



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fakultät Life Sciences

Vergleich verschiedener Präparate von *Beauveria bassiana* Stämmen
(insektenpathogener Pilz) zur Bekämpfung von *Trialeurodes vaporariorum*
(Gewächshaus-Weiße Fliege) auf Auberginenpflanzen

Bachelorarbeit
im Studiengang Umwelttechnik

vorgelegt von

Jasmin Holtzendorff



Hamburg
am 18. Dezember 2017

Gutachterin: Prof. Dr. Bettina Knappe (HAW Hamburg)

Gutachter: Dipl.-Ing. Michael Scharf (Pflanzenschutzdienst Hamburg)

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	VII
1 Zusammenfassung	1
2 Einleitung	2
3 Grundlagen.....	6
3.1 Auberginenpflanzen	6
3.2 Weiße Fliege <i>T. vaporariorum</i>	7
3.3 Mikrobiologische Insektizide.....	10
3.4 Benetzungsmittel Break-Thru S 240.....	13
4 Material und Methoden	15
4.1 Materialien für die Auberginenkultivierung, Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i> und Bonitur und Anwendung der mikrobiologischen Insektizide	15
4.2 Kultivierung der Auberginenpflanzen	16
4.3 Vermehrung und Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i>.....	17
4.4 Mikrobiologische Insektizide.....	18
4.5 Versuchsdurchführung	20
4.5.1 Versuchsaufbau	20
4.5.2 Berechnung der Aufwandmengen der mikrobiologischen Insektizide.....	22
4.5.3 Pipettenprüfung.....	23
4.5.4 Bonituren und Anwendung der mikrobiologischen Insektizide.....	23
4.5.5 Anwendung von Nützlingen während der Auberginenkultivierung und des Versuchs	25
4.5.6 Kulturführung während des Versuchs	25
4.5.7 Bonitur der Insektenanzahl von <i>T. vaporariorum</i> und des Rußtaupilzes	27
4.5.8 Pilzbestimmung mit Hilfe des Labors.....	28
4.5.9 Berechnung des Wirkungsgrads und statistische Auswertung	28
5 Ergebnisse des Versuchs.....	29
5.1 Nebenbeobachtungen während der Bonituren	29
5.2 Darstellung und Beschreibung der Ergebnisse	35
5.2.1 Auswertung der Pipettenprüfung	35
5.2.2 Verläufe von Temperatur, Feuchte und Innenschattierung.....	36
5.2.3 Blattanzahl und Höhe der Auberginenpflanzen	38
5.2.4 Entwicklung der Population von <i>T. vaporariorum</i>.....	40
5.2.4.1 Adulte von <i>T. vaporariorum</i>	40

5.2.4.2	Wirkungsgrad der <i>Beauveria bassiana</i> -Präparate gegenüber den Adulten von <i>T. vaporariorum</i>	47
5.2.4.3	Larven von <i>T. vaporariorum</i>	48
5.2.4.4	Wirkungsgrad der <i>Beauveria bassiana</i> -Präparate gegenüber den Larven von <i>T. vaporariorum</i>	55
5.2.4.5	Durchschnittliche Befallsstärke des Rußtaupilzes	56
6	Diskussion	57
6.1	Vergleich der aufgeführten Ergebnisse mit bereits erfassten Ergebnissen	66
6.2	Einflüsse auf die Ergebnisse während des Versuchs	72
7	Fazit und Ausblick	75
8	Literaturverzeichnis	76
	Anhang	81
	Danksagung	96
	Eigenständigkeitserklärung	97

Abkürzungsverzeichnis

Botanigard	Botanigard 22WP
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
BWVI	Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation
ca.	circa
dpi	days post inoculation, Tage nach Inokulation
LWK NRW	Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Pflanzenschutz Gießen	Regierungspräsidium Gießen – Pflanzenschutzdienst
<i>T. vaporariorum</i>	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
u.a.	unter anderem
z.B.	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: <i>T. vaporariorum</i> auf behaartem Blatt	8
Abb. 2: Schematischer Lebenszyklus entomopathogener Pilze, am Beispiel von <i>Beauveria bassiana</i> (Jaronski 2014)	13
Abb. 3: Echter Mehltau auf dem Auberginenblatt	17
Abb. 4: Fraßschaden der Thripse auf Auberginenblatt mit gelblich gefärbtem Thrips	17
Abb. 5: Trauermückenlarven im feuchten Auberginensubstrat	17
Abb. 6: Mit <i>T. vaporariorum</i> besetzte Auberginenblätter	18
Abb. 7: Position der mit <i>T. vaporariorum</i> schwach besetzten (grüner Stern) und stark besetzten (roter Stern) Parzellen im Versuchsaufbau	18
Abb. 8: Aufbau der Tische (graue Rechtecke) mit den Gängen (weiß) und den Maßen vom Tisch, Gang und Abteil	20
Abb. 9: Sechs Auberginenpflanzen pro Tisch im Versuchsabteil	20
Abb. 10: Aufbau der Versuchsanlage mit den vier Varianten, weiß: Kontrolle (1), blau: Botanigard (2), orange: Naturalis (3), grün: Velifer (4) mit den Wiederholungen von a-d	21
Abb. 11: Position der einzelnen Auberginentöpfe (schwarze Kreise) auf dem Tisch (graue Fläche) in der jeweiligen Parzelle mit der zu behandelnden Fläche (rotes Rechteck)	22
Abb. 12: Stark benetzte Pipettenspitze	24
Abb. 13: Abschirmung der Auberginenpflanzen der nebenstehenden Parzelle gegen die Pflanzenschutzmittelbrühe	24
Abb. 14: Raubmilbentütchen zur Thripsbekämpfung an Auberginenpflanzen	25
Abb. 15: Blattlaus auf dem Auberginenblatt	25

Abb. 16: Spalt (blau) der Innenschattierung im Versuchsabteil.....	27
Abb. 17: Spalt (oben, hellblau) der Innenschattierung, rechts Tisch 3b, links Tisch 3d	27
Abb. 18: Position der Datalogger (gelbe Kreuze) im Versuchsaufbau.....	27
Abb. 19: Box-Plot nach John Tukey	29
Abb. 20: Parasitierte Blattlaus von <i>Praon volucre</i>	29
Abb. 21: Pink gefärbte Larve von <i>T. vaporariorum</i> möglicherweise durch <i>Beauveria bassiana</i> verursacht	30
Abb. 22: Pink gefärbte Larve von <i>T. vaporariorum</i>	30
Abb. 23: Adulte <i>Encarsia formosa</i> auf der Suche nach <i>T. vaporariorum</i> -Larven	30
Abb. 24: Parasitierte Larven von <i>T. vaporariorum</i> durch <i>Encarsia formosa</i>	30
Abb. 25: Schwarz gefärbte Larven von <i>T. vaporariorum</i> durch <i>Encarsia formosa</i> parasitiert	30
Abb. 26: <i>Cladosporium sp.</i> unter dem Auberginenblatt.....	31
Abb. 27: <i>Cladosporium sp.</i> auf der Blattunterseite des Auberginenblattes.....	31
Abb. 28: Weiß verpilzte Adulte von <i>T. vaporariorum</i>	31
Abb. 29: Myzel und Konidienträger mit Konidien von <i>Beauveria bassiana</i> unter dem Mikroskop.....	31
Abb. 30: Pink gefärbte Larve von <i>T. vaporariorum</i> mit weißem Pilzmyzel.....	31
Abb. 31: Neu geschlüpfte Adulte von <i>T. vaporariorum</i>	32
Abb. 32: <i>Fusarium verticillioides</i> (rosa Myzel) auf Blattunterseite der Auberginenpflanzen.....	32
Abb. 33: <i>Fusarium verticillioides</i> (rosa Myzel) auf Unterseite des Blattes	32
Abb. 34: Durch <i>T. vaporariorum</i> -Ausscheidungen verursachter Rußtaupilz.....	32
Abb. 35: Rußtaupilz auf der Oberseite des Auberginenblattes.....	32
Abb. 36: <i>Aphidoletes aphidimyza</i> -Larve saugt <i>T. vaporariorum</i> aus	32
Abb. 37: Myzel, welches wahrscheinlich vom Pilz <i>Beauveria bassiana</i> stammt, auf der Auberginenblattunterseite	33
Abb. 38: Weißes Myzel auf der Unterseite des Auberginenblattes	33
Abb. 39: Durch <i>Cladosporium sp.</i> (Blattunterseite, oben im Bild) verursachte Blattflecken (Blattoberseite, unten im Bild)	33
Abb. 40: Blattfleck auf Auberginenblatt durch <i>Cladosporium sp.</i> verursacht.....	33
Abb. 41: Sehr gering befallenes Auberginenblatt mit Rußtaupilz	33
Abb. 42: Vom Rußtaupilz stark befallenes Blatt.....	33
Abb. 43: Auberginenbestand mit leicht gelben unteren Blättern.....	34
Abb. 44: Auberginenpflanze mit gelben Blättern wahrscheinlich durch Düngermangel bedingt .	34
Abb. 45: <i>Aphidoletes aphidimyza</i> -Larven saugen Adulte von <i>T. vaporariorum</i> aus	35
Abb. 46: Auberginenblatt mit u.a. Adulten und Larven von <i>T. vaporariorum</i> und <i>Cladosporium sp.</i>	35
Abb. 47: Mit Larven von <i>T. vaporariorum</i> , Honigtau und Schimmelpilz besetztes Blatt.....	35
Abb. 48: Verlauf der aufgezeichneten Temperatur (rot) und relativen Feuchte (blau) vom Computerprogramm RAM Elektronisches Regelsystem mit den jeweiligen Trendlinien und der 50 % Feuchtegrenze während der Auberginenpflanzenkultivierung vom 11.05.2017 bis 13.06.2017	36
Abb. 49: Verlauf der aufgezeichneten Temperatur (rot) und relativen Feuchte (blau) vom Computerprogramm RAM Elektronisches Regelsystem mit den jeweiligen Trendlinien und der 50 % Feuchtegrenze während des Versuchs im Versuchsabteil vom 13.06.2017 bis 16.08.2017	37
Abb. 50: Verlauf der aufgezeichneten Temperatur (rot) und relativen Feuchte (blau) vom Datalogger Tisch 2b mit den jeweiligen Trendlinien und der 50 % Feuchtegrenze während des Versuchs im Versuchsabteil vom 15.06.2017 bis 16.08.2017.....	37

Abb. 51: Verlauf der Innenschattierung, aufgezeichnet vom Computerprogramm RAM Elektronisches Regelsystem, im Versuchsabteil vom 26.06.2017 bis 16.08.2017 im Liniendiagramm	38
Abb. 52: Durchschnittliche Anzahl der ausgewachsenen Auberginenblätter pro Pflanze in den einzelnen Varianten vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i> , grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer	39
Abb. 53: Durchschnittliche Höhe der Auberginenpflanzen ohne Topf in den einzelnen Varianten vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i> , grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer	40
Abb. 54: Gesamte Adultenanzahl von <i>T. vaporariorum</i> pro Variante vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i> , grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer.....	41
Abb. 55: Adulte von <i>T. vaporariorum</i> pro Pflanze in jeweiliger Variante mit Standardabweichung vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i> , grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer	43
Abb. 56: Signifikante Unterschiede der Anzahl der Adulten von <i>T. vaporariorum</i> pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten vom 10. bis 27. Tag nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i> , a-b: homogene Gruppen, signifikant gleiche Varianten = gleicher Buchstabe ..	44
Abb. 57: Signifikante Unterschiede der Anzahl der Adulten von <i>T. vaporariorum</i> pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten vom 34. bis 62. Tag nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i> , a-b: homogene Gruppen, signifikant gleiche Varianten = gleicher Buchstabe ..	44
Abb. 58: Box-Plot von der Anzahl der Adulten pro Pflanze der einzelnen Varianten 14 Tage nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i>	45
Abb. 59: Box-Plot von der Anzahl der Adulten pro Pflanze der einzelnen Varianten 47 Tage nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i>	46
Abb. 60: Box-Plot von der Anzahl der Adulten pro Pflanze der einzelnen Varianten 62 Tage nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i>	46
Abb. 61: Wirkungsgrad der einzelnen <i>Beauveria bassiana</i> -Präparate im Hinblick auf die Adulten von <i>T. vaporariorum</i> vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i> ; blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer	48
Abb. 62: Gesamte Larvenanzahl von <i>T. vaporariorum</i> pro Variante vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i> , grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer.....	49
Abb. 63: Larven von <i>T. vaporariorum</i> pro Pflanze in jeweiliger Variante mit Standardabweichung vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i> , grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer	51
Abb. 64: Signifikante Unterschiede der Anzahl der Larven von <i>T. vaporariorum</i> pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten vom 10. bis 27. Tag nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i> , a-b: homogene Gruppen, signifikant gleiche Varianten = gleicher Buchstabe ..	51
Abb. 65: Signifikante Unterschiede der Anzahl der Larven von <i>T. vaporariorum</i> pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten vom 34. bis 62. Tag nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i> , a-b: homogene Gruppen, signifikant gleiche Varianten = gleicher Buchstabe ..	52
Abb. 66: Box-Plot von der Anzahl der Larven pro Pflanze der einzelnen Varianten 27 Tage nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i>	53
Abb. 67: Box-Plot von der Anzahl der Larven pro Pflanze der einzelnen Varianten 54 Tage nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i>	54
Abb. 68: Box-Plot von der Anzahl der Larven pro Pflanze der einzelnen Varianten 62 Tage nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i>	54

Abb. 69: Wirkungsgrad der einzelnen <i>Beauveria bassiana</i> -Präparate im Hinblick auf die Larven von <i>T. vaporariorum</i> vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i> ; blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer	56
Abb. 70: Durchschnittliche Befallsstärke des Rußtaupilzes in den einzelnen Wiederholungen (a-d) der Varianten vom 42. bis 62. Tag nach der Inokulation mit <i>T. vaporariorum</i> ; grau: Kontrolle (1), blau: Botanigard (2), orange: Naturalis (3), grün: Velifer (4), Befallsstärke: 1= gering, 2= mittel, 3= stark	57
Abb. 71: Biologische Wirksamkeit von Insektiziden gegen adulte Weiße Fliegen (WF) <i>T. vaporariorum</i> in Fuchsien unter Glas vom 25.02. bis 31.03.2016, dunkelblau: Kontrolle, orange: Botanigard WP mit Silvet Gold, hellblau: Naturalis, Auftragsversuch Spieß-Urania, Versuchsleitung: Elisabeth Götte, (Götte 2016)	67
Abb. 72: Biologische Wirksamkeit von Insektiziden gegen Larven der Weißen Fliege (WF) <i>T. vaporariorum</i> in Fuchsien unter Glas vom 25.02. bis 31.03.2016, dunkelblau: Kontrolle, orange: Botanigard WP mit Silvet Gold, hellblau: Naturalis, Auftragsversuch Spieß-Urania, Versuchsleitung: Elisabeth Götte, (Götte 2016).....	68
Abb. 73: Gesamte Adultenanzahl von <i>T. vaporariorum</i> pro Variante vom 26.04. bis 08.06.2017, grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer (Pflanzenschutzdienst Hamburg 2017)	70
Abb. 74: Gesamte Larvenanzahl von <i>T. vaporariorum</i> pro Variante während des Versuchs vom 26.04. bis 08.06.2017, grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer (Pflanzenschutzdienst Hamburg 2017)	71
Abb. 75: Wirkungsgrad nach Henderson-Tilton von Insektiziden gegen Larven der Weißen Fliege (WF) <i>T. vaporariorum</i> in Fuchsien unter Glas 0 bis 35 Tage nach der 1. Behandlung, dunkelblau: Kontrolle, orange: Botanigard WP mit Silvet Gold, hellblau: Naturalis, Auftragsversuch Spieß-Uran, Versuchsleitung: Elisabeth Götte, (Götte 2016)	81

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterschiede der drei mikrobiologischen Präparate.....	11
Tabelle 2: Geräte- und Materialliste.....	15
Tabelle 3: Pflanzenschutz- und Benetzungsmittel.....	19
Tabelle 4: Bonitur- und Spritztermine.....	21
Tabelle 5: Aufwand-, Mittel- und Wassermengen der Präparate	23
Tabelle 6: Pipettenprüfung zu Versuchsbeginn.....	81
Tabelle 7: Pipettenprüfung zu Versuchsende.....	82
Tabelle 8: Grenzwerte der verstellbaren Kolbenhub- oder Luftpilsterpipette 100-1000 µl.....	82
Tabelle 9: Boniturtabellen der Kontrolle (Vorbonitur bis Bonitur 2).....	83
Tabelle 10: Boniturtabellen der Kontrolle (Bonitur 3 bis 5)	84
Tabelle 11: Boniturtabellen der Kontrolle (Bonitur 6 bis 8)	85
Tabelle 12: Boniturtabellen von Botanigard (Vorbonitur bis Bonitur 2)	86
Tabelle 13: Boniturtabellen von Botanigard (Bonitur 3 bis 5).....	87
Tabelle 14: Boniturtabellen von Botanigard (Bonitur 6 bis 8).....	88
Tabelle 15: Boniturtabellen von Naturalis (Vorbonitur bis Bonitur 2)	89
Tabelle 16: Boniturtabellen von Naturalis (Bonitur 3 bis 5)	90
Tabelle 17: Boniturtabellen von Naturalis (Bonitur 6 bis 8)	91
Tabelle 18: Boniturtabellen von Velifer (Vorbonitur bis Bonitur 2)	92
Tabelle 19: Boniturtabellen von Velifer (Bonitur 3 bis 5)	93
Tabelle 20: Boniturtabellen von Velifer (Bonitur 6 bis 8)	94
Tabelle 21: Boniturtabelle für den Rußtaupilz-Befall der einzelnen Parzellen	95

1 Zusammenfassung

Eine der hartnäckigsten Schädlinge im Gewächshaus ist die Weiße Fliege *Trialeurodes vaporariorum*. Sie saugt an Pflanzteilen, schädigt diese und scheidet Honigtau aus, der wiederum das Wachstum von Rußtaupilzen begünstigt, wodurch Pflanzen und deren Früchte verschmutzen und nicht mehr vermarktet werden können.

Für die Bekämpfung von *T. vaporariorum* werden häufig chemische Pflanzenschutzmittel eingesetzt, die seit langem ubiquitär in der Umwelt vorkommen und diese kontaminieren, die zu Resistenzen der Schädlinge und Schädigungen der Populationen nützlicher und indifferenter Arten führen. Daher wird nach Alternativen zu chemischen Mitteln gesucht, die u.a. der biologische und integrierte Pflanzenschutz sind.

Beim biologischen Pflanzenschutz wird auf chemische Mittel verzichtet und eine Reduzierung der Schaderreger auf einen tolerierbaren Restbefall angestrebt. Es werden z.B. Nützlinge eingesetzt, die die Schadinsekten nur bei bestimmten Licht-, Temperatur- und Feuchteverhältnissen bekämpfen können, wodurch keine Rückstände und Resistenzen entstehen. Der integrierte Pflanzenschutz ist eine Kombination aus u.a. biologischen und biotechnologischen Maßnahmen, die die chemischen Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß beschränken, wodurch die Nachteile dieser verringert werden, und Schäden durch Schädlinge unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu halten (PflSchG § 2 Absatz 2).

Es wird zunehmend auf mikrobiologische Pflanzenschutzmittel gesetzt, um Nachteile chemischer Mittel und Nützlinge zu reduzieren. Mikrobiologische Pflanzenschutzmittel enthalten Bakterien, Pilze und Viren, die Epidemien auslösen. Sie belasten die Umwelt kaum, weisen keine Resistenzen auf und sind nützlingsschonend. Ein Nachteil ist, dass sie hohe Ansprüche an die Temperatur- und Feuchteverhältnisse haben. Pilze sind die wichtigsten Krankheitserreger für die Schädlingsbekämpfung und haben ein breites Wirkspektrum, wie der Pilz *Beauveria bassiana*, der u.a. *T. vaporariorum* befällt.

Ziel dieser Arbeit ist es, drei verschiedene Präparate aus unterschiedlichen *Beauveria bassiana* Stämmen (Botanigard, Naturalis, Velifer), welche bereits zu Präparaten formuliert sind, weiter zu erforschen bzw. zu prüfen, um die bisherigen Bekämpfungsmaßnahmen gegen *T. vaporariorum* weiter ersetzen zu können. Daher werden die drei Präparate zur Bekämpfung von *T. vaporariorum* angewendet und ihre Wirkung auf die Adulten und Larven verglichen.

Für den Versuch werden 96 Wirtspflanzen (in der vorliegenden Arbeit: Aubergine 'Ophelia' F1) von *T. vaporariorum* herangezogen und danach mit *T. vaporariorum* inokuliert. Nach der Inokulation werden die vier Wiederholungen einer Variante mit dem jeweiligen Präparat fünf Mal in einem Abstand von ca. sechs Tagen gespritzt. Die Bonituren werden vor den Spritzungen und nach der letzten Spritzung noch weitere vier Mal durchgeführt. Für die Bonituren wird die Anzahl der Adulten und Larven von *T. vaporariorum* und der Habitus der Pflanzen bonitiert.

Die Blattanzahl des Haupttriebes und die Höhe der Pflanzen steigt immer weiter an und ist in allen Varianten nahe zu gleich. Die Anzahl der Adulten der unbehandelten Kontroll-Variante liegt bei acht und die Larvenanzahl bei sieben von neun Bonituren über der Anzahl der Adulten bzw. Larven der behandelten Varianten. Während des Versuchs liegt die Anzahl der Adulten bzw. Larven der behandelten Varianten recht nahe beieinander,

bleibt in den ersten drei bzw. sechs Bonituren relativ konstant bei einem Durchschnittswert von 447 Adulten der vier Wiederholungen einer Variante bzw. 4.654 Larven der vier Wiederholungen einer Variante und steigt erst danach langsam an. Da die Anzahl der behandelten Varianten in acht bzw. sieben von neun Bonituren unter der Anzahl der Kontroll-Variante liegt, ist eine deutliche Wirkung der drei Präparate festzustellen. Der Wirkungsgrad der behandelten Varianten gegenüber den Adulten bzw. Larven liegt bei vier bzw. sechs von acht Bonituren zwischen 40 und 70 %. Der Versuch zeigt also, dass *Beauveria bassiana* eine gewisse Wirkung auf *T. vaporariorum* hat. Durch die hohen Ansprüche von *Beauveria bassiana* an die Temperatur und Feuchte ist die mikrobiologische Bekämpfung von *T. vaporariorum* etwas schwieriger durchführbar als andere Bekämpfungsmaßnahmen. Trotzdem sind mikrobiologische Pflanzenschutzmittel eine sinnvolle und geeignete Alternative zu herkömmlichen Maßnahmen und sollten zunehmend eingesetzt werden, da sie *T. vaporariorum* mit einem Wirkungsgrad von 40 bis 70 % bekämpfen, keine Resistenzen und Rückstandsprobleme aufweisen und die Umwelt kaum schädigen.

2 Einleitung

Die Weiße Fliege *T. vaporariorum* gehört zur Familie der Mottenschildläuse und ist ursprünglich in den tropischen und subtropischen Regionen Amerikas beheimatet (Fortmann 2000). Vor mehr als 100 Jahren wurde sie in Großbritannien eingeschleppt und hat sich von dort aus weltweit verbreitet (Fortmann 2000). Seit den 1970er Jahren kommt *T. vaporariorum* als eine der hartnäckigsten Schädlinge in den Gewächshäusern vor (Crüger 1983, Hemmen 2003). Da sie an den Pflanzenteilen der Zier- und Gemüsepflanzen saugt, schädigt sie diese und mindert somit die Pflanzenqualität und Ernte. Zudem scheidet sie einen klebrigen Honigtau aus, der wiederum das Wachstum von Schimmel- und Rußtaupilzen begünstigt. Der Honigtau und die darauf lebenden Pilze verschmutzen die Oberflächen der Pflanzen und Früchte, wodurch sie nicht mehr vermarktet werden können. Zudem können durch die Pilze auch ganze Pflanzenteile absterben.

Um *T. vaporariorum* bekämpfen zu können, werden verschiedenste Pflanzenschutzmittel wie z. B. chemische und biotechnische Mittel, aber auch Nützlinge eingesetzt.

Die Vorteile der chemischen Pflanzenschutzmittel sind, dass sie häufig eine schnelle und sichere Wirkung (hohe Abtötungsrate), einfache Handhabung und relativ geringe Kosten aufweisen (Seipel 2009). Da sich chemische Mittel, die in der Agrarwirtschaft und im Gartenbau gegen Schädlinge, Pflanzenkrankheiten und Unkräuter angewendet werden, aber häufig in der Umwelt ablagern, durch ihre Persistenz und Toxizität schädlich wirken können und in Gegenden nachgewiesen werden, wo keine Anwendung von Pflanzenschutzmitteln stattfindet, wird nach Alternativen zu chemischen Mitteln gesucht (Börner 1997, Seipel 2009). Bei chemischen Pflanzenschutzmitteln kann es außerdem zu einer direkten Gesundheitsgefährdung des Anwenders und zur Kontamination von Boden, Luft und Wasser kommen (Börner 1997, Umweltbundesamt 2016). Weitere Folgen sind Rückstände in oder auf Nahrungsmitteln und Pflanzen, die die Gesundheit

gefährden können (Fortmann 2000, Umweltbundesamt 2016). Die Nebenwirkungen der chemischen Mittel auf das Ökosystem, wie z.B. der Rückgang der Artenvielfalt von Flora und Fauna, sind schwierig zu erfassen und kaum nachweisbar (Fortmann 2000). Es werden z.B. beim Insektizideinsatz, der keine spezifische Wirkung besitzt, neben den Schädlingen auch häufig die Populationen von nützlichen und indifferenten Arten, wie z.B. Bienen, geschädigt (Börner 1997, Umweltbundesamt 2016). Zudem können sich durch mehrmalige Anwendung der gleichen chemischen Pflanzenschutzmittel Resistenzen ausbilden, insbesondere bei den Eiern und dem Nymphenstadium der Schadinsekten (Fortmann 2000, Richter 2009). Hierdurch kann es nach dem Einsatz zu einer Übervermehrung bestimmter Arten kommen, die resistent gegen einige Wirkstoffe sind und deren Nahrungskonkurrenten empfindlicher reagieren und abgetötet werden, wodurch das biologische Gleichgewicht gestört wird (Börner 1997, Seipel 2009). Daher werden immer höhere Aufwandmengen bei steigender Spritzhäufigkeit benötigt (Fortmann 2000, Seipel 2009). Da die Auswahl von chemischen Pflanzenschutzmitteln mit anderen Wirkstoffen gering ist, gibt es häufig keine Möglichkeiten der Schädlingsbekämpfung mehr (Fortmann 2000). Außerdem werden kaum noch neue Pflanzenschutzpräparate entwickelt und zugelassen (Fortmann 2000).

Alternativen zu chemischen Pflanzenschutzmitteln sind der biologische, aber auch der integrierte Pflanzenschutz (Fortmann 2000, Seipel 2009).

Der biologische Pflanzenschutz umfasst die gesteuerte Nutzung biologischer Vorgänge, insbesondere von Nützlingen gegenüber Schädlingen, natürliche Reaktionen von Schaderregern (Schadtieren, Mikroorganismen) und pflanzeigene Schutzmechanismen gegenüber abiotischer und biotischer Schadfaktoren (Fortmann 2000). Beim biologischen Pflanzenschutz wird nicht unbedingt ein 100 %iges Abtöten der Schaderreger angestrebt, sondern eher eine Reduzierung auf einen tolerierbaren Restbefall, welches je nach Kulturpflanze anders sein kann und die wirtschaftliche Schadensschwelle nicht überschreitet (Krieg & Franz 1989, Seipel 2009).

Ein biologisches Bekämpfungsmittel sind u.a. Insekten, auch Nützlinge genannt, die als natürliche Gegenspieler die Schadinsekten auf verschiedenste Weise bekämpfen und somit ein natürliches biologisches Gleichgewicht wiederherstellen (Börner 1997, Seipel 2009). Sie saugen die Schädlinge entweder direkt aus oder es werden die Eier bzw. Larven der Schädlinge parasitiert und es schlüpft ein Nützling anstelle eines Schädlings. Ein bekannter Nützling ist *Encarsia formosa*, eine Schlupfwespenart, die verschiedene Weiße Fliegen-Arten bekämpft (Fortmann 2000).

Die Vorteile von Nützlingen sind, dass auf chemische Pflanzenschutzmittel zumeist verzichtet werden kann, wodurch Rückstandsprobleme und Resistenzen gegenüber Pflanzenschutzmitteln wegfallen (Börner 1997). Außerdem können sich die Nützlinge in Pflanzenbeständen etablieren und ein erneuter Ausbruch der Schädlinge ist meist nicht zu erwarten (Börner 1997). Beim Nützlingseinsatz ist es nicht von Bedeutung, wenn mehr Insekten als nötig im Bestand eingesetzt werden. Bei chemischen Pflanzenschutzmitteln hingegen kann eine Überdosierung durch z.B. eine falsche Berechnung der Aufwandmengen zur unnötigen Belastung der Umwelt bzw. zum Überschreiten der Grenzwerte führen.

Die Nachteile der Nützlinge sind, dass die Abtötung der Schadinsekten nicht sofort und in

großer Anzahl erfolgt, wodurch Schädigungen an Kulturpflanzen nicht auszuschließen sind (Börner 1997). Außerdem können Nützlinge nicht bei jeder Jahreszeit und meist nur im Gewächshaus sinnvoll eingesetzt werden. Sie haben hohe Ansprüche an die Feuchte- und Temperaturverhältnisse und können sich bei falschem Klima kaum oder gar nicht entwickeln (Börner 1997, Fortmann 2000). Zudem können sie die einheimischen Arten verdrängen, wie zum Beispiel der asiatische Harlekin-Marienkäfer *Harmonia axyridis*, der zur Blattlausbekämpfung eingesetzt wurde und seit einigen Jahren die einheimischen Marienkäferarten wie den Siebenpunkt-Marienkäfer *Coccinella septempunctata* verdrängt (May o.J., Kögel et al. 2010). Ein weiteres Hindernis für das biologische Bekämpfungsverfahren ist, dass ein hohes Maß an Sachkenntnis und fachlicher Fertigkeit erforderlich ist (Börner 1997, Fortmann 2000).

