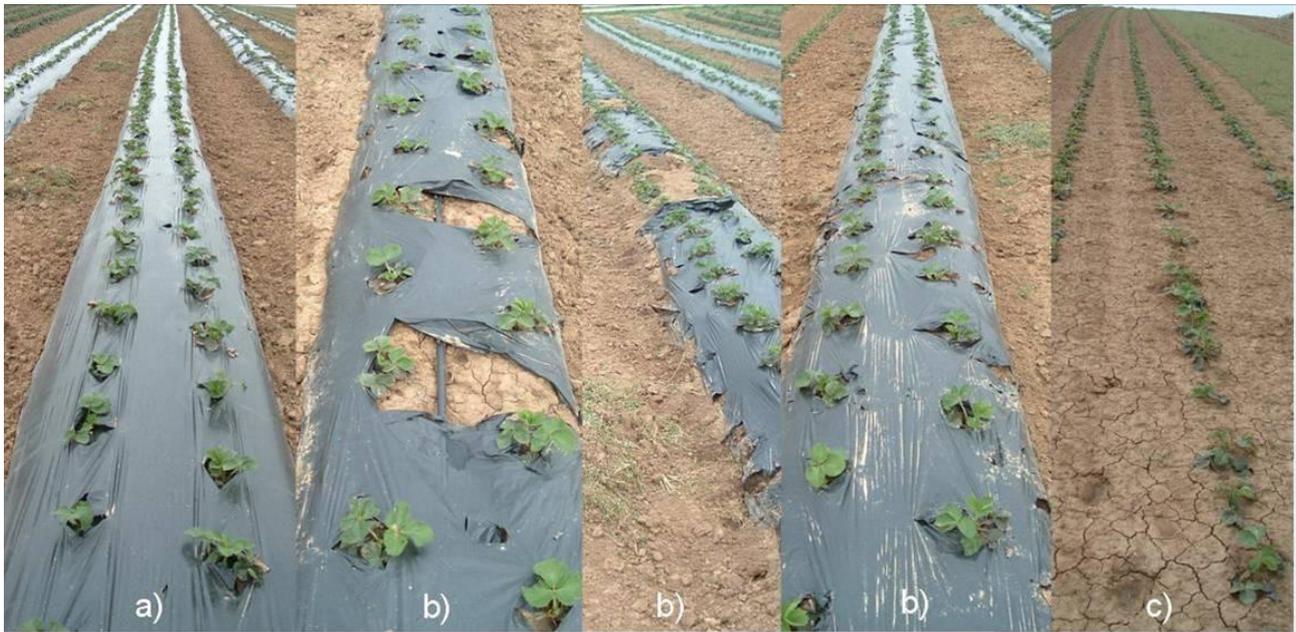


Abbildung 55: Beikrautregulierung, Standort Eberdingen, 2010: Topfgrün-Pflanzen, Vergleich von a) PE-Folie b) biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), c) offener Anbau zum 9. April 2010.

Tabelle 79: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, 2010: Frigo-Pflanzen, visueller Vergleich der drei Varianten (PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), offener Anbau) zu sechs Terminen (März - Sept. 2010) zu den Kriterien der Pflanzenentwicklung und -gesundheit und den Folienzuständen.

| Datum | Beobachtungen der Varianten der Frigo-Pflanzen, Dammanbau & offenem Anbau (Kontrolle) | | |
|-------------------|--|--|---------------------------|
| | PE-Folie | biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) | Offener Anbau (Kontrolle) |
| 22.3 (Abb. 53) | ■ nahezu unbeschädigt | ■ unterschiedlich starke Beschädigungen der Folie ■ vermehrter Abbau, besonders im Seitenbereich ■ das Mulchen des Bestandes als phytosanitäre Maßnahme hat die Folie stark beschädigt | ■ keine Auffälligkeiten |
| 9.4 (Abb. 54) | ■ nahezu unbeschädigt | ■ weiter zunehmende Beschädigungen | ■ keine Auffälligkeiten |
| 18.5 | ■ kleinere Schäden an den Seitenbereichen | | ■ keine Auffälligkeiten |
| 21.6 | ■ Nacktschnecken, Erdbeerblütenstecher, Schleimzikaden, ■ Blattflecken, <i>Verticillium</i> , <i>Botrytis</i> | | ■ keine Auffälligkeiten |
| 29.9 | ■ erste größere Schäden an den Seitenbereichen der Folie | ■ Folie stärker porös | ■ keine Auffälligkeiten |

Tabelle 80: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, 2010: Topfgrün-Pflanzen, visueller Vergleich der drei Varianten (PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), offener Anbau) zu drei Terminen (März-Juli 2010) zur Pflanzenentwicklung und den Folienzuständen.

| Datum | Beobachtungen der Varianten der Topgrün-Pflanzen, Dammanbau & offenem Anbau (Kontrolle) | | |
|---------------|---|--|---------------------------|
| | PE-Folie | biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) | Offener Anbau (Kontrolle) |
| 22.03.12 | ■ sehr guter Folienzustand | ■ vermehrter Abbau, besonders im Seitenbereich | ■ keine Auffälligkeiten |
| 9.4 (Abb. 55) | ■ sehr guter Folienzustand | ■ sehr große Unterschiede in dem Folienzustand | ■ keine Auffälligkeiten |
| 21.6 | ■ gute Pflanzenentwicklung und Pflanzengesundheit, aber weit hinter den Frigos zurück | | |

Tabelle 81: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, 2011: Frigo-Pflanzen, visueller Vergleich der drei Varianten (PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), offener Anbau) zu den Kriterien der Pflanzenentwicklung und -gesundheit und den Folienzuständen.

| Datum | Beobachtungen der Varianten der Frigo-Pflanzen, Dammanbau & offener Anbau (Kontrolle) | | |
|---------------------------------|---|---|---------------------------|
| | PE-Folie | biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) | Offener Anbau (Kontrolle) |
| 2011 | | | |
| bis Vesuchsabbau nach der Ernte | <ul style="list-style-type: none"> ■ gering - mittel beschädigt ■ Beschädigungen durch die Technik der mechanischen Beikrautregulierung | <ul style="list-style-type: none"> ■ durch die starke Pflanzenentwicklung sind die Folienschäden abgedeckt ■ starker Abbau ■ stark porös | ■ Keine Auffälligkeiten |

Standort Remshalden-Rohrbronn

2009: Auf dieser Fläche, mit Südhanglage, wurden zu vier Terminen (Tabelle 82) Beobachtungen durchgeführt, um die unterschiedlichen Entwicklungen und Einflüsse, wie z.B. die Bodenerosion am 15.Juli, die durch starke Regengüsse hervorgerufen wurden, darzustellen, da sich aus diesen Beobachtung wichtige Anbaurichtlinien für den Mulchfolienanbau entwickeln lassen.

2010: Zu der Fläche wurden 4 visuelle Beobachtungen durchgeführt (Tabelle 83, Abbildung 56). Aufgrund der starken Pflanzenausfälle, die durch *Verticillium dahliae* im Sommer 2010 hervorgerufen wurden (Nachweis durch mykologischen Untersuchung LTZ-Augustenberg, Außenstelle Stuttgart) wurde entschieden, den Versuch nach der Ernte 2010 abzubrechen.

Tabelle 82: Beikrautregulierung: Standort Remshalden-Rohrbronn, 2009: Visueller Vergleich der drei Varianten (PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), offener Anbau) zu vier Terminen (Juni - Ende August 2009).

| Datum | Beobachtungen zu den Varianten der Frigo-Pflanzen im Flachdamm & offener Anbau (Kontrolle) | | |
|---------|---|---|--|
| 2009 | PE-Folie | biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) | Offener Anbau (Kontrolle) |
| 10.Juni | <ul style="list-style-type: none"> ■ Unkraut stößt an Folie & hebt sie an | <ul style="list-style-type: none"> ■ 20m lange Einrisse ■ Folie liegt neben dem Beet, das Unkraut wächst hoch | <ul style="list-style-type: none"> ■ keine Auffälligkeiten |
| 15.Juli | <ul style="list-style-type: none"> ■ starke Verunkrautung der Pflanzlöcher ■ heftige Erdrutsche am Hangfuß ■ Folienränder lösen sich teilweise | | <ul style="list-style-type: none"> ■ heftige Erdrutsche am Hangfuß |
| 7. Aug. | <ul style="list-style-type: none"> ■ intensivere Grünfärbung, durch stärkere Mineralisierung unter der Folie ■ Nacktschnecken Spuren ■ Folie ohne Schäden ■ unregelmäßige Pflanzenentwicklung | <ul style="list-style-type: none"> ■ intensivere Grünfärbung, durch stärkere Mineralisierung unter der Folie ■ Disteldurchwuchs ■ Folie wird stark angehoben ■ viele Nacktschnecken-spuren ■ erste größere Risse in der Folie ■ unregelmäßige Pflanzenentwicklung | <ul style="list-style-type: none"> ■ weniger intensive Grünfärbung der Blätter als in den Folienvarianten ■ gleichmäßigere Pflanzenentwicklung als in den Folien-varianten |
| 31.Aug. | <ul style="list-style-type: none"> ■ Folie ohne Schäden ■ Fe-Mangelsymptome ■ erste <i>Verticillium</i> - Symptome ■ unregelmäßige Pflanzenentwicklung | <ul style="list-style-type: none"> ■ Folie ist stark porös und an sehr vielen Stellen auseinander gerissen bzw. kaum noch vorhanden. ■ Fe-Mangelsymptome ■ <i>Verticillium</i> - Symptome ■ unregelmäßige Pflanzenentwicklung | <ul style="list-style-type: none"> ■ gleichmäßigere Pflanzenentwicklung als in den Folien-varianten |

Tabelle 83: Beikrautregulierung: Standort Remshalden, 2010: Visueller Vergleich der drei Varianten (PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), offener Anbau) zu drei Terminen (März - Sept. 2010) zur Pflanzenentwicklung und den Folienzuständen in den Frigo-Pflanzen.

| Datum | Beobachtungen der Varianten der Topfgrün-Pflanzen, Flachdamm & offener Anbau (Kontrolle) | | |
|-------------------|--|---|---|
| | PE-Folie | biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) | Offener Anbau (Kontrolle) |
| 22.3 (Abb. 56) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Ränder teilweise nicht mehr im Erdboden ■ guter Folienzustand | <ul style="list-style-type: none"> ■ sehr starker Foliensabbau | <ul style="list-style-type: none"> ■ keine Auffälligkeiten |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ unauffällige Pflanzenentwicklung | | |
| 12. Mai | <ul style="list-style-type: none"> ■ normale Pflanzenentwicklung (Blüte) | | |
| 16.6 | <ul style="list-style-type: none"> ■ mittlere Pflanzengesundheit ■ in der Mitte der Fläche zeigen sich über alle drei Varianten Wachstumsdepressionen, die auf das Bodenpathogen <i>Verticillium</i> zurückzuführen sind | | |
| 15.9 | <ul style="list-style-type: none"> ■ sehr starke Pflanzenschäden und -ausfälle | | |



Abbildung 56: Beikrautregulierung: Standort Remshalden, 2010: 22. März 2010, Frigos: Vergleich von a) PE-Folie, b) biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), c) offener Anbau ohne Folie (Sorte: Darselect).

*b) Der betriebswirtschaftliche Vergleich der untersuchten Anbauverfahren 2009-2011*Standort Eberdingen: Vergleich der Varianten zu den Frigo-Pflanzen, 2-jähriger Anbau*Ertragsunabhängige Direkt- und Intensivierungskosten*

Wie in Tabelle 84 dargestellt, zeigt das Anbauverfahren im offenen Anbau mit 27.068 €/ha die niedrigsten ertragsunabhängigen Gesamtkosten. Weiterhin zeigt die Tabelle 84, dass der Anbau mit der biologisch abbaubaren Folie (MaterBi®) mit 39.204€/ha um 12.136€/ha teuer ist als der offene Anbau und um 1.210€/ha teurer ist als der Anbau mit PE-Folie, was allein auf die höheren Folienkosten der zurückzuführen ist (Anlagen 12-14).

Tabelle 84: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen: Vergleich der ertragsunabhängigen Kosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einer 2-jährigen Kultur über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | Ertragsunabhängige Kosten [€/ha] 2009-2011 | | |
|---------------|--|-----------------------|--------------|
| | Direktkosten | Intensivierungskosten | Gesamtkosten |
| PE-Folie | 14.334 | 23.660 | 37.994 |
| MaterBi® | 14.334 | 24.870 | 39.204 |
| Offener Anbau | ----- | ----- | 27.068 |

Tabelle 85: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen: Vergleich einzelner Kostenfaktoren der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| Kostenfaktoren [€/ha] | PE-Folie (€0,11/m) | MaterBi® (€0,32/m) | Offener Anbau |
|---|--------------------|--------------------|---------------|
| ■ Mulchfolie | 634 | 1.843 | ----- |
| ■ Tropfschlauch | 1.382 | 1.382 | ----- |
| ■ Dammbau | 982 | 982 | ----- |
| ■ Handpflanzung | 2.190 | 2.190 | ----- |
| ■ Einsatz Pflanzmaschine | ----- | ----- | 1.667 |
| ■ Pflanzkosten | 6.120 | 6.120 | 6.840 |
| Ertragsunabhängige Intensivierungskosten | 11.308 | 12.517 | 8.507 |

Die Kostenpunkte der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten sind dazu in Tabelle 85 dargestellt. Im Mulchfolienanbau entstanden neben den Kosten für die Folien außerdem Kosten für die Bewässerungstechnik, die Tropfschläuche, für den Dammbau und durch die arbeitsintensive Handpflanzung (210h/ha) (Tabelle 85). Als kostengünstigste Variante im Vergleich der Varianten zeigte sich der offene Anbau mit €8.507/ha, während sich die Anbaumethode mit der biologisch abbaubaren Folie (MaterBi®), mit €12.517/ha, als die kostenintensivste Variante darstellte. Die PE-Folien-Variante war, mit €11.308/ha, im Vergleich zur biologisch abbaubaren Folie lediglich aufgrund der niedrigeren Folienanschaffungskosten um 1.209€/ha günstiger.

Weiterhin zählen zu den ertragsunabhängigen Intensivierungskosten die Beikrautregulierungsmaßnahmen, die für den Versuchszeitraum 2009-2011 in der Tabelle 86

dargestellt sind. In den Folienvarianten wurde neben der Handhacke außerdem die Reihenfräse angewendet. Im offenen Anbau setzen sich die Kosten der Beikrautregulierung, neben der Handhacke, aus den Maßnahmen Reihenfräse, Hackstriegel, Fingerhacke und Fronthacke zusammen. Die Tabelle 86 zeigt, dass der offene Anbau in den Jahren 2009-2011, mit 2.010,75€/ha, 377,25€/ha weniger Kosten zu der mechanischen Beikrautregulierung verursachte als die zwei untersuchten Mulchfolienvarianten und mit 25Akh für den Betriebsleiter, außerdem 3,6Akh/ha weniger Arbeitszeit benötigte als die Folienvarianten.

Tabelle 86: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen: Vergleich der mechanischen Beikrautregulierungsmaßnahmen der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | PE-Folie / MaterBi® | | Offener Anbau | |
|----------------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|
| | €/ha | Akh Betriebsleiter (€30/h) | €/ha | Akh Betriebsleiter (€30/h) |
| Schlepper | | | | |
| 2009 | 408 | 13,6 | 330 | 11 |
| 2010 | 330 | 11 | 300 | 10 |
| 2011 | 120 | 4 | 120 | 4 |
| v.Mk. Schlepper ¹¹ | | | | |
| 2009 | 367 | 13,6 | 297 | 11 |
| 2010 | 297 | 11 | 270 | 10 |
| 2011 | 108 | 4 | 108 | 4 |
| v.Mk. Reihenfräse ¹¹ | | | | |
| 2009 | 360 | 13,6 | 291,5 | 11 |
| 2010 | 292 | 11 | 172,5 | 6,5 |
| 2011 | 106 | 4 | 55,65 | 2,1 |
| v.Mk. Hackstriegel ¹¹ | | | | |
| 2010 | ---- | ---- | 4,81 | 0,63 |
| 2011 | ---- | ---- | 4,85 | 0,63 |
| v.Mk. Fingerhacke ¹¹ | | | | |
| 2010 | ---- | ---- | 28,35 | 2,10 |
| 2011 | ---- | ---- | 16,88 | 1,25 |
| v.Mk. Fronthacke ¹¹ | | | | |
| 2010 | ---- | ---- | 11,21 | 0,83 |
| Gesamtkosten | 2.388 | 28,6 | 2.010,75 | 25 |

Im Rahmen dieses Projektes sollte insbesondere durch den Einsatz der Mulchfolien die Potenziale zur Arbeitszeiterparnis zur Beikrautregulierungsmaßnahme „Handhacke“ untersucht werden. Wie in Tabelle 87 dargestellt, haben sich im Rahmen des Versuches am Standort Eberdingen diese Potenziale nicht gezeigt.

Beide Folien-Varianten verursachten zur Handhacke jeweils Kosten in Höhe von 4.350€/ha und benötigten insgesamt 435Akh/ha, weshalb sich diese Varianten als sehr arbeits- und zeitintensiv erwiesen. Hierdurch zeigten sich für die Handhacke über die Versuchsjahre 2009-2011 prozentuale Kostenanteile zwischen 56%-68% der gesamten Beikrautregulierungskosten. Im Vergleich zu den Folienvarianten verursachte der offene Anbau von 2009-2011 Kosten in Höhe von 3.374€/ha und somit 976€/ha geringere Kosten zur Beikrautregulierung, wobei die prozentualen

¹¹ v.Mk.: variable Maschinenkosten (Maschinenring Rems-Murr, 2009-2010)

Anteile der Beikrautregulierungskosten ebenfalls zwischen 30% - 69% lagen und mit insgesamt 337Akh/ha sich zwar weniger arbeitsintensiv als die Folienvarianten zeigte aber weiterhin als zeitintensiv eingestuft werden muss (Tabelle 87).

Wie Tabelle 88 zeigt, waren zu den Mulchfolienvarianten, im Vergleich zum offenen Anbau, zusätzliche Kulturmaßnahmen notwendig, die zum einen Kosten in Höhe von 5.599€/ha verursachten und zum anderen zusätzliche Arbeitszeit von 536,5h/ha benötigten.

Tabelle 87: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen: Vergleich des Kostenfaktors "Handhacke" des Gesamtkostenblockes Beikrautregulierung der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einer 2-jährigen Kultur über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | PE-Folie / MaterBi® | | | Offener Anbau | | |
|---------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------|----------------------|--------------------|
| | €/ha | %-ualer Kostenanteil | Akh Saison (€10/h) | €/ha | %-ualer Kostenanteil | Akh Saison (€10/h) |
| Handhacke | | | | | | |
| 2009 | 2.490 | 68% | 249 | 2.000 | 69% | 200 |
| 2010 | 1.440 | 61% | 144 | 1.187 | 60% | 118 |
| 2011 | 420 | 56% | 42 | 187 | 30% | 18,75 |
| Gesamt | 4.350 | | 435 | 3.374 | | 337 |

Tabelle 88: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen: Darstellung der Kostenfaktoren aus dem Kostenblock Kulturmaßnahmen der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie und biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) im 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | PE-Folie (€0,11/m) / MaterBi® (€0,32/m) | |
|--|---|--------------------|
| | €/ha | Akh Saison (€10/h) |
| Ausläufer schneiden | | |
| 2009 | 1.680 | 168 |
| 2010 | 900 | 90 |
| Blätter entfernen | | |
| 2011 | 2.160 | 216 |
| Folien entfernen 2011 Entsorgungskosten | 966 | 62,5 |
| Gesamt | 5.599 | 536,5 |

Ertragsmengen und ertragsabhängige Kosten

Aus den Erntemengen [kg/ha] wurden in 2010 und 2011 auf Basis der Groß- und Einzelhandelspreise die Ernteerlöse [€/ha] für den Standort Eberdingen berechnet. Die Tabelle 89 zeigt dazu, dass die Variante der biologisch abbaubaren Folie, MaterBi®, sowohl zu der Fraktion der Handelsklasse (HK), mit 14.142kg/ha, als auch zu der Fraktion der Marmeladenware (Ma), mit 7.813kg/ha, die höchsten Ertragsmengen zeigte. Hierzu ergaben somit zu der biologisch abbaubaren Folie, MaterBi®, zur Handelsklasse (HK) auch die höchsten Ernteerlöse, mit 51.266€/ha, zu Großhandelspreisen, bzw. 81.126€/ha im Einzelhandelspreis zu Einzelhandelspreisen. Dies zeigte sich ebenso zur Marmeladenware mit 17.813€/ha im Großhandel, bzw. 22.566€/ha im Einzelhandelspreis (Preisübersichten zu den Großhandelspreisen und den Einzelhandelspreisen in Anlage 18).

Tabelle 89: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen: Vergleich der Erntemengen [kg/ha] und der Ernteerlöse zu den Fraktionen Verkaufsware/Handelsklasse (HK) und Marmelade [€/ha] zu Preisen zum Großhandelspreis und zum Einzelhandelspreis zu Einzelhandelspreisen zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und im offenen Anbau in einer 2-jährigen Kultur über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | Erntemengen [kg/ha] | | Ernteerlöse Großhandel [€/ha] | | Ernteerlöse Einzelhandel [€/ha] | |
|---------------|---------------------|--------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|
| | HK | Marmelade | HK | Marmelade | HK | Marmelade |
| PE-Folie | | | | | | |
| 2010 | 7.755 | 3.240 | 24.817 | 5.184 | 40.767 | 8.286 |
| 2011 | 5.157 | 3.785 | 22.920 | 10.996 | 37.761 | 12.162 |
| Gesamt | 12.912 | 7.025 | 47.737 | 16.180 | 78.528 | 20.448 |
| MaterBi® | | | | | | |
| 2010 | 8.931 | 3.311 | 28.581 | 5.298 | 46.336 | 8.342 |
| 2011 | 5.211 | 4.502 | 22.685 | 12.515 | 34.790 | 14.224 |
| Gesamt | 14.142 | 7.813 | 51.266 | 17.813 | 81.126 | 22.566 |
| Offener Anbau | | | | | | |
| 2010 | 7.182 | 2.762 | 22.982 | 4.420 | 36.235,28 | 6.937 |
| 2011 | 6.298 | 4.485 | 27.021 | 12.133 | 41.655,60 | 13.924 |
| Gesamt | 13.480 | 7.247 | 50.003 | 16.553 | 77.890 | 20.861 |

Betriebswirtschaftliche Betrachtung der Erntekosten zu Großhandelspreisen

Tabelle 90 zeigt, dass die Variante der biologisch abbaubaren Folie, mit MaterBi®, mit 37.357€/ha, die höchsten Erntekosten verursachte, von denen €27.440 (73%) die Pflückkosten ausmachten. Die niedrigsten Erntekosten zeigte die PE-Folie, mit €34.026kg/ha, von denen €24.924 (73%) die Pflückkosten ausmachten. Die höchsten ertragsunabhängigen Gesamtkosten entstanden in der Variante der biologisch abbaubaren Folie, MaterBi®, mit 39.204€/ha und ebenso die höchsten variablen Gesamtkosten mit 76.562€/ha, die sich aus den Erntekosten (2010 & 2011) und den ertragsunabhängigen Gesamtkosten zusammensetzen. Die niedrigsten ertragsunabhängigen Gesamtkosten entstanden in der Variante des offenen Anbaus mit 27.068€/ha und ebenso die niedrigsten Gesamtkosten mit 62.447€/ha (Tabelle 90).

Die einzelnen Positionen, aus denen sich die Kosten zusammensetzen, sind in den Anlagen 12-14 zu den Großhandelspreisen dargestellt.

Die Tabelle 91 zeigt, dass die Variante offener Anbau als einzige der drei Varianten einen positiven Deckungsbeitrag mit 4.109€/ha zu dem 2. jährigen Verfahren mit Großhandelspreisen erbrachte, obwohl sie mit 66.557€/ha nicht die höchsten Ernteerlöse zeigte, aber im Vergleich, mit 62.447€/ha, die niedrigsten variablen Gesamtkosten verursachte. Die Variante der PE-Folie zeigte nur mittlere variablen Gesamtkosten und sogar den geringsten Gesamterlös und muss jedoch bedingt durch den negativsten Deckungsbeitrag mit -8.093€/ha als die verlustreichste Variante eingestuft werden. Die biologisch abbaubare Folie, MaterBi®, konnte somit, obwohl sie mit 69.081€/ha den höchsten Gesamterlös erzielen konnte, aufgrund der höchsten variablen Gesamtkosten auch nur einen negativen Deckungsbeitrag in Höhe von -7.481€/ha erzeugen.

Tabelle 90: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen, Großhandelspreise: Vergleich der Pflückkosten [€/ha], der Erntekosten [€/ha], der ertragsunabhängigen Gesamtkosten [€/ha] und der variablen Gesamtkosten [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | Pflückkosten [€/ha] | Erntekosten [€/ha] | ertragsunabhängige Gesamtkosten [€/ha] | variable Gesamtkosten [€/ha] |
|---------------|------------------------|-----------------------|--|------------------------------------|
| PE-Folie | | | | |
| 2010 | 13.745 | 18.344 | | |
| 2011 | 11.179 | 15.681 | | |
| Gesamt | 24.924 | 34.026 | 37.994 | 72.010 |
| MaterBi® | | | | |
| 2010 | 15.300 | 20.459 | | |
| 2011 | 12.140 | 16.898 | | |
| Gesamt | 27.440 | 37.357 | 39.204 | 76.562 |
| Offener Anbau | | | | |
| 2010 | 12.430 | 16.611 | | |
| 2011 | 13.478 | 18.767 | | |
| Gesamt | 25.908 | 35.378 | 27.068 | 62.447 |

Tabelle 91: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen, Großhandelspreise: Vergleich der variablen Gesamtkosten [€/ha], der Gesamterlöse [€/ha] und der Deckungsbeiträge [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einer 2-jährigen Kultur über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | variable Gesamtkosten [€/ha] | Gesamterlös [€/ha] | Deckungsbeitrag [€/ha] |
|---------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| PE-Folie | 72.010 | 63.916 | -8.093 |
| MaterBi® | <u>76.562</u> | <u>69.081</u> | -7.481 |
| Offener Anbau | 62.447 | 66.557 | <u>4.109</u> |

Betriebswirtschaftliche Betrachtung der Erntekosten zu Einzelhandelspreisen

Tabelle 92 zeigt, dass der Anbau mit der biologisch abbaubaren Folie, MaterBi®, mit 40.125€/ha, die höchsten Erntekosten erzeugte, von denen die Pflückkosten €27.440 (68%) ausmachten. Die niedrigsten Erntekosten zeigte der Anbau mit PE-Folie mit €36.590€/ha, von denen die Pflückkosten €24.924 (68%) ausmachten. Die höchsten ertragsunabhängigen Gesamtkosten entstanden in der Variante der biologisch abbaubaren Folie, MaterBi®, mit 39.204€/ha und ebenso die höchsten variablen Gesamtkosten mit 79.331€/ha, die sich aus den Erntekosten (2010 & 2011) und den ertragsunabhängigen Gesamtkosten zusammensetzen. Die niedrigsten ertragsunabhängigen Gesamtkosten entstanden in der Variante des offenen Anbaus mit 27.068€/ha und ebenso die niedrigsten variablen Gesamtkosten mit 65.023€/ha (Tabelle 92).

Die einzelnen Positionen, aus denen sich die Kosten zusammensetzten, sind in den Anlagen 12-14 zu den Einzelhandelspreisen dargestellt.

Tabelle 92: Beikrautregulierung Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen, Einzelhandelspreise: Vergleich der Pflückkosten [€/ha], der Erntekosten [€/ha], der ertragsunabhängigen Gesamtkosten [€/ha] und der variablen Gesamtkosten [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einer 2-jährigen Kultur über einen Versuchszeitraum von 2009-2011.

| | Pflückkosten [€/ha] | Erntekosten [€/ha] | ertragsunabhängige Gesamtkosten [€/ha] | variable Gesamtkosten [€/ha] |
|---------------|------------------------|-----------------------|--|------------------------------------|
| PE-Folie | | | | |
| 2010 | 13.745 | 19.868 | | |
| 2011 | 11.179 | 16.722 | | |
| Gesamt | 24.924 | 36.590 | 37.994 | 74.585 |
| MaterBi® | | | | |
| 2010 | 15.300 | 22.122 | | |
| 2011 | 12.140 | 18.003 | | |
| Gesamt | <u>27.440</u> | <u>40.125</u> | <u>39.204</u> | <u>79.331</u> |
| Offener Anbau | | | | |
| 2010 | 12.430 | 17.872 | | |
| 2011 | 13.478 | 20.081 | | |
| Gesamt | 25.908 | 37.953 | 27.068 | 65.023 |

Wie in Tabelle 93 dargestellt, zeigt die Variante offener Anbau mit 33.729€/ha den höchsten Deckungsbeitrag [€/ha] im Vergleich zu den Mulchfolienvarianten in einem 2. jährigen Anbau zu Einzelhandelspreisen, wobei der offene Anbau mit 98.752€/ha den niedrigsten Gesamterlös zeigte, aber im Vergleich mit 65.023€/ha die niedrigsten variablen Gesamtkosten verursachte. Die biologisch abbaubare Folie, MaterBi®, zeigte, obwohl sie mit 103.693€/ha den höchsten Gesamterlös erzielte, aufgrund der höchsten variablen Gesamtkosten, mit 79.331€/ha, im Vergleich den niedrigsten Deckungsbeitrag von 24.362€/ha (Tabelle 93).

Tabelle 93: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Frigo-Pflanzen, Einzelhandelspreise: Vergleich der variablen Gesamtkosten [€/ha], der Gesamterlöse [€/ha] und der Deckungsbeiträge [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einer 2-jährigen Kultur über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| <u>Einzelhandelspreise</u> | variable Gesamtkosten [€/ha] | Gesamterlös [€/ha] | Deckungsbeitrag [€/ha] |
|----------------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| PE-Folie | 74.585 | 98.977 | 24.392 |
| MaterBi® | <u>79.331</u> | <u>103.693</u> | 24.362 |
| Offener Anbau | 65.023 | 98.752 | <u>33.729</u> |

Aufgrund der betriebswirtschaftlichen Daten zu dem Standort Eberdingen zu der 2-jährigen Bestandesführung mit Frigo-Pflanzen zeigte sowohl die Betrachtung zu den Großhandels- als auch zu den Einzelhandelspreisen, dass der offene Anbau den geringsten Kosten- und Arbeitsaufwand und zugleich die höchsten Deckungsbeiträge zeigte. Der Vergleich zwischen den zwei Mulchfolienvariante PE-Folie / biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) zeigte, dass MaterBi® sowohl in 2010, als auch in 2011 die höheren Erntemengen aber auch die höheren ertragsunabhängigen Gesamtkosten.

Standort Eberdingen: Vergleich der Varianten zu den Topfgrün-Pflanzen, 2-jährigen Anbau**Ertragsunabhängige Direkt- und Intensivierungskosten**

Wie in Tabelle 94 dargestellt, zeigt das Anbauverfahren im offenen Anbau mit 29.607€/ha die niedrigsten ertragsunabhängigen Gesamtkosten. Weiterhin zeigt die Tabelle 94, dass der Anbau mit der biologisch abbaubaren Folie, MaterBi®, mit 38.418€/ha zum einen um 8.811€/ha teurer ist als der offene Anbau und um 1.210€/ha teurer ist als der Anbau mit PE-Folie, was auf die höheren Folienkosten der biologisch abbaubaren Folie mit €0,32/m zurückzuführen ist (Anlage 15-17).