Im Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz) vom 18.07.2016 ist in § 2 Abs. 2 festgelegt, dass die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel 'auf das notwendige Maß' zu beschränken ist und dass gleichzeitig eine vorrangige Berücksichtigung biologischer, biotechnologischer, pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen gefordert wird (Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz 2016, Umweltbundesamt 2016). Durch das Pflanzenschutzgesetz wird der integrierte Pflanzenschutz definiert und muss eingehalten werden (Börner 1997). Im integrierten Pflanzenschutz sind die biologischen und biotechnischen Bekämpfungsverfahren, aber auch Verfahren zur z.B. Standortwahl, Düngung, Fruchtfolge und zuletzt chemische Bekämpfungsmaßnahmen enthalten (Fortmann 2000, Seipel 2009). Der integrierte Pflanzenschutz besteht u.a. aus der Schonung und aktiven Förderung von natürlichen Gegenspielern der Schadinsekten, sowie ein gezieltes Einsetzen dieser bei gleichzeitiger Reduktion des Pflanzenschutzmittelaufwandes (Börner 1997, Fortmann 2000). Der integrierte Pflanzenschutz verfolgt das Ziel, durch eine Kombination aus verschiedenen Bekämpfungsmaßnahmen, Schäden durch Schädlinge und Krankheitserreger unter der wirtschaftlichen Schadensschwelle zu halten und chemische Pflanzenschutzmittel nur als letztes Mittel einzusetzen, wenn alle anderen Maßnahmen nicht ausreichen, um eine Massenvermehrung zu unterdrücken (Börner 1997, Seipel 2009).

Vorteile des integrierten Pflanzenschutzes sind u.a. die Reduzierung des Einsatzes chemischer Mittel, wodurch deren Nachteile reduziert und die Gefahr einer Umweltschädigung verringert werden, und die Schonung von Nützlingen (Börner 1997). Zudem wird durch die ständige Kontrolle der Pflanzenkulturen für z.B. die Schädlingsüberwachung die Gefahr von Ertrags- bzw. Qualitätsverlusten im Gegensatz zu Routinespritzungen von chemischen Mitteln verringert (Börner 1997).

Nachteile des integrierten Pflanzenschutzes sind, dass die Kulturen ständig überwacht werden müssen, was sehr zeitaufwendig ist, eine fachliche Kenntnis über die Biologie aller wichtigen Schädlinge und Krankheitserreger vorhanden sein muss, sowie die Nebenwirkungen der Pflanzenschutzmittel bekannt sein müssen (Börner 1997, Seipel 2009). Außerdem sollte die wirtschaftliche Schadensschwelle exakt bestimmt werden, was sehr aufwendig und kompliziert sein kann (Börner 1997, Seipel 2009).

Um die Nachteile der chemischen Pflanzenschutzmittel und Nützlinge zu kompensieren, wird mittlerweile auf mikrobiologische Pflanzenschutzmittel zur Schädlingsbekämpfung gesetzt. Sie enthalten Bakterien, Pilze und Viren, welche natürlich in der Umwelt vorkommen (Krieg & Franz 1989, Fortmann 2000). Diese natürlich vorkommenden Erreger lösen Epidemien aus, die ohne sie unter Umständen nicht ausgelöst worden wären (Fortmann 2000). Die Erreger sind durch ihre Spezifität für nützliche, aber auch indifferente Organismengruppen meist ungefährlich (Fortmann 2000). Viren und Bakterien müssen oral aufgenommen werden, um den Schaderreger schädigen zu können (Krieg & Franz 1989). Pilze sind hingegen auf keine orale Aufnahme angewiesen, da ihre Keimhyphen sogar die Insektenkutikula von Puppen und Adulten durchdringen können (Krieg & Franz 1989). Viele Mikroorganismen sind bereits zu Präparaten formuliert und können gegen Schädlinge eingesetzt werden (Fortmann 2000).

Die Vorteile der unzähligen mikrobiologischen Pflanzenschutzmittel sind, dass sie nützlingsschonend sind, keine nachteilige Wirkung auf die Umwelt haben und diese nicht belasten, sie sich gut in der Schädlingspopulation ausbreiten können und keine Resistenzbildungs- und Rückstandsprobleme hervorbringen (Fortmann 2000).

Nachteile sind hohe Entwicklungskosten, aufwendige Zulassungsbedingungen und die hohe Selektivität, die eventuell den Einsatz mehrerer spezifisch wirkender Präparate erforderlich macht (Fortmann 2000). Auch die unbeeinflussbaren Außenfaktoren, wie die Temperatur und Luftfeuchtigkeit, können nachteilig für die Verwendung von mikrobiologischen Pflanzenschutzmitteln sein, da sie keine dauerhaften und sicheren reproduzierbaren Erfolge erzielen können (Krieg & Franz 1989, Börner 1997). Deswegen sollten mikrobiologische Pflanzenschutzmittel vornehmlich in Gewächshäusern angewendet werden, wo sich u.a. die Temperatur und Luftfeuchte regulieren lassen, um die Effektivität des Pilzes fördern zu können (Krieg & Franz 1989).

Für die mikrobiologische Schädlingsbekämpfung sind Pilze die wichtigsten Krankheitserreger der Schadinsekten (Fortmann 2000). Pilze haben ein Wirkspektrum, das Insekten aus fast allen Ordnungen, aber auch Spinnmilben erfasst, wobei einzelne Pilze meistens sehr spezifisch wirken (Fortmann 2000). Da entomopathogene Pilze keine aktive Suche nach den Schädlingen betreiben und ihre Sporen nur passiv in unmittelbarer Nähe der befallenen Schädlinge verbreitet werden können, benötigen sie eine höhere Schädlingspopulationsdichte als Nützlinge (Fortmann 2000).

Es gibt mehr als 700 Pilzkulturen aus etwa 90 Gattungen, die für Insekten pathogen sind (Wan 2003). Die bekanntesten einheimischen pilzlichen Krankheitserreger der Schadinsekten kommen unter den Entomophthorales und Deuteromycetes vor (Krieg & Franz 1989, Fortmann 2000, Wan 2003). Der Schädling wird bei den Entomophthorales und Deuteromycetes durch Konidien infiziert, die durch einen Keimschlauch die Insektenkutikula des Insektes durchdringen und dort Blastosporen (hefeartiges Entwicklungsstadium) sowie Myzelien (Hyphengeflechte) bilden. Diese breiten sich aus und zerstören durch vegetatives Wachstum weiteres Gewebe, die Organe und Muskeln des Schädlings (Wulf 1979, Krieg & Franz 1989, Fortmann 2000, Jaronski 2014). Die befallenen Insekten sterben durch u.a. das enzymatische Zersetzen der Insektenkutikula, den Verbrauch von Stoffwechselreserven und Wasser und die Freisetzung von Toxinen ab (Biofa o.J., Wan 2003, Holt 2010, BVL 2014, Roberti et al. 2017). Nach dem

Insektentod durchbrechen die Hyphen in umgekehrter Richtung die Insektenkutikula und bilden ein Luftmyzel aus. (Krieg & Franz 1989). Bei einer optimalen Feuchtigkeit bilden sich an dem Luftmyzel Konidien, die als Vermehrungsorgane dienen (Krieg & Franz 1989, Fortmann 2000). Die Konidien können durch Wind, Regen und andere Insekten neue Schädlinge infizieren (Krieg & Franz 1989). Ein bekannter Pilz ist *Beauveria bassiana*, der u.a. Kartoffelkäfer, Maiszünsler, aber auch *T. vaporariorum* befällt (Krieg & Franz 1989, Fortmann 2000). *Beauveria bassiana* kann zur Bekämpfung von Schädlingen eingesetzt werden, da er bereits zu Präparaten formuliert ist.

Durch die Problematik der chemischen, aber auch biologischen Pflanzenschutzmittel hinsichtlich ihrer Anwendung und ihre Folgen für u.a. die Umwelt, den Anwendern und für diejenigen, die Pflanzenschutzmittel-Rückstände durch die Nahrung aufnehmen, wird die Arbeit mit mikrobiologischen Pflanzenschutzmitteln in diesem Fall mit *Beauveria bassiana* durchgeführt, um diese hinreichend zu erforschen und somit die bisherigen Pflanzenschutzmittel zur Schädlingsbekämpfung von z.B. *T. vaporariorum* weitestgehend zu ersetzen. Zudem gibt es zu mikrobiologischen Bekämpfungsmaßnahmen kaum Erfahrungen, wodurch es nötig ist solche Pflanzenschutzmittel zu überprüfen und miteinander zu vergleichen. Ohne diese Erfahrungen können die neuartigen mikrobiologischen Pflanzenschutzmittel nicht optimal in der Agrarwirtschaft und in Gartenbaubetrieben eingesetzt werden.

Daher werden für den Versuch drei mikrobiologische Insektizide, die verschiedene *Beauveria bassiana* Stämmen enthalten (Botanigard, Naturalis, Velifer), zur Bekämpfung von *T. vaporariorum*, die sich auf Auberginenpflanzen befindet, angewendet. Die Wirkung der drei Präparate soll hinsichtlich der Anzahl der Adulten und Larven von *T. vaporariorum* im Vergleich zu der Anzahl der Adulten und Larven der Kontroll-Variante und den daraus folgenden Wirkungsgraden verglichen werden. Außerdem sollen Schlussfolgerungen gezogen werden, inwieweit die Präparate die Adulten und Larven von *T. vaporariorum* bekämpfen. Zudem stellt sich die Frage ob mikrobiologische Pflanzenschutzmittel die chemischen, aber auch biologischen Pflanzenschutzmittel zur Schädlingsbekämpfung von u.a. *T. vaporariorum* ersetzen können.

3 Grundlagen

3.1 Auberginenpflanzen

Die Auberginenpflanze *Solanum melongena* gehört zu den Nachtschattengewächsen (Solanaceae) (Mecklenburg 2012, Hammerschmidt o.J.). Im Jahr 2013 wurden etwas über 49,4 Mio. t Auberginen der Weltgemüseerzeugung von insgesamt 1135,7 Mio. t produziert (Sutor et al. 2016). Das macht einen Anteil von etwa 4,4 % an der Weltgemüseerzeugung von 2013 aus (Sutor et al. 2016). Durch den recht hohen Produktionsanteil und der Tatsache, dass sich Auberginen heutzutage weltweit gut etabliert haben, gewinnt die Aubergine als Gemüseart immer mehr an Bedeutung (Sutor et al. 2016). Hinsichtlich ihres zunehmenden Marktwertes an der Weltgemüseproduktion, sollte die Schädlingsbekämpfung der Auberginenpflanzen geprüft werden, um frühzeitig effektive und zudem umweltfreundliche Bekämpfungsmaßnahmen zu entwickeln.

Die in dem Versuch verwendete Auberginenpflanze ist 'Ophelia' F1, eine Neuzüchtung, die kleine, ovale, dunkellila Früchte trägt (Mecklenburg 2012). Die Früchte reifen recht früh und werden von Juli bis Oktober geerntet (Schlüter o.J., Kiepenkerl o.J.). Die Auberginenpflanze wird zwischen 40 und 60 cm groß und wächst sehr kompakt buschig (Mecklenburg 2012, Schlüter o.J.). Zudem ist sie sehr standfest (Schlüter o.J., Kiepenkerl o.J.). Ihre Blätter sind wechselständig und fast vollständig mit dicht stehenden sternförmigen Trichomen behaart, wobei die Trichomen meist violett schimmern. Ende Februar bis März wird die Auberginenpflanze bei einer Temperatur von 19 bis 24 °C ausgesät und braucht ca. 12 bis 18 Tage bis sie keimt (Schlüter o.J., Kiepenkerl o.J.). Die Auberginenpflanze ist sehr wärmebedürftig und braucht einen geschützten vollsonnigen bis sonnigen Standort (Schlüter o.J., Mecklenburg 2012). Bei Temperaturen von 16 °C treten bereits Wachstumsstagnationen auf (Mecklenburg 2012, Hammerschmidt o.J.). Daher wird sie häufig im Gewächshaus, auf dem Balkon und an geschützten Plätzen im Freiland kultiviert (Schlüter o.J., Kiepenkerl o.J.). Die Auberginenpflanze bevorzugt einen leicht sauren, mittelschweren, humusreichen Boden, der viele Nährstoffe enthält (Kiepenkerl o.J., Mecklenburg 2012). Sie hat einen mittelhohen Nährstoffbedarf und sollte daher alle 14 Tage gedüngt werden (Schlüter o.J., Mecklenburg 2012). Die Bewässerung sollte nur von unten erfolgen, da sich sonst schnell Pilzkrankheiten ausbreiten können (Hammerschmidt o.J.). Auberginenschädlinge sind Spinnmilben, Weiße Fliegen und grünen Gurkenblattläuse, die alle an den Pflanzen saugen und diese schädigen (Hammerschmidt o.J.). Zudem konkurrieren die Schädlinge um Assimilate der Pflanze.

3.2 Weiße Fliege *T. vaporariorum*

Die Weiße Fliege, auch Gewächshausmottenschildlaus bzw. *T. vaporariorum* genannt, gehört zur Familie der Mottenschildläuse (Aleyrodidae) und ist u.a. eng mit den Blatt- und Schildläusen verwandt (Ohnesorge 1976, Fortmann 2000). Alle drei Unterordnungen gehören zur Ordnung *Homoptera* und sind phytophag (Ohnesorge 1976). *T. vaporariorum* ist einer der schlimmsten und hartnäckigsten Schädlinge, die es im Gewächshaus gibt (Crüger 1983, Hemmen 2003). Sie kommt in Europa, Nordamerika und Australien vor (Günther et al. 1989). *T. vaporariorum* hat einen großen Wirtspflanzenkreis und kann sowohl Zierpflanzen wie Fuchsien und Wandelröschen als auch sämtliche Gemüsearten wie z.B. Tomaten, Auberginen und Gurken befallen (Crüger 1983, Hemmen 2003, Pflanzenschutz Gießen o.J.). *T. vaporariorum* stellt hohe Ansprüche an die Luftfeuchtigkeit und Temperatur (Ohnesorge 1976, Crüger 1983). Mit steigender Temperatur erhöht sich z.B. das Flugverhalten (Günther et al. 1989). Sie kommt in den Sommermonaten im Gewächshaus, aber auch im Freiland in Gebieten mit wärmeren Klima vor (Heinze & Frickhinger 1974, Crüger 1983). *T. vaporariorum* vermehrt sich bis zum ersten Frost und stirbt über den Winter ab (Heinze & Frickhinger 1974, Günther et al. 1989). Sie überwintert zumeist auf Zierpflanzen im Gewächshaus (Crüger 1983). In sehr milden Wintern überlebt sie auch im Freiland (Crüger 1983).



Abb. 1: *T. vaporariorum* auf behaartem Blatt

Die vierflügelige *T. vaporariorum* ist ein etwa 1 bis 2 mm großes, wie ein kleiner Schmetterling aussehendes, saugendes Insekt (Crüger 1983, BWVI(1) o.J.). Der Körper ist hellgelb und an Körper und Flügeln ist sie mit weißlichem Wachs bedeckt (Abb. 1) (Crüger 1983, Hemmen 2003). Das Wachs, welches *T. vaporariorum* selbst produziert, wird mit Hilfe der Beine und Flügel über den gesamten Körper verteilt (Ohnesorge 1976, Günther et al. 1989, Seipel 2009).

Es bietet einen gewissen Schutz vor Austrocknung und Nässe (Günther et al. 1989). Auch die Adulten von *T. vaporariorum*, die gerade geschlüpft sind, scheiden Wachs ab und verteilen es großflächig auf dem Körper (Günther et al. 1989). Ihre weißen Flügel sind in Ruhestellung dachartig übereinander gelegt und sehen bei Draufsicht dreieckig aus (Günther et al. 1989, Hemmen 2003).

Die Eier von *T. vaporariorum* sind kegelförmig, ca. 0,2 mm lang und kurz gestielt (Heinze & Frickhinger 1974, Crüger 1983). Die Stielchen werden an der Blattunterseite im lebenden Blattgewebe befestigt (Ohnesorge 1976, Günther et al. 1989, Seipel 2009). Beim Ablegen sind die Eier blassgelb und nach ca. 2 Tagen braunviolett (Crüger 1983, Hemmen 2003). Die Eier werden zudem beim Ablegen mit Wachs durch das Weibchen bestäubt (Günther et al. 1989). Aus den Eiern schlüpfen ungeflügelte Larven, die durch starke Wachsabsonderungen, die wie borstenartige Wachsfortsätze aussehen, geschützt sind (Heinze & Frickhinger 1974, Ohnesorge 1976, Pflanzenschutz Gießen o.J.).

Die Larven sind nur im ersten von vier Larvenstadien beweglich, in den übrigen Stadien sitzen sie fest verankert auf der Unterseite der Blätter (Ohnesorge 1976, Crüger 1983, Hemmen 2003). Die Larven des ersten Larvenstadiums sind ca. 0,2 mm klein, glasklar und bewegen sich solange über das Blatt bis sie einen günstigen Saugplatz gefunden haben (Günther et al. 1989, Seipel 2009). Danach wandeln sich ihre Beine und Fühler in Hafthaken um, wodurch die Larve nicht mehr beweglich ist (Ohnesorge 1976, Günther et al. 1989, Seipel 2009). Im vierten Larvenstadium, dem sogenannten Puppenstadium, entwickelt sich die ca. 0,8 mm lange Larve zu einer schildlausähnlich aussehenden Nymphe (Puparium) um (Heinze & Frickhinger 1974, Ohnesorge 1976, Hemmen 2003). Die vollentwickelten Adulten schlüpfen durch einen T-förmigen Riss aus dem Puparium (Ohnesorge 1976, Günther et al. 1989).

Das Weibchen legt während ihrer Lebenszeit an der Blattunterseite der jüngsten Blätter zwischen 400 und 500 Eier ab, das heißt im Schnitt 25 Eier pro Tag, die kreisförmig angeordnet werden und die meistens durch Wachsablagerungen sichtbar sind (Crüger 1983, Günther et al. 1989, Hemmen 2003, BWVI(1) o.J.). Die Vermehrung findet häufig ungeschlechtlich statt (Jungferzeugung), wodurch sich innerhalb eines Jahres viele neue Generationen entwickeln können (Günther et al. 1989, Hemmen 2003). Aus den Eiern schlüpfen innerhalb von acht Tagen die Larven (Heinze & Frickhinger 1974).

Die Entwicklungsdauer einer Generation ist von der Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Wirtspflanze abhängig (LWK NRW 2013). Bei 20 °C braucht eine *T. vaporariorum*-Generation 30 Tage zur Entwicklung, bei 25 °C nur noch 20 Tage (Crüger 1983). Bei einer niedrigen relativen Luftfeuchtigkeit wird die Entwicklung von *T. vaporariorum* gehemmt (Crüger 1983). Bei verschiedenen Wirtspflanzen unterscheidet sich die Lebensdauer und

Eiablage von *T. vaporariorum* sehr stark voneinander (Fortmann 2000). An Auberginenpflanzen beträgt die Lebensdauer bis zu vier Wochen und die Eianzahl ca. 300 Stück, wohingegen *T. vaporariorum* an Paprika nur etwa fünf Tage lebt und nur wenige Eier ablegt (Fortmann 2000).

Die adulten *T. vaporariorum* und deren Larven schädigen die Wirtspflanzen auf zwei Weisen. Zum einen saugen sie blattunterseits an den obersten Blättern und Triebspitzen der Pflanze und schwächen sie durch den Entzug von Assimilaten, wobei die Larven im vierten Larvenstadium aufhören zu saugen und sich in ein Puparium umwandeln (BWVI(1) o.J., Günther et al. 1989, Hemmen 2003, Seipel 2009, LWK NRW 2013). Das Saugen verursacht zum einen gelbliche Stellen an den Blättern, wodurch die Blätter dann eintrocknen und abfallen, zum anderen wird häufig eine Virusinfektion wie die Gurkenvergilbung durch *T. vaporariorum* übertragen (Crüger 1983, Hemmen 2003, LWK NRW 2013). Erst durch einen dichten Besatz von etwa 20 Larven pro Quadratzentimeter tritt z.B. bei Tomaten durch das Saugen der *T. vaporariorum* eine Ertragsminderung auf (Crüger 1983). Die Schadensschwelle der Weißen Fliege beträgt an Triebspitzen weniger als 40 Adulte von *T. vaporariorum* pro Blatt (Crüger 1983).

Zum anderen schädigt *T. vaporariorum* die Wirtspflanzen noch stärker durch die übermäßige Ausscheidung und Abgabe von klebrigen Honigtau, wodurch sich Rußtaupilze auf den Früchten und Blättern ansiedeln können (Heinze & Frickhinger 1974, Pflanzenschutz Gießen o.J., BWVI(1) o.J.). Diese Pilze ernähren sich von den zuckerhaltigen Ausscheidungen und verursachen eine starke schwarze Verschmutzung des Blattes und der Früchte (Crüger 1983, Pflanzenschutz Gießen o.J., BWVI(1) o.J.). Durch die meist lückenlose Ansiedelung von Rußtaupilzen wird die Assimilationstätigkeit der Blätter erheblich gestört, wodurch die stark befallenen Blätter frühzeitig absterben (Heinze & Frickhinger 1974, BWVI(1) o.J.). Durch die Verschmutzung mit Honigtau und den Rußtaupilzen können die betroffenen Zier- und Gemüsepflanzenkulturen, sowie die Früchte nicht mehr vermarktet werden (Günther et al. 1989, Hemmen 2003).

Durch das Saugen am Blatt und der Vermehrung von Rußtaupilzen reduziert sich die Photosyntheseleistung und es kann zu Ertragsminderungen und Wachstumshemmungen kommen (Seipel 2009).

Biologisch bekämpft werden kann *T. vaporariorum* mit Raubwanzen (*Macrolophus melanotoma*, *Macrolophus pygmaeus*), die alle Entwicklungsstadien von *T. vaporariorum* erbeuten, Raubmilben (*Amblyseius swirskii*), die sich von den Eiern und jungen Larven von *T. vaporariorum* ernähren und dem winzigen Nützling *Encarsia formosa*, der die Larven von *T. vaporariorum* parasitiert (Fortmann 2000, Seipel 2009, BWVI(1) o.J., Pflanzenschutz Gießen o.J.).

Das Weibchen von *Encarsia formosa* legt bevorzugt je ein Ei in jede Larve von *T. vaporariorum* des dritten und vierten Larvenstadiums (Heinze & Frickhinger 1974, Krieg & Franz 1989, LWK NRW 2013). Ca. 10 Tage nach der Parasitierung verfärben sich die Larven von *T. vaporariorum* schwarz (Seipel 2009). Die Adulten von *Encarsia formosa* ernähren sich von den Eiern und Larven des ersten und zweiten Larvenstadiums von *T. vaporariorum* (Fortmann 2000, Seipel 2009). Dieses Verhalten wird „Host-Feeding“ genannt und trägt zur zusätzlichen Dezimierung bei (Fortmann 2000, Seipel 2009).

Encarsia formosa braucht bei einer Temperatur von 25 °C zwei bis drei Wochen für die Entwicklung vom Ei bis zum adulten Tier (LWK NRW 2013).

Bei einer tiefen relativen Feuchte und Temperatur sterben die Nützlinge schnell ab. Zudem reagieren sie empfindlich auf Rückstände unterschiedlicher chemischer Pflanzenschutzmittel, wodurch vor der Ausbringung auf solche Rückstände geachtet werden sollte (Fortmann 2000, LWK NRW 2013).

Eine direkte Bekämpfung von *T. vaporariorum* ist schwierig, da sie versteckt auf der Unterseite des Blattes lebt und hinsichtlich mancher Pflanzenschutzmittelwirkstoffe Resistenzen ausgebildet hat (Seipel 2009, BWVI(1) o.J.). Wenn eine chemische Bekämpfung in Betracht gezogen wird, sollte ein nützlingsschonendes Insektizid bei den ersten Anzeichen von *T. vaporariorum* verwendet werden (Crüger 1983, Hemmen 2003). Damit die Bekämpfung erfolgreich ist, sind drei bis vier Behandlungen in kurzen Abständen (4 bis 5 Tage) erforderlich, da nur bestimmte Larvenstadien, meistens das erste Larvenstadium und die Adulten von *T. vaporariorum* erfasst werden (Crüger 1983, Hemmen 2003, Seipel 2009). Zudem sollte ein ständiger Wechsel der verwendeten Präparate stattfinden (Seipel 2009).

3.3 Mikrobiologische Insektizide

Die drei verwendeten Pflanzenschutzmittel sind Botanigard 22WP, Naturalis und Velifer zur mikrobiologischen Schädlingsbekämpfung von *T. vaporariorum*. Alle Präparate gehören zu den Insektiziden und enthalten verschiedene Stämme des insektenpathogenen Pilzes *Beauveria bassiana* (Biofa o.J., BioWorks 2016, BASF 2017b). Die verschiedenen Stämme variieren in ihrer Wirtsspezifität (Stock o.J.). Die Pflanzenschutzmittel sollen alle bei geringem Befall von *T. vaporariorum* (3 bis 5 Adulte pro Pflanze) angewendet werden, das heißt bevor erste Pflanzenschädigungen auftreten (e-nema(1) o.J., e-nema(2) o.J., Göser 2017). Es werden jeweils die Sporen von *Beauveria bassiana*, die bis zu drei Tage auf den Pflanzen überdauern, mittels einer Spritzung gleichmäßig auf die Pflanzen blattunterseits und somit auf *T. vaporariorum* aufgetragen (e-nema(1) o.J., Stock & Barth 2016). Bei allen drei Pflanzenschutzmitteln ist keine Wartezeit erforderlich (PS Info Gemüsebau o.J., BioWorks 2016, BASF 2017b). Zudem sind die drei Präparate weder bienengefährlich noch nützlingsgefährdend, wodurch sie sich gut für die biologische Schädlingsbekämpfung eignen (BVL 2014, Liu et al. 2015). Die Unterschiede der verschiedenen Präparate werden in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Unterschiede der drei mikrobiologischen Präparate

Kriterien	Mikrobiologische Insektizide Handelsname		
	Botanigard 22WP	Naturalis	Velifer
<i>Beauveria bassiana</i> Stämme	GHA	ATCC 74040	PPRI 5339
Konzentration in g/l	0,625	0,18	80
Temperaturbereich in °C	15 bis 25	20 bis 27	15 bis 25
Luftfeuchtigkeit in %	60	60	> 60
Aufwandmenge	0,6 kg/ha in 1000 l/ha Wasser	0,75 l/ha in 600 l/ha Wasser (Pflanzengröße ≤ 50 cm) 1,25 l/ha in 1000 l/ha Wasser (Pflanzengröße 50-125 cm)	1,25 l/ha in 600 l/ha Wasser
Aufwandhäufigkeit pro Jahr	3 Mal	15 Mal	5 Mal
Aufwandabstand in Tage	7 bis 10	3 bis 7	5
Zusätzliche Mittel notwendig für Anwendung	Ja ein Benetzungsmittel (Break-Thru S240, Silvet Gold)	Nein	Nein
Zulassung	Verfahren zur Beantragung läuft	Ja bis 31.12.2024	Nein nur für Drahtwurmarten in Kartoffeln bis 14.06.2017 nach Art. 53, Präparat wird gerade für <i>T. vaporariorum</i> geprüft
Mischbar	Ja	Ja	Keine Angabe
Lagerung/Haltbarkeit	Zwischen 5-30 °C 12 Monate	Bei max. 4°C 12 Monate, bei Raumtemperatur 6 Monate	Bei max. 5-8 °C 12 Monate, bei 20-25 °C 8 Monate

Aus Herstellerangaben entnommen: BASF o.J., BASF 2017a, BASF 2017b, LAM INTERNATIONAL 2016, Bioworks 2016, e-nema(2) o.J., Stock o.J., Stock & Barth 2016, PS Info Gemüsebau o.J., Biofa o.J., Diephaus 2017

Der angewendete Pilz *Beauveria bassiana* gehört zu den *Fungi imperfecti* und ist für verschiedene Milben, aber auch für viele Insektenordnungen pathogen (Wulf 1979, BVL 2013). Er hat ein breites Wirtsspektrum und bekämpft eine Vielzahl von wirtschaftlich wichtigen Insektenschädlingen wie die Weiße Fliege, Thripse und Drahtwürmer in Gewächshäusern und im Freiland (Wulf 1979, BASF o.J., Roberti et al. 2017). *Beauveria bassiana* wurde erstmals 1835 als Erreger einer Pilzerkrankung bei Seidenraupen beschrieben (BVL 2013). *Beauveria bassiana* ist ubiquitär und kommt in der Umwelt natürlich vor (BVL 2014, PS Info Gemüsebau o.J.). Er soll daher zu weniger Gesundheitsrisiken für Mensch und Tier führen als chemische Insektizide (PS Info Gemüsebau o.J., BioWorks 2016).