Tabelle 94: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen: Vergleich der ertragsunabhängigen Kosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einer 2-jährigen Kultur über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | Ertragsunabhängige Kosten [€/ha] 2009-2011 | | |
|---------------|--|-----------------------|---------------|
| | Direktkosten | Intensivierungskosten | Gesamtkosten |
| PE-Folie | 20.008 | 17.199 | 37.208 |
| MaterBi® | 20.008 | 18.409 | <u>38.418</u> |
| Offener Anbau | ----- | ----- | <u>29.607</u> |

Die Kostenpunkte der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten sind dazu in Tabelle 95 dargestellt. Im Mulchfolienanbau entstehen neben den Kosten für die Folien außerdem Kosten für die Bewässerungstechnik, die Tropfschläuche, für den Dammbau und durch die arbeitsintensive Handpflanzung (162h/ha) (Tabelle 95). Als kostengünstigste Variante zeigt sich der offene Anbau mit 14.258€/ha, während sich die Anbaumethode mit der biologisch abbaubaren Folie (MaterBi®), mit €17.727€/ha, als die kostenintensivste Variante darstellte. Die PE-Folien-Variante ist mit 16.517€/ha, im Vergleich zur biologisch abbaubaren Folie, MaterBi®, ausschließlich aufgrund der niedrigeren Folienanschaffungskosten günstiger.

Tabelle 95: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen: Vergleich einzelner Kostenfaktoren der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| Kostenfaktoren [€/ha] | PE-Folie (€0,11/m) | MaterBi® (€0,32/m) | Offener Anbau |
|--|--------------------|--------------------|---------------|
| Mulchfolie | 633 | 1843 | ---- |
| Tropfschlauch | 1382 | 1382 | ---- |
| Dammbau | 982 | 982 | ---- |
| Handpflanzung | 1620 | 1620 | ---- |
| Einsatz Pflanzmaschine | ---- | ---- | 958 |
| Pflanzkosten | 11900 | 11900 | 13300 |
| Ertragsunabhängigen Intensivierungskosten | 16517 | 17727 | 14258 |

Weiterhin zählen zu den ertragsunabhängigen Intensivierungskosten die Beikrautregulierungsmaßnahmen, die für den Versuchszeitraum 2009-2011 in der Tabelle 96 dargestellt sind. In den Folienvarianten wurde, neben der Handhacke, ausschließlich die Reihenfräse angewendet. Im offenen Anbau setzen sich die Kosten der Beikrautregulierung, neben der Handhacke, aus den Maßnahmen Reihenfräse, Hackstriegel, Fingerhacke und Fronthacke

zusammen. Die Tabelle 96 zeigt, dass die Variante offener Anbau in den Jahren 2009-2011, mit 1.297€/ha, um 492€/ha geringere Kosten verursachte, als die zwei untersuchten Mulchfolienvarianten und weiterhin mit 16,7Akh für den Betriebsleiter, 4,7Akh/ha weniger Arbeitszeit benötigte, als die Folienvarianten.

Tabelle 96: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen: Vergleich der mechanischen Beikrautregulierungsmaßnahmen der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | PE-Folie / MaterBi® | | Offener Anbau | |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------|----------------------------|
| | €/ha | Betriebsleiter Akh (€30/h) | €/ha | Betriebsleiter Akh (€30/h) |
| Schlepper | | | | |
| 2009 | 78 | 2,6 | 100 | 3,3 |
| 2010 | 348 | 11,6 | 275 | 9,17 |
| 2011 | 216 | 7,2 | 126 | 4,2 |
| v. Mk. Schlepper ¹¹ | | | | |
| 2009 | 70 | 2,6 | 90 | 3,3 |
| 2010 | 313 | 11,6 | 248 | 9,17 |
| 2011 | 194 | 7,2 | 113 | 4,2 |
| v. Mk. Reihenfräse ¹¹ | | | | |
| 2009 | 69 | 2,6 | 66 | 3,3 |
| 2010 | 307 | 11,6 | 144 | 9,17 |
| 2011 | 194 | 7,2 | 56 | 4,2 |
| v. Mk. Hackstriegel ¹¹ | | | | |
| 2010 | ---- | ---- | 6 | 0,83 |
| 2011 | ---- | ---- | 6 | 0,83 |
| v. Mk. Fingerhacke ¹¹ | | | | |
| 2009 | ---- | ---- | 11 | 0,83 |
| 2010 | ---- | ---- | 28 | 2,08 |
| 2011 | ---- | ---- | 17 | 1,25 |
| v. Mk. Fronthacke ¹¹ | | | | |
| 2010 | ---- | ---- | 11 | 0,83 |
| Gesamt | 1.789 | 21,4 | 1.297 | 16,7 |

Im Rahmen dieses Projektes sollte insbesondere durch den Einsatz der Mulchfolien die Potenziale zur Arbeitszeitersparnis zur Beikrautregulierungsmaßnahme „Handhacke“ untersucht werden. Wie in Tabelle 97 dargestellt, haben sich im Rahmen des Versuches mit Topfgrün-Pflanzen am Standort Eberdingen diese Potenziale nicht gezeigt.

Beide Folien-Varianten verursachten jeweils zur Handhacke Kosten in Höhe von 2.220€/ha und einen Arbeitszeitaufwand 222 Saison Akh/ha, weshalb sich die Handhacke als sehr arbeits- und zeitintensiv zeigte. Hierdurch zeigten sich für die Handhacke über die Versuchsjahre 2009-2011 prozentuale Kostenanteile zwischen 50%-58% der gesamten Beikrautregulierungskosten. Im Vergleich zu den Folienvarianten verursachte der offene Anbau mit 2.000€/ha, 220€/ha weniger Kosten zur Beikrautregulierung, wobei die prozentualen Anteile der Beikrautregulierungskosten zwischen 58%-61% lagen und mit insgesamt 200 Saison Akh/ha sich zwar weniger arbeitsintensiv als die Folienvarianten zeigte aber weiterhin als zeitintensiv eingestuft werden muss (Tabelle 97).

Wie Tabelle 98 zeigt, waren zu den Folien-Varianten, im Vergleich zum offenen Anbau, zusätzliche Kulturmaßnahmen notwendig, die zum einen Kosten in Höhe von 3.869€/ha verursachten und zum anderen zusätzliche Saison-Arbeitszeit in Höhe von 361h/ha benötigten.

Tabelle 97: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen: Vergleich des Kostenfaktors "Handhacke" aus dem Kostenblock Beikrautregulierung der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | PE-Folie / biologisch abbaubare Folie | | | Offener Anbau | | |
|---------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------|-------------------------|-----------------------|
| | €/ha | %-ualer Kostenanteil | Saison Akh (€10/h) | €/ha | %-ualer Kostenanteil | Saison Akh (€10/h) |
| Handhacke | | | | | | |
| 2009 | 240 | 53% | 24 | 375 | 58% | 37,5 |
| 2010 | 1.380 | 59% | 138 | 1.125 | 61% | 112,5 |
| 2011 | 600 | 50% | 60 | 500 | 61% | 50 |
| Gesamt | 2.220 | | 222 | 2000 | | 200 |

Tabelle 98: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen: Darstellung der Kostenfaktoren aus dem Kostenblock Kulturmaßnahmen der ertragsunabhängigen Intensivierungskosten zu den Varianten PE-Folie und biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) in einem 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | PE-Folie (€0,11/m) / MaterBi® (€0,32/m) | |
|-----------------------------|---|-------------------|
| | €/ha | Akh Saison(€10/h) |
| Ausläufer schneiden 2010 | 840 | 84 |
| Blätter entfernen 2011 | 2.160 | 216 |
| Folien entfernen 2011 | | |
| Folie aufrollen | 610 | 61 |
| Entsorgungskosten | 259 | |
| Gesamt | 3.869 | 361 |

Ertragsmengen und ertragsabhängige Kosten

Aus den Erntemengen [kg/ha] wurden in 2010 und 2011 auf Basis der Groß- und Einzelhandelspreise die Ernteerlöse [€/ha] für den Standort Eberdingen berechnet. Die Tabelle 99 zeigt, dass in der Variante des offenen Anbaus sowohl zu der Fraktion der Handelsklasse (HK), mit 10.973kg/ha, als auch zu der Marmeladenware, mit 3.522kg/ha, die höchsten Erntemengen aufgenommen wurden. Hierzu ergaben sich für den offenen Anbau zur Handelsklasse auch die höchsten Ernteerlöse mit 43.106€/ha im Großhandel bzw. 68.308€/ha im Einzelhandelspreis zu Einzelhandelspreisen. Dies zeigte sich ebenso zur Marmeladenware mit 8.411€/ha im Großhandel und mit 10.570€/ha im Einzelhandelspreis.

Tabelle 99: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen: Vergleich der Erntemengen [kg/ha] und der Ernteerlöse zu den Fraktionen Verkaufsware (HK) und Marmelade [€/ha] zu Preisen zum Großhandelspreis und zum Einzelhandelspreis zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einer 2-jährigen Kultur über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | Erntemenge [kg/ha] | | Ernteerlöse Großhandel [€/ha] | | Ernteerlöse Einzelhandel [€/ha] | |
|---------------|--------------------|--------------|-------------------------------|--------------|---------------------------------|---------------|
| | HK | Marmelade | HK | Marmelade | HK | Marmelade |
| PE-Folie | | | | | | |
| 2010 | 3.161 | 839 | 10.114 | 1.343 | 17.092 | 2.263 |
| 2011 | 3.861 | 1.760 | 17.062 | 4.994 | 25.912 | 5.641 |
| Gesamt | 7.022 | 2.599 | 27.176 | 6.337 | 43.004 | 7.904 |
| MaterBi® | | | | | | |
| 2010 | 1.963 | 726 | 6.282 | 1.163 | 10.687 | 1.993 |
| 2011 | 3.780 | 2.006 | 16.577 | 5.693 | 25.296 | 6.421 |
| Gesamt | 5.743 | 2.732 | 22.859 | 6.856 | 35.983 | 8.414 |
| Offener Anbau | | | | | | |
| 2010 | 4.166 | 1.155 | 13.332 | 1.848 | 22.766 | 3.120 |
| 2011 | 6.807 | 2.367 | 29.774 | 6.563 | 45.542 | 7.450 |
| Gesamt | 10.973 | 3.522 | 43.106 | 8.411 | 68.308 | 10.570 |

Betriebswirtschaftliche Betrachtung der Erntekosten zu Großhandelspreisen

Die Tabelle 100 zeigt, dass der offene Anbau, mit 25.139€/ha, die höchsten Erntekosten erzeugte, von denen die Pflückkosten 18.118€/ha (72%) ausmachten. Die niedrigsten Erntekosten zeigte der Anbau mit der biologisch abbaubaren Folie (MaterBi®) mit 14.664€/ha, von denen die Pflückkosten 10.592€/ha (72%) ausmachten. Die höchsten ertragsunabhängigen Gesamtkosten entstanden in der Variante der biologisch abbaubaren Folie mit 38.385€/ha und die höchsten variablen Gesamtkosten im offenen Anbau mit 54.747€/ha, die sich aus den Erntekosten (2010 & 2011) und den ertragsunabhängigen Gesamtkosten zusammensetzen. Die niedrigsten ertragsunabhängigen Gesamtkosten zeigte der offene Anbau mit 29.607€/ha und die niedrigsten variablen Gesamtkosten die biologisch abbaubare Folie mit 53.051€/ha (Tabelle 100). Die einzelnen Positionen, aus denen sich diese Kosten zusammensetzten, sind in den Anlagen 16-18 dargestellt.

Wie die Tabelle 101 zeigt, zeigt die Variante offener Anbau mit -3.228€/ha den geringsten negativen Deckungsbeitrag zu dem 2. jährigen Verfahren zu Großhandelspreisen. Der offene Anbau zeigte mit 54.747€/ha sowohl die höchsten variablen Gesamtkosten als auch mit 51.519€/ha den höchsten Gesamterlös. Die biologisch abbaubare Folie, MaterBi®, zeigte die niedrigsten variablen Gesamtkosten, aber auch die niedrigsten Gesamterlöse und mit -23.334€/ha zeigte die Variante den höchsten negativen Deckungsbeitrag.

Tabelle 100: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen, Großhandelspreise: Vergleich der Pflückkosten [€/ha], der Erntekosten [€/ha], der ertragsunabhängigen Gesamtkosten [€/ha] und der variablen Gesamtkosten [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einem 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | Pflückkosten [€/ha] | Erntekosten [€/ha] | ertragsunabhängige Gesamtkosten [€/ha] | variable Gesamtkosten [€/ha] |
|----------------------|------------------------|-----------------------|--|------------------------------------|
| PE-Folie | | | | |
| 2010 | 5.000 | 6.717 | | |
| 2011 | 7.026 | 9.915 | | |
| Gesamt | 12.025 | 16.632 | 37.208 | 53.840 |
| MaterBi® | | | | |
| 2010 | 3.362 | 4.496 | | |
| 2011 | 7.230 | 10.168 | | |
| Gesamt | 10.592 | 14.664 | 38.385 | 53051 |
| Offener Anbau | | | | |
| 2010 | 6.652 | 8.931 | | |
| 2011 | 11.466 | 16.207 | | |
| Gesamt | 18.118 | 25.138 | 29.607 | 54.747 |

Tabelle 101: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen, Großhandelspreise: Vergleich der variablen Gesamtkosten [€/ha], der Gesamterlöse [€/ha] und der Deckungsbeiträge [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einem 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | variablen Gesamtkosten [€/ha] | Gesamterlös [€/ha] | Deckungsbeiträge [€/ha] |
|---------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| PE-Folie | 53.840 | 33.515 | -20.325 |
| MaterBi® | 53.051 | 29.717 | -23.334 |
| Offener Anbau | <u>54.747</u> | <u>51.519</u> | <u>-3.228</u> |

Betriebswirtschaftliche Betrachtung der Erntekosten zu Einzelhandelspreisen

Die Tabelle 102 zeigt, dass der Anbau im offenen Anbau, mit 27.328€/ha, die höchsten Erntekosten erzeugte, von denen die Pflückkosten 18.118€/ha (66%) ausmachten. Die niedrigsten Erntekosten zeigte der Anbau mit der biologisch abbaubaren Folie mit 15.840€/ha, von denen 10.593€/ha (67%) die Pflückkosten ausmachten. Die höchsten ertragsunabhängigen Gesamtkosten entstanden in der Variante der biologisch abbaubaren Folie, MaterBi®, mit 38.418€/ha und die höchsten variablen Gesamtkosten im offenen Anbau mit 56.936€/ha, die sich aus den Erntekosten (2010 & 2011) und den ertragsunabhängigen Gesamtkosten zusammensetzen (Tabelle 102). Die niedrigsten ertragsunabhängigen Gesamtkosten entstanden in der Variante des offenen Anbaus mit 29.608€/ha.

Die einzelnen Positionen, aus denen sich die Kosten zusammensetzten, sind in den Anlagen 16-18 dargestellt.

Tabelle 102: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen, Einzelhandelspreise: Vergleich der Pflückkosten [€/ha], der Erntekosten [€/ha], der ertragsunabhängigen Gesamtkosten [€/ha] und der variablen Gesamtkosten [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 2-jährigen Anbau über den Gesamtversuchszeitraum 2009-2011.

| | Pflückkosten [€/ha] | Erntekosten [€/ha] | ertragsunabhängige Gesamtkosten [€/ha] | variable Gesamtkosten [€/ha] |
|----------------------|------------------------|-----------------------|--|------------------------------------|
| PE-Folie | | | | |
| 2010 | 5.000 | 7.348 | | |
| 2011 | 7.026 | 10.675 | | |
| Gesamt | 12.026 | 18.023 | 37.208 | 55.231 |
| MaterBi® | | | | |
| 2010 | 3.363 | 4.915 | | |
| 2011 | 7.230 | 10.925 | | |
| Gesamt | 10.593 | 15.840 | 38.418 | 54.257 |
| Offener Anbau | | | | |
| 2010 | 6.652 | 9.788 | | |
| 2011 | 11.466 | 17.540 | | |
| Gesamt | 18.118 | 27.328 | 29.608 | 56.936 |

Wie in Tabelle 103 dargestellt, zeigt die Variante offener Anbau mit 21.944€/ha im Vergleich zu den Mulchfolienvarianten zum einen den höchsten Deckungsbeitrag [€/ha] und zum anderen den einzigen positiven Deckungsbeitrag zu der 2. jährigen Kultur zu Einzelhandelspreisen. Der offene Anbau zeigte mit 78.880€/ha ebenso den höchsten Gesamterlös und im Vergleich, mit 56.936€/ha die höchsten variablen Gesamtkosten. Die biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) zeigte, obwohl sie mit 54.257€/ha die niedrigsten variablen Gesamtkosten erzielte, mit -9.857€/ha einen negativen und zugleich den niedrigsten Deckungsbeitrag. Auch die PE-Folie zeigte mit -4322€/ha einen negativen Deckungsbeitrag.

Tabelle 103: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen, Topfgrün-Pflanzen, Einzelhandelspreise: Vergleich der variablen Gesamtkosten [€/ha], der Gesamterlöse [€/ha] und der Deckungsbeiträge [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einem 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | Variable Gesamtkosten [€/ha] | Gesamterlöse [€/ha] | Deckungsbeitrag [€/ha] |
|---------------|---------------------------------|------------------------|---------------------------|
| PE-Folie | 55.231 | 50.909 | -4.322 |
| MaterBi® | 54.257 | 44.400 | -9.857 |
| Offener Anbau | 56.936 | 78.880 | 21.944 |

Aufgrund der betriebswirtschaftlichen Daten zu dem Standort Eberdingen zu der 2-jährigen Bestandesführung mit Topfgrün-Pflanzen zeigte sowohl für die Betrachtung zu Großhandels- als auch zu Einzelhandelspreisen der offene Anbau die höchsten Gesamterlöse und auch die zugleich höchsten Deckungsbeiträge, wobei in der Großhandelssituation ein negativer Deckungsbeitrag erzielt wurde. Der Vergleich zwischen den zwei Mulchfolienvarianten PE-Folie und biologisch

abbaubare Folie (MaterBi®) zeigte, dass die biologisch abbaubare Folie die niedrigeren Deckungsbeiträge erzielte.

Standort Eberdingen: Unterschiede zur Kosten- und Erlösentwicklung zwischen Frigo-Pflanzen und Topfgrünpflanzen

Wie in Tabelle 104 dargestellt, zeigen sich zu den Positionen Pflanzmaterial, Handpflanzung, Beikrautregulierung und Kulturmaßnahmen zwischen den zwei Jungpflanzentypen „Frigo-Pflanzen“ und „Topf-Grünpflanzen“ Kostenunterschiede. Hierbei wird deutlich, dass der Anbau mit den Frigo-Pflanzen, mit Ausnahme des Pflanzmaterials, höhere Kosten verursachte, was darauf zurückzuführen ist, dass die Frigo-Pflanzen in 2009 bereits im April gepflanzt wurden und die Topfgrün-Pflanzen im August, wodurch Maßnahmen zur Beikrautregulierung und Kulturmaßnahmen zu den Topfgrün-Pflanzen nicht durchgeführt werden mussten und Kosten dadurch nicht anfielen. Die Frigo Pflanzen wurden zu 0,18€/Stk. eingekauft und die Topf-Grünpflanzen zu 0,35€/Stück.

Tabelle 104: Beikrautregulierung: Standort Eberdingen: Kostenvergleich der zwei Mulchfolienarten PE-Folie und biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) in einem 2-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2011.

| | Pflanzmaterial [€/ha] | Δ [€/ha] | Handpflanzung [€/ha] | Δ [€/ha] | Beikrautregulierung [€/ha] | Δ [€/ha] | Kulturmaßnahmen [€/ha] | Δ [€/ha] |
|----------|----------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Frigo | 6.120 | | 2.190 | | 6.737 | | 6.230 | |
| Topfgrün | 11.900 | 5780 | 1.620 | 570 | 4.006 | 2731 | 4.350 | 1880 |

c) Standort Remshalden: Der betriebswirtschaftliche Vergleich der untersuchten Anbauverfahren 2009-2010

Standort Remshalden-Rohrbronn: Vergleich der Varianten zu den Frigo-Pflanzen in einem 1-jährigen Anbau

Ertragsunabhängige Direkt- und Intensivierungskosten

Die Tabelle 105 zeigt, dass das Anbauverfahren mit der biologisch abbaubaren Folie, MaterBi®, mit 29.591€/ha zu den ertragsunabhängigen Gesamtkosten um 2.879€/ha teuer ist als der Anbau mit PE-Folie und um 6.904€/ha teurer als der offene Anbau.

Tabelle 105: Beikrautregulierung: Standort Remshalden: Vergleich der ertragsunabhängigen Kosten der Frigo-Pflanzen zu den Varianten PE- und biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau im 1-jährigen Anbau.

| | Ertragsunabhängige Kosten [€/ha] | | |
|---------------|---|------------------------------|---------------------|
| | Direktkosten | Intensivierungskosten | Gesamtkosten |
| PE-Folie | 12.887 | 13.825 | 26.712 |
| MaterBi® | 12.887 | 16.704 | 29.591 |
| Offener Anbau | ----- | ----- | 22.687 |

Ertragsmenge und ertragsabhängige Kosten

Tabelle 106 zeigt, dass sich auch in diesem Versuch die Gesamterntemenge aus den zwei Qualitäten Verkaufsware/Handelsklasse (HK) und Marmelade zusammengesetzt hat. Das Anbauverfahren offener Anbau zeigte mit 12.674kg/ha, nach der biologisch abbaubaren Folie, mit 12.423kg/ha, die höchsten Gesamterntemengen. Hingegen die PE-Folie mit 10.920kg/ha die geringste Gesamterntemenge zeigte. Zu diesem Versuch wurden in Abhängigkeit der Marktpreise und der Kalenderwoche die Ernteerlöse [€/ha] berechnet (Tabelle 106), die abgeleitet aus den Erntemengen zeigen, dass der offene Anbau und die biologisch abbaubare Folie, mit über 57.000€/ha, höhere Erlöse zeigten als die PE-Folie, die mit 50.306€/ha die niedrigsten Erlöse zeigte.

Tabelle 106: Beikrautregulierung: Standort Remshalden: Vergleich der Erntemengen [kg/ha] und der Ernteerlöse [€/ha] zu Einzelhandelspreisen zu den Frigo-Pflanzen zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und dem offenen Anbau im 1-jährigen Anbau.

| | Erntemenge [kg/ha] | | | Ernteerlöse [€/ha] | | |
|---------------|--------------------|-----------|---------------|--------------------|-----------|---------------|
| | HK | Marmelade | Gesamt | HK | Marmelade | Gesamt |
| PE-Folie | 9.012 | 1.903 | 10.920 | 45.537 | 4.769 | 50.306 |
| MaterBi® | 10.770 | 1.653 | 12.423 | 53.051 | 4.132 | <u>57.184</u> |
| Offener Anbau | 10.770 | 1.903 | <u>12.674</u> | 52.550 | 4.784 | <u>57.334</u> |

Betriebswirtschaftliche Betrachtung der Erntekosten zu Einzelhandelspreisen

Die höchsten ertragsunabhängigen und variablen Gesamtkosten verursachte die Variante der biologisch abbaubaren Folie, MaterBi® (Tabelle 107). Die variablen Gesamtkosten zu dieser Variante betrugen 57.355€/ha und zeigten damit um 6.234€/ha höhere Kosten als die Variante der PE-Folie und um 6.426€/ha höhere Kosten als der offene Anbau. Die Kalkulationen zu den Kostenberechnungen sind in den Anlagen 16-18 dargestellt.

Die Tabelle 108 zeigt, dass der offene Anbau mit 50.929€/ha die niedrigsten variablen Gesamtkosten erzeugte, mit 57.334€/ha den höchsten Gesamterlös zeigte und mit 6.405€/ha den höchsten Deckungsbeitrag. Die Mulchfolienvarianten zeigten beide negative Deckungsbeiträge.

Die Berechnungen zu den Deckungsbeiträgen zu Großhandelspreisen sind in den Anlagen 19-21 dargestellt.

Tabelle 107: Beikrautregulierung: Standort Remshalden: Vergleich der Erntekosten [€/ha], ertragsunabhängige Gesamtkosten [€/ha] und den variablen Gesamtkosten [€/ha] der Frigo-Pflanzen zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und Flachbeetanbau im 1-jährigen Anbau.

| | Erntekosten [€/ha] | ertragsunabhängige Gesamtkosten [€/ha] | variablen Gesamtkosten [€/ha] |
|---------------|--------------------|--|-------------------------------|
| PE-Folie | 24.408 | 26.712 | 51.121 |
| MaterBi® | 27.764 | 29.591 | <u>57.355</u> |
| Offener Anbau | 28.241 | 22.687 | 50.929 |

Tabelle 108: Beikrautregulierung: Standort Remshalden-Rohrbronn, Frigo-Pflanzen, Einzelhandelspreise: Vergleich der variablen Gesamtkosten [€/ha], der Gesamterlöse [€/ha] und der Deckungsbeiträge [€/ha] zu den Varianten PE-Folie, biologisch abbaubare Folie (MaterBi®) und offener Anbau in einem 1-jährigen Anbau über den Versuchszeitraum 2009-2010.

| | Variable Gesamtkosten [€/ha] | Gesamterlöse [€/ha] | Deckungsbeitrag [€/ha] |
|---------------|---|--------------------------------|-----------------------------------|
| PE-Folie | 51.121 | 50.306 | -815 |
| MaterBi® | <u>57.355</u> | 57.184 | -171 |
| Offener Anbau | 50.929 | 57.334 | <u>6.405</u> |

4.6.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse; Möglichkeiten der Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus, bisherige und geplante Aktivitäten zur Verbreitung der Ergebnisse

Die Versuche haben gezeigt, dass bei einer nicht ausreichenden Technisierung des Kulturverfahrens mit Mulchfolie im Dammanbau, der offene Anbau als Anbauvariante die höheren Deckungsbeiträge erzielte. Die vorliegenden Versuchsdaten können hierzu von den Anbauern auf ihre individuellen Betriebsabläufe und Betriebsstrukturen übernommen werden, um ihre Anbauentscheidung zum einen in Verbindung mit den Versuchsdaten und zum anderen mit den betriebsspezifischen Daten zu treffen. Insgesamt werden zusätzlich Vergleiche zu Arbeitszeitaufwendungen transparenter und geben den Anbauern die Möglichkeit ihre eigenen Arbeitsaufwendungen einzuschätzen. Weiterhin stellen die Versuchsdaten eine wertvolle Datengrundlage dar, die den Beratern die Möglichkeit geben, Umstellungsinteressierten Datenmaterial, insbesondere zur Beikrautregulierung, an die Hand zu geben und diese zu erklären, um Arbeitsaufwendungen real auf die eigenen Betriebsstrukturen und Arbeitsabläufe abbilden zu können.

Bislang lief zu diesem Teilprojekt ein Praktikertag mit Schwerpunkt Mulchfolie, zu dem das Folienvorlegen und einige technische Möglichkeiten der Beikrautregulierung vorgeführt wurden. Weiterhin sind Veröffentlichungen und Präsentationen auf Veranstaltungen geplant, die nach Abschluss des dreijährigen Versuches die gesamte Kostenübersicht und die Kostenvergleiche ermöglicht.

4.7 Zusammenfassung, Beikrautregulierung

Das Ziel der Versuche lag darin, Einsparungsmöglichkeiten der Arbeitsaufwendungen insbesondere zu der Beikrautregulierung darzustellen. Dies sollte durch den betriebswirtschaftlichen Vergleich von drei verschiedenen Anbauvarianten (Dammanbau & Polyethylen-Folie, Dammanbau & biologisch abbaubare Folie (MaterBi®), offener Anbau) im ökologischen Erdbeeranbau untersucht werden. Die Versuche liefen von Frühjahr 2009 bis zum Spätsommer 2011. Die Versuche zu Frigo-Pflanzen auf dem Standort Eberdingen zeigten, dass die Mulchfolienvarianten im Dammanbau speziell zur Handhacke in der Beikrautregulierung mit 4.350€/ha und 435 Saison Akh/ha um 976€/ha und 98 Saison Akh/ha höhere Aufwendungen benötigten als der offene Anbau. Die Beikrautregulierung insgesamt in diesem Vergleich betrachtet, zeigte ebenfalls, dass die Mulchfolienvarianten mit 2.388€/ha und 28,6 BetriebsleiterAkh/ha und somit 378€/ha und 3,6 BetriebsleiterAkh/ha höhere Aufwendungen verursachten als der offene Anbau. Bezogen auf die Erntemengen und -erlöse zeigte die Variante der biologisch abbaubaren Folie (MaterBi®) mit 14.142kg/ha die höchsten Erntemengen zur

Verkaufware und die höchsten Ernteerlöse zu Großhandelspreisen mit 51.266€/ha und zu Einzelhandelspreisen mit 81.126€/ha. Jedoch verursachte diese Variante mit 24.870€/ha die höchsten ertragsunabhängigen Intensivierungskosten und mit insgesamt 39.204€/ha die höchsten ertragsunabhängigen Gesamtkosten. Die höchsten Deckungsbeiträge zeigte sowohl bei der Betrachtung der Großhandelspreise als auch der Einzelhandelspreise die Variante im offenen Anbau mit 4.109€/ha, bzw. 33.729€/ha. Beide Mulchfolienvarianten zeigten zu den Großhandelspreisen negative Deckungsbeiträge, jedoch zu den Einzelhandelspreisen um die 24.300€/ha. Weshalb auf Grund der geringeren Arbeitsbelastungen und höheren Deckungsbeiträge der offene Anbau in diesen Variantenvergleichen sich als die bessere Variante zeigte.

Die Versuche auf dem Standort Eberdingen zu Topfgrün-Pflanzen zu der Sorte Clery zeigten, dass die Mulchfolienvarianten im Vergleich zu dem offenen Anbau speziell zur Handhacke in der Beikrautregulierung mit 2.220€/ha und 222 Saison Akh/ha um 220€/ha und 22AkhSaidon/ha höhere Aufwendungen als der offene Anbau benötigten. Die Beikrautregulierung insgesamt in diesem Vergleich betrachtet, zeigte ebenfalls, dass die Mulchfolienvarianten mit 1.789€/ha und 21,4AkhBL/ha um 492€/ha und 4,7BetriebsleiterAkh/ha höhere Aufwendungen verursachten als der offene Anbau. Bezogen auf die Erntemengen und -erlöse zeigte die Variante im offenen Anbau mit 10.973kg/ha die höchsten Erntemengen zur Verkaufware und die höchsten Ernteerlöse zu Großhandelspreisen mit 43.106€/ha und zu Einzelhandelspreisen mit 68.308€/ha. Die Variante mit der biologisch abbaubaren Folie (MaterBi®) verursachte mit 18.409€/ha die höchsten ertragsunabhängigen Intensivierungskosten und mit 38.418€/ha die höchsten ertragsunabhängigen Gesamtkosten. Die höchsten Deckungsbeiträge zeigte sowohl bei der Betrachtung der Großhandelspreise als auch der Einzelhandelspreise die Variante im offenen Anbau mit -3.228€/ha und 21.944€/ha. Beide Mulchfolienvarianten zeigten weder zu Großhandelspreisen, noch zu Einzelhandelspreisen positive Deckungsbeiträge. Auf Grund der geringeren Arbeitsbelastungen und höheren Deckungsbeiträge zeigte sich der offene Anbau in diesen Variantenvergleichen als die beste Variante allerdings nur unter der Voraussetzung, dass die Ware zu Einzelhandelspreisen verkauft wurde.