Beauveria bassiana wächst und infiziert die Schädlinge ab einer Temperatur von 15 °C (Stock o.J., Diephaus 2017). Die Sporen können bereits ab einer Temperatur von 8 bis

10 °C keimen (Wulf 1979, Stock o.J., e-nema(1) o.J.). Das Optimum der Temperatur für das Pilzwachstum und die Sporenkeimung liegt zwischen 24 und 30 °C (Wulf 1979). Ab 38 °C nimmt die Vitalität von *Beauveria bassiana* erheblich ab (e-nema(2) o.J.). Zudem wird die Keimung ab einer Temperatur von 35°C gehemmt (e-nema(1) o.J.). Bei einer Temperatur von 40 bis 45 °C ist kein Pilzwachstum mehr möglich (Wulf 1979). Damit die Sporen keimen können, ist eine relative Luftfeuchtigkeit von mindestens 50 % nötig (Wulf 1979, Stock o.J.). Je höher die relative Feuchte ist, desto leichter und wahrscheinlicher kommt es zu einer Sporenkeimung (Wulf 1979, e-nema(2) o.J.). Der Wirkungsgrad von *Beauveria bassiana* wird erheblich durch die Temperatur und Feuchtigkeit beeinflusst (Wulf 1979, BASF 2017b).

Zudem nimmt die Sonneneinstrahlung, genauer die UV-Strahlung, Einfluss auf die Vitalität der Sporen vieler Pilze (Hetsch 2005). Die langwelligen UV-A und UV-B Strahlungen führen zu Keimungsverzögerungen und zur Abtötung der Pilzsporen (Hetsch 2005). Die Sporen von *Beauveria bassiana* sind aber stabiler als z.B. Viren gegenüber der UV-Strahlung (Hetsch 2005). Außerdem können die Sporen der Pilze, die auf der Blattunterseite appliziert wurden, länger vital bleiben (Hetsch 2005).

Alle drei *Beauveria bassiana* Stämme haben die gleiche Wirkungsweise. Sie wirken durch Kontakt mit dem Schädling (BVL 2014, BioWorks 2016). Der Pilz wirkt gegen alle Insektenstadien (Eier, Larven, adulte Tiere) von z.B. *T. vaporariorum* (Wulf 1979, BioWorks 2016).

Die aufgetragenen *Beauveria bassiana* Sporen, auch Konidien genannt, heften sich an die Schädlingkutikula und keimen durch den Kontakt mit der Oberfläche innerhalb von Stunden bzw. Tagen, je nach Temperatur und Feuchtigkeit (Wulf 1979, Holt 2010, BVL 2013, BASF 2017b) (Abb. 2). Die Keimung erfolgt durch die Bildung eines Appressoriums, aus dem der Keimschlauch wächst (Holt 2010, BVL 2013, Roberti et al. 2017). Die verschiedenen Enzyme, die die Insektenkutikula auflösen und den Pilzhyphe die Sporen ein Eindringen durch die Insektenkutikula, insbesondere an dünneren nicht-sklerotisierten Bereichen (Intersegmentalstellen), in den Körper des Insektes ermöglichen, sind u.a. Aminopeptidasen, Carboxypeptidasen, Chitinasen, Esterasen, Lipasen und Proteasen (Wulf 1979, Wan 2003, Holt 2010, BVL 2013). Die ersten produzierten Enzyme sind Endoproteasen (PR1, PR2) und Aminopeptidasen (Wan 2003). Die Penetration durch die Insektenkutikula erfolgt durch die Enzyme, aber auch durch mechanischen Druck (physikalische Trennung der Lamellen der Insektenkutikula durch eindringende Hyphe) (Wan 2003, Holt 2010, Jaronski 2014).

Die Kompatibilität von *Beauveria bassiana* zum Schadinsekt, also eine Differenzierung des Insekts zwischen Schadorganismen und nützliche bzw. indifferente Organismengruppen, ist noch nicht vollständig geklärt (Holt 2010). Aus Studien kann hergeleitet werden, dass spezifische Induktoren exprimiert werden, die wiederum mit Rezeptoren der Zielorganismen, die membrangebunden sind, interagieren (Holt 2010). Durch die Interaktion kommt es zur Expression eines Produktes, welches an den Rezeptoren auf der Oberfläche des Pilzes bindet und die Bildung essentieller Enzyme für die Infektion durch Messengermoleküle herbeiführt (Holt 2010).

Für eine erfolgreiche Konidienkeimung müssen bestimmte Kohlenstoff- und Stickstoffquellen auf der Schädlingkutikula, welche für die Erkennung des

Zielorganismus wichtig sind, vorhanden sein (Holt 2010). Durch die Infektion mit *Beauveria bassiana* wird die Insektenaktivität sofort gehemmt (Stock & Barth 2016). Im Insektenkörper breiten sich die Sporen durch sogenannte Blastosporen, die eine schnelle, typische Wuchsform des Pilzes sind, in der Hämolymphe aus und infizieren und zerstören durch vegetatives Wachstum weiteres Gewebe, Organe und Muskeln des Schädlings (Abb. 2) (Wulf 1979, BVL 2013, Jaronski 2014, BVL 2014). Die befallenen Insekten sterben innerhalb von 4 bis 10 Tagen nach der Pilzinfektion durch das enzymatische Zersetzen der Schädlingsskutikula, das mechanische Eindringen des Myzeliums, den Verbrauch ihrer Stoffwechselreserven, den Verlust von Wasser und die Freisetzung von Toxinen wie Pyridin-2,6-Dicarbonsäure ab (Abb. 2) (Biofa o.J., Wan 2003, Holt 2010, BVL 2014, Roberti et al. 2017). Das mit Pilzmasse gefüllte Insekt verfärbt sich rosa/braun und die Blastosporen verwandeln sich wieder in Myzel (Jaronski 2014, BVL 2014, BioWorks 2016). Durch den sichtbaren Insektentod muss nicht abgewartet werden, bis sich der Pilz weiß färbt, um zu überprüfen, ob das Mittel wirkt (BioWorks 2016). Das Myzel durchwächst die Insektenkutikula nach außen und es entwickelt sich bei mindestens 80 % relativer Luftfeuchtigkeit und einer Temperatur von 25 °C ein reproduktives Myzel, welches infektionsfähige Konidien ausbildet (Abb. 2) (Wulf 1979, Holt 2010, BVL 2014, Stock o.J.). Die infizierten Wirtsinsekten stellen eine neue Infektionsquelle dar (Wulf 1979, BVL 2013).

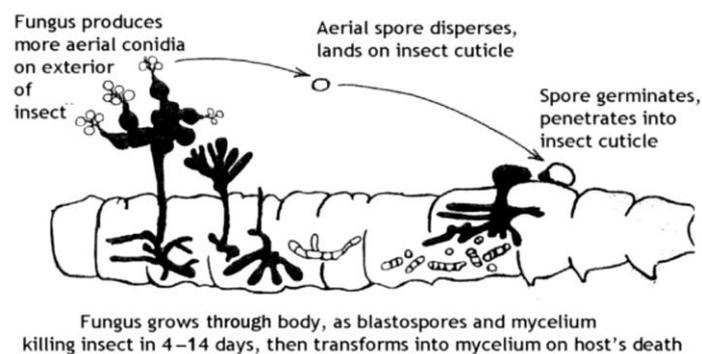


Abb. 2: Schematischer Lebenszyklus entomopathogener Pilze, am Beispiel von *Beauveria bassiana* (Jaronski 2014)

3.4 Benetzungsmittel Break-Thru S 240

Break-Thru ist ein nicht ionisches Netzmittel, aus der Klasse der Organosilikone, zur Erhöhung des Haftvermögens von Spritzbrühen in allen Kulturen und zur Verbesserung der Benetzbarkeit (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007, ProfiFlor GmbH 2012, Alz Chem AG, o.J.). Es verbessert die Wirkstoffaufnahme von Pflanzenschutzmitteln und Mikronährstoffen über das Blatt (EVONIK Industries 2015, ProfiFlor GmbH 2012). Break-Thru kann Flüssigdüngern und allen Insektiziden, Herbiziden und Fungiziden, die als Granulate (WG und WDG), Pulver (WP), Suspensionen (SC) oder wasserlösliche Konzentrate (SL) formuliert sind, zugemischt werden (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007, ProfiFlor GmbH 2012, EVONIK Industries 2015). Es darf nicht mit anderen Netzmitteln, Formulierungshilfsstoffen, sonstigen Zusatzstoffen und Ölen vermischt werden, da sich

Break-Thru mit diesen nicht mischen lässt (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007). Es ist für die Flächenkultur und unter Glas zugelassen (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007).

Break-Thru ist ein wasserlösliches Konzentrat mit dem Wirkstoff Polyethermodifiziertes Trisiloxan (Tensid) (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007). Es reduziert die Oberflächenspannung von Wasser um zwei Drittel (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007). Dadurch spreitet das Wasser auf der Blattoberfläche und überzieht eine Fläche, die bis zu 25 Mal größer ist als die der herkömmlichen Tenside (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007, EVONIK Industries 2015). Break-Thru wird auch als Superspreiter bezeichnet (ProfiFlor GmbH 2012). Durch die Eigenschaft Wasser spreiten zu lassen, wird eine großflächige und gleichmäßige Benetzung erreicht (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007, EVONIK Industries 2015). Sogar bei wachsartigen und wasserabweisenden Oberflächen tritt dieser Effekt auf, da die Wachsschicht durch die hohe Fettlösungskraft aufgelockert wird (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007). Diese Auflockerung wird auch als „Cuticular penetration“ bezeichnet und beschädigt die Blätter trotz des Eintritts der Pflanzenschutzmittel nicht (EVONIK Industries 2015).

Die Aufwandmenge von Break-Thru bei Gemüse unter Glas beträgt 100 bis 200 ml/ha und maximal 0,05 % (50 ml pro 100 l Spritzbrühe) (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007). Break-Thru sollte unter Glas immer nur mit einem Mischungspartner gemischt und als letzte Komponente der Spritzbrühe hinzugefügt werden, da es sonst zu einer verstärkten Schaumbildung kommen kann (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007). Durch Break-Thru kann die praxisübliche Wasseraufwandmenge um bis zu 30 % reduziert werden, ohne dass die Benetzung der Oberflächen verschlechtert wird (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007, EVONIK Industries 2015).

Break-Thru ist gesundheitsschädlich und umweltgefährlich (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007). Die mittlere letale Dosis (LD₅₀), bei der 50 % der Versuchstiere sterben, beträgt 3,2 g Wirkstoff pro Kilogramm (akute Toxizität bei oraler Aufnahme) (Omya 2009). Break-Thru ist giftig für Wasserorganismen und kann in Gewässern langfristig schädlich wirken (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007). Die letale Konzentration (LC₅₀) gegenüber Fischen beträgt 2,100 mg/l. Bei Daphnien weist die mittlere effektive Wirkkonzentration (EC₅₀) 1,100 mg/l auf (Omya 2009).

4 Material und Methoden

4.1 Materialien für die Auberginenkultivierung, Inokulation mit *T. vaporariorum* und Bonitur und Anwendung der mikrobiologischen Insektizide

In den Kapiteln Material und Methoden sowie Ergebnisse des Versuchs werden die verschiedenen Geräte, Materialien und Nützlinge, die für die Vorbereitung und Durchführung des Versuchs genutzt werden, in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2: Geräte- und Materialliste

Prozess/ Vorgang	Gerät/ Material	Hersteller
Kultivierung von Auberginenpflanzen	Aubergine 'Ophelia' F1	HILD samen GmbH
Aussaat	Floradur Anzuchtsubstrat	Flora gard
	Aussaatschale PIK-Box Mod. 68	Wiesaplant
Eintopfen	Floradur Topfsubstrat	Flora gard
Tröpfchenbewässerung	Winkelpfeiltropfer	Netafim Deutschland GmbH
	Schläuche	Netafim Deutschland GmbH
Vermehrung von <i>T. vaporariorum</i>	Aubergine 'Ophelia' F1 <i>T. vaporariorum</i>	HILD samen gmbh Eigenbestand
Spritzung		
Ausbringung	Drucksprühgerät 5 Liter	Mesto Ferrum 3560
	Hohlkegeldüse TR 80-0067C	Lechler
	Druckminderer B3-8BSP	CFValve
	Hochdrucksprühgerät 5 Liter	Mesto Resistent3590
	Abschirmung	Eigenbestand
Herstellung der Pflanzenschutzmittelbrühen	Pipette 100-1000 µl	ependorf
	Waage KERN EW220-3NM	Kern & Sohn GmbH
Schädlingsbekämpfung und -kontrolle	Gelbtafeln	Sautter & Stepper
	<i>Amblyseius cucumeris</i>	Sautter & Stepper
	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	Sautter & Stepper
	Offene Zucht	Eigenbestand
Temperatur- und Luftfeuchtmessung	Datalogger Log 10/20	Dostmann electronic
	Computergesteuerter Datalogger	RAM Elektronisches

		Regelsystem
Bestimmung der Insekten, Krankheitserreger und Pilzmyzel	Mikroskop DMLB 20x Macro Linse	LEICA Mpow

4.2 Kultivierung der Auberginenpflanzen

Zum Vergleich verschiedener Präparate von *Beauveria bassiana* Stämmen zur Bekämpfung von *T. vaporariorum* werden zuerst die geeigneten Wirtspflanzen für *T. vaporariorum* herangezogen. Hierfür werden Miniauberginenpflanzen (Aubergine 'Ophelia' F1) ausgewählt, da sie erstens relativ große Blätter haben, die zum Bonitieren von *T. vaporariorum* besser geeignet sind als andere Gemüsearten, wie zum Beispiel Paprika, Tomate oder Gurke. Zweitens ist die Auberginenpflanze eine der beliebtesten Wirtspflanzen von *T. vaporariorum*. Drittens werden die verwendeten Auberginenpflanzen nicht höher als ca. 60 cm im Gegensatz zu z.B. Gurkenpflanzen. Durch ein schnelles Erreichen ihrer Endhöhe kann der Versuch in einem zeitlich begrenzten Rahmen durchgeführt werden. Zudem wird das Bonitieren durch die niedrige Höhe erleichtert.

Bei einer Bonitur werden alle Veränderungen und Beobachtungen an einer Pflanze durch das Messen von Längen (z.B. Pflanzenhöhe) oder Zählen von auf der Pflanze lebenden Mikroorganismen und Insekten (z.B. *T. vaporariorum*) erfasst (Pflanzenforschung.de (BMBF) o.J.). Es werden Abschätzungen und Beurteilungen einer Pflanze anhand bestimmter Merkmale, wie Krankheitssymptome (u.a. *Cladosporium sp.*, Rußtaupilz), Schädlinge (z.B. *T. vaporariorum*), aber auch ihrer Größe (z.B. Höhe der Pflanze) vorgenommen (proplanta o.J.). Die visuelle Einschätzung von Veränderungen an der Pflanze erfolgt mittels einer bestimmten Skalierung (proplanta o.J.).

Die Auberginenpflanzen werden am 02.05.2017 in eine Aussaatschale (50 cm lang, 32 cm breit, 7 cm hoch), die mit Floradur Anzuchtsubstrat befüllt ist, ausgesät und im Klimaschrank bei 26 °C und 14 Stunden Lichtdauer zum Keimen gebracht.

Neun Tage nach der Aussaat werden 103 Auberginenpflanzen in 11er Töpfe mit Floradur Topfsubstrat pikiert und im Gewächshaus in das 24,55 m² große Abteil (8,05 · 3,05 m) gestellt. Die Temperatur im Abteil wird Tag und Nacht auf 15 °C und die Lüftung auf 20 °C eingestellt, da die Auberginenpflanzen für ihr Wachstum relativ hohe Temperaturen benötigen.

Etwa sechs Wochen nach der Aussaat werden die ca. 23 cm großen Auberginenpflanzen aus Wachstumsgründen in 7,5 l Töpfe umgetopft, um eine bessere Standfestigkeit zu erreichen. Die Keimblätter der Auberginenpflanzen werden beim Topfen entfernt, da sie vermehrt mit Echtem Mehltau befallen sind und so einer weiteren Verbreitung vorgebeugt werden soll.

Vor dem Inokulieren der Auberginenpflanzen mit *T. vaporariorum* werden die untersten zwei Seitentriebe der Pflanzen entfernt, um das Bonitieren zu erleichtern. Zudem werden die mit Echtem Mehltau befallenen unteren Auberginenblätter entfernt, um die Verbreitung weiterhin zu vermindern.

Krankheiten und Schädlinge während der Kultivierung

Während der Kultivierung der Auberginenpflanzen treten einige Krankheitserreger und Schädlinge auf.

Zum einen sind die Blätter der Auberginenpflanzen mit Echtem Mehltau befallen (Abb. 3), wobei die genaue Art unter dem Mikroskop nicht festgestellt werden kann, da die sexuellen Konidien zur Bestimmung fehlen. Es gibt drei verschiedene Arten von Echtem Mehltau, der an Auberginenpflanzen vorkommen kann: *Leveillula taurica*, die Gattung *Erysiphe* und *Oidium longipes* (Crüger et al. 2002). Da der Mehltau nicht sehr verbreitet vorkommt und den Versuch somit nicht stört, wird kein Mittel gegen ihn gespritzt. Zum anderen treten erste Schädlinge wie der Thrips *Frankliniella occidentalis* und die Trauermücke *Bradysia paupera* auf. Um den Befall der beiden Schädlinge zu überprüfen, werden Gelbtafeln im Auberginenbestand aufgehängt, welche einen geringen Thrips-Befall und einen starken Trauermücken-Befall anzeigen. Die Gelbtafeln werden zu Versuchsbeginn aus dem Auberginenbestand herausgenommen, um *T. vaporariorum* ausbringen zu können. Der Thripsbefall ist gut an den Fraßschäden der Auberginenblätter (silbrige Flecken mit dunklem Kot) sichtbar (Abb. 4).

Achtundzwanzig Tage nach der Aussaat sind aus den Eiern der Trauermücke bereits Larven geschlüpft (Abb. 5). Die Larven können u.a. die Wurzeln der Auberginenpflanzen beschädigen. Da die Trauermückenlarven die Pflanzenwurzeln aber scheinbar kaum beschädigen und den Versuch somit nur minimal beeinträchtigen, werden sie nicht weiter bekämpft.



Abb. 3: Echter Mehltau auf dem Auberginenblatt



Abb. 4: Fraßschaden der Thripse auf Auberginenblatt mit gelblich gefärbtem Thrips



Abb. 5: Trauermückenlarven im feuchten Auberginensubstrat

4.3 Vermehrung und Inokulation mit *T. vaporariorum*

Vermehrung von *T. vaporariorum*

Um die Auberginenpflanzen mit *T. vaporariorum* inokulieren zu können, muss *T. vaporariorum* zunächst vermehrt werden. Da *T. vaporariorum* aus einem abgeschlossenen Versuch mit Auberginenpflanzen vorliegt, können die Adulten von *T. vaporariorum* für den bevorstehenden Versuch genutzt werden. Bei dem abgeschlossenen Versuch wurden mikrobiologische Insektizide, die den insektenpathogenen Pilz *Beauveria bassiana* enthalten, eingesetzt.

Inokulation mit *T. vaporariorum* auf den Auberginenpflanzen

Am 16.06.2017, sechseinhalb Wochen nach der Aussaat der Auberginenpflanzen, werden die Auberginenpflanzen mit *T. vaporariorum* inokuliert.



Abb. 6: Mit *T. vaporariorum* besetzte Auberginenblätter

Für die Inokulation werden die befallenen Auberginenblätter mit den Adulten von *T. vaporariorum* des abgeschlossenen Versuchs abgenommen. Die Blätter, die pro Blatt ca. 50 *T. vaporariorum* aufweisen (Abb. 6), werden in den einzelnen Auberginenparzellen durch Ausschütteln des Blattes ausgebracht.

Vier Tage nach der Inokulation sind die Pflanzen der einzelnen Parzellen bis zu 70 % mit *T. vaporariorum* befallen. Da manche Auberginenpflanzen in den einzelnen Parzellen

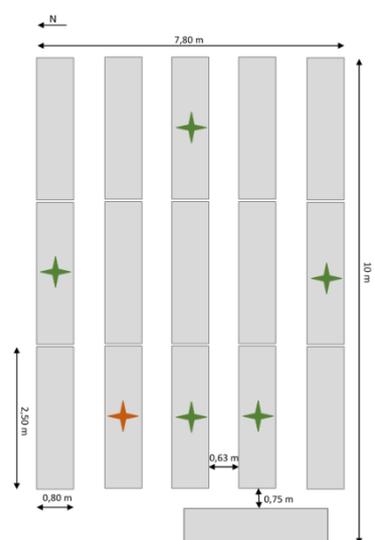


Abb. 7: Position der mit *T. vaporariorum* schwach besetzten (grüner Stern) und stark besetzten (roter Stern) Parzellen im Versuchsaufbau

kaum mit *T. vaporariorum* (2 Tiere) besetzt sind, werden die stärker besetzten Nachbarpflanzen der Parzellen (bis zu 30 Tiere) leicht geschüttelt, um *T. vaporariorum* gleichmäßig in der Parzelle zu verteilen.

Fünf Parzellen haben insgesamt weniger Adulte von *T. vaporariorum* als die übrigen Parzellen, eine Parzelle hingegen hat eine höhere Adultenanzahl (Abb. 7). Daher werden von der stark besetzten Parzelle einzelne Pflanzen entnommen und bei einer schwach besetzten Parzelle ausgeschüttelt. Für die restlichen vier Parzellen werden Auberginenblätter von den befallenen Pflanzen des abgeschlossenen Versuchs abgeschnitten und in den einzelnen Parzellen durch Ausschütteln ausgebracht.

Nach dem erneuten Ausbringen der Adulten von *T. vaporariorum* sind die Parzellen relativ gleichmäßig besetzt.

4.4 Mikrobiologische Insektizide

In Tabelle 3 sind die verschiedenen mikrobiologischen Insektizide, die durch den Versuch verglichen werden sollen, das chemische Mittel Confidor WG 70 und das Benetzungsmittel Break-Thru S240 aufgelistet.

Die mikrobiologischen Insektizide beinhalten verschiedenen Stämmen des Pilzes *Beauveria bassiana* zur Bekämpfung von *T. vaporariorum*.

Das Benetzungsmittel Break-Thru S240 wird dem pulverförmigen, festen mikrobiologischen Insektizid Botanigard hinzugefügt, da es der Hersteller Spieß-Urania empfiehlt (Diephaus 2017). Bei den beiden flüssigen mikrobiologischen Insektiziden (Naturalis, Velifer) wird Break-Thru S240 nicht zugegeben, da sie aus einer Dispersionen in Öl bestehen und das Benetzungsmittel Break-Thru S240 keinen Ölen zugegeben werden darf (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007). Zudem verhalten sich die flüssigen mikrobiologischen Insektizide durch das enthaltene Öl ähnlich wie ein Benetzungsmittel (Scharf 2017). Das chemische Pflanzenschutzmittel Confidor WG 70 wird mit 1/15 der eigentlichen Aufwandmenge von 350 g/ha zur Bekämpfung des natürlichen Feindes *Encarsia formosa* von *T. vaporariorum* eingesetzt. *Encarsia formosa* ist bereits im gesamten Gewächshaus vorhanden. Es wird nur mit einer geringen Konzentration gespritzt, um *Encarsia formosa* zu unterdrücken, *T. vaporariorum* aber nicht zu schädigen.

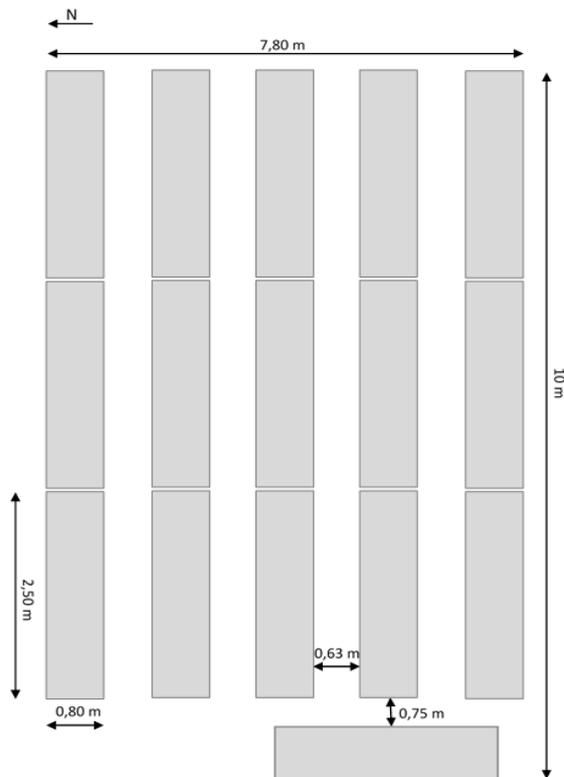
Tabelle 3: Pflanzenschutz- und Benetzungsmittel

Handelsname	Inhaltsstoff	Aggregatzustand	Hersteller
Botanigard 22WP (Mikrobiologisches Insektizid)	<i>Beauveria bassiana</i> GHA	Fest (Wasserdispergierbares Pulver)	Spieß-Urania
Naturalis (Mikrobiologisches Insektizid)	<i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040	Flüssig (Dispersion in Öl)	e-nema Gesellschaft für Biotechnologie und biologischer Pflanzenschutz mbH
Velifer (Mikrobiologisches Insektizid)	<i>Beauveria bassiana</i> PPRI 5339	Flüssig (Dispersion in Öl)	BASF
Break-Thru S240 (Benetzungsmittel)	Polyethermodifiziertes Trisiloxan (Tensid)	Flüssig (Wasserlösliches Konzentrat)	Goldschmidt
Confidor WG 70 (Chemisches Pflanzenschutzmittel)	Imidacloprid	Fest (Wasserdispergierbares Granulat)	Bayer Crop Science

Aus Herstellerangaben entnommen: Bioworks 2016, PS Info Gemüsebau o.J., e-nema(2) o.J., BASF 2017b, Omya (Schweiz) AG AGRO 2007, Bayer Crop Science(1) o.J.

4.5 Versuchsdurchführung

4.5.1 Versuchsaufbau



Es werden 16 Tische ($2,50\text{ m} \cdot 0,80\text{ m}$) in das abgeschlossene Versuchsabteil ($7,80\text{ m} \cdot 10\text{ m}$) des Gewächshauses gestellt. Damit die Tische alle den gleichen Abstand zueinander haben, werden in dem Abteil je drei Tische hintereinander und insgesamt fünf Tischreihen nebeneinander gestellt. Ein Tisch muss quer zu den anderen Tischen gestellt werden (Abb. 8).

Abb. 8: Aufbau der Tische (graue Rechtecke) mit den Gängen (weiß) und den Maßen vom Tisch, Gang und Abteil

Für den Versuch werden sechs Wochen nach der Auberginenpflanzen-Aussaat jeweils sechs Auberginenpflanzen pro Tisch, also insgesamt 96 Pflanzen, ins Versuchsabteil gestellt (Abb. 9). Die Temperatur soll tagsüber 17 °C und in der Nacht 15 °C betragen. Die Lüftung wird auf 22 °C eingestellt.



Abb. 9: Sechs Auberginenpflanzen pro Tisch im Versuchsabteil

In der nachstehenden Abbildung 10 ist der Versuchsaufbau mit den einzelnen Varianten dargestellt. Die einzelnen Farben entsprechen den jeweiligen Präparaten. Weiß entspricht der Kontrolle (1), blau Botanigard (2), orange Naturalis (3) und grün Velifer (4). Die Kontroll-Parzellen werden mit Wasser gespritzt, alle anderen Parzellen mit dem jeweiligen mikrobiologischen Insektizid aus *Beauveria bassiana* Stämmen. Es wird darauf geachtet, dass alle Varianten mindestens einmal nebeneinander angeordnet sind. Die nebeneinander stehenden Parzellen, die mit der gleichen Variante behandelt werden, sind durch einen Gang getrennt.

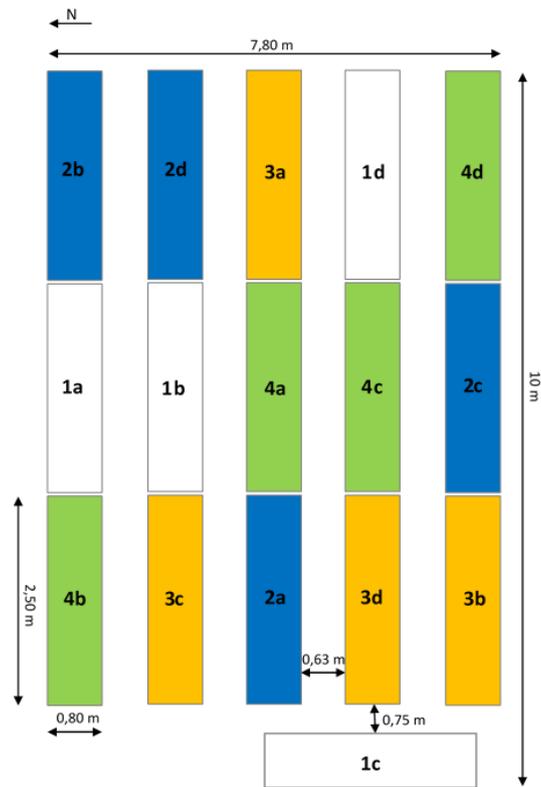


Abb. 10: Aufbau der Versuchsanlage mit den vier Varianten, weiß: Kontrolle (1), blau: Botanigard (2), orange: Naturalis (3), grün: Velifer (4) mit den Wiederholungen von a-d

Um den Versuch möglichst gleichmäßig durchführen zu können, wird ein Versuchsplan erstellt, in dem die einzelnen Bonitur- und Spritztermine aufgelistet sind (Tabelle 4).