Zu beiden Varianten zeigten sich aufgrund der nicht speziell an die Mulchfolien im Dammanbau angepassten Technisierung des Betriebes, dass die Kulturmaßnahmen Ausläufer schneiden und Blätter entfernen im Vergleich zu dem offenen Anbau Arbeitsaufwendungen in Höhe von 3.000€/ha und 300SaisonAkh verursachten. Zusätzlich verursachten die Mulchfolienvarianten Arbeits- und Kostenaufwendungen in Höhe von 61SaisonAkh und 869€/ha durch das Folien entfernen und Entsorgen der PE-Folie, bzw. durch das Einarbeiten der biologisch abbaubaren Folie.

Der Versuch auf dem Standort Remshalden-Rohrbronn, zeigte zu Frigo-Pflanzen die höchsten Erntemengen und -erlöse in dem offenen Anbau und ebenso den höchsten Deckungsbeitrag in Höhe von 6.405€/ha, während beide Mulchfolienvarianten negative Deckungsbeiträge zeigten. Die niedrigsten Erntemengen und -erlöse zeigte die PE-Folie, die mit -815€/ha ebenso den niedrigsten Deckungsbeitrag zeigte. Dieser Versuch musste jedoch nach der ersten Ernte in 2010 auf Grund eines massiven *Verticillium*-Befalls abgebrochen werden, so dass zu diesem Versuch weder eine abschließende Kostenkalkulation noch eine abschließende Beurteilung zu einer 2-jährigen Kultur angegeben werden kann.

4.8 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weitere Fragestellungen, Beikrautregulierung

In der Tabelle 109 sind die geplanten und die tatsächlich erreichten Ziele für 2009-2011 dargestellt.

Tabelle 109: Beikrautregulierung: geplante und tatsächlich erreichte Ziele 2009-2011

| Geplante Ziele | Tatsächlich erreichte Ziele |
|--|--|
| <p>2009-2011</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Aufnahme der betriebswirtschaftlichen Daten zu den Versuchen ■ <u>Standort Eberdingen, Sorte Clery, Frigo</u> <ul style="list-style-type: none"> ■ offener Anbau mit betriebsüblicher Maschinen- und Handhacke ■ offener Anbau mit neuentwickelter Hacktechnik (Fingerhacke) ■ Damm mit einer biologisch abbaubaren Folie ■ Damm mit einer Polyethylen - Mulchfolie ■ <u>Standort Eberdingen, Sorte Clery, Grünpflanze</u> <ul style="list-style-type: none"> ■ offener Anbau mit betriebsüblicher Maschinen- und Handhacke ■ offener Anbau mit neuentwickelter Hacktechnik ■ Damm mit einer biologisch abbaubaren Folie ■ Damm mit einer Polyethylen - Mulchfolie ■ <u>Standort Remshalden, Sorte Darselect, Frigo</u> <ul style="list-style-type: none"> ■ offener Anbau mit betriebsüblicher Maschinen- und Handhacke ■ offener Anbau mit neuentwickelter Hacktechnik (Firma Rapid) ■ Flachdammkultur mit einer biologisch abbaubaren Folie ■ Flachdammkultur mit einer Polyethylen - Mulchfolie | <p>2009-2011</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Aufnahme der betriebswirtschaftlichen Daten zu den Versuchen ■ <u>Standort Eberdingen, Sorte Clery, Frigo</u> <ul style="list-style-type: none"> ■ offener Anbau mit betriebsüblicher Maschinen- und Handhacke ■ Damm mit einer biologisch abbaubaren Folie ■ Damm mit einer Polyethylen - Mulchfolie ■ <u>Standort Eberdingen, Sorte Clery, Grünpflanze</u> <ul style="list-style-type: none"> ■ offener Anbau mit betriebsüblicher Maschinen- und Handhacke ■ Damm mit einer biologisch abbaubaren Folie ■ Damm mit einer Polyethylen - Mulchfolie ■ <u>Standort Remshalden, Sorte Darselect, Frigo</u> <ul style="list-style-type: none"> ■ offener Anbau mit betriebsüblicher Maschinen- und Handhacke ■ offener Anbau mit einer biologisch abbaubaren Folie ■ Flachdammkultur mit einer Polyethylen - Mulchfolie ■ Abbruch des Versuches Herbst 2010 |
| <p>2009-2011</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Alle Versuchsanlage betreffend: ■ 4 Wdh ■ vollrandomisiert | <p>2009-2011</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Alle Versuchsanlage betreffend: ■ 1 Wdh |
| <p>2009-2011</p> <p>Frigo-Pflanzen-Versuche</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Bonitur auf Gesundheit, Wuchsstärke und Pflanzenausfälle <p>Topfgrünpflanzen-Versuch</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Bonitur auf Gesundheit, Wuchsstärke und Pflanzenausfälle | <p>2009-2011</p> <p>Frigo & Topfgrün-Versuche</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ aufgrund der einfach Wiederholung wurden keine Boniturdaten aufgenommen ■ Beobachtungen wurden zu Wachstumsstärke, Gesundheit und Pflanzenausfälle dokumentiert. |
| <p>2010 & 2011</p> <p>Eberdingen & Remshalden</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Bonitur auf Erntemenge | <p>Eberdingen: 2010 & 2011</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Bonitur auf Erntemenge <p>Remshalden: 2010</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Bonitur auf Erntemenge |
| <p>2009-2011</p> <p>Bezogen auf alle drei Versuche</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Anpassung der Bearbeitungstechnik an die gewonnen Ergebnisse aus 2009 | <p>Eberdingen: 2010 & 2011</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Anpassung der Bearbeitungstechnik an die gewonnen Ergebnisse aus den Vorjahren <p>Remshalden: 2010</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Anpassung der Bearbeitungstechnik an die gewonnen Ergebnisse aus 2009 |

| | |
|--|--|
| 2009-2011 Bezogen auf alle drei Versuche <ul style="list-style-type: none"> ■ Auswertung der betriebswirtschaftlichen Daten ■ Veröffentlichung der Ergebnisse auf Praktikertagen, in Praktikerfachblättern, Veranstaltungen | Remshalden: 2009-2011 Bezogen auf alle drei Versuche <ul style="list-style-type: none"> ■ Auswertung der betriebswirtschaftlichen Daten ■ Veröffentlichung der Ergebnisse auf Praktikertagen, in Praktikerfachblättern, Veranstaltungen |
|--|--|

4.9 Literaturverzeichnis, Beikrautregulierung

Forschungsgemeinschaft Biologisch abbaubare Werkstoffe (FABW), 2009: Biologisch abbaubare Mulchfolien aus nachwachsenden Rohstoffen - Information und Verwendungshinweise. Projektarbeit zwischen Forschungsgemeinschaft Abbaubare Werkstoffe e.V. und der Staatlichen Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan www.hswt.de/fgw/wissenspool/software/eigene-produkte/mulchfolien.html

Groot, L., Paruschke, P., Schüsseler, C., Weber, C., von Zabeltitz, C., 2000: Biologisch abbaubare Werkstoffe im Gartenbau. KTBL-Schrift 386. KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster. IN: Heller, B., Starke, V., Straeter, C., 2009: Biologisch abbaubare Mulchfolien aus nachwachsenden Rohstoffen -Information und Verwendungshinweise -, Projektarbeit zwischen Forschungsgemeinschaft Abbaubare Werkstoffe e.V. und der Staatlichen Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan. www.hswt.de/fgw/wissenspool/software/eigene-produkte/mulchfolien.html

Heller, B., Starke, V., Straeter, C., 2009: Biologisch abbaubare Mulchfolien aus nachwachsenden Rohstoffen - Information und Verwendungshinweise. Projektarbeit zwischen Forschungsgemeinschaft Abbaubare Werkstoffe e.V. und der Staatlichen Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan. www.hswt.de/fgw/wissenspool/software/eigene-produkte/mulchfolien.html

Kell, K., 2005: der Einsatz von biologisch abbaubarer Mulchfolie bringt im ökologischen Anbau von Knollenfenchel Vorteile. Versuche im deutschen Gartenbau.

KTBL-Datensammlung, 2005: Ökologischer Obstbau, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster.

Laun, N., Postweiler, K., Andrae, S., 2005: Einsatz biologisch abbaubarer Mulchfolie im ökologischen Anbau von Kohlrabi auch im zweiten Versuchsjahr mit wechselndem Erfolg. Versuche im deutschen Gartenbau.

Maschinenring Rems-Murr e. V, 2009-2010: Verrechnungssätze für Baden

Württemberg, Maschinenring Rems-Murr, Robert-Bosch-Str. 10, 71397 Leutenbach-Nellmersbach.

Ruess, F. & Pfeiffer, B., 2006: Anbausysteme und Kulturführung im ökologischen Erdbeer- und Strauchbeerenanbau zur Erhöhung der Bestandssicherheit (inkl. Strategien gegen Verunkrautung). Leiter/in: Rueß, Dr. Franz und Pfeiffer, Dipl. Ing. (FH) Barbara, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Weinsberg, http://orgprints.org/16789/1/16789-03OE087-lvwo-ruess-2006-erdbeer_strauchbeerenanbau.pdf

Staatlichen Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan, 2009: Biologisch abbaubare Mulchfolien aus nachwachsenden Rohstoffen – Informationen und Verwendungshinweise. http://www.fbaw.uni-hannover.de/fileadmin/fbaw/pdf/Infobroschuere_Biologisch_abbaubare_Mulchfolien.pdf

Wilken, D., 2008: Untersuchungen zur Kompostierbarkeit biologisch abbaubarer Werkstoffe (BAW), Diplomarbeit, Lehr- und Forschungsgebiet Abfallwirtschaft (LFA), Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen.

4.10 Herstellernachweise:

Novamont, 2010: Novamont S.p.A, Via G. Fauser 8, 28100 Novara Italia

<http://www.novamont.com/default.asp?id=611>

Polyden-Folienfabrik GmbH Heilsbronn: Postfach 1151, 91556 Heilsbronn, Tel.: 09872/8080, E-mail: info@polyden.de, Internet: www.polyden.de

5. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt

5.1 Fachbeiträge

- Öko-Obstbau
 - Neue Kulturtechniken für den wirtschaftlichen Bio Beerenanbau Beikrautregulierung im Erdbeeranbau - Beerentag in Eberdingen (Ba-Wü) am 23. Sept. 2009.
 - Untersuchungen zum Erdbeerblütenstecher, *Anthonomus rubi*, (2010: 4/10, 7-11).
- Ökumenischer Gärtnerrundbrief
 - Erfahrungen mit neuen Kulturtechniken im ökologischen Erdbeeranbau (2009: 05/09).
 - Der Erdbeerblütenstecher (*Anthonomus rubi*) - Biologie und Verhaltensweise, (2011: 02/11, 31).
- Bioland Magazin
 - Pflanzenbau und Technik, Beeren: Kurzmeldung- Pflanzenschutz im Erdbeeranbau Erfahrungen aus der Praxis gefragt!

5.2 Veranstaltungsbeiträge

- Ökologische Beerenobsttagung, LVWO Weinsberg, 2009: Eine erste Versuchs-vorstellung
- Praktikertag im Rahmen des Beerentages in Eberdingen - Ba-Wü am 23. Sept. 2009. Beikrautregulierung im Erdbeeranbau
- Ökologische Beerenobsttagung, LVWO Weinsberg, 2011: Darstellung der Versuchsdurchführungen und - ergebnisse.
- Bioland-Wintertagung, Bad Boll, 2011: Darstellung der Versuchsdurchführungen und - ergebnisse (8. Februar 2011).
- Ökologischer Erdbeertag, Bamberg, 2011: Biologie und Verhaltensweisen des Erdbeerblütenstechers und Darstellung der bisherigen Versuchsergebnisse (7. Juni 2011)
- Bioland-Wintertagung, Bad Boll, 2012: Darstellung der Versuchsdurchführungen und - ergebnisse zu der Unkrautregulierung mit der Mulchfolie im ökologischen Erdbeeranbau (18. Januar 2012).

5.3 Posterbeiträge

- Ecofruit, 14th International Conference on Organic Fruit Growing, 22nd-24th February, 2010, Universität Hohenheim: "Difficulties with mustard as a Biofumigation possibility against *Verticillium-Wilt*".
- Fachgespräch Biofumigation, 5. Mai 2010, Julius-Kühn-Institut; Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, 48161 Münster. Ansprechpartner: Dr. Hallmann, Tel: 0251-87106-25, E-mail: johannes.hallmann@jki.bund.de

- Ecofruit, 15th International Conference on Organic Fruit Growing, 20th-22nd February, 2010, Universität Hohenheim: *Anthonomus rubi* (strawberry blossom weevil): Covering as a control possibility in the late strawberry cultivar Malwina in the first year.

6. Zusammenfassung

Erdbeerblütenstecher: Das Ziel war, Regulierungsstrategien für 1- und 2-jährige Bestände zu entwickeln und die Biologie des Rüsslers zu untersuchen. Hierzu wurden Freiland-Versuche in der Sorte Malwina durchgeführt. In den 1-jährigen Versuchen zeigten bestimmte Netz- und Vliesvarianten signifikant weniger abgebissene Blütenknospen als die Kontrolle. Jedoch zeigten diese effektiven Abdeckvarianten, im Vergleich zur Kontrolle, keine signifikanten Ertragsteigerungen zu den Klasse 1 Früchten, wohl aber zu den Klasse 2 Früchten, was auf den erhöhten klimatischen Stress zurückgeführt wurde. Regulierungsempfehlungen für den 2-jährigen Bestand wurden nicht entwickelt.

Verticillium-Welke: Durch Freilandversuche sollten Regulierungsstrategien entwickelt werden, die eine Reduzierung des bodenbürtigen Pilzes *V. dahliae* bewirken sollten. Dabei wurde untersucht, welchen Einfluss die Kombination aus der Vorkultur Brauner Senf zusammen mit verschiedenen Antagonisten- bzw. Pflanzenstärkungsmitteln auf die Vitalitätsentwicklung, auf den Ertrag und die Symptomausprägung hatte. Der braune Senf zeigte auf einem leichten Standort ertragssteigernde Effekte, wobei der Aufwand als sehr hoch eingestuft wurde. Die Frigo-Pflanzen zeigten zu der Variante Kompost Absterberaten bis zu 30% was auf den hohen Salzgehalt zurück geführt wurde.

Beikrautregulierung: Das Ziel war, Einsparpotentiale zu der Beikrautregulierung darzustellen. Dies sollte durch den betriebswirtschaftlichen Vergleich von drei Anbauvarianten (Damm & PE-Folie, Damm & biologisch abbaubare Folie, offener Anbau) untersucht werden. Während die biologisch abbaubare Folie die höchsten Erträge zeigte, zeigte sie aber auch, wie auch die PE-Folien Variante, die höchsten Kosten zu der Beikrautmaßnahme Handhacke, zu verschiedenen Kulturarbeiten und insgesamt auch die höchste Saison-Arbeitskraftbindung. Der offene Anbau zeigte unter Versuchsbedingungen, ohne Spezialtechnik, die höchsten Deckungsbeiträge und die geringste Arbeitskraftbindung.

7. Abstract

Strawberry blossom weevil: The aim was to develop control strategies for 1 and 2-year old strawberry crops and to study the biology of the weevil. Field trials were realized in the cultivar Malwina. In the 1-year strawberries certain net and fleece variants showed significant less destroyed flower buds than the control. However these effective variants did not show significantly higher yield amounts for class 1 fruits but they did for class 2 fruits. This effect was probably caused through climate stress caused by covering. For the 2-year old strawberry crops no control strategies were found.