Tabelle 4: Bonitur- und Spritztermine

Datum	Tage nach Inokulation (dpi) in d	Maßnahme
26.06.2017	10	Vorbonitur
26.06.2017	10	1. Spritzung mit <i>Beauveria bassiana</i> -Präparaten
28.06.2017	12	Confidor-Spritzung
30.06.2017	14	1. Bonitur
30.06.2017	14	2. Spritzung mit <i>Beauveria bassiana</i> -Präparaten
05.07.2017	19	2. Bonitur
06.07.2017	20	3. Spritzung mit <i>Beauveria bassiana</i> -Präparaten
12.07.2017	27	3. Bonitur
13.07.2017	28	4. Spritzung mit <i>Beauveria bassiana</i> -Präparaten
19.07.2017	34	4. Bonitur
20.07.2017	35	5. Spritzung mit <i>Beauveria bassiana</i> -Präparaten

25.07.2017	40	5. Bonitur
01.08.2017	47	6. Bonitur
08.08.2017	54	7. Bonitur
16.08.2017	62	8. Bonitur

4.5.2 Berechnung der Aufwandmengen der mikrobiologischen Insektizide

Da die Auberginenpflanzen für die Bonitur von den Tischen hochgenommen werden müssen, um die Blattunterseiten betrachten zu können, wird jeweils eine Markierung pro Topf an den Tischen angebracht, damit die Auberginenpflanzen jedes Mal nach der Bonitur wieder den gleichen Abstand zueinander haben (Abb. 11). Der exakte Abstand ist für die Spritzung, aber auch für die Homogenität der einzelnen Parzellen wichtig. Das rote Rechteck in der nachstehenden Abbildung 11 stellt die zu behandelnde Fläche dar, die gespritzt werden soll.

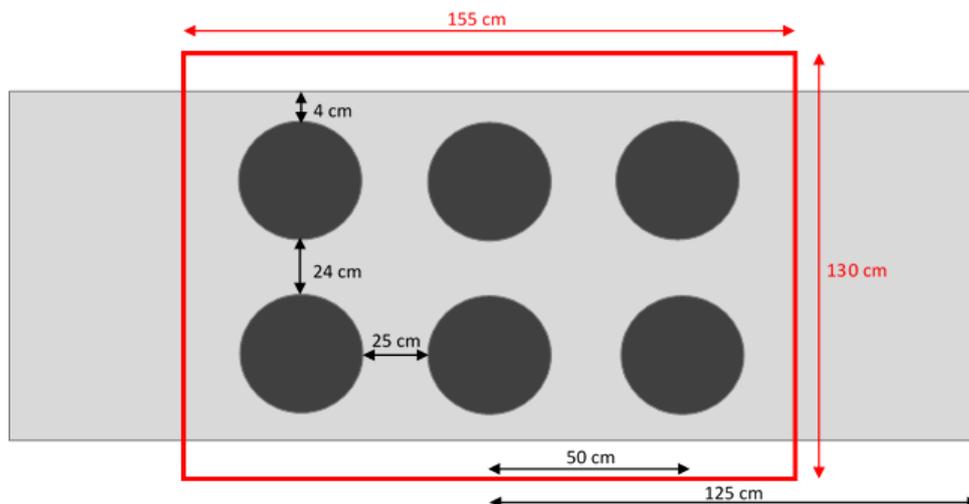


Abb. 11: Position der einzelnen Auberginentöpfe (schwarze Kreise) auf dem Tisch (graue Fläche) in der jeweiligen Parzelle mit der zu behandelnden Fläche (rotes Rechteck)

Die korrekten Aufwandmengen der jeweiligen Präparate werden bezogen auf die Fläche der Tische ($1,55 \text{ m} \cdot 1,30 \text{ m}$) berechnet. Die Tischfläche, auf der sich die sechs Auberginenpflanzen befinden, beträgt ca. 2 m^2 . Da es jeweils vier Wiederholungen des gleichen Präparates gibt, wird mit einer Fläche von 8 m^2 gerechnet. Die Wassermenge beträgt $60 \cdot 10^{-3} \text{ l/m}^2$. Die Aufwandmengen sind in der nachfolgenden Tabelle 5 mit den einzelnen Mittel- und Wassermengen dargestellt.

Tabelle 5: Aufwand-, Mittel- und Wassermengen der Präparate

Variante	Präparatname	Aufwandmenge pro m ²	Mittelmenge für 8 m ²	Wassermenge für 8 m ²
1	Kontrolle	/	/	480 ml
2	Botanigard + Break Thru S240	0,6 · 10 ⁻⁴ kg 2,0 · 10 ⁻² ml	480 mg 160 µl	480 ml
3	Naturalis	0,75 · 10 ⁻⁴ l	600 µl	480 ml
4	Velifer	0,13 · 10 ⁻³ l	1000 µl	480 ml

Beispielrechnung für das Präparat Naturalis:

$$V(\text{Naturalis}) = 0,75 \frac{\text{l}}{\text{ha}} \cdot 0,0001 \frac{\text{ha}}{\text{m}^2} \cdot 8 \text{ m}^2 = 0,000600 \text{ l} = 600 \mu\text{l}$$

$$V(\text{Wasser}) = 600 \frac{\text{l}}{\text{ha}} \cdot 0,0001 \frac{\text{ha}}{\text{m}^2} \cdot 8 \text{ m}^2 = 0,480 \text{ l} = 480 \text{ ml}$$

4.5.3 Pipettenprüfung

Die Pipettenprüfung dient dazu, die Fehlerquelle beim Pipettieren gering zu halten. Der zufällige und systematische Fehler wird minimiert, da die Pipetten vor Beginn und während des Versuchs auf ihre Funktionsfähigkeit überprüft werden.

Für die Pipettenprüfung werden am Anfang des Versuchs zwei verschiedene Pipetten mit einem Volumen von 100 - 1000 µl und 1000 µl verwendet. Die verstellbare Pipette ist von Eppendorf, die Pipette mit dem konstanten Volumen von Fortuna. Überprüft werden die zwei Pipetten, indem jeweils zehn Mal ein vorher definiertes Volumen Wasser in ein Becherglas, welches auf der Präzisionswaage steht, pipettiert wird, wobei die Masse gewogen wird. Es werden die Volumina von 160 µl, 500 µl und 1000 µl bei der Eppendorf Pipette und 1000 µl bei der Glaskolbenpipette pipettiert. Nach dem Pipettieren wird die Standardabweichung, Präzision und Richtigkeit berechnet.

Vor der fünften Spritzung, die 34 Tage nach der Inokulation stattfindet, wird die Eppendorf Pipette noch einmal überprüft, indem die Volumina 160 µl, 500 µl und 1000 µl wieder zehn Mal pipettiert und ausgewertet werden.

4.5.4 Bonituren und Anwendung der mikrobiologischen Insektizide**Bonituren**

Nach der Inokulation der Auberginenpflanzen mit *T. vaporariorum* am 16.06.2017 wird nach zehn Tagen das erste Mal *T. vaporariorum* auf den Auberginenpflanzen bonitiert (Vorbonitur). Hierfür wird die Höhe der Auberginenpflanzen mithilfe eines Gliedermaßstabs gemessen und die Anzahl der ausgewachsenen Blätter des

Haupttriebes bestimmt. Zudem werden die Adulten und Larven des ersten bis letzten Larvenstadiums von *T. vaporariorum* pro Pflanze gezählt.

Die Bonitur von *T. vaporariorum* wird vor der Spritzung durchgeführt. Die Bonitur wird nach der letzten Spritzung weitere vier Mal wiederholt, da mindestens ein gesamter Lebenszyklus von *T. vaporariorum* vom Ei bis zur Adulten abgedeckt werden soll.

Anwendung der mikrobiologischen Insektizide



Abb. 12: Stark benetzte Pipettenspitze

Nach der Vorbonitur werden die verschiedenen Pflanzenschutzmittelbrühen hergestellt. Es wird darauf geachtet, dass die flüssigen Pflanzenschutzmittel (Naturalis, Velifer) vorher gut geschüttelt werden, damit sich die Sporen homogen in der Dispersion verteilen.

Es wird beobachtet, dass sich nach dem Pipettieren der Mittel noch eine relativ große Menge an Pflanzenschutzmitteln in den Pipettenspitzen der Eppendorf Pipette befinden (Abb. 12).

Um den Fehler eines geringeren Volumens niedrig zu halten, werden die einzelnen Pipettenspitzen nach dem Pipettieren mehrfach in der jeweiligen Spritzbrühe gespült.

Nach dem Ansetzen der jeweiligen Brühe wird sie in das Drucksprühgerät gegeben und jeweils ein Druck von ca. 4 bar Druckluft eingestellt. Es wird ein Druckminderer für die Hohlkegeldüse verwendet, da nur sehr wenig Flüssigkeit benutzt wird und sie somit feiner im Auberginenbestand verteilt werden kann. Das Spritzverfahren wird insgesamt fünf Mal wiederholt.

Problem bei der Anwendung der Pflanzenschutzmittel



Abb. 13: Abschirmung der Auberginenpflanzen der nebenstehenden Parzelle gegen die Pflanzenschutzmittelbrühe

Beim Ausbringen der Spritzbrühen, zehn Tage nach der Inokulation, wird festgestellt, dass bei der Spritzung der einzelnen Parzellen die jeweilige Pflanzenschutzmittelbrühe im geringen Maße auf die anderen Parzellen gelangt, was durch die feuchte Oberfläche der Auberginenblätter aus der Nachbar-Parzelle erkennbar wird.

Um diesen Fehler für die Zukunft weitestgehend auszuschließen, wird eine Abschirmung mit Folie konstruiert (Abb. 13).

Die Abschirmung wird für die nächsten Spritzungen verwendet und hinter die jeweilige Parzelle gestellt.

Confidor-Spritzung gegen den Nützling *Encarsia formosa*

Zwölf Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* wird Confidor WG 70, ein Insektizid mit dem Wirkstoff Imidacloprid, mit 1/15 der eigentlichen Aufwandmenge von 350 g/ha im gesamten Auberginenbestand des Versuchsabteil gespritzt (Bayer Crop Science(2)

o.J.). Die Spritzung wird vorgenommen, um den Nützling *Encarsia formosa* aus dem Versuch soweit möglich auszuschließen und somit den Versuch ohne Störung durchzuführen.

4.5.5 Anwendung von Nützlingen während der Auberginenkultivierung und des Versuchs

Die Anwendung von Nützlingen bei der Auberginenkultivierung und während des Versuchs hat das Ziel die Auberginenpflanzen möglichst frei von anderen Krankheitserregern und Schädlingen als *T. vaporariorum* zu halten, um die Auberginenpflanzen nicht noch zusätzlich zu schädigen und keine Nahrungskonkurrenz für *T. vaporariorum* zu schaffen.



Während der Auberginenkultivierung nimmt der Thripsbefall an den Auberginenpflanzen zu, daher wird pro Pflanze je ein Nützlingstütchen (ca. 400 Milben), welche Raubmilben *Amblyseius cucumeris* zur biologischen Bekämpfung der Thripse enthalten, ausgebracht (Abb. 14).

Abb. 14: Raubmilbentütchen zur Thripsbekämpfung an Auberginenpflanzen



Abb. 15: Blattlaus auf dem Auberginenblatt

Da sich während der Auberginenkultivierung auch die vorhandenen Blattläuse (Abb. 15) durch die hohen Temperaturen im Gewächshaus sehr schnell entwickeln, werden sechs offene Zuchten, die aus Töpfen mit Winterroggen bestehen, in das Versuchsabteil gestellt (Breuhahn 2017). Auf dem Winterroggen entwickeln sich Getreideblattläuse *Rhopalosiphum padi*, von denen sich ihre natürlichen Feinde wie z.B. Gallmücken *Aphidoletes aphidimyza* ernähren und vermehren. Die starke Nützlingsvermehrung ist für eine bestehende Blattlauspopulation im Pflanzenbestand wichtig, da die Nützlinge die Blattläuse schnell vernichten und die Ausbreitung begrenzen können. Während des Versuchs werden 7 und 18 Tage nach der Inokulation Gallmücken (400 Insekten für 200 m²) für die Blattlausbekämpfung auf das Substrat der offenen Zuchten ausgebracht.

4.5.6 Kulturführung während des Versuchs

Tröpfchenbewässerung

Um den Versuch mit den Auberginenpflanzen, die empfindlich gegenüber Trockenheit sind, über eine längere Zeit durchführen zu können, wird eine Tröpfchenbewässerung verlegt, die aus sechs Tropfschläuchen pro Tisch besteht. Die Tropfer für die

Auberginenpflanzen werden senkrecht in die Töpfe gesteckt.

Die Tröpfchenbewässerung und alle anderen Einstellungen für die Kulturführung werden mit Hilfe des Computerprogramms RAM Elektronisches Regelsystem programmiert. Da die Bewässerungseinstellung durch die Sonneneinstrahlung beeinflusst wird, muss das Bewässerungsprogramm einige Male angepasst werden bis die richtige Einstellung gefunden ist. Zu Beginn des Versuchs wird die Lichtsumme auf 100 klxh und die Gießdauer pro Bewässerung auf 120 Sekunden eingestellt. Die Lichtsumme ist die Summe des Lichts, ab der die Auberginenpflanzen bewässert werden.

Da die Bewässerung der Auberginenpflanzen im Verlauf des Versuchs durch die jahreszeitlich höhere Temperatur im Versuchsabteil und durch das Höhenwachstum der Pflanzen in manchen Parzellen nicht ausreichend ist, muss häufig per Hand nachgegossen werden, um gleiche Bedingungen für die Pflanzen zu schaffen.

Daher wird die Wassermenge und Gießhäufigkeit über die Lichtsumme pro Tag, immer wieder angepasst. Die Lichtsumme wird von anfangs 100 klxh auf 80 klxh herabgesetzt. Die Gießdauer pro Gießvorgang wird von 120 Sekunden auf 300 Sekunden angehoben.

Über-Kopf-Bewässerung

Um die Luftfeuchtigkeit in dem Versuchsabteil zu erhöhen, wird eine Über-Kopf-Bewässerung eingestellt, die je nach Wetterlage für 20 Sekunden, maximal sechs Mal pro Tag, von oben bewässert. Die hohe Luftfeuchtigkeit von mindestens 50 % ist für die Sporen von *Beauveria bassiana* wichtig, um ein optimales Wachstum zu fördern (Wulf 1979, Stock o.J.).

Vor jeder Bonitur und Spritzung wird die Über-Kopf-Bewässerung unterbrochen, damit die Oberflächen der Auberginenpflanzen trocken sind und sie, ohne dass die Pflanzenschutzmittelbrühen von den Blättern abtropfen, gespritzt werden können. Erst nach dem vollständigen Abtrocknen der Spritzbrühen auf den Pflanzen wird die Über-Kopf-Bewässerung wieder angestellt.

Schattierung

Für den Versuch werden Schattierungen im Versuchsabteil so eingestellt, dass sie während einer zu starken direkten Sonneneinstrahlung zufahren.

Die Stehwandschattierung fährt ab einer Lichtsumme von 20 klx zu. Die Innenschattierung, die an der Decke des Gewächshauses verläuft, wird im Versuchsabteil so programmiert, dass sie ebenfalls ab einer Lichtsumme von über 20 klx zufährt. Das ist wichtig für den Pilz *Beauveria bassiana*, da die Pilzsporen bei direkter Sonneneinstrahlung geschädigt werden oder absterben könnten (Hetsch 2005).

Damit sich die Luft bei geschlossener Innenschattierung nicht staut, wird ein Spalt eingestellt. Der Spalt soll 20 % groß sein (Abb. 16, 17) und die Luft zirkulieren lassen. Die Einstellung des Spaltes muss bei der Auswertung mit einbezogen werden, da unter dem Spalt die direkte Sonneneinstrahlung zum Absterben von *Beauveria bassiana* auf einigen Auberginenpflanzen führen könnte. Durch technische Probleme fährt die Innenschattierung sehr unregelmäßig zu und lässt häufig keinen Spalt offen, wodurch die Temperatur und Feuchte in dem Versuchsabteil beeinflusst wird. Der Fehler konnte nicht behoben werden und muss berücksichtigt werden.

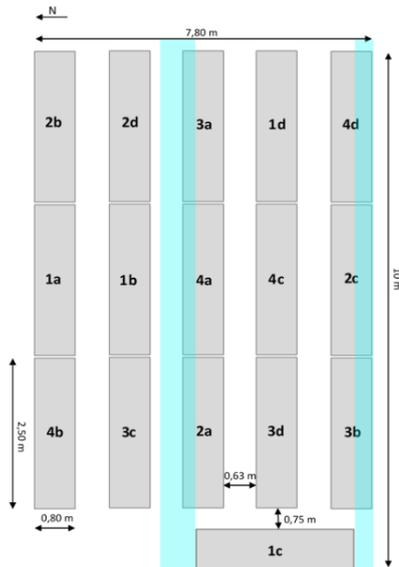


Abb. 16: Spalt (blau) der Innenschattierung im Versuchsabteil



Abb. 17: Spalt (oben, hellblau) der Innenschattierung, rechts Tisch 3b, links Tisch 3d

Temperatur- und Feuchtemessung

Während des Versuchs soll alle 10 Minuten die Temperatur (Optimal: 24 bis 30 °C) und die relative Luftfeuchtigkeit (Optimal: > 50 %) gemessen werden, da *Beauveria bassiana* eine optimale Temperatur und relative Feuchte zum Keimen und Wachsen benötigt (Wulf 1979, Stock o.J.). Hierfür werden drei Datalogger eingesetzt, die mithilfe des Computerprogramms Log Graph Lt programmiert werden.

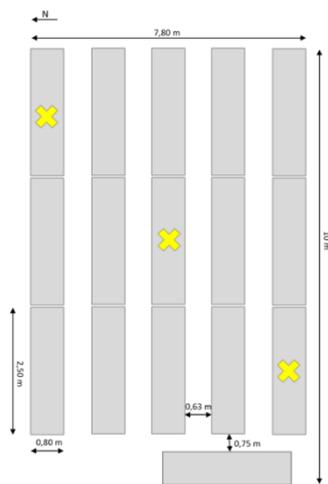


Abb. 18: Position der Datalogger (gelbe Kreuze) im Versuchsaufbau

Ein Datalogger ist ein Messgerät, welches physikalische Parameter erfasst, speichert und über einen längeren Zeitraum auswertet (Lipinski et al. 2015). Die Messwerte werden von Sensoren erfasst und können auf verschiedene Weise wie z.B. über Bluetooth oder USB übertragen werden. Datalogger werden für Überwachungen in langfristigen Feldversuchen und in der Forschung und Entwicklung eingesetzt (Lipinski et al. 2015).

Die drei Datalogger werden in die Auberginentöpfe, in 10 cm Entfernung vom Substrat, der Tische 2b, 4a und 3b gesteckt, um die Parameter messen zu können (Abb. 18). Der Tisch 2b befindet sich in der hinteren Ecke, der Tisch 4a in der Mitte und der Tisch 3b an der Tür des Versuchsabteils.

4.5.7 Bonitur der Insektenanzahl von *T. vaporariorum* und des Rußtaupilzes

Um die Adulten und Larven von *T. vaporariorum* zählen zu können, wird jede Pflanze begutachtet, indem alle einzelnen Blätter mit dem Auge oder der Lupe nach *T. vaporariorum* abgesucht werden.

Bei einer unübersichtlichen Bonitur müssen die Larven bei einer zu großen Anzahl auf

einem Blatt geschätzt werden. Beim Schätzen wird erst eine kleine Fläche von z.B. einem Quadratcentimeter des gleichmäßig befallenen Auberginenblattes ausgezählt und dann auf die ganze Blattfläche übertragen.

Für die Bonituren werden für jede einzelne Parzelle die Anzahl der Adulten und Larven von *T. vaporariorum* pro Pflanze, die Blattanzahl und die Pflanzenhöhe notiert (Anhang, Tabelle 9 bis 20). Dabei wird nicht nach Varianten, sondern nach nebeneinander stehenden Parzellen wie z.B. 4b, 1a und 2b bonitiert. Um die Bonituren effektiv durchführen zu können, bonitieren mehrere Personen für einige Stunden die 96 Auberginenpflanzen, die alle genau begutachtet werden müssen. Zudem findet die Bonitur soweit es geht am Vormittag statt, da die Adulten von *T. vaporariorum* bei höheren Temperaturen ein erhöhtes Flugverhalten aufweisen, wodurch das Zählen erschwert wird (Günther et al. 1989).

Der Rußtaupilz wird anhand der befallenen Blätter pro Auberginenpflanze und Parzelle bonitiert. Aus der Anzahl der befallenen Blätter lässt sich die Befallsstärke ableiten. Ab einer Blattanzahl von drei ausgewachsenen befallenen Blättern liegt ein mittlerer Befall vor. Ein starker Rußtaupilz-Befall liegt vor, wenn die Blattanzahl einen Wert von über sechs ausgewachsenen befallenen Blättern aufweist.

4.5.8 Pilzbestimmung mit Hilfe des Labors

Die Pilze, die während der Bonituren auf den Auberginenpflanzen, aber auch in und auf den Adulten und Larven von *T. vaporariorum* auftreten, werden zur näheren Bestimmung ins Labor gegeben. Die Pilze bzw. befallenen Adulten und Larven werden auf Synthetischen Nährstoffarmen Agar (SNA) ausgelegt und im Klimaschrank bei 22 °C inkubiert. Nach fünf Tagen werden die Agarplatten mit den gewachsenen Pilzen zum weiteren Wachstum zusätzlich unter Schwarzlicht gestellt. Nach ca. einer weiteren Woche wird der Pilz unter dem Mikroskop bestimmt.

4.5.9 Berechnung des Wirkungsgrads und statistische Auswertung

Für die Auswertung der Ergebnisse der Bonituren wird u.a. der Wirkungsgrad nach Abbott (1925) berechnet (Büchse 2011). Der Wirkungsgrad sagt u.a. aus, wie viele Schädlinge in den behandelten Parzellen im Vergleich zur Kontroll-Parzelle abgestorben sind. Die Formel für den Wirkungsgrad lautet:

$$WG_{Ab} = \left(\frac{X_n - Y_n}{X_n} \right) = \left(1 - \frac{Y_n}{X_n} \right)$$

mit WG_{AB} = Wirkungsgrad nach Abbott

Y_n = Anzahl der Adulten bzw. Larven in Behandlung

X_n = Anzahl der Adulten bzw. Larven in Kontrolle

(Büchse 2011)

Die statistische Auswertung wird mit Hilfe des Programms R Studio Konsole durchgeführt. Es wird die einfache Varianzanalyse (ANOVA = Analysis of Variance), die ein Test in einer randomisierten Anlage ist, angewendet (Breuhahn 2017). Für die statistische Auswertung werden Box-Plots und Säulendiagramme mit signifikanten Unterschieden erstellt.

In der nachfolgenden Abbildung 19 ist ein Box-Plot dargestellt.

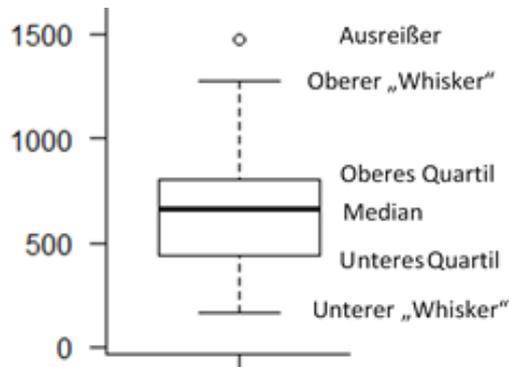


Abb. 19: Box-Plot nach John Tukey

Ein Box-Plot nach John Tukey (Box-and-Whisker-Plot) stellt eine Verteilung der einzelnen Ergebnisse visuell dar (Ludwig-Mayerhofer o.J.).

Die Ober- und Untergrenze des Rechtecks, der sogenannten Box, stellt das obere und untere Quartil dar (Ludwig-Mayerhofer o.J.). Unter der Grenze des oberen Quartils liegen alle Werte, die kleiner als 75 % aller Werte sind. Über der Grenze des unteren Quartils liegen alle Werte, die größer als 25 % aller Werte sind. Die Box beinhaltet die mittleren 50 % aller Werte. Der Median stellt den mittleren Wert der Zahlenreihe dar. Die sogenannten „Whisker“ stellen das Minimum bzw. Maximum der Werte dar. Werte, die über- oder unterhalb der „Whisker“ liegen, werden als Ausreißer bezeichnet und als Kreise dargestellt (Ludwig-Mayerhofer o.J.).

5 Ergebnisse des Versuchs

5.1 Nebenbeobachtungen während der Bonituren

Es finden sich knapp alle zwei Wochen nach einer Bonitur (14, 27, 40, 47 und 62 Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*) tote Adulte von *T. vaporariorum* auf der Blattober- und unterseite der Auberginenpflanzen in allen Parzellen.



Abb. 20: Parasitierte Blattlaus von *Praon volucre*

Bei der Vorbonitur, **10 Tage** nach der Inokulation, fallen die vereinzelt vorkommenden, von der einheimischen Schlupfwespe *Praon volucre*, parasitierten Blattläuse auf (Abb. 20). Außer den Adulten von *T. vaporariorum* werden auch die zahlreichen Larven des ersten Larvenstadiums auf den Auberginenblättern bonitiert.

Bei der ersten Bonitur, **14 Tage** nach der Inokulation, vier Tage nach der ersten Spritzung, sind in den einzelnen Parzellen einige Auberginenblätter, aber auch Triebspitzen beim vorsichtigen Umdrehen abgebrochen. Möglicherweise liegt es an dem regnerischen und kühlen Wetter, wodurch die einzelnen Auberginenblätter brüchiger sind.

Es wird die erste **pink gefärbte Larve von *T. vaporariorum*** in Parzelle 2d (Botanigard) entdeckt, was auf eine Infektion mit dem Pilz *Beauveria bassiana* hinweisen könnte (Abb. 21, 22).

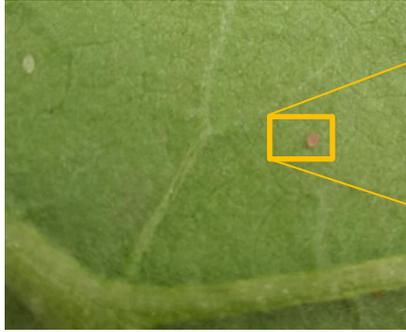


Abb. 21: Pink gefärbte Larve von *T. vaporariorum* möglicherweise durch *Beauveria bassiana* verursacht



Abb. 22: Pink gefärbte Larve von *T. vaporariorum*

19 Tage nach der Inokulation, fünf Tage nach der zweiten Spritzung, werden vermehrt **pink gefärbte Larven von *T. vaporariorum*** in allen Varianten mit dem gespritzten Pilz *Beauveria bassiana* bonitiert. Zudem werden an einer Pflanze von Variante 4a (Velifer) **schwarzgefärbte, parasitierte Larven von *T. vaporariorum*** entdeckt (Abb. 24, 25) (Seipel 2009). Diese wurden durch den winzigen Nützling *Encarsia formosa*, der *T. vaporariorum* bekämpft, parasitiert (Abb. 23) (Fortmann 2000, Seipel 2009). Da die Spritzung mit Confidor WG 70 zwölf Tage nach der Inokulation nicht alle *Encarsia formosa* abtöten konnte, müssen die parasitierten Larven und die kaum erkennbaren adulten *Encarsia formosa* von den einzelnen Auberginenblättern per Hand entfernt werden. Das Entfernen wird während des Versuchs bei Bedarf weiter geführt.



Abb. 23: Adulte *Encarsia formosa* auf der Suche nach *T. vaporariorum*-Larven

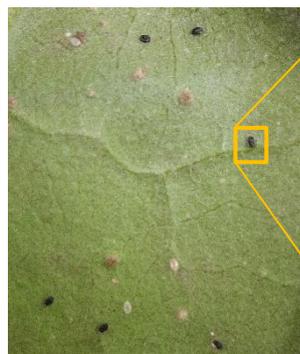


Abb. 24: Parasitierte Larven von *T. vaporariorum* durch *Encarsia formosa*



Abb. 25: Schwarz gefärbte Larven von *T. vaporariorum* durch *Encarsia formosa* parasitiert

Weiterhin sind, **19 Tage** nach der Inokulation, wieder einige Blätter und Triebspitzen mit und ohne Larven abgebrochen.

Neben den pink gefärbten Larven werden auch **Schimmelpilze** blattunterseits (Abb. 26) und **Rußtaupilz** auf dem Blatt festgestellt. Eine Vermehrung des Rußtaupilzes kann durch die *T. vaporariorum*-Ausscheidungen begünstigt werden (Heinze & Frickhinger 1974,

BWVI(1) o.J.). Bei dem Schimmelpilz auf der Blattunterseite, der mikroskopisch bestimmt wird, handelt es sich nicht um einen entomopathogenen Pilz, sondern um einen Schimmelpilz namens *Cladosporium sp.* (Abb. 27).



Abb. 26: *Cladosporium sp.* unter dem Auberginenblatt



Abb. 27: *Cladosporium sp.* auf der Blattunterseite des Auberginenblattes

Bei der Bonitur, die **27 Tage** nach der Inokulation, sieben Tage nach der dritten Spritzung, durchgeführt wird, sind einige **Larven von *T. vaporariorum*** durch *Encarsia formosa* in den einzelnen Parzellen **parasitiert**. Weiterhin werden in fast allen Parzellen, sogar bei der Kontrolle, **weiß verpilzte Adulte Weiße Fliegen** auf der Blattunterseite der Auberginenpflanzen entdeckt (Abb. 28). Das weiße Myzel, welches mikroskopisch bestimmt wird, stammt von dem gespritzten Pilz *Beauveria bassiana* (Abb. 29).

Es werden zudem viele neu geschlüpfte Adulte von *T. vaporariorum*, aber auch sehr viele **pink gefärbte Larven von *T. vaporariorum*** bonitiert. Einige der pink gefärbten Larven werden von einem weißen Myzel überzogen (Abb. 30). Bei dem weißen Myzel auf den pink gefärbten Larven, welches ebenfalls mikroskopisch bestimmt wird, handelt es sich um *Beauveria bassiana*.