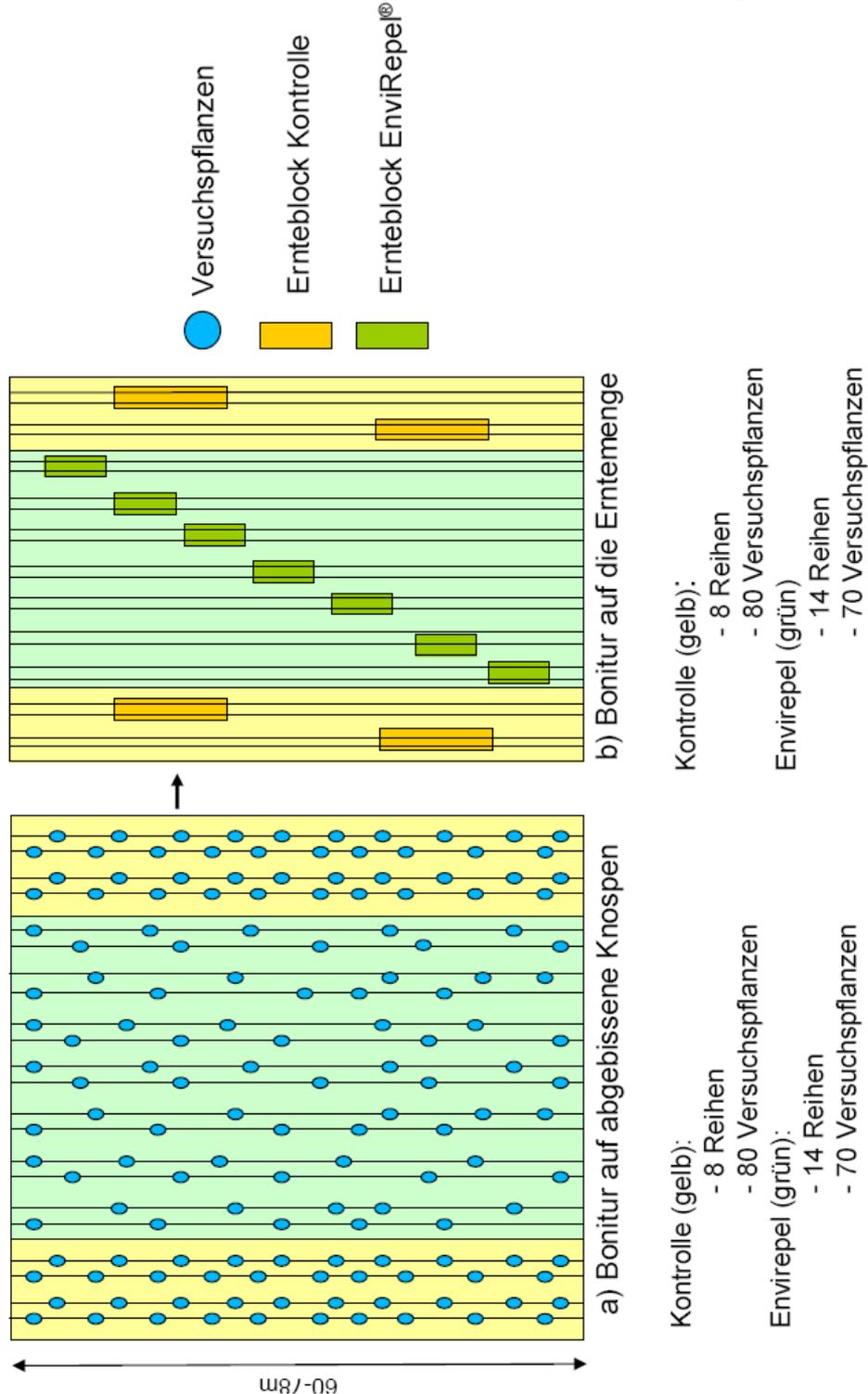
Verticillium-Wilt: The aim was to develop control strategies to reduce the pathogenic potential of the soil borne pathogen *V. dahliae*. The idea was to combine brown mustard as a pre-crop with different kinds of antagonist products. Ratings were realized in regard to plant vitality, yield and symptom development to document the influence. The brown mustard showed yield increasing effects on a site with sandy soil conditions but the workload in regard to the brown mustard was rated as much too high. In regard to the compost variant frigo-plants showed up to 30% dead plants which was caused by the salt content of the compost.

Weed control management: The aim was to discover cost reducing possibilities in weed management. Therefore three different cultivation types (dam & PE mulch, dam & biodegradable mulch, dam and mulch free cultivation) were chosen and economically compared. While the biodegradable mulch variant showed the highest yield amounts it also showed the highest costs and labour intensities for weed management, especially in regard to the hoe used by hand an additionally in regard to different cultivation related workings. The same development was documented in regard to the PE mulch. In comparison the variant without dam and mulch showed under trial conditions the highest amount of coverage and the lowest labour intensities.

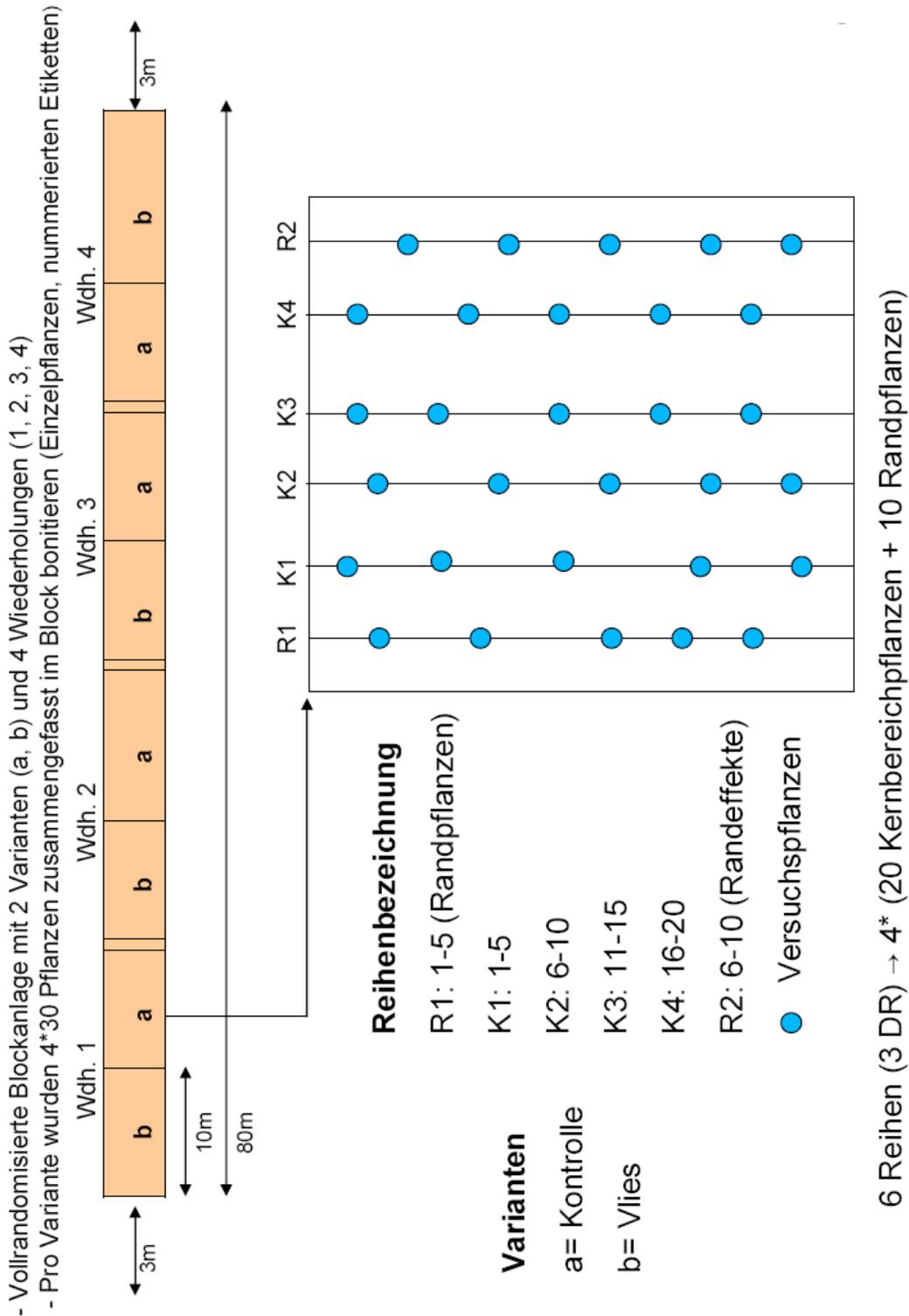
Anhänge

| | |
|--|-----|
| Anhang 1: 2010: Praxisversuch zur Regulierung des Erdbeerblütenstechers in der Sorte Malwina (spät) in einem 1-jährigen Bestand ohne Vorbefall zu dem Versuch EnviRepel® & BonaVita®, Fläche Eberdingen..... | 159 |
| Anhang 2: 2010: Praxisversuch zur Regulierung des Erdbeerblütenstechers in der Sorte Malwina (spät) in einem 1-jährigen Bestand ohne Vorbefall zu dem Versuch Vlies/Kontrolle, Fläche Eberdingen..... | 160 |
| Anhang 3: 2011: Praxisversuch zur Regulierung des Erdbeerblütenstechers in der Sorte Malwina (spät) in einem 1-jährigen Bestand zu dem Versuch Vlies-Abdecktermine, Fläche Remshalden-Rohrbronn..... | 161 |
| Anhang 4: 2010: Praxisversuch zur Regulierung des Erdbeerblütenstechers in der Sorte Malwina (spät) in einem 1-jährigen Bestand ohne Vorbefall zu dem Versuch Netz/Kontrolle, fläche Eberdingen- | 162 |
| Anhang 5: 2011: Praxisversuch zur Regulierung des Erdbeerblütenstechers in der Sorte Malwina (spät) in einem 1-jährigen Bestand zu dem Versuch Netz – Randbefestigungsintensitäten, Fläche Remshalden-Rohrbronn..... | 163 |
| Anhang 6: 2010 & 2011: Praxisversuch zur Regulierung des Erdbeerblütenstechers in der Sorte Malwina (spät) in einem 2-jährigen Bestand zu den Varianten NEU1153I, Metarhizium anisopliae und Rainfarn & Wermut..... | 164 |
| Anhang 7: 2011: Praxisversuch zur Regulierung des Erdbeerblütenstechers in der Sorte Malwina (spät) in einem 2-jährigen Bestand zu den Variante Quassia, Fläche Eberdingen..... | 165 |
| Anhang 8: Verticillium-Welke, Versuchsstandort 1, Lauffen am Neckar 2009: Versuchsplan: Versuchsanlage am 24.Juni 2009, Frigo-Pflanzen der Sorte Honeoye..... | 166 |
| Anhang 9: Verticillium – Welke, Versuchsstandort 2, Remshalden-Rohrbronn 2009: Versuchsplan - Versuchsanlage am 24.Juni 2009, Frigo-Pflanzen mit der Sorte Salsa..... | 167 |
| Anhang 10: Verticillium – Welke, Versuch 3: Versuchsplan 2010: Fläche Ilsfeld: Versuchsanlage: 4. August, getopfte Grünpflanzen, Sorte Sonata..... | 168 |
| Anhang 11: Verticillium – Welke, Versuchsstandort 4: Remshalden-Rohrbronn Versuchsanlage: 3. Mai 2011, Frigo-Pflanzen, Sorte Sonata..... | 169 |
| Anhang 12: Tabellen-Anhänge Beikraut (2 excel-Dateien)..... | 170 |

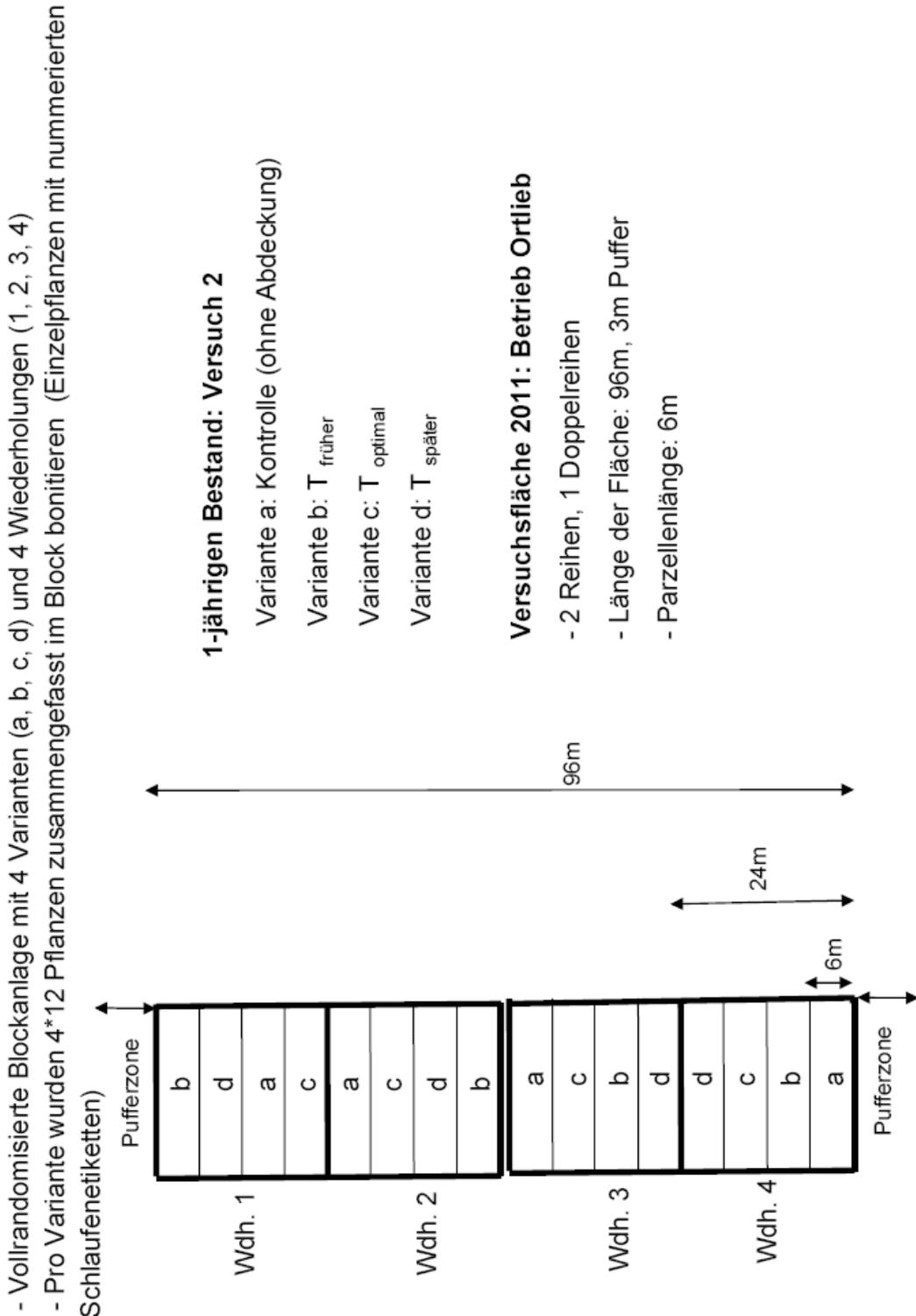
Anhang 1: 2010: Praxisversuch zur Regulierung des Erdbeerblütenstechers in der Sorte Malwina (spät) in einem 1-jährigen Bestand ohne Vorbefall zu dem Versuch EnviRepel® & BonaVita®, Fläche Eberdingen