Außerdem breitet sich ***Cladosporium sp.*** langsam auf weitere Auberginenblätter aus.



Abb. 28: Weiß verpilzte Adulte von *T. vaporariorum*

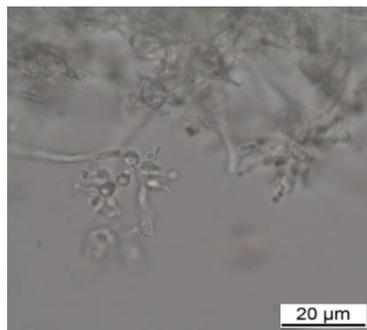


Abb. 29: Myzel und Konidienträger mit Konidien von *Beauveria bassiana* unter dem Mikroskop



Abb. 30: Pink gefärbte Larve von *T. vaporariorum* mit weißem Pilzmyzel

34 Tage nach der Inokulation, sechs Tage nach der vierten Spritzung, werden vereinzelt neu geschlüpfte Adulte von *T. vaporariorum* (Abb. 31), **weiß verpilzte Adulte** und neue **pink gefärbte Larven** bonitiert. Die bereits pink gefärbten Larven werden von einem weißen Myzel überzogen. Weiterhin breitet sich ***Cladosporium sp.*** auf der Blattunterseite der Auberginenpflanzen stark aus und der **Rußtaupilz** nimmt auf der Blattoberseite zu (Abb. 34, 35). Zudem tritt ein **Pilz mit rosa Myzel** in der Parzelle 1b

(Kontrolle) auf, der im Labor als Schimmelpilz namens *Fusarium verticillioides* bestimmt wird (Abb. 32, 33).

Der Nützling *Encarsia formosa* tritt kaum noch im Auberginenbestand auf. Es wird beobachtet, wie die **Larve von *Aphidoletes aphidimyza*** eine Adulte von *T. vaporariorum* aussaugt, obwohl sich *Aphidoletes aphidimyza* bevorzugt von Blattläusen ernährt und *T. vaporariorum* nur in den seltensten Fällen gefressen wird (Abb. 36) (BWVI(2) o.J.). Dies bleibt bei der jetzigen Bonitur aber ein Einzelfall.



Abb. 31: Neu geschlüpfte Adulte von *T. vaporariorum*



Abb. 32: *Fusarium verticillioides* (rosa Myzel) auf Blattunterseite der Auberginenpflanzen



Abb. 33: *Fusarium verticillioides* (rosa Myzel) auf Unterseite des Blattes

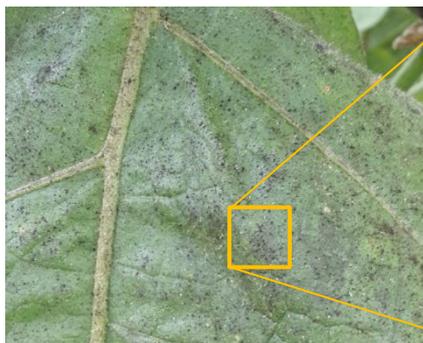


Abb. 34: Durch *T. vaporariorum*-Ausscheidungen verursachter Rußtaupilz



Abb. 35: Rußtaupilz auf der Oberseite des Auberginenblattes



Abb. 36: *Aphidoletes aphidimyza*-Larve saugt *T. vaporariorum* aus

Bei der fünften Bonitur, **40 Tage** nach der Inokulation, fünf Tage nach der letzten Spritzung, treten vereinzelt neu geschlüpfte Adulte von *T. vaporariorum* in den Kontroll-Parzellen auf. Weiterhin werden kaum **parasitierte *T. vaporariorum*-Larven** durch *Encarsia formosa* bonitiert.

Es wird relativ viel **weißes Myzel**, das wahrscheinlich von dem Pilz *Beauveria bassiana* stammt, an der Blattunterseite der Auberginenpflanzen (Abb. 37, 38) und **weiß verpilzte Adulte Weiße Fliegen** in vielen Parzellen gefunden. Es wird beobachtet, dass der Schimmelpilz *Cladosporium sp.* häufig Blattflecken auf der Oberseite der Auberginenblätter verursacht (Abb. 39, 40).



Abb. 37: Myzel, welches wahrscheinlich vom Pilz *Beauveria bassiana* stammt, auf der Auberginenblattunterseite



Abb. 38: Weißes Myzel auf der Unterseite des Auberginenblattes

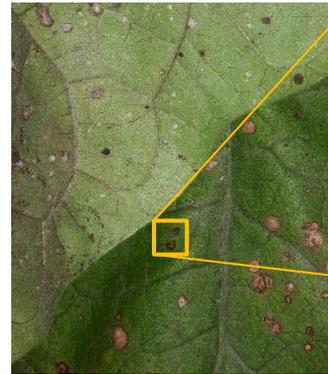


Abb. 39: Durch *Cladosporium sp.* (Blattunterseite, oben im Bild) verursachte Blattflecken (Blattoberseite, unten im Bild)



Abb. 40: Blattfleck auf Auberginenblatt durch *Cladosporium sp.* verursacht

43 Tage nach der Inokulation, acht Tage nach der letzten Spritzung, wird der **Rußtaupilz** auf der Oberseite der Auberginenblätter genau bonitiert, da ein Befall langsam sichtbar wird. Da der Rußtaupilz während eines *T. vaporariorum*-Befalls auftaucht und die Auberginenpflanzen schädigen kann, ist es wichtig den Rußtaupilz mit zu bonitieren (Heinze & Frickhinger 1974, Pflanzenschutz Gießen o.J., BWVI(1) o.J.). Der Rußtaupilz-Befall ist bei fast allen Parzellen noch sehr gering, da nur vereinzelt ein bis zwei Blätter pro Auberginenpflanze befallen sind (Abb. 41). Bei einer Kontroll-Parzelle hat eine Pflanze bis zu sieben, in einer mit Naturalis behandelten Parzelle fünf Auberginenblätter, die einen mittleren bis starken Befall aufweisen (Abb. 42, Anhang Tabelle 21).



Abb. 41: Sehr gering befallenes Auberginenblatt mit Rußtaupilz



Abb. 42: Vom Rußtaupilz stark befallenes Blatt

Es gibt kaum noch neu geschlüpfte Adulte Weiße Fliegen **47 Tage** nach der Inokulation, 12 Tage nach der letzten Spritzung. Die durch *Encarsia formosa* parasitierten Larven von *T. vaporariorum*, aber auch die Adulten *Encarsia formosa* kommen wieder häufiger im Auberginenbestand vor. Vereinzelt werden auf den jüngeren Blättern wieder **pink gefärbte Larven von *T. vaporariorum*** bonitiert. Außerdem werden einige **weiß verpilzte Adulte Weiße Fliegen** in vielen Parzellen, auch in der Kontrolle, gefunden.

Es treten zudem die ersten **Blattläuse** in geringer Zahl in den Parzellen 2c und 3c auf. Da sich aber noch Nützlinge im Auberginenbestand aufhalten, wird keine weitere Gegenmaßnahme ergriffen. Zudem macht es den Eindruck als würden die vereinzelt Blattläuse den Versuch weder durch das Schädigen der Auberginenpflanzen, noch durch die Nahrungskonkurrenz für *T. vaporariorum* stören.

Bei der Bonitur, die **54 Tage** nach der Inokulation, 19 Tage nach der letzten Spritzung, stattfindet, werden vermehrt **Blattläuse**, die nicht bekämpft werden, da in der Nähe schon die ersten **Gallmücken-Larven** zu sehen sind, in Variante 2 (Botanigard) und 4 (Velifer) bonitiert.

Auf den Blattunterseiten werden nur wenig **pink gefärbte Larven von *T. vaporariorum*** und pink gefärbte Larven, die mit weißem Myzel überzogen sind, gesichtet. Auf den obersten jüngeren Auberginenblättern sind viele Larven von *T. vaporariorum* vom ersten bis letzten Larvenstadium vorhanden, die vermehrt Honigtau ausscheiden, der an den Auberginenblättern sichtbar ist. Dadurch treten vereinzelt **Schimmelpilze** auf, die sich auf dem Honigtau ausbreiten. Weiterhin kommen **parasitierte Larven von *T. vaporariorum*** durch *Encarsia formosa* im Auberginenbestand vor.

Außerdem hat sich das Aussehen der Auberginenpflanzen leicht verändert, da sich ihre untersten großen ausgewachsenen Blätter häufig gelb verfärben (Abb. 43, 44). Das könnte daran liegen, dass die Auberginenpflanzen seit dem Umtopfen nicht gedüngt werden, um die Höhe der Pflanzen in gewisser Weise kontrollieren zu können, da die Auberginenpflanzen aus dem Vorversuch durch Düngerzugabe höher als 60 cm wurden und daher sehr unhandlich für die Bonituren waren.



Abb. 43: Auberginenbestand mit leicht gelben unteren Blättern



Abb. 44: Auberginenpflanze mit gelben Blättern wahrscheinlich durch Düngermangel bedingt

Bei der achten Bonitur, **62 Tage** nach der Inokulation, 27 Tage nach der letzten Spritzung, werden die neu infizierten **pink gefärbten Larven von *T. vaporariorum*** vermehrt bei den Varianten Botanigard und Velifer entdeckt. Es werden kaum noch **weiß verpilzte Adulte Weiße Fliegen** in den einzelnen Parzellen bonitiert.

Außerdem kommen vermehrt ***Aphidoletes aphidimyza*-Larven** in allen Varianten vor, die häufig die Adulten von *T. vaporariorum* aussaugen (Abb. 45). Das liegt wahrscheinlich daran, dass kaum Blattläuse auf den Auberginenpflanzen vorhanden sind und die vereinzelt Blattläuse für die Ernährung von *Aphidoletes aphidimyza* scheinbar nicht ausreichen. Zudem sind die Weißen Fliegen mit den Blattläusen verwandt (Ohnesorge 1976), wodurch sie wahrscheinlich mit zu den Wirtsorganismen von *Aphidoletes aphidimyza* zählen, aber normalerweise kaum gefressen werden.

Es kommen einige Hundert **parasitierte Larven von *T. vaporariorum*** durch *Encarsia formosa* im Auberginenbestand vor.

Weiterhin weisen die obersten jüngeren Auberginenblätter wieder sehr viele Larven von *T. vaporariorum* vom ersten bis letzten Larvenstadium auf. Daher findet sich auch wieder

viel Honigtau auf den Blättern. Der Honigtau wird weiterhin von **Schimmelpilzen** genutzt, wodurch das Zählen der Larven unübersichtlicher wird und sie bei einer zu großen Anzahl geschätzt werden (Abb. 46, 47). Auf den obersten Blättern kommen auch vermehrt neu geschlüpfte Adulte von *T. vaporariorum* vor, die das Zählen bzw. Schätzen der Larven noch erschweren. Da die unübersichtlichen Auberginenblätter aber in allen Parzellen auftreten, wird der Fehler, die Larvenanzahl falsch gezählt zu haben, womit das Ergebnis verfälscht werden kann, in allen Parzellen gleich verfälscht.

Durch den Honigtau kann sich auch der **Rußtaupilz** weiter auf den schon befallenen, aber auch auf den noch nicht befallenen Auberginenpflanzen ausbreiten. Der Rußtaupilz-Befall ist in den einzelnen Parzellen gering bis stark ausgeprägt (Tabelle 21). Weiterhin breitet sich der Pilz *Cladosporium sp.* weiter auf den Blattunterseiten der Auberginenpflanzen aus und verursacht Blattflecken.



Abb. 45: *Aphidoletes aphidimyza*-Larven saugen Adulte von *T. vaporariorum* aus



Abb. 46: Auberginenblatt mit u.a. Adulten und Larven von *T. vaporariorum* und *Cladosporium sp.*



Abb. 47: Mit Larven von *T. vaporariorum*, Honigtau und Schimmelpilz besetztes Blatt

5.2 Darstellung und Beschreibung der Ergebnisse

5.2.1 Auswertung der Pipettenprüfung

Die Pipettenprüfung wird durchgeführt um die Pipetten auf ihre Funktionsfähigkeit zu überprüfen, damit der systematische und zufällige Fehler minimiert wird.

Die Richtigkeit der Glaskolbenpipette von Fortuna mit dem Volumen 1000 µl beträgt zu Beginn des Versuchs 0,65 % und ist daher etwas größer als der Grenzwert der Eppendorf Pipette von 0,60 % (Anhang, Tabelle 6, 8). Die Präzision der Glaskolbenpipette liegt bei über 1,3 % und ist knapp sieben Mal höher als der Grenzwert der Eppendorf Pipette von 0,2 % (Anhang, Tabelle 6, 8). Daher wird die Glaskolbenpipette nicht verwendet.

Die Eppendorf Pipette liegt bei den Volumina von 160 µl und 500 µl unter den Grenzwerten der Präzision und Richtigkeit (Anhang, Tabelle 6, 8). Beim Volumen von 1000 µl beträgt die Präzision hingegen 0,26 % und liegt daher leicht über dem Grenzwert (Anhang, Tabelle 6, 8). Da die Werte für die Richtigkeit und Präzision der Volumina bei der Eppendorf Pipette bis auf eine Ausnahme unter den Grenzwerten liegen, wird die Eppendorf Pipette für den Versuch genutzt.

Bei der Pipettenprüfung wird 34 Tage nach der Inokulation die Eppendorf Pipette noch einmal überprüft. Die Präzision des 1000 µl Volumens liegt bei 0,41 %, also wieder höher als der Grenzwert (Anhang, Tabelle 7, 8). Da alle anderen Werte für die Richtigkeit und

Präzision der Volumina aber immer noch unter den Grenzwerten liegen, wird die Eppendorf Pipette weiterhin verwendet.

5.2.2 Verläufe von Temperatur, Feuchte und Innenschattierung

In der nachfolgenden Abbildung 48 ist der Verlauf der Temperatur und relativen Feuchte während der Auberginenpflanzenkultivierung vom 11.05. bis 13.06.2017 im 24,55 m² großen Abteil dargestellt.

Die relative Feuchte schwankt während der Auberginenkultivierung sehr ungleichmäßig. Das Minimum liegt bei 29 % und das Maximum bei 90 %. Die relative Feuchte steigt während der Auberginenkultivierung immer weiter an und hat einen Mittelwert von 68 %. Vom 21.05. bis 03.06.2017 schwankt die relative Feuchte etwas stärker als am Anfang und Ende der Auberginenkultivierung und ist niedriger.

Die Temperatur schwankt vom 11.05. bis 13.06.2017 recht gleichmäßig. Das Minimum der Temperatur liegt bei ca. 16 °C und das Maximum bei 34 °C. Die Temperatur hat einen Mittelwert von knapp 22 °C.

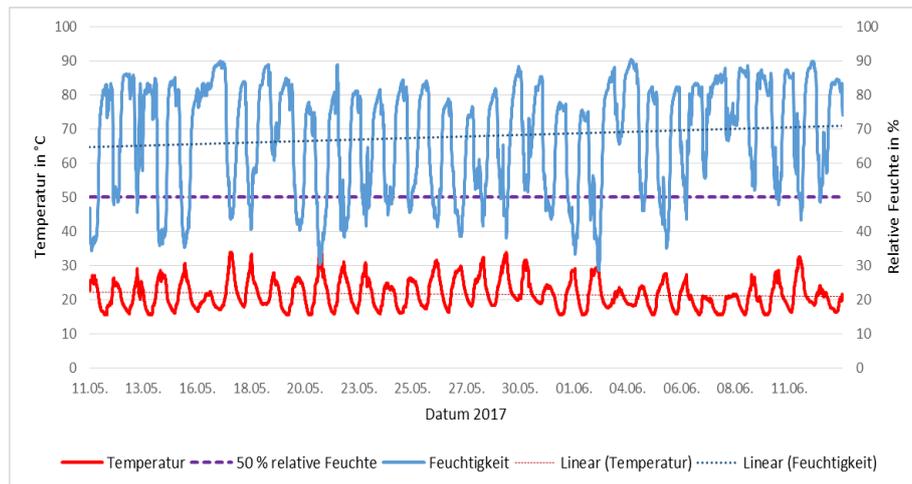


Abb. 48: Verlauf der aufgezeichneten Temperatur (rot) und relativen Feuchte (blau) vom Computerprogramm RAM Elektronisches Regelsystem mit den jeweiligen Trendlinien und der 50 % Feuchtegrenze während der Auberginenpflanzenkultivierung vom 11.05.2017 bis 13.06.2017

In Abbildung 49 ist der Verlauf der relativen Feuchte und Temperatur während des Versuchs vom 13.06. bis 16.08.2017 im abgeschlossenen Versuchsabteil dargestellt. Die relative Feuchte schwankt während des Versuchs sehr unregelmäßig. Vom 13.06. bis 22.06.2017 gibt es größere Schwankungen als in der restlichen Zeit. Hier liegt das Minimum der relativen Feuchte bei knapp 40 % und das Maximum bei etwas über 90 %. Ab dem 22.06.2017 steigt die relative Feuchte bis zum Versuchsende immer weiter an und liegt zwischen 50 % und fast 100 %. Sie ist recht konstant hoch, mit einigen Ausreißern zur 50 % Feuchtegrenze. Der Wert der blauen Trendlinie (Feuchtigkeit) steigt vom 13.06. bis zum 16.08.2017 immer weiter an. Am Anfang des Versuchs liegt der Wert bei ca. 75 % und am Ende bei etwas über 90 %. Der Mittelwert der relativen Feuchte beträgt 83 %.

Die Temperatur ist vom 13.06. bis 16.08.2017 recht gleichmäßig mit einigen größeren Schwankungen am 30.06., 10.07., und 11.08.2017. Hier liegt die Temperatur meist unter

dem Mittelwert von 22 °C. Das Minimum liegt bei knapp 15 °C und das Maximum bei 35 °C.

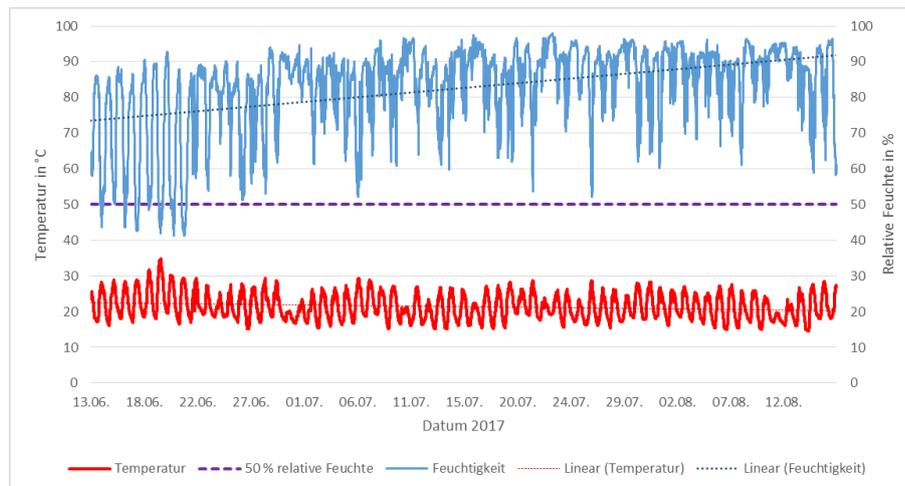


Abb. 49: Verlauf der aufgezeichneten Temperatur (rot) und relativen Feuchte (blau) vom Computerprogramm RAM Elektronisches Regelsystem mit den jeweiligen Trendlinien und der 50 % Feuchtegrenze während des Versuchs im Versuchsabteil vom 13.06.2017 bis 16.08.2017

In der nachstehenden Abbildung 50 ist der aufgezeichnete Verlauf der Temperatur und relativen Feuchte vom 15.06. bis 16.08.2017 im Versuchsabteil durch den Datalogger auf dem Tisch 2b exemplarisch für alle drei Datalogger dargestellt. Die beiden anderen Datalogger weisen ähnliche Temperatur- und Feuchteverläufe auf.

Die relative Feuchte schwankt zwischen dem 15.06. und 23.06.2017 stark. Hier liegt das Minimum bei 16 % und das Maximum bei 86 %.

Vom 23.06. bis 16.08.2017 hat die relative Feuchte kaum Ausreißer unter die 50 % Feuchtegrenze und ist relativ stabil, mit ein paar größeren Schwankungen in dem Bereich der niedrigen relativen Feuchte. Zudem steigt die relative Feuchte bis zum Ende des Versuchs immer weiter an. Das Maximum der relativen Feuchte liegt hier bei 97 % und der Mittelwert bei ca. 84 %.

Vom 15.06. bis 16.08.2017 ist der Verlauf der Temperatur recht gleichmäßig, mit einigen Schwankungen am 30.06., 10.07. und 11.08.2017, die unter dem Mittelwert von 22 °C liegen. Die Temperatur hat ein Minimum von ca. 15 °C und ein Maximum von 48 °C.

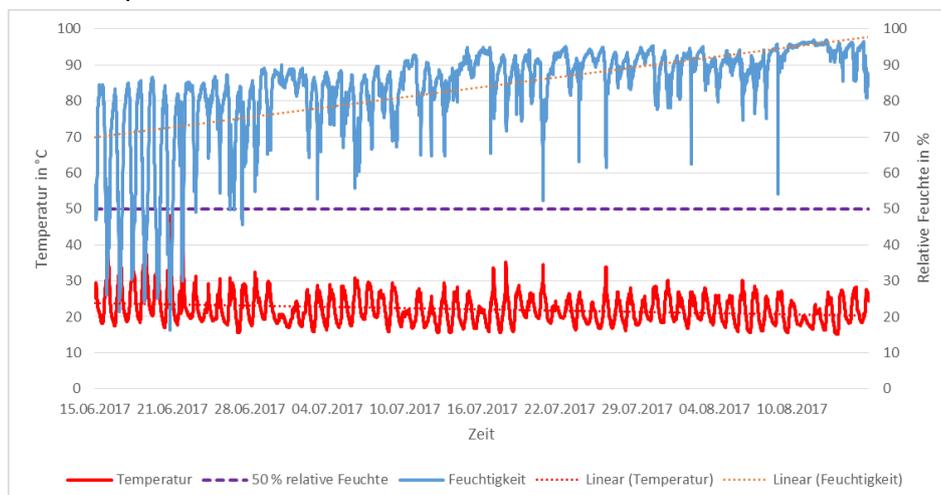


Abb. 50: Verlauf der aufgezeichneten Temperatur (rot) und relativen Feuchte (blau) vom Datalogger Tisch 2b mit den jeweiligen Trendlinien und der 50 % Feuchtegrenze während des Versuchs im Versuchsabteil vom 15.06.2017 bis 16.08.2017

In Abbildung 51 ist der Stand der Innenschattierung, die an der Decke des Gewächshauses verläuft, während des Versuchs im Versuchsabteil vom 26.06. bis 16.08.2017 in einem Liniendiagramm dargestellt. Während des gesamten Versuchs fährt die Innenschattierung je nach Wetterlage auf und zu.

Der Verlauf der Innenschattierung schwankt vom 26.06. bis 16.08.2017 sehr stark. Die Innenschattierung fährt sehr häufig bis zu 100 % zu. Es bleibt aber immer wieder ein Spalt von etwa 20 % offen. Der Spalt ist selten größer als 20 %. Die restliche Zeit ist die Innenschattierung nicht geschlossen.



Abb. 51: Verlauf der Innenschattierung, aufgezeichnet vom Computerprogramm RAM Elektronisches Regelsystem, im Versuchsabteil vom 26.06.2017 bis 16.08.2017 im Liniendiagramm

5.2.3 Blattanzahl und Höhe der Auberginenpflanzen

In der nachstehenden Abbildung 52 ist die durchschnittliche Blattanzahl der Auberginenpflanzen in den einzelnen Varianten zwischen dem 10. und 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* dargestellt. Für die Bonitur der Blätter werden nur die ausgewachsenen großen Blätter des Haupttriebes gezählt.

Die durchschnittliche Anzahl der Blätter steigt in allen Varianten während des Versuchs bis auf einige Schwankungen recht gleichmäßig an. Die Kontroll- und Botanigard-Variante weisen häufig die größte durchschnittliche Blattanzahl auf.

Zehn Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* liegt die Blattanzahl bei ca. sechs Stück pro Pflanze.

Neun Tage später gibt es die ersten leichten Unterschiede zwischen der Blattanzahl der einzelnen Varianten. Hier liegt die durchschnittliche Anzahl der Blätter bei der Variante, die mit Botanigard behandelt wird, bei sieben Blättern und bei der Naturalis-Variante bei knapp acht. Die Blattanzahl der beiden anderen Varianten liegt dicht beieinander und zwischen der Blattanzahl der Botanigard- und Velifer-Variante.

Die leichten Unterschiede untereinander verändern sich nach weiteren acht Tagen noch etwas und werden größer, wobei die Blattanzahl der Naturalis-Variante nicht so stark steigt wie die anderen Varianten und daher am geringsten ist.

Zwischen dem 27. und 34. Tag nach Inokulation mit *T. vaporariorum* bleiben die Unterschiede zwischen der Blattanzahl bestehen. Alle Varianten weisen in der Zeit einen relativ konstanten Verlauf der Anzahl der Blätter auf.

Vierzig Tage nach der Inokulation ist die Anzahl der Blätter zwischen der Botanigard- bzw. Naturalis-Variante und der Velifer-Variante am größten. Die Blattanzahl der Botanigard- bzw. Naturalis-Variante liegt bei knapp elf Stück pro Pflanze. Bei der Velifer-Variante hingegen liegt die Anzahl bei ca. neun Blättern. Bei der Kontroll-Variante hat sich die Blattanzahl kaum verändert und liegt bei knapp 10 Stück.

Bis zum 62. Tag nach der Inokulation nähert sich die Anzahl der Auberginenblätter pro Pflanze der einzelnen Varianten immer weiter an. Am Versuchsende liegt die Anzahl bei knapp neun Blättern pro Auberginenpflanze.

Ausgenommen von leichten Unterschieden ist die Blattanzahl der einzelnen Varianten während des gesamten Versuchs relativ ähnlich.



Abb. 52: Durchschnittliche Anzahl der ausgewachsenen Auberginenblätter pro Pflanze in den einzelnen Varianten vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer

In Abbildung 53 ist die durchschnittliche Höhe der Auberginenpflanzen ohne Topf in den einzelnen Varianten zwischen dem 10. und 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* dargestellt. Es wird nur der Trieb mit den Blättern ausgemessen.

Die durchschnittliche Höhe steigt während des gesamten Versuchs immer weiter an. Zu Versuchsbeginn, 10 Tage nach Inokulation mit *T. vaporariorum*, sind alle Auberginenpflanzen der einzelnen Varianten fast gleich hoch. Die Höhe schwankt zwischen 32 cm (Kontrolle, Naturalis) und 34 cm (Velifer).

Bis zum 27. Tag nach der Inokulation nimmt die durchschnittliche Höhe in jeder Variante rasant zu. Die Velifer-Variante weist eine Höhe von 64 cm und alle anderen Varianten eine Höhe von 65 cm auf. Danach stagniert die Höhe bis zum Versuchsende, 62 Tage nach der Inokulation.

47 Tage nach der Inokulation gibt es etwas größere Unterschiede in der durchschnittlichen Höhe der Pflanzen der einzelnen Varianten als im restlichen Zeitraum. Hier liegt die Höhe der Auberginenpflanzen der Velifer-Variante bei etwas über 71 cm. Die Höhe der Kontrollpflanzen liegt hingegen bei fast 75 cm. Die Botanigard- und Naturalis-Variante weisen eine Pflanzenhöhe von etwas über 73 cm auf.

Am Versuchsende, 62 Tage nach Inokulation, sind die Auberginenpflanzen der einzelnen

Varianten durchschnittlich ca. 74 cm (Botanigard, Velifer) bis knapp 76 cm hoch (Kontrolle, Naturalis).

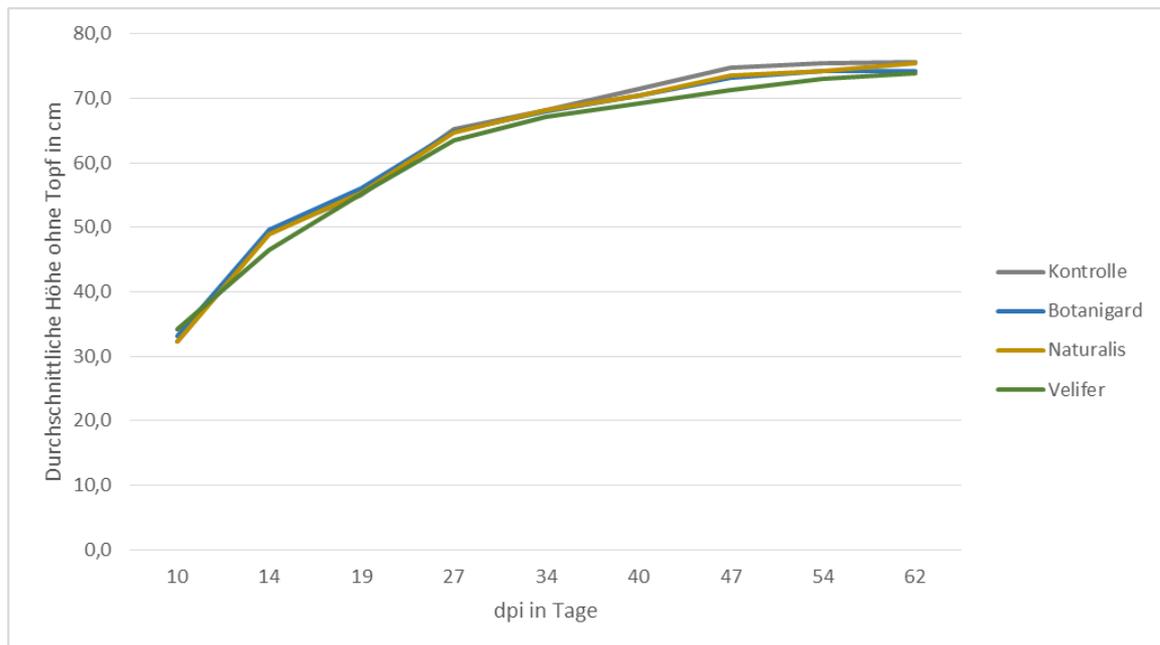


Abb. 53: Durchschnittliche Höhe der Auberginenpflanzen ohne Topf in den einzelnen Varianten vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer

5.2.4 Entwicklung der Population von *T. vaporariorum*

5.2.4.1 Adulte von *T. vaporariorum*

In Abbildung 54 ist die Gesamtanzahl der Adulten von *T. vaporariorum* pro Variante vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* dargestellt. Das heißt, dass die Anzahl der Adulten aus jeder Parzelle einer Variante zusammengezählt und in dieser Abbildung veranschaulicht werden.

Die Anzahl der Adulten steigt vom 10. bis zum 62. Tag nach der Inokulation in allen Varianten immer weiter an.

Am Anfang des Versuchs unterscheidet sich die Anzahl der Adulten der einzelnen Varianten kaum voneinander. Die Anzahl der Adulten von *T. vaporariorum* der Kontroll-, Botanigard- bzw. Naturalis-Variante weist 737, 859 bzw. 754 Adulte auf und liegt somit nahe beieinander. Am Versuchsbeginn beträgt die Anzahl der Adulten der Velifer-Variante hingegen nur 474 Adulte und hat damit die geringste Anzahl an Adulten.

Bis zum 19. Tag nach der Inokulation, fünf Tage nach der zweiten Spritzung, bleibt die Anzahl der Adulten in der Kontroll-Variante nahezu konstant. Bei den behandelten Varianten Botanigard, Naturalis und Velifer hingegen sinkt sie etwas ab. Die Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante liegt bei 708 Adulte, das heißt, dass sie knapp 500 Adulte mehr aufweist als die behandelten Varianten. Nach dem 19. bis zum 34. Tag nach der Inokulation, sechs Tage nach der vierten Spritzung, steigt die Anzahl der Adulten aller Varianten weiter an.

Bei der Kontroll- bzw. Botanigard-Variante nimmt die Anzahl der Adulten von *T. vaporariorum* noch bis zum 47. Tag nach der Inokulation, 12 Tage nach der letzten

Spritzung, weiter zu. Sie steigt bei der Kontroll-Variante rasch auf 11.620 und bei der Botanigard-Variante nur auf 3.894 Adulte an. Die Anzahl der Adulten der Naturalis-Variante hingegen steigt vom 34. Tag nur bis zum 40. Tag nach der Inokulation, fünf Tage nach der letzten Spritzung, auf 4.090 Adulte an und sinkt dann bis 47 Tage nach der Inokulation wieder auf 2.211 Adulte ab. Die Anzahl der Adulten der Velifer-Variante liegt 34 Tage nach der Inokulation bei 3.445 Adulten. Danach sinkt sie bis 47 Tage nach der Inokulation auf 2.477 Adulte ab.

Bei der Kontroll- bzw. Botanigard-Variante sinkt die Anzahl der Adulten bis 54 Tage nach der Inokulation, 19 Tage nach der letzten Spritzung, auf 7.129 bzw. 2.338 Adulte ab. Die Anzahl der Adulten der Naturalis- bzw. Velifer-Variante hingegen steigt auf 2.273 bzw. 2.601 Adulte an und liegt damit auf ähnlicher Höhe wie die Anzahl der Adulten der Botanigard-Variante.

Zum Versuchsende steigt die Anzahl der Adulten bei allen Varianten wieder rasch an. Die Anzahl der Adulten der Botanigard- und Velifer-Variante liegt bei 9.977 und 10.505 Adulten und daher nahe beieinander. Die Naturalis-Variante weist 12.639 Adulte auf. Die Kontroll-Variante weist, 62 Tage nach der Inokulation, 27 Tage nach der letzten Spritzung, die größte Anzahl der Adulten von 15.835 Adulten auf.

Während des gesamten Versuchs liegt die Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante bei acht von neun Bonituren über der Anzahl der Adulten der behandelten Varianten. Die Anzahl der Adulten der behandelten Varianten liegt zudem häufig nahe beieinander.

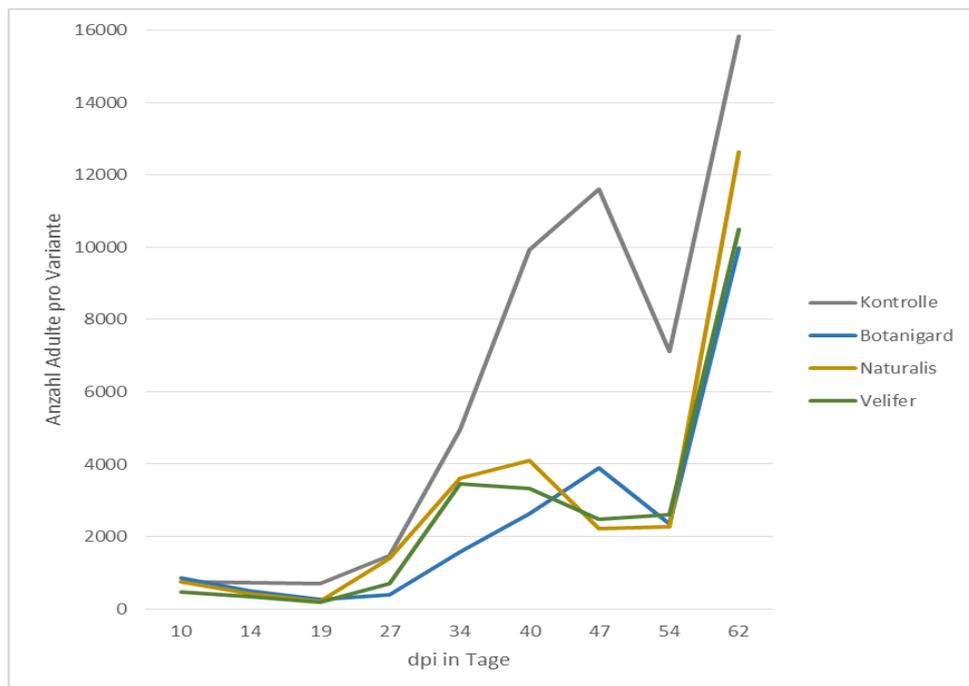


Abb. 54: Gesamte Adultenzahl von *T. vaporariorum* pro Variante vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer

In der nachstehenden Abbildung 55 ist die Anzahl der Adulten pro Auberginenpflanze und Variante mit den dazugehörigen Standardabweichungen zwischen dem 10. und 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* dargestellt.

Die Standardabweichung von der Adultenzahl der einzelnen Varianten, also die Streuung der Adultenzahl um den Mittelwert, ist 10 bis 19 Tage nach der Inokulation,

fünf Tage nach der zweiten Spritzung, mit *T. vaporariorum* relativ klein und überall sehr ähnlich. Die Standardabweichung liegt bei Versuchsbeginn zwischen 2 und 14 Adulten pro Pflanze.

Ab dem 27. Tag nach der Inokulation, sieben Tage nach der dritten Spritzung, werden die Standardabweichungen bis zum Versuchsende immer größer. Häufig hat die Kontroll-Variante eine höhere Standardabweichung als die behandelten Varianten.

Am Versuchsende, 62 Tage nach der Inokulation, 27 Tage nach der letzten Spritzung, sind die Standardabweichungen der behandelten Varianten größer, als die von der Kontroll-Variante. Die Standardabweichung der einzelnen Varianten liegt zwischen 127 und 374 Adulten pro Pflanze.

Anhand der Abbildung 55 wird deutlich, dass die Standardabweichung der einzelnen Varianten zum Versuchsende immer größer wird, wobei auch die Anzahl der Adulten steigt.

Es ist erkennbar, dass die verschiedenen Varianten vom 10. bis 19. Tag nach der Inokulation nur geringe Unterschiede in der Anzahl der Adulten von *T. vaporariorum* aufweisen. Zu Versuchsbeginn liegt die Anzahl der Adulten zwischen 20 (Velifer-Variante) und 36 Adulten pro Pflanze (Botanigard-Variante).

Am 27. Tag nach der Inokulation liegt die Anzahl der Adulten der Kontroll- und Naturalis-Variante bei ca. 60 Adulten pro Pflanze und daher nahe beieinander. Die Anzahl der Adulten der Botanigard- bzw. Velifer-Variante liegt hingegen bei ca. 16 bzw. 29 Adulten pro Pflanze.

Ab dem 27. Tag bis zum 40. Tag nach der Inokulation, fünf Tage nach der letzten Spritzung, liegt die Anzahl der Adulten pro Pflanze der Naturalis- und Velifer-Variante über der Anzahl der Adulten der Botanigard-Variante. Die Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante liegt über der Anzahl der Adulten der behandelten Varianten und steigt bis zum 47. Tag nach der Inokulation, 12 Tage nach der letzten Spritzung, bis auf 484 Adulte pro Pflanze an. 47 Tage nach der Inokulation liegt die Anzahl der Adulten der Botanigard-Variante bei 162 Adulten pro Pflanze und damit über der Anzahl der Adulten der Naturalis- und Velifer-Variante.

Am 54. Tag nach der Inokulation, 19 Tage nach der letzten Spritzung, nähert sich die Anzahl der Adulten pro Pflanze der behandelten Varianten einander an. Die Anzahl der Adulten liegt hier bei ca. 100 Stück. Die Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante ist dreimal so hoch wie die der behandelten Varianten.

Am Versuchsende, 62 Tage nach der Inokulation, liegt die Anzahl der Adulten der einzelnen Varianten relativ nahe beieinander. Die Botanigard-Variante hat die geringste Anzahl der Adulten der behandelten Varianten, die bei 416 Adulten liegt. Die Anzahl der Adulten der Velifer-Variante liegt bei 438 Adulten pro Pflanze. Bei der Naturalis-Variante liegt die Anzahl der Adulten über der Anzahl der Adulten der beiden behandelten Varianten, bei 527 Adulten. Die Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante ist am größten und liegt bei ca. 660 Adulten pro Pflanze und damit über der Anzahl der Adulten der behandelten Varianten.

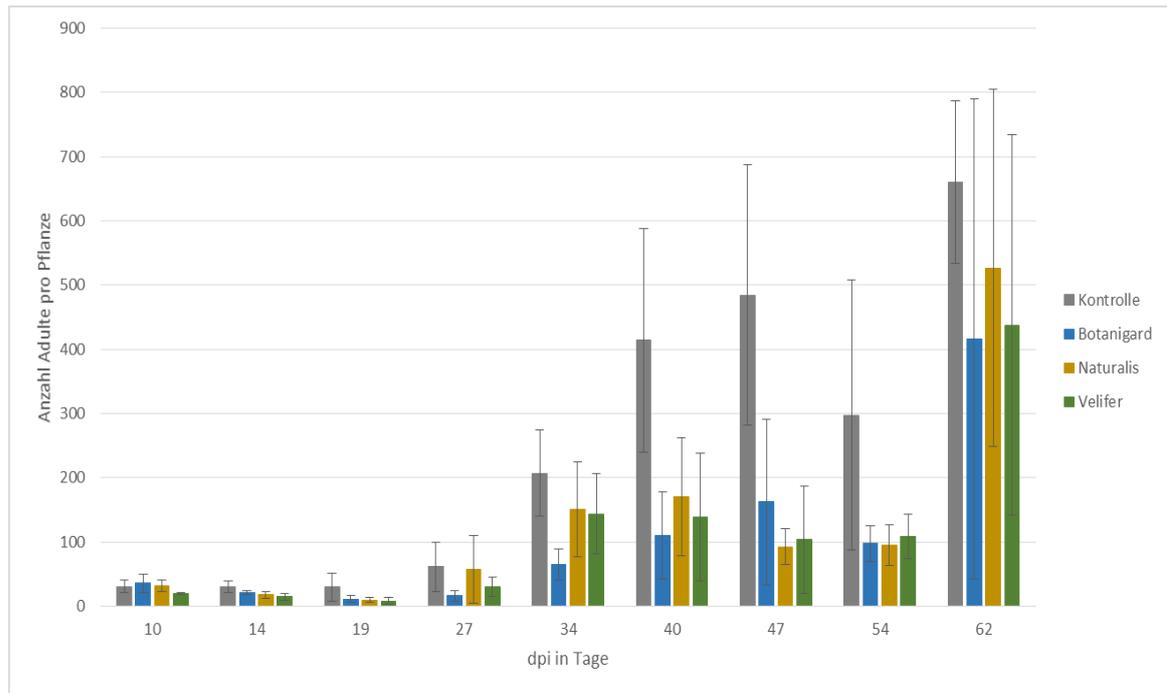


Abb. 55: Adulte von *T. vaporariorum* pro Pflanze in jeweiliger Variante mit Standardabweichung vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer

In Abbildung 56 sind die signifikanten Unterschiede der Anzahl der Adulten von *T. vaporariorum* pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten während des Versuchs vom 10. bis 27. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* dargestellt.

Am 10. Tag nach der Inokulation gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen der Anzahl der Adulten der einzelnen Varianten.

Vierzehn Tage nach der Inokulation treten die ersten leichten signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten auf. Die Anzahl der Adulten pro Pflanze der Kontroll-Variante unterscheidet sich signifikant von der Anzahl der Adulten der Velifer-Variante. Die Anzahl der Adulten der einzelnen Varianten der Botanigard- und Naturalis-Variante ist hingegen weder signifikant unterschiedlich zueinander noch zur Kontroll- oder Velifer-Variante. Die Anzahl der Adulten liegt 14 Tage nach der Inokulation zwischen 15 und 30 Adulten pro Pflanze.

Am 19. Tag nach der Inokulation unterscheidet sich die Anzahl der Adulten der Botanigard-, Naturalis- und Velifer-Variante signifikant von der Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante. Die Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante liegt bei 30 Adulten und ist drei Mal so hoch wie die Anzahl der Adulten der behandelten Varianten. Die signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Varianten haben zugenommen. Die Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante unterscheidet sich 27 Tage nach der Inokulation signifikant von der Anzahl der Adulten der Botanigard-Variante. Die Anzahl der Adulten pro Pflanze der Naturalis- und Velifer-Variante ist weder signifikant unterschiedlich zueinander, noch signifikant unterschiedlich zur Kontroll- oder Botanigard-Variante. Die Anzahl der Adulten der Kontroll- bzw. Naturalis-Variante beträgt ca. 60 Adulte und ist ungefähr doppelt so hoch wie die Anzahl der Adulten der Botanigard- bzw. Velifer-Variante.

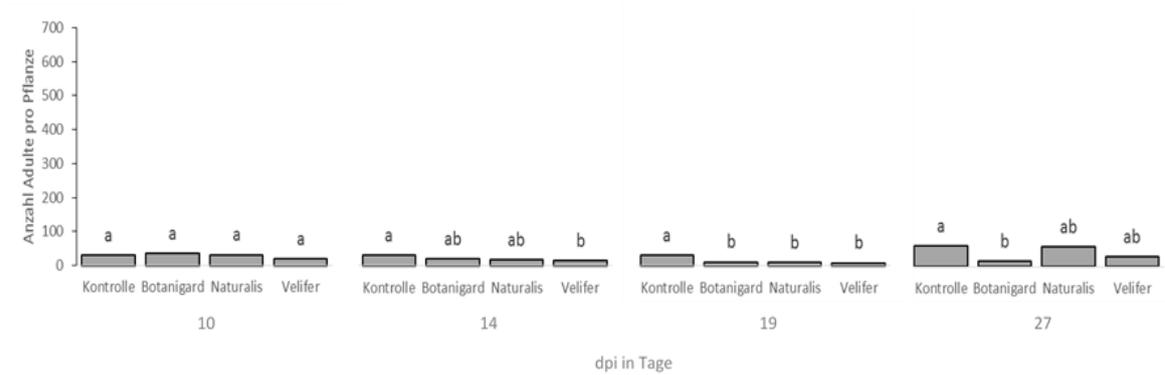


Abb. 56: Signifikante Unterschiede der Anzahl der Adulten von *T. vaporariorum* pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten vom 10. bis 27. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, a-b: homogene Gruppen, signifikant gleiche Varianten = gleicher Buchstabe

In der nachstehenden Abbildung 57 sind die signifikanten Unterschiede der Anzahl der Adulten von *T. vaporariorum* pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten während des Versuchs vom 34. bis 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* dargestellt. Am 34. Tag nach der Inokulation beträgt die Anzahl der Adulten der Kontroll-, Naturalis- bzw. Velifer-Variante ca. 175 Adulte und ist damit etwa doppelt so hoch wie die Anzahl der Adulten der Botanigard-Variante. Die Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante unterscheidet sich signifikant von der Anzahl der Adulten der Botanigard-Variante. Die Anzahl der Adulten der Naturalis- und Velifer-Variante hingegen ist weder signifikant unterschiedlich zueinander, noch zur Kontroll- oder Botanigard-Variante.

Vom 40. Tag bis 54. Tag nach der Inokulation treten die ersten großen signifikanten Unterschiede auf. Die Anzahl der Adulten der Botanigard-, Naturalis- und Velifer-Variante unterscheidet sich signifikant von der Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante. Die Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante liegt im Durchschnitt bei 400 Adulten pro Pflanze und ist damit fast drei Mal so hoch wie die Anzahl der Adulten der behandelten Varianten.

Es gibt am Versuchsende, 62 Tage nach der Inokulation, keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen der Anzahl der Adulten der einzelnen Varianten.

Zu Versuchsbeginn und -ende weist die Anzahl der Adulten der verschiedenen Varianten keine signifikanten Unterschiede auf. Vom 19. bis 54. Tag nach der Inokulation gibt es signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten.

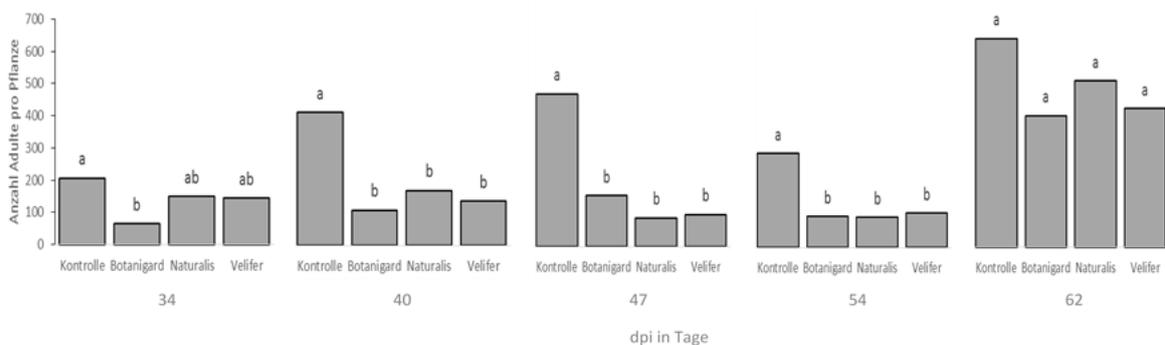


Abb. 57: Signifikante Unterschiede der Anzahl der Adulten von *T. vaporariorum* pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten vom 34. bis 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, a-b: homogene Gruppen, signifikant gleiche Varianten = gleicher Buchstabe

In Abbildung 58 sind die gesamten Daten der Anzahl der Adulten von *T. vaporariorum* pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten bei der ersten Bonitur, 14 Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, als Box-Plots dargestellt. Vierzehn Tage nach der Inokulation gibt es die ersten signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten (Abb. 56).

Die Anzahl der Adulten pro Pflanze der Kontroll-Variante liegt zwischen 2 und 49 Adulten, ohne den Ausreißer bei 143 Adulten zu berücksichtigen. Der Median liegt bei 26 Adulten pro Pflanze.

Die Verteilung der Adulten pro Pflanze ist zwischen der Kontroll- und Botanigard-Variante relativ gleich und größer als bei der Naturalis- und Velifer-Variante. Der Median der Botanigard-Variante weist 18 Adulte pro Pflanze auf und liegt daher etwas unterhalb des Median der Kontroll-Variante.

Der Median der Naturalis- und Velifer-Variante liegt nahe beieinander und beträgt 13 (Naturalis) bzw. 14 Adulte pro Pflanze. Die Anzahl der Adulten der Naturalis- bzw. Velifer-Variante liegt zwischen 2 und 29, ohne den Ausreißer zu berücksichtigen, bzw. 3 und 31 Adulten.

Aus der Abbildung 58 wird der signifikante Unterschied zwischen der Velifer- und der Kontroll-Variante sichtbar.

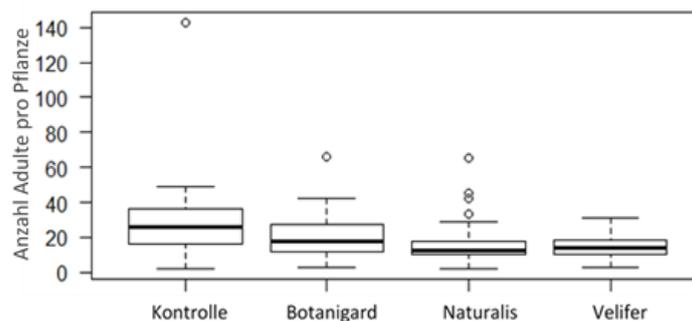


Abb. 58: Box-Plot von der Anzahl der Adulten pro Pflanze der einzelnen Varianten 14 Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*

In der nachstehenden Abbildung 59 sind die gesamten Daten der Anzahl der Adulten von *T. vaporariorum* pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten bei der sechsten Bonitur, 47 Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, als Box-Plots dargestellt. 47 Tage nach der Inokulation sind die signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten am größten (Abb. 57).

Bei der Kontroll-Variante liegt die Anzahl der Adulten pro Pflanze zwischen 42 und 840 Adulten, ohne den Ausreißer bei 1.500 Adulten zu berücksichtigen. Der Median liegt bei 470 Adulten pro Pflanze. Die Verteilung der Adulten pro Pflanze der Kontroll-Variante ist größer als bei den behandelten Varianten.

Der Median der behandelten Varianten liegt zwischen 65 und 89 Adulten pro Pflanze und liegt daher recht nahe beieinander. Der Median der Kontroll-Variante liegt mehr als fünf Mal so hoch. Auch die Streuung der Anzahl der Adulten zwischen den behandelten Varianten liegt nahe beieinander. Die Anzahl der Adulten pro Pflanze der Botanigard-Variante liegt zwischen 20 und 310 Adulten, ohne den Ausreißer zu berücksichtigen. Bei der Naturalis-Variante liegen die Adulten zwischen 25 und 175 und bei der Velifer-Variante zwischen 22 und 261 Adulten, ohne die jeweiligen Ausreißer zu berücksichtigen.

Anhand der Abbildung 59 wird der signifikante Unterschied zwischen der Kontroll-Variante und den behandelten Varianten deutlicher.

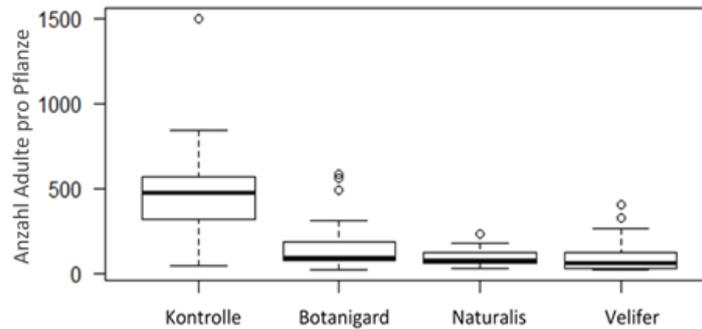


Abb. 59: Box-Plot von der Anzahl der Adulten pro Pflanze der einzelnen Varianten 47 Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*

In Abbildung 60 sind die gesamten Daten der Anzahl der Adulten von *T. vaporariorum* pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten bei der achten Bonitur, 62 Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, als Box-Plots dargestellt. 62 Tage nach der Inokulation gibt es keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den einzelnen Varianten (Abb. 57).

Die Anzahl der Adulten pro Pflanze schwankt in der Kontroll-, Naturalis- und Velifer-Variante deutlich.

Die Streuung der Adultenanzahl bei der Kontroll-, Naturalis- und Velifer-Variante ist ohne die Berücksichtigung des Ausreißers recht ähnlich.

Die Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante liegt zwischen 165 und 1.275 Adulten. Die Anzahl der Adulten der Naturalis-Variante liegt zwischen 84 und 1.470 und bei der Velifer-Variante zwischen 42 und 1.170 Adulten. Die Botanigard-Variante weist zwischen 32 und 710 Adulte pro Pflanze auf, ohne die Ausreißer mit zu berücksichtigen.

Der Median der Kontroll-Variante beträgt 660 Adulte pro Pflanze und liegt damit etwas höher als der Median der Naturalis-Variante, der einen Wert von 450 Adulten aufweist. Der Median der Botanigard- und Velifer-Variante liegt relativ nahe beieinander und beträgt ca. 290 Adulte pro Pflanze. Aus der Abbildung 60 wird kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Varianten erkennbar.

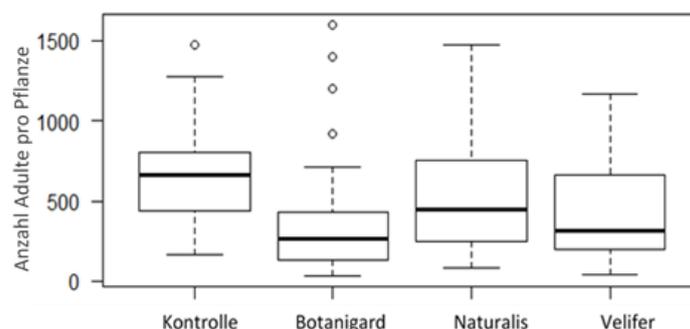


Abb. 60: Box-Plot von der Anzahl der Adulten pro Pflanze der einzelnen Varianten 62 Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*

5.2.4.2 Wirkungsgrad der *Beauveria bassiana*-Präparate gegenüber den Adulten von *T. vaporariorum*

In Abbildung 61 ist der Wirkungsgrad der *Beauveria bassiana*-Präparate gegenüber den Adulten von *T. vaporariorum* zwischen dem 14. und 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* dargestellt.

Während des Versuchs schwankt der Wirkungsgrad der behandelten Varianten relativ stark und liegt häufig zwischen 40 und 70 %. Zudem ist er immer positiv, wodurch eine Wirkung mehr oder weniger erkennbar sein muss.

Am 14. Tag nach der Inokulation, vier Tage nach der ersten Spritzung, ist der Wirkungsgrad der Botanigard-Variante am niedrigsten und liegt bei 32 %. Der Wirkungsgrad der Naturalis-Variante liegt bei 42 % und der von der Velifer-Variante bei 52 % und ist damit am größten.

Bis zum 19. Tag nach der Inokulation, fünf Tage nach der zweiten Spritzung, nimmt der Wirkungsgrad der drei behandelten Varianten weiter zu. Er liegt bei der Botanigard-Variante bei ca. 63 % und bei der Naturalis-Variante bei ca. 69 %. Die Velifer-Variante weist den höchsten Wirkungsgrad von ca. 73 % auf.

Ab dem 27. Tag nach der Inokulation, sieben Tage nach der dritten Spritzung, sinkt der Wirkungsgrad der Naturalis-Variante stark auf 5,59 % ab. Ebenso nimmt der Wirkungsgrad bei der Velifer-Variante ab und beträgt nur noch 52 %. Der Wirkungsgrad der Botanigard-Variante hingegen steigt auf den höchsten Wert der Variante auf 74 % an.

Am 34. Tag nach der Inokulation, sechs Tage nach der vierten Spritzung, steigt der Wirkungsgrad der Naturalis-Variante wieder an. Bei der Botanigard- und Velifer-Variante sinkt der Wirkungsgrad hingegen weiter ab. Danach steigt der Wirkungsgrad der Naturalis- bzw. Velifer-Variante bis zum 47. Tag nach der Inokulation, 12 Tage nach der letzten Spritzung, weiter auf den höchsten Wert von ca. 81 bzw. 79 % an. Der Wirkungsgrad der Botanigard-Variante steigt bis zum 40. Tag nach der Inokulation, fünf Tage nach der letzten Spritzung, auf 73 % an und sinkt dann bis zum 47. Tag wieder auf 66 % ab.

Der Wirkungsgrad der drei behandelten Varianten sinkt bis zum 62. Tag nach der Inokulation ab. Er beträgt bei der Botanigard-Variante ca. 37 %, bei der Naturalis-Variante 20 % und bei der Velifer-Variante ca. 34 %.

Während des Versuchs ist der Wert des Wirkungsgrads der Botanigard-Variante bei vier von acht Bonituren am höchsten. Der Wirkungsgrad der Velifer-Variante ist nur bei drei und bei der Naturalis-Variante bei zwei Bonituren höher.