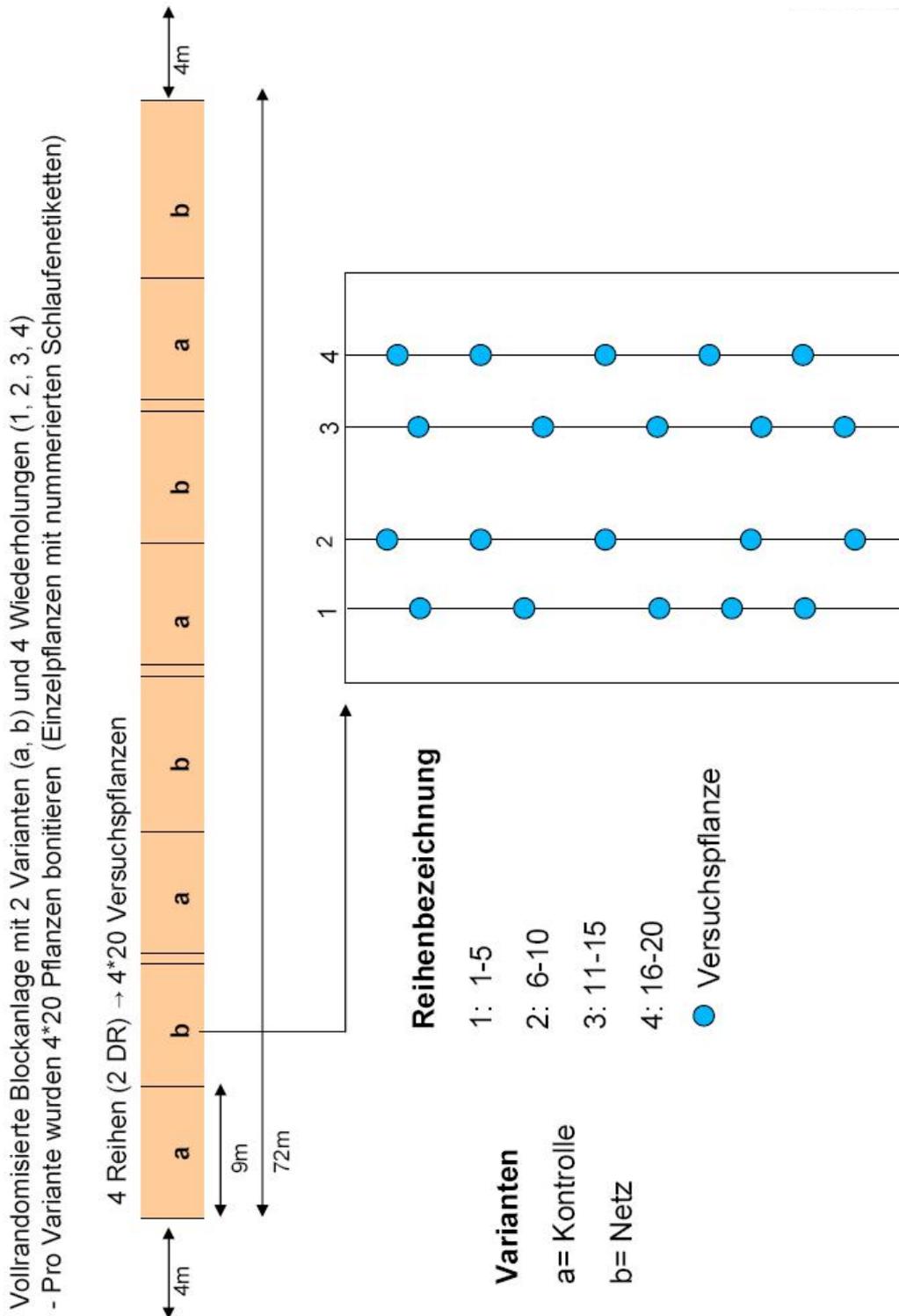
Anhang 2: 2010: Praxisversuch zur Regulierung des Erdbeerblütenstechers in der Sorte Malwina (spät) in einem 1-jährigen Bestand ohne Vorbefall zu dem Versuch Vlies/Kontrolle, Fläche Eberdingen



Anhang 3: 2011: Praxisversuch zur Regulierung des Erdbeerblütenstechers in der Sorte Malwina (spät) in einem 1-jährigen Bestand zu dem Versuch Vlies-Abdecktermine, Fläche Remshalden-Rohrbronn

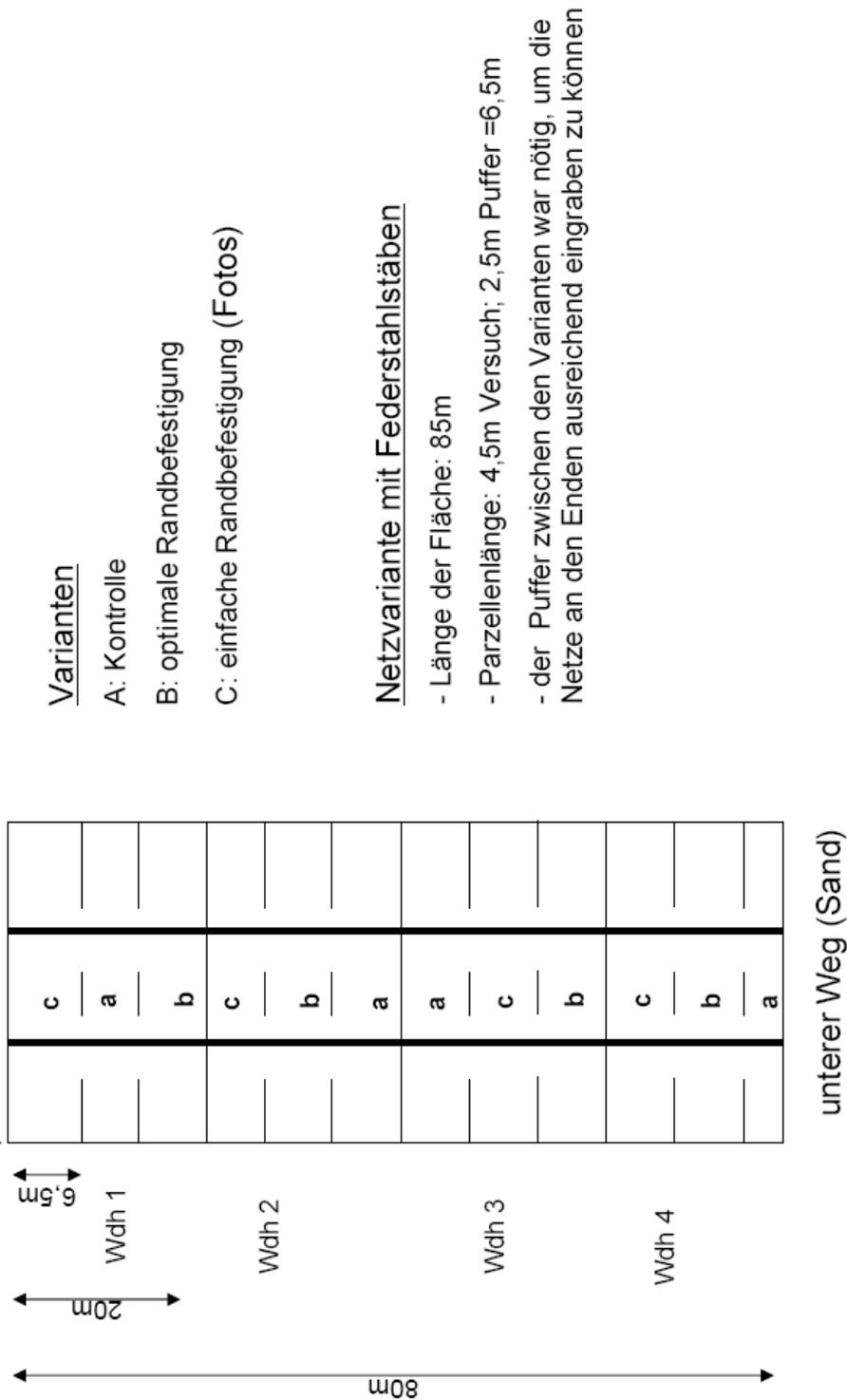


Anhang 4: 2010: Praxisversuch zur Regulierung des Erdbeerblütenstechers in der Sorte Malwina (spät) in einem 1-jährigen Bestand ohne Vorbefall zu dem Versuch Netz/Kontrolle , fläche Eberdingen-



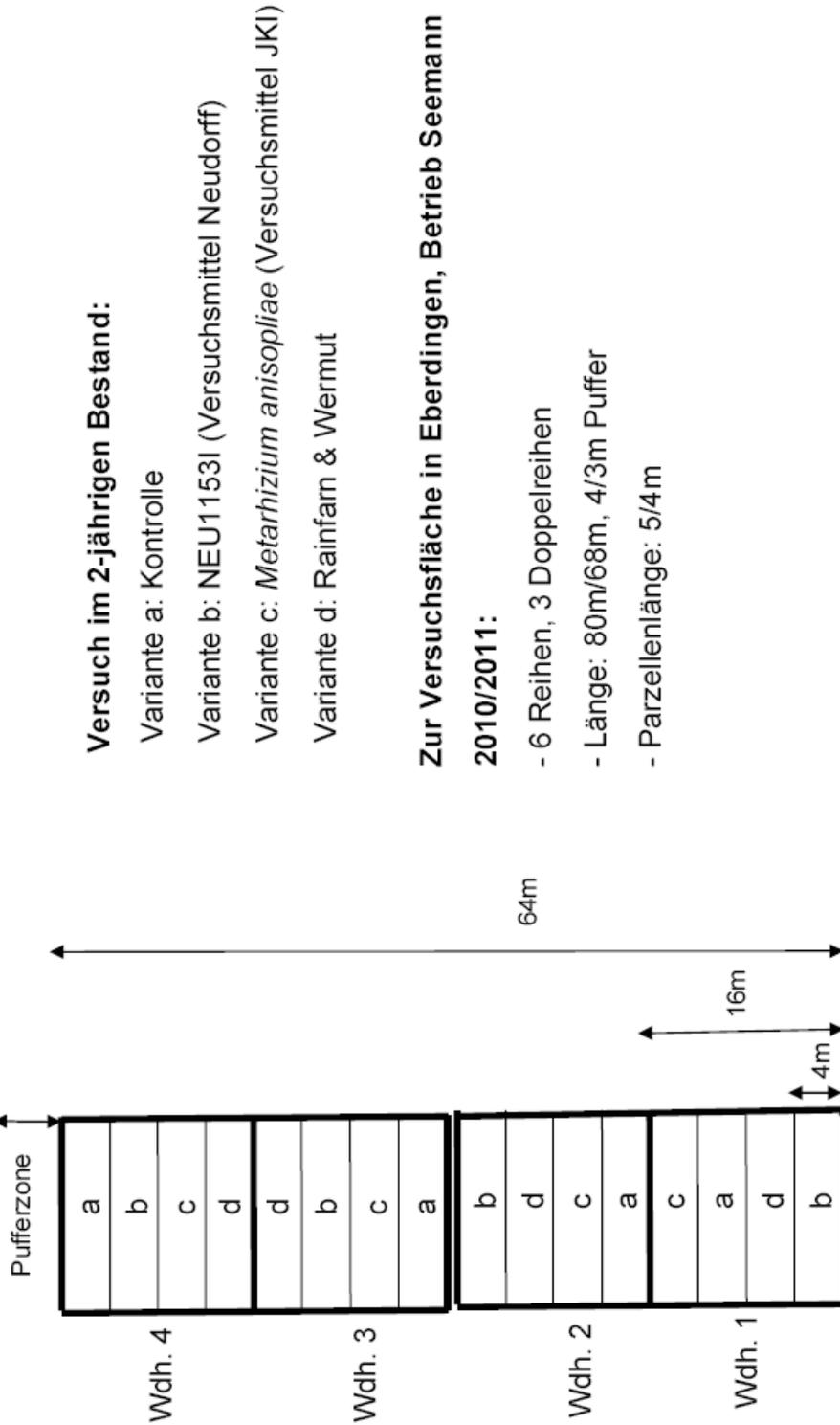
Anhang 5: 2011: Praxisversuch zur Regulierung des Erdbeerblütenstechers in der Sorte Malwina (spät) in einem 1-jährigen Bestand zu dem Versuch Netz – Randbefestigungsintensitäten, Fläche Remshalden-Rohrbronn

- Vollrandomisierte Blockanlage mit 3 Varianten (a, b, c) und 4 Wiederholungen (1, 2, 3, 4)
 - Pro Variante wurden 4*12 Pflanzen zusammengefasst im Block bonitieren (Einzelpflanzen mit nummerierten Schlaufenetiketten)



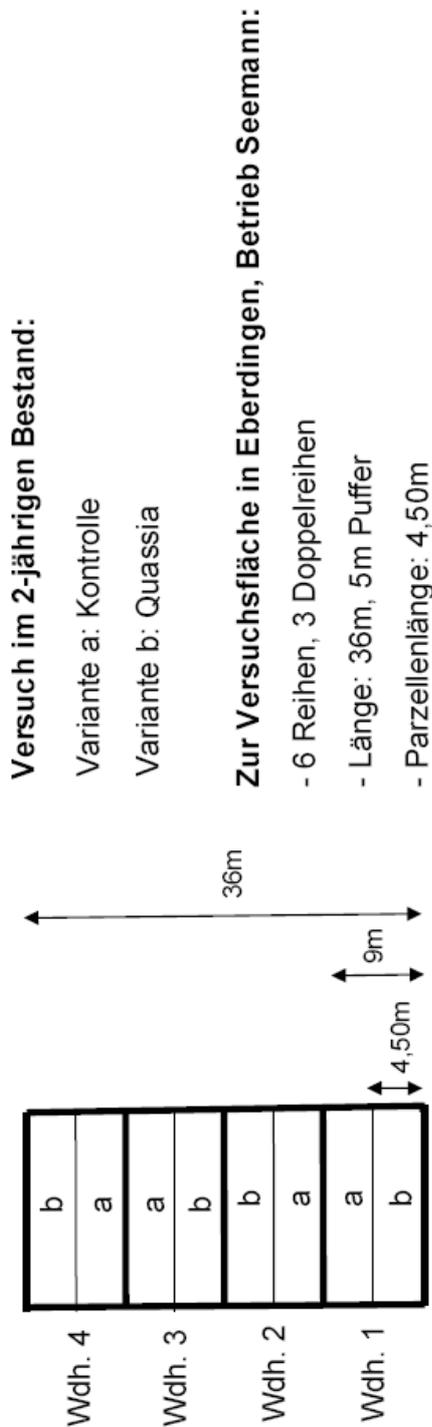
Anhang 6: 2010 & 2011: Praxisversuch zur Regulierung des Erdbeerblütenstechers in der Sorte Malwina (spät) in einem 2-jährigen Bestand zu den Varianten NEU1153I, *Metarhizium anisopliae* und Rainfarn & Wermut

- Vollrandomisierte Blockanlage mit 4 Varianten (a, b, c, d) und 4 Wiederholungen (1, 2, 3, 4)
- Pro Variante wurden 4*12 Pflanzen zusammengefasst in einem Block bonitieren (Einzelpflanzen mit nummerierten Schlaufenetiketten)