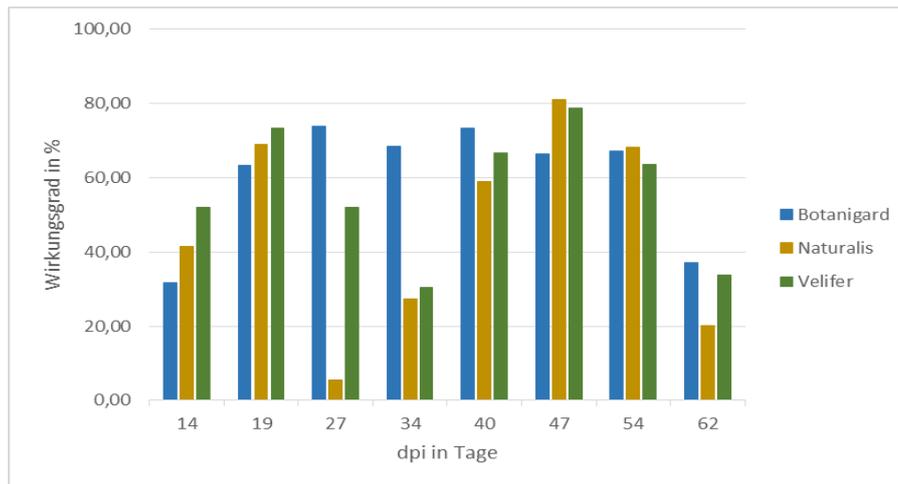


Abb. 61: Wirkungsgrad der einzelnen *Beauveria bassiana*-Präparate im Hinblick auf die Adulten von *T. vaporariorum* vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*; blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer

5.2.4.3 Larven von *T. vaporariorum*

In der nachstehenden Abbildung 62 ist die Gesamtanzahl der Larven von *T. vaporariorum* pro Variante dargestellt. Das heißt, dass die Anzahl der Larven aus jeder Parzelle einer Variante zusammengezählt und in dieser Abbildung veranschaulicht werden. Die Larven werden 10 Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* das erste Mal auf den Auberginenpflanzen bonitiert. Der Versuch findet zwischen dem 10. und 62. Tag nach der Inokulation statt.

Die Anzahl der Larven steigt vom 10. zum 54. Tag nach der Inokulation, 19 Tage nach der letzten Spritzung, in allen Varianten immer weiter an.

Am Anfang des Versuchs unterscheidet sich die Anzahl der Larven der einzelnen Varianten kaum voneinander. Die Anzahl der Larven der Kontroll- und Botanigard-Variante liegt nahe beieinander und beträgt 2.081 bzw. 1.855 Larven. Die Naturalis-Variante weist 2.795 und die Velifer-Variante 3.098 Larven auf.

Bis 14 Tage nach der Inokulation, vier Tage nach der ersten Spritzung, steigt die Anzahl der Larven der einzelnen Varianten langsam an und unterscheidet sich weiterhin kaum voneinander. Danach gibt es die ersten größeren Unterschiede zwischen der Anzahl der Larven der verschiedenen Varianten, wobei die Anzahl der Larven der Botanigard- und Velifer-Variante relativ nahe beieinander liegt und etwas niedriger als die Anzahl der Larven der anderen Varianten ist. Ab dem 19. Tag, fünf Tage nach der zweiten Spritzung, bis 34. Tag nach der Inokulation, sechs Tage nach der vierten Spritzung, nimmt die Anzahl der Larven der einzelnen Varianten, ausgenommen von ein paar Schwankungen, ab. Bis zum 40. Tag nach der Inokulation, fünf Tage nach der letzten Spritzung, steigt die Anzahl der Larven wieder etwas an. Die Anzahl der Larven der Kontroll-Variante liegt bei 13.663 Larven. Die Anzahl der Larven der Botanigard-, Naturalis- bzw. Velifer-Variante weist 2.344, 5.816 bzw. 4.792 Larven auf und liegt nahe beieinander.

Danach steigt die Anzahl der Larven bis zum 54. Tag nach der Inokulation stärker an, wobei sie bei der Kontroll-Variante schneller auf einen Wert von 180.000 Larven ansteigt als bei den behandelten Varianten. Die Anzahl der Larven der Botanigard-, Naturalis- bzw. Velifer-Variante liegt bei knapp 41.000, ca. 66.000 bzw. knapp 55.000 Larven.

Ab dem 54. Tag nach der Inokulation nimmt die Anzahl der Larven der Kontroll- bzw. Naturalis-Variante wieder ab. Die Anzahl der Larven der Botanigard- und Velifer-Variante steigt hingegen weiter an und liegt nahe beieinander. Am Versuchsende liegt die Anzahl der Larven der Naturalis-Variante bei 61.155 Larven und ist damit am geringsten. Die Anzahl der Larven der Kontroll-Variante ist zum Versuchsende am höchsten und beträgt 13.7315 Larven. Die Varianten Botanigard und Velifer weisen eine Larvenanzahl von 77.356 bzw. 71.359 Larven auf und liegen mit der Anzahl an Larven knapp 10.000 Larven über der Anzahl der Larven der Naturalis-Variante.

Während des Versuchs liegt die Anzahl der Larven der Kontroll-Variante bei sieben von neun Bonituren über der Anzahl der Larven der behandelten Varianten. Die Anzahl der Larven der Botanigard-Variante ähnelt häufig der Anzahl der Larven der Velifer-Variante. Der Verlauf der Anzahl der Larven der Naturalis-Variante ist meist gegensätzlich zum Verlauf der Anzahl der Larven der Botanigard- und Velifer-Variante.

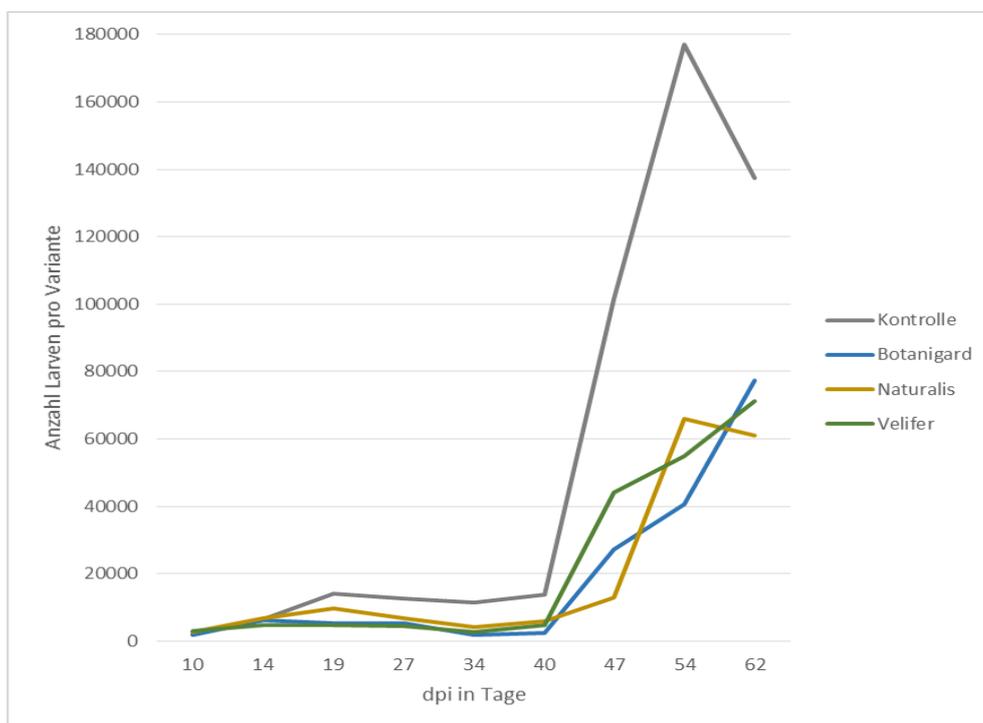


Abb. 62: Gesamte Larvenanzahl von *T. vaporariorum* pro Variante vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer

In Abbildung 63 ist die Anzahl der Larven von *T. vaporariorum* pro Auberginenpflanze und Variante mit den dazugehörigen Standardabweichungen zwischen dem 10. und 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* dargestellt.

Die Standardabweichung von der Larvenanzahl der einzelnen Varianten, also die Streuung der Larvenanzahl um den Mittelwert, ist während des Versuchs ziemlich hoch und recht unterschiedlich innerhalb der einzelnen Bonituren. Die Standardabweichung liegt bei Versuchsbeginn zwischen 35 und 133 Larven pro Auberginenpflanze. 47 Tage nach der Inokulation, 12 Tage nach der letzten Spritzung, liegen die Standardabweichungen der Varianten zwischen 309 und 2.598 Larven. Am Versuchsende, 62 Tage nach der Inokulation, 27 Tage nach der letzten Spritzung, liegt die Standardabweichung zwischen 1.784 und 4.844 Larven pro Pflanze. Anhand der

Abbildung 63 wird deutlich, dass die Standardabweichung der einzelnen Varianten zum Versuchsende immer größer wird, wobei auch die Anzahl der Larven steigt.

Zu Versuchsbeginn, 10 Tage nach der Inokulation, ist die Anzahl der Larven pro Pflanze bei allen Varianten recht ähnlich. Die Kontroll- und Botanigard-Variante bzw. die Naturalis- und Velifer-Variante liegen mit ihrer Anzahl der Larven nahe beieinander. Die Anzahl der Larven der Kontroll-Variante beträgt 87 und bei der Botanigard-Variante ca. 77 Larven pro Pflanze. Die Naturalis-Variante weist 116 und die Velifer-Variante 129 Larven auf.

Bis zum 14. Tag nach der Inokulation, vier Tage nach der ersten Spritzung, steigt die Anzahl der Larven bei der Naturalis- bzw. Botanigard- und Kontroll-Variante auf das Doppelte bzw. Dreifache an. Die Anzahl der Larven der Velifer-Variante steigt nur leicht an.

Am 19. Tag nach der Inokulation, fünf Tage nach der ersten Spritzung, bleibt die Anzahl der Larven der Botanigard- und Velifer-Variante relativ konstant. Bei der Naturalis-Variante liegt die Anzahl der Larven knapp doppelt so hoch wie bei der Botanigard- und Velifer-Variante. Die Anzahl der Larven der Kontroll-Variante steigt hingegen auf das dreifache der Anzahl der Larven der Botanigard- und Velifer-Variante an. Ab dem 19. bis zum 40. Tag nach der Inokulation, fünf Tage nach der ersten Spritzung, liegt die Anzahl der Larven bei allen Varianten unter 600 Larven pro Pflanze.

Am 40. Tag nach der Inokulation liegt die Anzahl der Larven pro Auberginenpflanze der Kontroll-Variante bei 569 Larven. Die Botanigard-Variante weist 98, die Naturalis-Variante 242 und die Velifer-Variante ca. 200 Larven auf.

Ab dem 47. Tag nach der Inokulation nimmt die Anzahl der Larven bei allen Varianten weiter zu. Bei der Kontroll-Variante steigt die Anzahl der Larven stark an. Bei den behandelten Varianten hingegen nimmt die Anzahl der Larven im Vergleich zur Kontroll-Variante nur gering zu.

Die höchste Anzahl der Larven weist die Kontroll- bzw. Naturalis-Variante bei der siebten Bonitur, 54 Tage nach der Inokulation, 19 Tage nach der letzten Spritzung, auf. Hier liegt die Anzahl der Larven der Kontroll-Variante bei 7.381 und bei der Naturalis-Variante bei 2.743 Larven pro Pflanze. Die Botanigard- bzw. Velifer-Variante weist die höchste Anzahl der Larven 62 Tage nach der Inokulation auf. Die Anzahl der Larven der Botanigard-Variante liegt bei 3.223 und bei der Velifer-Variante bei 2.973 Larven.

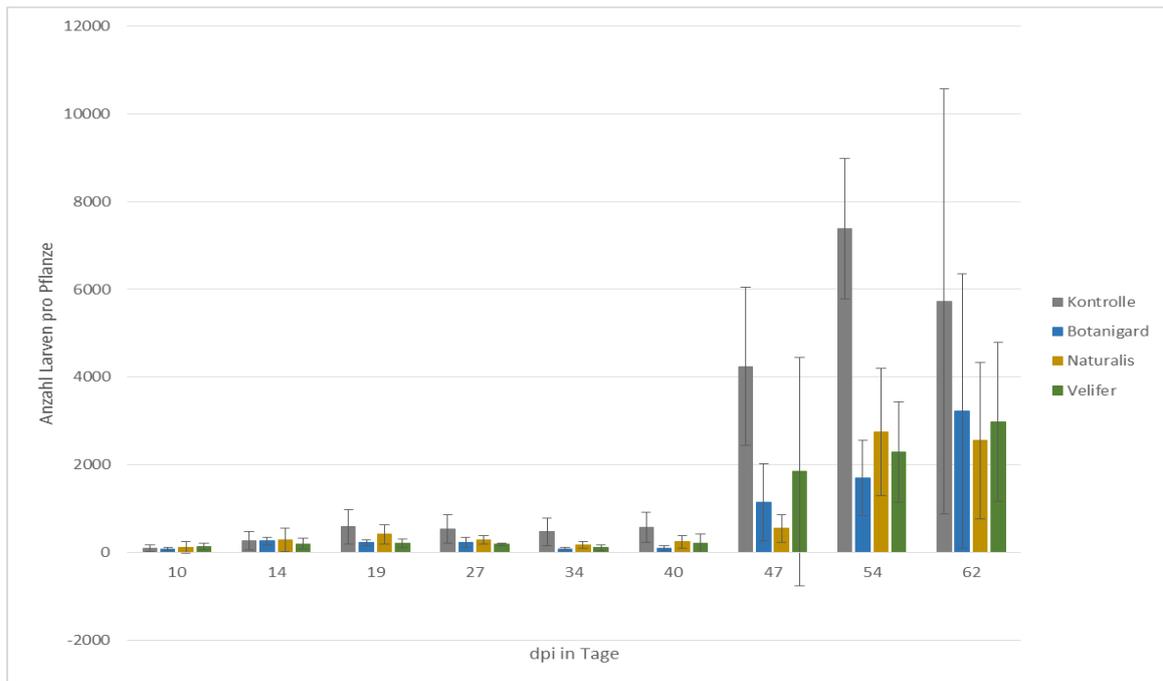


Abb. 63: Larven von *T. vaporariorum* pro Pflanze in jeweiliger Variante mit Standardabweichung vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer

In Abbildung 64 sind die signifikanten Unterschiede der Anzahl der Larven von *T. vaporariorum* pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten während des Versuchs vom 10. bis 27. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* dargestellt.

Vom 10. bis 19. Tag nach der Inokulation liegt die Anzahl der Larven der einzelnen Varianten nahe beieinander und es gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen der Anzahl der Larven der einzelnen Varianten.

Am 27. Tag nach der Inokulation treten die ersten leichten signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten auf. Die Anzahl der Larven der Kontroll-Variante liegt bei 527 Larven und daher ca. doppelt so hoch wie die Anzahl der Larven der behandelten Varianten. Die Anzahl der Larven der Kontroll-Variante unterscheidet sich signifikant von der Anzahl der Larven der Botanigard- und Velifer-Variante. Die Anzahl der Larven der Naturalis-Variante hingegen ist weder signifikant unterschiedlich zur Anzahl der Larven der Kontroll-Variante, noch unterschiedlich zur Anzahl der Larven der Botanigard- oder Velifer-Variante.

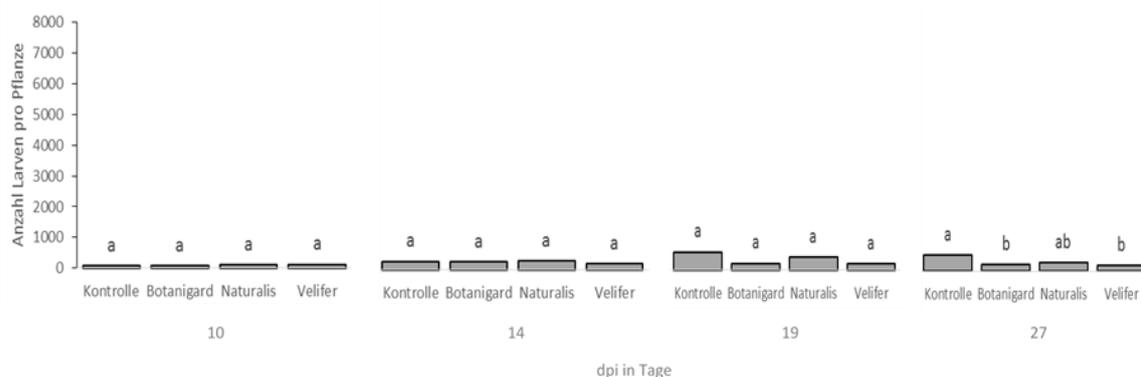


Abb. 64: Signifikante Unterschiede der Anzahl der Larven von *T. vaporariorum* pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten vom 10. bis 27. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, a-b: homogene Gruppen, signifikant gleiche Varianten = gleicher Buchstabe

In der nachstehenden Abbildung 65 sind die signifikanten Unterschiede der Anzahl der Larven von *T. vaporariorum* pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten während des Versuchs vom 34. bis 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* dargestellt.

Zwischen dem 34. und 40. Tag nach der Inokulation unterscheidet sich die Anzahl der Larven pro Auberginenpflanze der Botanigard-, Naturalis- und Velifer-Variante signifikant von der Anzahl der Larven der Kontroll-Variante. Die Anzahl der Larven der Kontroll-Variante liegt bei den beiden Bonituren fast drei Mal so hoch wie die Anzahl der Larven der behandelten Varianten und beträgt 472 bzw. 569 Larven. Die signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten haben zugenommen.

47 Tage nach der Inokulation beträgt die Anzahl der Larven der Kontroll-Variante 4.236 Larven und liegt mehr als vier Mal so hoch wie die Anzahl der Larven der Botanigard- bzw. Naturalis-Variante. Bei der Velifer-Variante liegt die Anzahl der Larven bei 1.839 Larven und ist damit etwas höher als die Anzahl der Larven der anderen behandelten Varianten. Die Anzahl der Larven der Naturalis-Variante ist knapp halb so groß wie die Anzahl der Larven der Botanigard-Variante. Die Anzahl der Larven der Kontroll-Variante unterscheidet sich signifikant von der Anzahl der Larven der Botanigard- und Naturalis-Variante. Die Anzahl der Larven der Velifer-Variante ist weder signifikant unterschiedlich zur Anzahl der Larven der Kontroll-Variante noch zur Anzahl der Larven der Botanigard- oder Naturalis-Variante.

Am 54. Tag nach der Inokulation unterscheidet sich die Anzahl der Larven der Kontroll-Variante signifikant von der Anzahl der Larven der Botanigard-, Naturalis- und Velifer-Variante. Die Anzahl der Larven der Kontroll-Variante liegt fast drei Mal so hoch wie die Anzahl der Larven der behandelten Varianten.

Zum Versuchsende, 62 Tage nach der Inokulation, unterscheidet sich nur noch die Anzahl der Larven der Naturalis-Variante signifikant von der Kontroll-Variante. Die Anzahl der Larven der Naturalis-Variante liegt bei 2.548 Larven pro Pflanze und die von der Kontroll-Variante bei 5.721 Larven. Die Anzahl der Larven der Botanigard- und Velifer-Variante ist weder signifikant unterschiedlich zueinander, noch signifikant unterschiedlich zur Naturalis-Variante.

Zu Versuchsbeginn, vom 10. bis 19. Tag nach der Inokulation, weist die Anzahl der Larven der verschiedenen Varianten keine signifikanten Unterschiede auf. Vom 27. bis 62. Tag nach der Inokulation gibt es signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten.

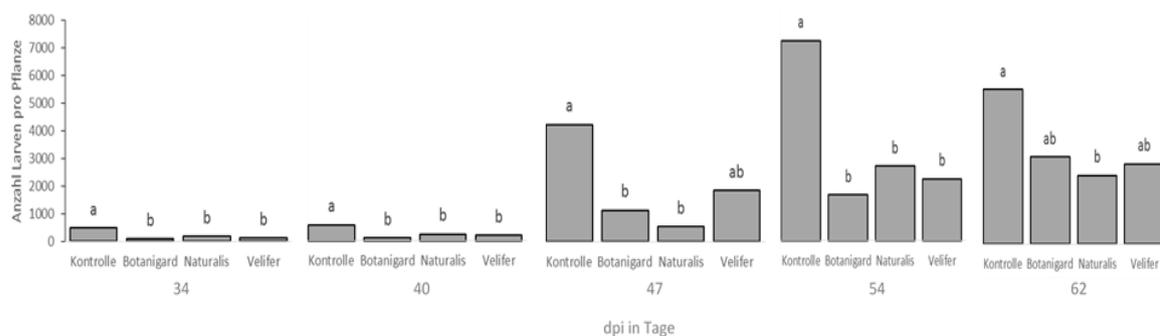


Abb. 65: Signifikante Unterschiede der Anzahl der Larven von *T. vaporariorum* pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten vom 34. bis 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, a-b: homogene Gruppen, signifikant gleiche Varianten = gleicher Buchstabe

In Abbildung 66 sind die gesamten Daten der Anzahl der Larven von *T. vaporariorum* pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten bei der dritten Bonitur, 27 Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, als Box-Plots dargestellt. 27 Tage nach der Inokulation gibt es die ersten leichten signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten (Abb. 64).

Die Anzahl der Larven schwankt in der Kontroll-Variante stark. Die Anzahl der Larven liegt zwischen 52 und 1.500, ohne den Ausreißer bei 2.000 Larven zu berücksichtigen. Der Median liegt bei 265 Larven pro Pflanze. Die Streuung der Larven ist bei der Kontroll-Variante größer als bei den behandelten Varianten.

Die Anzahl der Larven der Botanigard- und Velifer-Variante liegt nahe beieinander und zwischen 0 und 530 Larven pro Pflanze ohne die Ausreißer zu berücksichtigen. Die Anzahl der Larven der Naturalis-Variante liegt zwischen 0 und 850 Larven, ohne den Ausreißer von 1.200 Larven zu berücksichtigen. Die Streuung der Larven ist hier größer als bei der Botanigard- und Velifer-Variante.

Die Mediane der behandelten Varianten liegen recht nahe beieinander und zwischen 123 und 175 Larven pro Auberginenpflanze.

Aus der Abbildung 66 wird der signifikante Unterschied zwischen der Botanigard- bzw. Velifer-Variante und der Kontroll-Variante erkennbar.

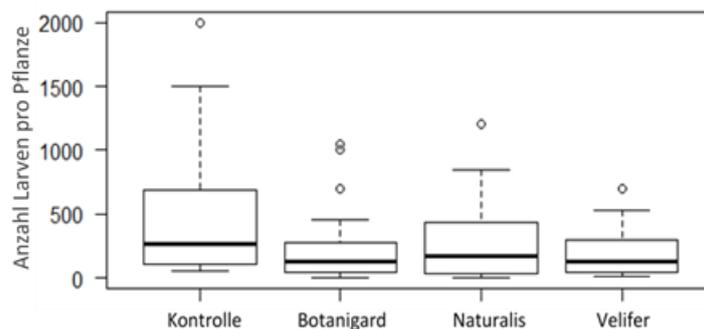


Abb. 66: Box-Plot von der Anzahl der Larven pro Pflanze der einzelnen Varianten 27 Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*

In der nachstehenden Abbildung 67 sind die gesamten Daten der Anzahl der Larven von *T. vaporariorum* pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten bei der siebten Bonitur, 54 Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, als Box-Plots dargestellt. 54 Tage nach der Inokulation unterscheiden sich die behandelten Varianten signifikant von der Kontroll-Variante (Abb. 65).

Die Anzahl der Larven der Kontroll-Variante liegt zwischen 1.140 und 20.000 Larven, ohne den Ausreißer von 27.500 Larven zu berücksichtigen. Die Streuung der Larven ist mehr als doppelt so groß wie bei den behandelten Varianten. Der Median der Kontroll-Variante liegt bei 4.995 Larven pro Auberginenpflanze.

Die Streuung der Larven der drei behandelten Varianten liegt nahe beieinander, wobei die Larvenanzahl der Botanigard- und Velifer-Variante noch enger zusammen liegt. Die Anzahl der Larven der Botanigard- und Velifer-Variante liegt zwischen 55 und 4.250 Larven und bei der Naturalis-Variante zwischen 122 und 5.600 Larven, ohne die jeweiligen Ausreißer mit zu berücksichtigen. Die Mediane der behandelten Varianten liegen bei 1.268 Larven pro Pflanze, somit nahe beieinander und knapp 3.700 Larven

unter dem Median der Kontroll-Variante, wodurch die signifikanten Unterschiede entstehen und sichtbar werden.

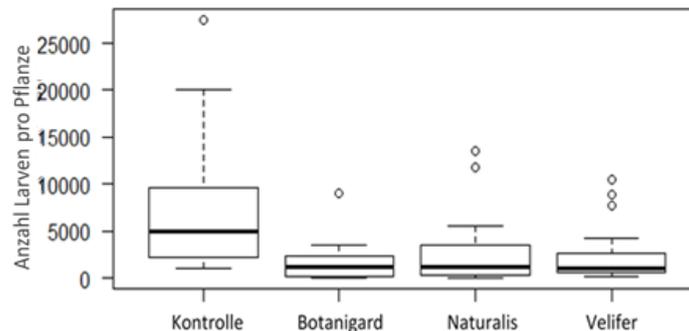


Abb. 67: Box-Plot von der Anzahl der Larven pro Pflanze der einzelnen Varianten 54 Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*

In Abbildung 68 sind die gesamten Daten der Anzahl der Larven von *T. vaporariorum* pro Auberginenpflanze der einzelnen Varianten bei der achten Bonitur, 62 Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*, als Box-Plots dargestellt. 62 Tage nach der Inokulation werden die signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten geringer (Abb. 65).

Die Anzahl der Larven der Kontroll-Variante liegt zwischen 450 und 14.200 Larven, ohne den Ausreißer bei 24.000 Larven pro Pflanze mit zu berücksichtigen. Die Streuung der Larven ist größer als bei den behandelten Varianten. Der Median der Kontroll-Variante beträgt 3.750 Larven.

Die Streuung der Larven der behandelten Varianten ist relativ gleich groß. Sie liegt zwischen 65 und 6.072 Larven, ohne Berücksichtigung der zwei (Velifer) bis vier Ausreißer (Botanigard-, Naturalis). Die Mediane der behandelten Varianten liegen zwischen 1.215 und 1.903 Larven pro Pflanze, somit relativ nahe beieinander und ca. 2.000 Larven unter dem Median der Kontroll-Variante.

Anhand der Abbildung 68 wird der signifikante Unterschied zwischen der Naturalis-Variante und der Kontroll-Variante deutlicher.

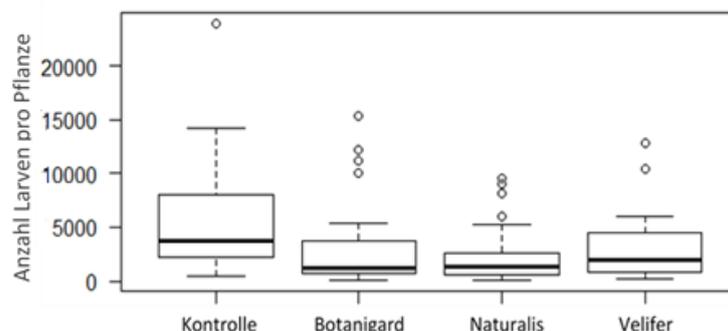


Abb. 68: Box-Plot von der Anzahl der Larven pro Pflanze der einzelnen Varianten 62 Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*

5.2.4.4 Wirkungsgrad der *Beauveria bassiana*-Präparate gegenüber den Larven von *T. vaporariorum*

In der nachstehenden Abbildung 69 ist der Wirkungsgrad der *Beauveria bassiana*-Präparate gegenüber den Larven von *T. vaporariorum* zwischen dem 14. und 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* dargestellt.

Während des Versuchs schwankt der Wirkungsgrad der behandelten Varianten relativ ungleichmäßig und liegt häufig zwischen 40 und 60 %. Der Wirkungsgrad ist, außer am 14. Tag nach der Inokulation, immer positiv. Das heißt, dass eine Wirkung auf die Larven mehr oder weniger erkennbar sein muss. Der Wirkungsgrad steigt in der Mitte des Versuchs auf maximal etwas über 85 % an.

Vierzehn Tage nach der Inokulation, vier Tage nach der ersten Spritzung, weist die Naturalis-Variante einen negativen Wirkungsgrad von -5 % auf, das heißt, dass mehr Larven in der Naturalis-Variante vorhanden sind als in der Kontroll-Variante. Der Wirkungsgrad der Botanigard-Variante liegt bei 2 % und der von der Velifer-Variante bei 26 %.

Bis zum 19. Tag nach der Inokulation, fünf Tage nach der zweiten Spritzung, steigt der Wirkungsgrad bei allen behandelten Varianten an. Hier ist der Wirkungsgrad der Naturalis-Variante das erste Mal positiv und liegt bei 30 %. Der Wirkungsgrad der Botanigard- und Velifer-Variante liegt bei etwas über 60 %.

Vom 19. Tag bis zum 27. Tag nach der Inokulation, sieben Tage nach der dritten Spritzung, nimmt der Wirkungsgrad der Botanigard- und Velifer-Variante etwas ab. Der Wirkungsgrad der Naturalis-Variante steigt hingegen an.

Bis zum 34. Tag nach der Inokulation, sechs Tage nach der vierten Spritzung, steigt der Wirkungsgrad bei allen behandelten Varianten weiter an. Hier liegt das Maximum des Wirkungsgrads der Velifer-Variante bei 76 %.

Vom 34. bis zum 40. Tag nach der Inokulation, fünf Tage nach der letzten Spritzung, bleibt der Wirkungsgrad der Botanigard-Variante nahe zu konstant. Bei der Botanigard-Variante liegt hier das Maximum des Wirkungsgrads von 83 %. Der Wirkungsgrad der Naturalis- und Velifer-Variante nimmt ab.

47 Tage nach der Inokulation, 12 Tage nach der letzten Spritzung, hat der Wirkungsgrad der Naturalis-Variante sein Maximum erreicht. Er liegt bei 87 %. Der Wirkungsgrad der Botanigard- bzw. Velifer-Variante sinkt ab auf 74 % bzw. 57 %.