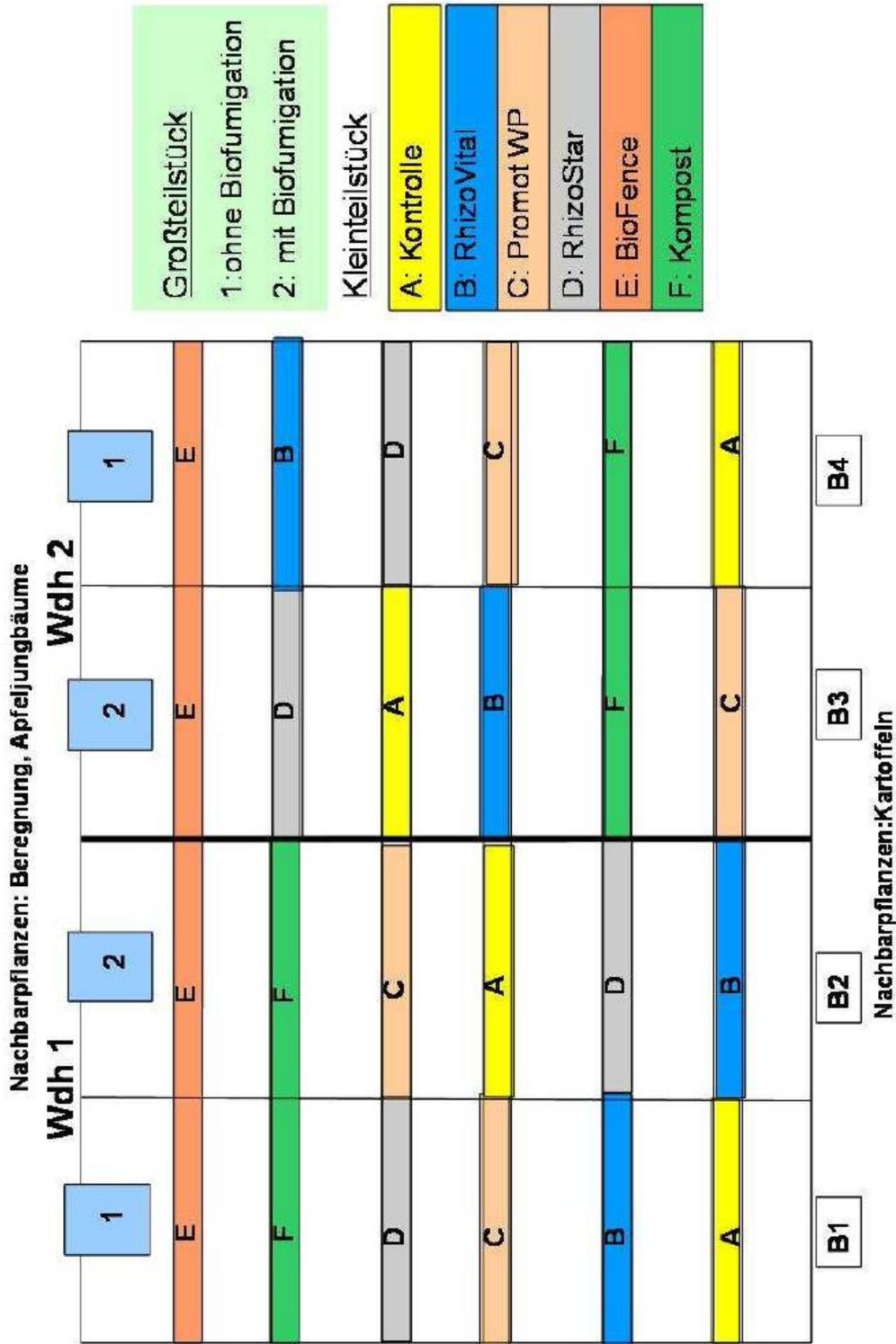


Anhang 7: 2011: Praxisversuch zur Regulierung des Erdbeerblütenstechers in der Sorte Malwina (spät) in einem 2-jährigen Bestand zu den Variante Quassia, Fläche Eberdingen

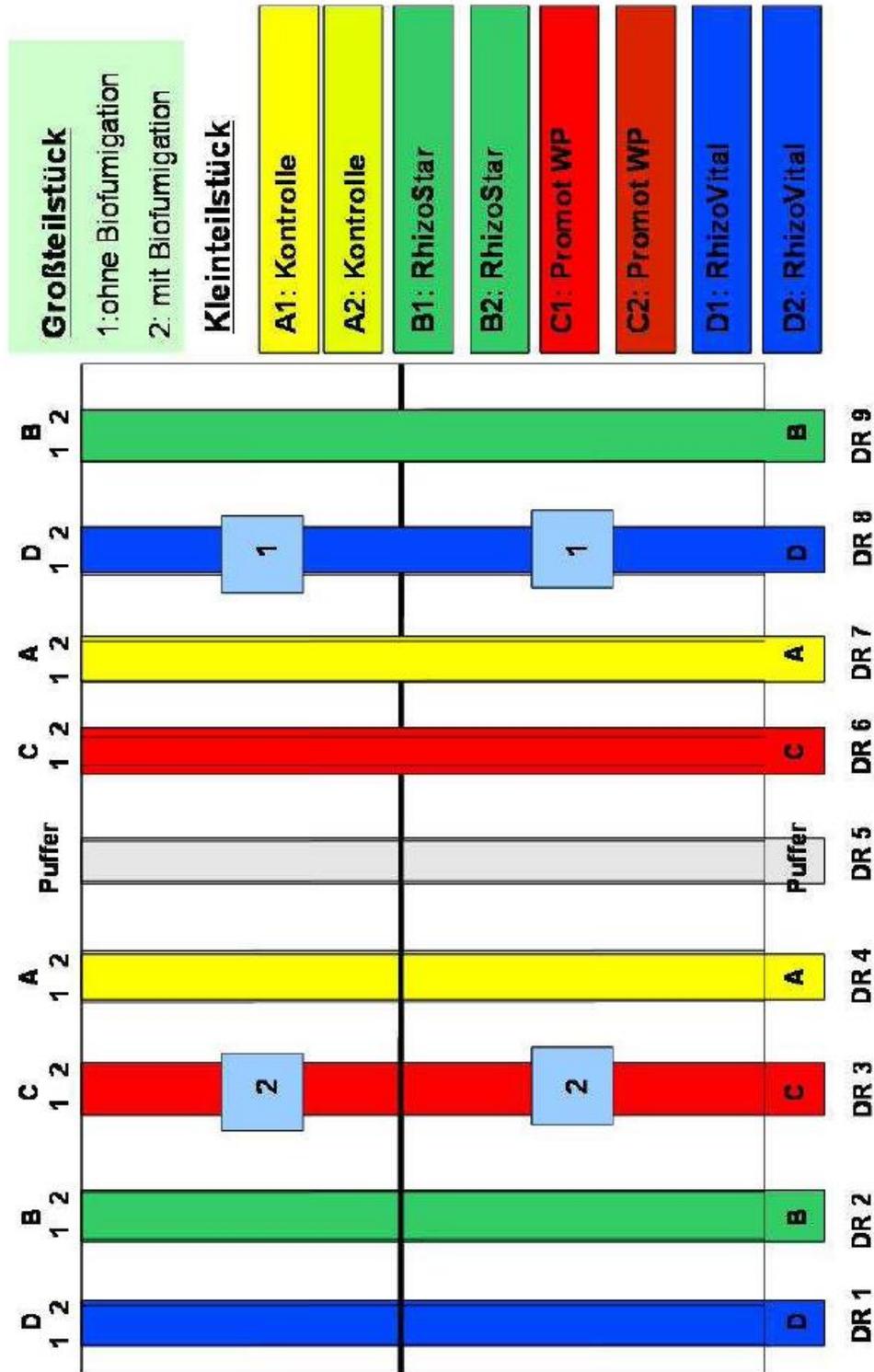
- Vollrandomisierte Blockanlage mit 4 Varianten (a, b) und 4 Wiederholungen (1, 2, 3, 4)
- Pro Variante wurden 4*10 Pflanzen zusammengefasst in einem Block bonitieren (Einzelpflanzen mit nummerierten Schlaufenetiketten)



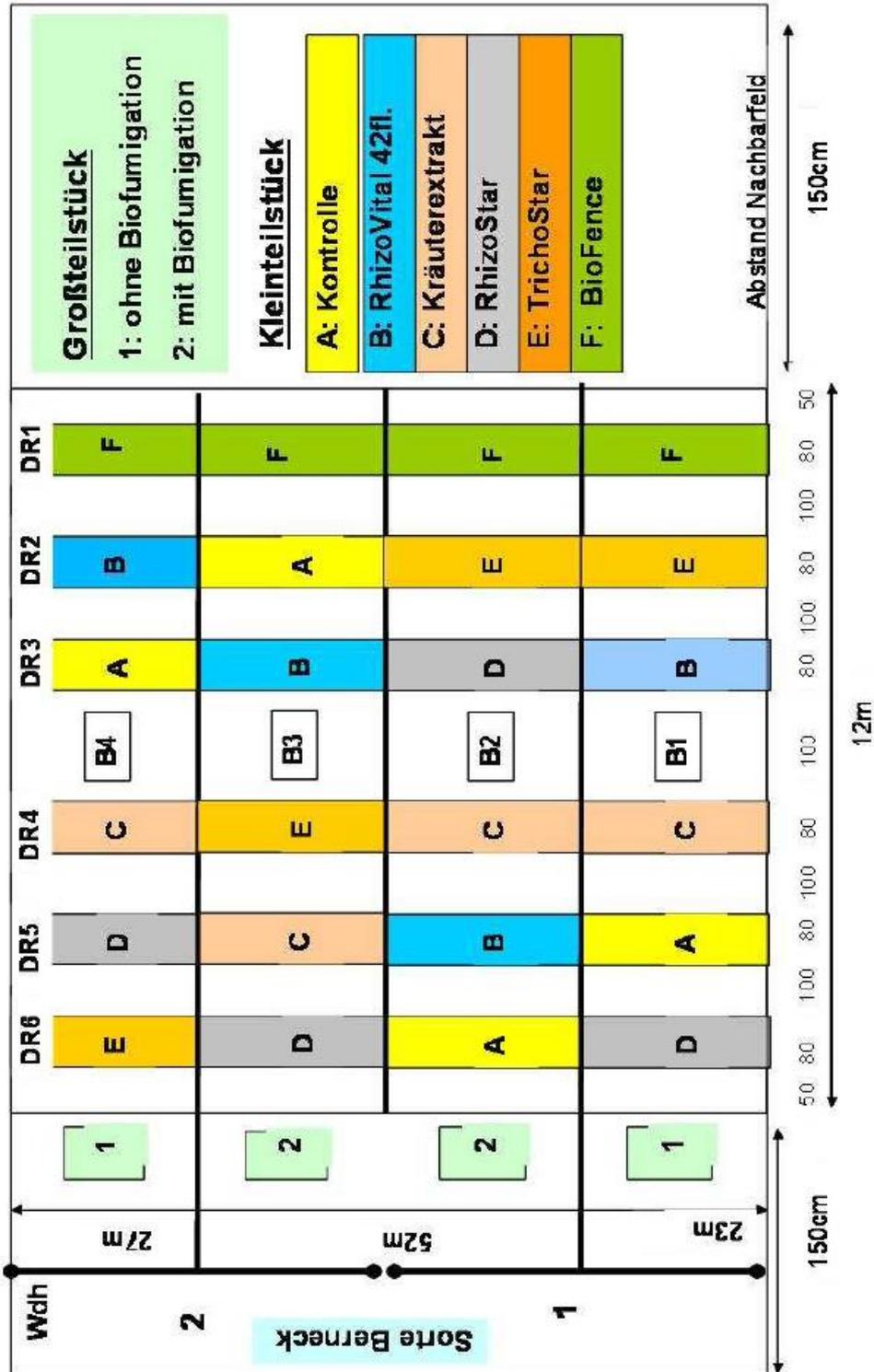
Anhang 8: Verticillium-Welke, Versuchsstandort 1, Lauffen am Neckar 2009: Versuchsplan: Versuchsanlage am 24. Juni 2009, Frigo-Pflanzen der Sorte Honeoye



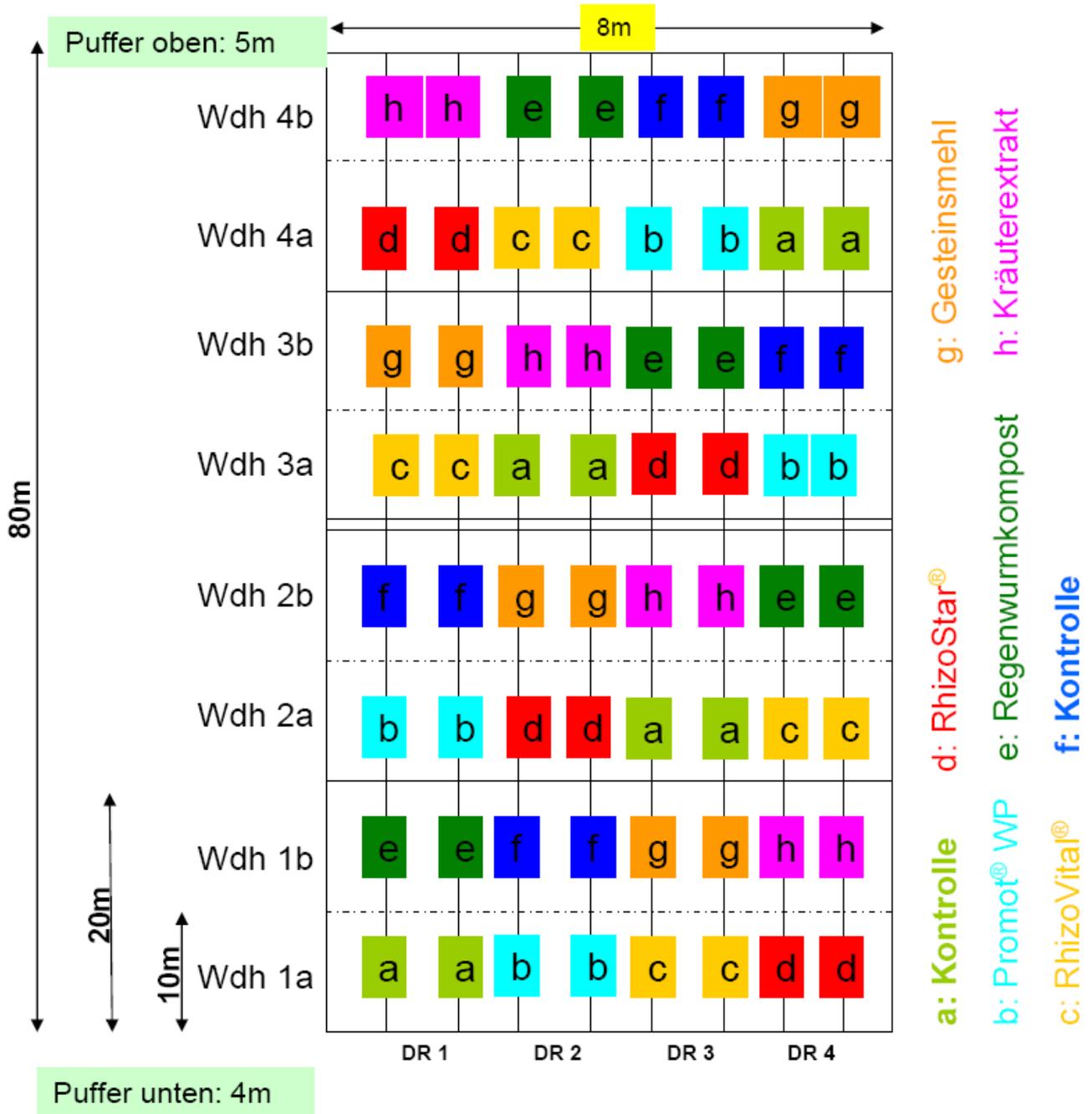
Anhang 9: Verticillium – Welke, Versuchsstandort 2, Remshalden-Rohrbronn 2009: Versuchsplan - Versuchsanlage am 24.Juni 2009, Frigo-Pflanzen mit der Sorte Salsa



Anhang 10: Verticillium – Welke, Versuch 3: Versuchsplan 2010: Fläche IIsfeld: Versuchsanlage: 4. August, getopfte Grünpflanzen, Sorte Sonata



**Anhang 11: Verticillium – Welke, Versuchsstandort 4: Remshalden-Rohrbronn
Versuchsanlage: 3. Mai 2011, Frigo-Pflanzen, Sorte Sonata**



Anhang 12: Tabellen-Anhänge Beikraut (2 excel-Dateien)