Der Wirkungsgrad der Botanigard- und Velifer-Variante steigt bis zum 54. Tag nach der Inokulation, 19 Tage nach der letzten Spritzung, wieder an. Der Wirkungsgrad der Naturalis-Variante hingegen nimmt ab.

Bis zum 62. Tag nach der Inokulation, 27 Tage nach der letzten Spritzung, sinkt der Wirkungsgrad der Botanigard- und Velifer-Variante auf unter 50 % ab. Der Wirkungsgrad der Naturalis-Variante hingegen nimmt nur bis 56 % ab.

Der Wirkungsgrad der Botanigard- und Velifer-Variante liegt während des Versuchs häufig nahe beieinander und verläuft meistens gleich. Bei dem Wirkungsgrad der Naturalis-Variante hingegen ist es häufig umgekehrt. Hier steigt der Wirkungsgrad an, wenn er bei der Botanigard- bzw. Velifer-Variante abnimmt.

Während des Versuchs ist der Wert des Wirkungsgrads der Botanigard-Variante bei vier

von acht Bonituren am höchsten. Der Wirkungsgrad der Velifer-Variante ist nur bei drei und bei der Naturalis-Variante bei zwei Bonituren höher.

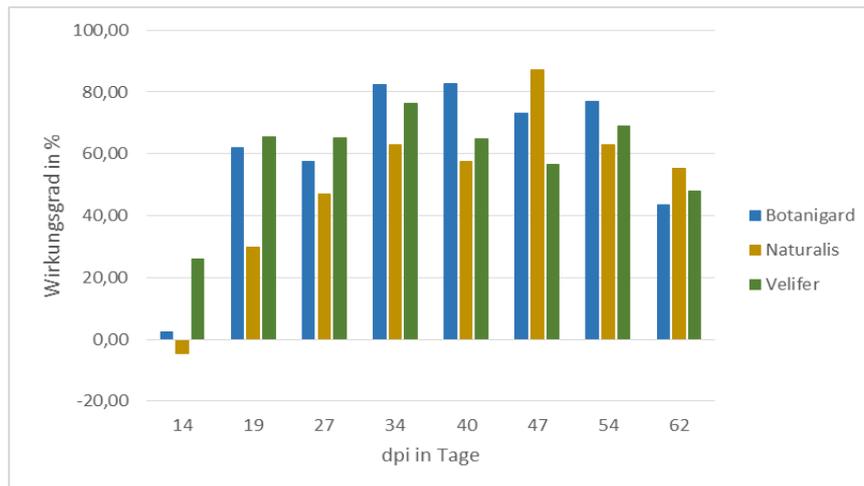


Abb. 69: Wirkungsgrad der einzelnen *Beauveria bassiana*-Präparate im Hinblick auf die Larven von *T. vaporariorum* vom 10. bis 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*; blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer

5.2.4.5 Durchschnittliche Befallsstärke des Rußtaupilzes

In Abbildung 70 ist die durchschnittliche Befallsstärke des Rußtaupilzes auf den Auberginenpflanzen in den einzelnen Wiederholungen der Varianten zwischen dem 10. und 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* dargestellt. Der Rußtaupilz wird bonitiert, da er häufig während eines *T. vaporariorum*-Befalls auftritt, sich durch *T. vaporariorum*-Ausscheidungen besser vermehren und die Auberginenpflanzen schädigen kann (Heinze & Frickhinger 1974, BWVI(1) o.J.). Zudem kommt es u.a. durch den Rußtaupilz zu Verschmutzungen der Pflanzen und Früchte, wodurch sie möglicherweise nicht mehr vermarktet werden können (Crüger 1983, Günther et al. 1989, Hemmen 2003). Der Rußtaupilz-Befall der einzelnen Blätter wird pro Auberginenpflanze bonitiert und ausgewertet. Die Befallsstärke lässt sich in vier Bereiche unterteilen. Der Bereich 0 bedeutet, dass kein Befall der Auberginenblätter mit Rußtaupilz vorliegt. Im Bereich 1 gibt es einen geringen Befall mit dem Rußtaupilz auf den Auberginenpflanzen. Der mittlere Befall wird im Bereich 2 sichtbar. Im letzten Bereich 3 verursacht der Rußtaupilz einen starken Befall.

Während des Versuchs steigt die Befallsstärke des Rußtaupilzes, außer bei der Botanigard-Variante, immer weiter an.

42 Tage nach der Inokulation, ist der Befall des Rußtaupilzes auf den Auberginenblättern in den einzelnen Wiederholungen der Varianten sehr gering. Eine Wiederholung der Kontroll- (1c) und Naturalis-Variante (3b) weist einen mittleren Befall auf.

Bis zum 47. Tag nach der Inokulation bleibt der geringe bzw. mittlere Befall des Rußtaupilzes recht konstant. Bei der Wiederholung 3c der Naturalis-Variante hat sich die Befallsstärke des Rußtaupilzes verschlechtert und liegt bei einem mittleren Befall.

54 Tage nach der Inokulation steigt der Befall des Rußtaupilzes in einigen Wiederholungen der Kontroll- und Naturalis-Varianten an. In der Kontroll-Variante steigt der Rußtaupilz-Befall bei der Wiederholung 1a auf einen mittleren Befall und bei 1c auf einen starken Befall. Bei der Naturalis-Variante steigt der Befall des Rußtaupilzes in der

Wiederholung 3d auf einen mittleren Befall an. Bei allen anderen Wiederholungen der Varianten bleibt die geringe bis mittlere Befallsstärke des Rußtaupilzes nahe zu konstant. Bis zum 62. Tag nach der Inokulation steigt der Befall bei allen Varianten, außer bei der Botanigard-Variante, an. Die Befallsstärke des Rußtaupilzes der beiden Wiederholungen 1b und 1d der Kontroll-Variante steigt auf einen mittleren Befall an. Die Befallsstärke der anderen Wiederholungen der Kontroll-Variante weist ein mittleres bzw. starkes Niveau auf und bleibt gleich. Der Befall des Rußtaupilzes bei der Wiederholung 3b der Naturalis-Variante steigt auf einen starken Befall an. Der Befall der übrigen Wiederholungen der Naturalis-Variante ist weiterhin konstant und liegt bei einem geringen bis mittleren Niveau. Bei den Wiederholungen 4b bis 4d der Velifer-Variante steigt die Befallsstärke des Rußtaupilzes auf einen mittleren Befall an. Die Wiederholung 4a weist weiterhin einen geringen Befall des Rußtaupilzes auf.

Während des gesamten Versuchs bleibt der Befall der vier Wiederholungen der Botanigard-Variante gering. Der Befall des Rußtaupilzes der Velifer-Variante steigt erst 62 Tage nach der Inokulation auf einen mittleren Befall an. Einige Wiederholungen der Kontroll- bzw. Naturalis-Variante weisen schon am 42. Tag nach der Inokulation einen mittleren Befall des Rußtaupilzes auf. Der Rußtaupilz-Befall der Wiederholungen der Kontroll- bzw. Naturalis-Variante verstärkt sich während des Versuchs immer weiter und erreicht in jeweils einer Wiederholung der Kontroll- bzw. Naturalis-Variante einen starken Befall.

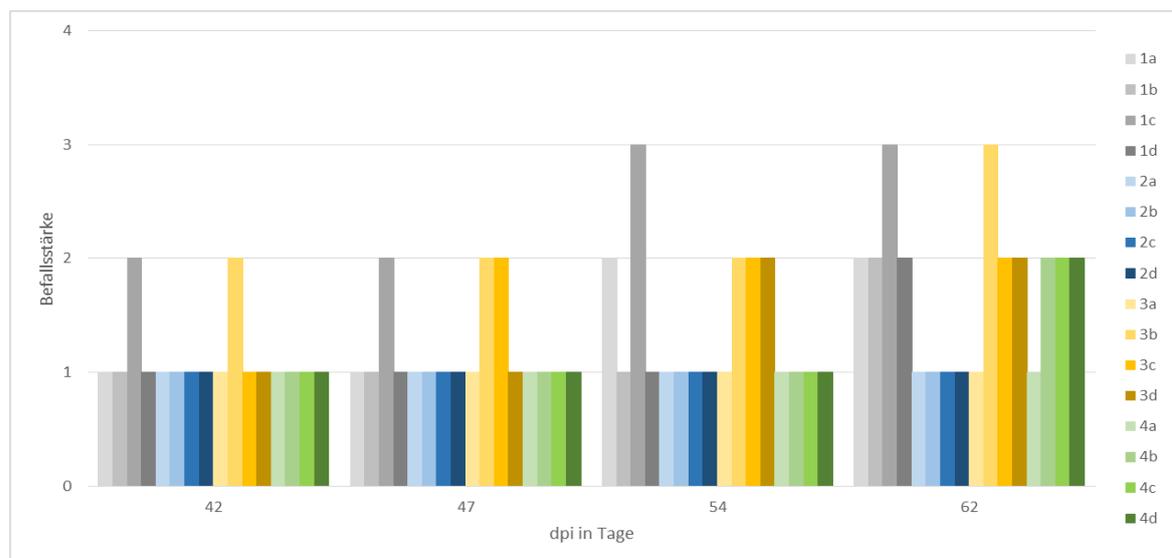


Abb. 70: Durchschnittliche Befallsstärke des Rußtaupilzes in den einzelnen Wiederholungen (a-d) der Varianten vom 42. bis 62. Tag nach der Inokulation mit *T. vaporariorum*; grau: Kontrolle (1), blau: Botanigard (2), orange: Naturalis (3), grün: Velifer (4), Befallsstärke: 1= gering, 2= mittel, 3= stark

6 Diskussion

Im nachfolgenden Kapitel wird auf die Gründe der Schwankungen und Unterschiede der Ergebnisse der einzelnen Varianten eingegangen und eine Auswertung vorgenommen. Zudem werden die in dem jetzigen Versuch aufgeführten Ergebnisse von der Anzahl der Adulten und Larven von *T. vaporariorum* mit anderen, bereits erfassten Ergebnissen verglichen und Schlussfolgerungen gezogen. Außerdem wird auf die verschiedenen Einflüsse des Versuchs eingegangen und neue Vorschläge für weitere Versuche gegeben.

Verläufe von Temperatur, Feuchte und Innenschattierung

Die Schwankungen der relativen Feuchte und Temperatur während der Auberginenkultivierung vom 11.05. bis 13.06.2017 (Abb. 48) und während des Versuchs vom 13.06. bzw. 15.06. bis 16.08.2017 (Abb. 49, 50) werden durch den Tagesverlauf und durch die vorherrschende Wetterlage, wie z.B. durch die Sonneneinstrahlung, Außentemperatur und Luftfeuchtigkeit maßgeblich bestimmt. Die größeren Schwankungen der relativen Feuchte zwischen dem 21.05. und 03.06.2017, in der die relative Feuchte zwischen 29 und 85 % liegt, stammen möglicherweise daher, dass kaum per Hand bewässert wird (Abb. 48, S. 36). Vor und nach den Schwankungen weist die Feuchte hingegen einen Wert zwischen 35 und 90 % auf. Durch das Fehlen des überschüssigen Wassers im Abteil, welches beim Gießvorgang zurückbleibt und verstärkt verdunsten kann, nimmt die relative Feuchte ab.

Durch die relative Feuchte von durchschnittlich 68 % können einige Pilze die Auberginenpflanzen befallen und sich weiter ausbreiten. Da Auberginenpflanzen empfindlich gegenüber Feuchtigkeit sind, kann es schnell zu Pilzerkrankungen wie z.B. zu Botrytis kommen, der die Pflanzen absterben lassen kann (Scharf 2017). Daher wäre eine etwas niedrigere relative Feuchte für die Entwicklung der Auberginenpflanzen günstiger. Bei der Auberginenkultivierung lassen sich keine schädlichen Pilzerkrankungen, außer einen leichten Befall mit Echtem Mehltau, feststellen.

Durch die recht konstante Temperatur von 22 °C, können sich die Pflanzen optimal ohne Störungen entwickeln. Wenn die Temperatur allerdings unter 16 °C liegt können die Auberginenpflanzen bereits im Wachstum gehemmt werden (Mecklenburg 2012, Hammerschmidt o.J.), wodurch der Versuch z.B. durch eine Veränderung im Pflanzengewebe oder eine kleinere Wuchshöhe beeinflusst wird und keine aussagekräftige Auswertung möglich ist. Durch das veränderte Pflanzengewebe könnte *T. vaporariorum* möglicherweise die Auberginenblätter besser oder schlechter befallen und diese mehr oder weniger schädigen.

Die Schwankungen der relativen Feuchte und Temperatur während des Versuchs vom 13.06. bzw. 15.06. bis 16.08.2017 werden zudem von der Einstellung des Computerprogramms, die die Temperatur und die Bewässerung, die die relative Feuchte indirekt beeinflusst, steuert, mitbeeinflusst (Abb. 49, 50, S. 37).

Die Temperatur wird am 13.06.2017 und die Über-Kopf-Bewässerung erst nach der ersten Spritzung, am 26.06.2017, programmiert. Durch die Über-Kopf-Bewässerung wird die relative Feuchte im Versuchsabteil u.a. durch die Verdunstung des Wassers auf den Tischen, aber auch durch die Feuchte im Boden und Topfsubstrat erhöht.

Die Ausreißer nach dem 26.06.2017 zur 50 % Feuchtegrenze können von den Boniturdurchgängen und der hochstehenden Sonne stammen. Bei den Bonituren wird die Über-Kopf-Bewässerung unterbrochen, damit die Auberginenpflanzen trocken sind und sich besser bonitieren lassen. Zudem wird die Lüftung geöffnet, um das Bonitieren bei hohen Temperaturen zu erleichtern. Dadurch kann die hohe relative Feuchte im Versuchsabteil nicht mehr gehalten werden.

Die recht niedrige relative Feuchte von bis zu 40 % vom 13.06. bis 23.06.2017 ist für die Auberginenpflanzenkultivierung günstiger als während der restlichen Zeit. Für

T. vaporariorum, die am 16.06.2017 inokuliert wird, ist die niedrige Feuchte von unter 40 % ungeeignet, da sie in ihrer Entwicklung gehemmt wird (Crüger 1983).

Die höhere relative Feuchte ab dem 23.06.2017 ist für *T. vaporariorum* und den Pilz *Beauveria bassiana* für die Entwicklung besser geeignet. Durch die hohe Feuchte von mindestens 50 % kann *Beauveria bassiana* ausreichend keimen und wachsen (Wulf 1979, Stock o.J.). Zudem können sich Sporen besser bilden und *Beauveria bassiana* kann sich effizienter ausbreiten (Wulf 1979, e-nema(2) o.J.). Die hohe relative Feuchte ist auch für andere Pilze, wie für den Schimmelpilz *Cladosporium sp.*, von Vorteil, da sie sich besser ausbreiten und wachsen können. Die Ausbreitung von *Beauveria bassiana*, aber auch *Cladosporium sp.* ist für die spätere Bonitur etwas von Nachteil, da die Bonitur durch das Pilzmyzel auf den Auberginenblättern recht unübersichtlich werden kann.

Während der Versuchsdurchführung können sich die Auberginenpflanzen, aber auch *T. vaporariorum* und *Beauveria bassiana* optimal entwickeln.

Der Durchschnittswert der Temperatur von 22 °C ist für die Entwicklung von *T. vaporariorum*, den Auberginenpflanzen und *Beauveria bassiana* optimal. Eine *T. vaporariorum*-Generation braucht z.B. bei einer Temperatur von 20 °C etwa 30 Tage zur Entwicklung (Crüger 1983). Die optimale Temperatur zum Keimen und Wachsen von *Beauveria bassiana* liegt bei 24 bis 30 °C (Wulf 1979, Stock o.J.). Durch die hohe Temperatur von 22 °C lässt sich der Versuch in einer relativ kurzen Zeit durchführen, da sich *T. vaporariorum* und *Beauveria bassiana* recht schnell entwickeln können.

Der Verlauf der Temperatur und relativen Feuchte wird während des Versuchs mit Hilfe des Computerprogramms und der drei Datalogger aufgezeichnet. Der Verlauf ist zwischen den einzelnen Dataloggern relativ ähnlich. Somit müssen keine drei Datalogger im Versuchsabteil eingesetzt werden, um die Temperatur und Feuchte zu messen, sondern es reicht, wenn ein Datalogger in der Mitte des Abteils vorhanden ist.

Auch der aufgezeichnete Feuchte- und Temperaturverlauf vom Computerprogramm ähnelt dem der Datalogger sehr (vgl. Abb. 49, 50, S. 37). Das heißt, dass für ähnliche Versuche nicht unbedingt ein Datalogger im Versuch eingesetzt werden muss, um die Parameter bei den Auberginenpflanzen direkt zu messen.

Wie in Abbildung 51 erkennbar, schließt sich die Innenschattierung häufig bis zu 100 %, ohne dass sie manuell betätigt wird, obwohl ein Schattierungs-Spalt von 20 % eingestellt ist (S. 38). Daher kann das Problem nur durch einen technischen Fehler oder eine falsche Programmierung entstehen.

Durch die unregelmäßige Schließung der Schattierung, unabhängig von der Wetterlage, kann es Auswirkungen auf die Temperatur und relativen Feuchte im Versuchsabteil haben. Die veränderte Temperatur und Feuchte kann die Entwicklung von *T. vaporariorum* und *Beauveria bassiana*, aber auch von den Auberginenpflanzen positiv oder negativ beeinflussen. Außerdem erhalten die Pflanzen bei bedecktem Wetter und einer geschlossenen Schattierung weniger Licht zum Wachsen, wodurch sie in ihrer Entwicklung gehemmt werden können.

Der Spalt bewirkt eine Luftzirkulation im Versuchsabteil, aber auch eine direkte Sonneneinstrahlung auf die Auberginenpflanzen, die unter dem Spalt stehen, wodurch

die Pflanzen zwar besser Photosynthese betreiben können, *Beauveria bassiana* allerdings durch die Strahlung eher absterben könnte (Hetsch 2005). Durch den vorhandenen Spalt können die UV-empfindlichen Pilzsporen möglicherweise kaum keimen und somit *T. vaporariorum* nicht ausreichend befallen, wodurch Unterschiede der Adulten- und Larvenanzahl von *T. vaporariorum* in den einzelnen Parzellen entstehen können (Hetsch 2005).

Blattanzahl und Höhe der Auberginenpflanzen

Die Blattanzahl wird bonitiert, um herauszufinden, ob die Anzahl der Blätter und die Anzahl der sich ansiedelnden Adulten und Larven von *T. vaporariorum* abhängig voneinander sind. Es stellt sich heraus, dass der Zusammenhang nicht unbedingt gegeben ist, da z.B. die Velifer-Variante am Anfang des Versuchs zwar mehr Blätter als die Botanigard-Variante aufweist, die Adulten- und Larvenzahl von beiden aber annähernd gleich hoch ist.

Die leichten Schwankungen und Unterschiede der Blattanzahl der Auberginenpflanzen während des Versuchs (Abb. 52, S. 39) werden eventuell durch das Abbrechen einzelner Blätter und Triebspitzen in den Varianten verursacht. Zudem kann es sein, dass jeder der mitbonitiert, die ausgewachsenen großen Blätter des Haupttriebes durch die leicht ungleiche Blattgröße der obersten Blätter unterschiedlich zählt.

Das rasche Höhenwachstum der Auberginenpflanzen zwischen dem 10. und 27. Tag nach der Inokulation (Abb. 53, S. 40) kann durch das Umtopfen hervorgerufen worden sein, da die Pflanzen neues Substrat mit Nährstoffen zum Wachsen erhalten.

Die Stagnation vom 27. bis 62. Tag nach der Inokulation ist wahrscheinlich bedingt durch den Düngermangel der Pflanzen, der möglicherweise dadurch entsteht, dass die Pflanzen keinen zusätzlichen Dünger durch die Bewässerung erhalten (Schlüter o.J., Mecklenburg 2012). Daher werden offenbar auch die untersten Blätter der Pflanzen gelb (Abb. 43, 44). Der Habitus der Pflanzen wird bonitiert, um Veränderungen am Wachstum und in der Entwicklung durch z.B. die Spritzungen besser beobachten zu können. Es lassen sich kaum Veränderungen an der Blattanzahl bzw. am Höhenwachstum zwischen den einzelnen Varianten feststellen.

Entwicklung der Population von *T. vaporariorum*

Zu Versuchsbeginn haben alle Varianten nahezu die gleiche Adultenanzahl von 20 (Velifer) bis 36 Adulte pro Pflanze (Botanigard), was auch beabsichtigt ist (Abb. 54, 55, S. 41, 43). Bei der Inokulation werden die Adulten von *T. vaporariorum* recht gleichmäßig ausgebracht und können sich bis zur ersten Bonitur, die 10 Tage nach der Inokulation stattfindet, ohne Störungen gleich entwickeln.

14 Tage nach der Inokulation, vier Tage nach der ersten Spritzung, lassen sich erste leichte signifikante Unterschiede zwischen den behandelten Varianten und der Kontroll-Variante erkennen, da der Pilz *Beauveria bassiana* scheinbar gekeimt und einige Adulte von *T. vaporariorum* befallen und abgetötet hat. Die Adulten der Kontroll-Variante hingegen können sich ohne größere Störungen weiterentwickeln.

Der leichte Anstieg der Adultenanzahl in den Varianten, ab 19 Tage nach der Inokulation, fünf Tage nach der zweiten Spritzung, kommt möglicherweise dadurch zustande, dass sich eine neue Generation von *T. vaporariorum* entwickelt hat, wodurch die ersten neuentwickelten Adulten schlüpfen. Bei einer Temperatur von 20 °C braucht eine *T. vaporariorum*-Generation etwa 30 Tage zur Entwicklung (Crüger 1983). Die etwas niedrigere Adultenanzahl bei den behandelten Varianten lässt sich u.a. durch die ersten pink gefärbten Larven von *T. vaporariorum*, die scheinbar durch *Beauveria bassiana* befallen sind und abgetötet werden, wodurch keine Adulten mehr daraus schlüpfen können, erklären.

Die explosionsartige Zunahme der Adulten bei der Kontroll-Variante, ab dem 27. Tag nach der Inokulation, sieben Tage nach der dritten Spritzung, könnte durch den Schlupf vieler neuentwickelter Adler von *T. vaporariorum* aus den Puparien auf den Auberginenblättern hervorgerufen worden sein. Zudem weist die Kontroll-Variante keine bis vereinzelt weiß verpilzte Adulter Weiße Fliegen pro Pflanze, die wahrscheinlich durch den Pilz *Beauveria bassiana* befallen und abgestorben sind, und pink gefärbte Larven auf, die die Vermehrung kaum beeinträchtigen. Die weiß verpilzten Adulten Weißen Fliegen der Kontroll-Variante stammen wahrscheinlich von den behandelten Varianten, indem sie zur Kontroll-Variante hinübergeflogen sind. Ebenso wie die Adultenanzahl der Kontroll-Variante nimmt auch die Anzahl der Adulten in den behandelten Varianten zu. Da die Zunahme aber recht gering ist, kann auf eine Wirkung der mikrobiologischen Insektizide geschlossen werden. Während der Zunahme treten in den behandelten Varianten zunehmend pink gefärbte Larven und weiß verpilzte Weiße Fliegen auf, die die Entwicklung von *T. vaporariorum* negativ beeinflussen, wodurch die Anzahl der Adulten mit leichten Schwankungen auch immer weiter abnimmt.

Der Rückgang der Adultenanzahl bei den Varianten, 54 Tage nach der Inokulation, 19 Tage nach der letzten Spritzung, kann u.a. durch die Verklebung mit Honigtau beim Schlupf, wodurch die neu geschlüpften Adulten von *T. vaporariorum* verenden könnten, und durch den erneuten Generationswechsel erklärt werden.

Der erneute Anstieg der Adultenanzahl in den Varianten lässt eher auf einen Generationswechsel in den Varianten schließen. Zudem könnte die Wirkung in den behandelten Varianten langsam schwächer werden oder nicht mehr vorhanden sein, da die Spritzung bereits 28 Tage zurückliegt, wodurch die Anzahl der Adulten wieder ansteigt.

Aus den Ergebnissen zur Anzahl der Adulten lässt sich schließen, dass eine Bekämpfung der Adulten von *T. vaporariorum* in den behandelten Varianten mit *Beauveria bassiana*, die weniger Adulter aufweisen als die Kontroll-Variante, stattfinden muss.

Zudem unterscheidet sich die Wirkung der einzelnen mikrobiologischen Insektizide etwas voneinander. Trotz der höheren Anzahl an Adulten der Botanigard-Variante zu Versuchsbeginn, steigt die Anzahl der Adulten während des Versuchs langsamer an als bei den anderen beiden behandelten Varianten (Naturalis, Velifer), wodurch sie zum Versuchsende weniger Adulter aufweist. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass der Stamm GHA von *Beauveria bassiana* (Botanigard) *T. vaporariorum* etwas besser bekämpft als die anderen beiden Stämme.

Es muss berücksichtigt werden, dass die Adulten von *T. vaporariorum* aus einem abgeschlossenen Versuch, in dem der insektenpathogene Pilz *Beauveria bassiana* angewendet wurde, stammen und daher schon vor Versuchsbeginn mit *Beauveria bassiana* infiziert gewesen sein könnten. Das lässt sich aber weitestgehend ausschließen, da *T. vaporariorum* gerade neu geschlüpft ist, die letzte Spritzung des insektenpathogenen Pilzes bereits vier Wochen zurückliegt, die relative Feuchte von mindestens 50 % nicht mehr eingehalten wurde und kaum infizierte *T. vaporariorum* vorhanden waren. *T. vaporariorum* ist vor kurzem neu geschlüpft und konnte sich möglicherweise noch nicht mit dem Pilz infizieren. Da die ersten infizierten Larven bzw. Adulten von *T. vaporariorum* aber erst 19 Tage, fünf Tage nach der letzten Spritzung, bzw. 27 Tage nach der Inokulation, sieben Tage nach der letzten Spritzung, bonitiert werden, kann eine vorherige Infektion der neugeschlüpften Adulten von *T. vaporariorum* nahezu ausgeschlossen werden, zumal befallene Insekten innerhalb von 4 bis 10 Tagen befallen und abgestorben wären (Biofa o.J., Wan 2003, Holt 2010, BVL 2014, Roberti et al. 2017).

Während des Versuchs treten einige Störfaktoren wie *Encarsia formosa*, *Cladosporium sp.* und Blattläuse auf, die in der Auswertung mitberücksichtigt werden müssen.

Die Kontroll- und Velifer-Variante weisen seit Versuchsbeginn einen Befall mit *Encarsia formosa* auf. Im Laufe des Versuchs steigt der Befall bei allen Varianten an und lässt *T. vaporariorum*-Larven absterben.

Cladosporium sp. tritt das erste Mal 19 Tage nach der Inokulation in allen Varianten auf. Bis zum Versuchsende breitet sich *Cladosporium sp.* immer weiter auf den Auberginenblättern aus.

Die ersten Blattläuse treten 34 Tage nach der Inokulation bei der Kontroll- und Botanigard-Variante auf. Bis zum Versuchsende treten vereinzelt immer wieder Blattläuse in den verschiedenen Varianten auf.

Die Störfaktoren während des Versuchs beeinflussen die Entwicklung von *T. vaporariorum* in den einzelnen Varianten scheinbar kaum, da die Anzahl der Adulten trotz Befall immer weiter ansteigt. *Cladosporium sp.* hat offenbar keinen Einfluss auf die Entwicklung der Adulten von *T. vaporariorum*, aber auf die Bonitur, die durch den Pilz zu Versuchsende etwas unübersichtlicher wird.

Bei der Auswertung der Ergebnisse der Adultenanzahl muss berücksichtigt werden, dass es einen Spalt in der Innenschattierung gibt, wodurch die UV-empfindlichen Pilzsporen von *Beauveria bassiana* durch die direkte Sonneneinstrahlung bei einigen Parzellen geschädigt werden und möglicherweise absterben könnten (Hetsch 2005). Durch den Sonnenverlauf trifft die direkte Sonneneinstrahlung auf fast jede Parzelle, außer auf die Parzellen 1a (Kontrolle), 2b (Botanigard) und 4b (Velifer), da sie vom Spalt am weitesten entfernt stehen (Abb. 16). Da die Anzahl der Adulten in den zwei behandelten Parzellen (2b, 4b) aber häufig deutlich höher ist als in den Parzellen, auf die die direkte Sonneneinstrahlung trifft, hat der Spalt auf die Anzahl der Adulten von *T. vaporariorum* direkt oder indirekt über die Population von *Beauveria bassiana* keinen negativen Einfluss.

Alle Varianten weisen zu Versuchsbeginn nahezu die gleiche Larvenanzahl auf (Abb. 62, 63, S. 49, 51), was Ziel der künstlichen Inokulation ist. Durch die recht gleichmäßig ausgebrachten Adulten von *T. vaporariorum* werden die ersten Eier abgelegt, aus denen bereits nach einigen Tagen die Larven des ersten Larvenstadiums schlüpfen, die bereits bonitiert werden.

27 Tage nach der Inokulation mit *T. vaporariorum* und sieben Tage nach der letzten Spritzung mit *Beauveria bassiana* lassen sich die ersten leichten signifikanten Unterschiede zwischen den behandelten Varianten und der Kontroll-Variante erkennen, da der Pilz *Beauveria bassiana* offenbar gekeimt und die Larven von *T. vaporariorum* befallen und abgetötet hat. Dies wird auch ab dem 19. Tag nach der Inokulation, fünf Tage nach der letzten Spritzung, in den behandelten Varianten durch die ersten pink gefärbten Larven sichtbar. Zudem können die Adulten ebenso nicht sichtbar von *Beauveria bassiana* befallen sein, wodurch weniger Adulte in den behandelten Varianten vorkommen und dadurch weniger Eier abgelegt werden. Die Adulten und Larven der Kontroll-Variante hingegen können sich ungestört weiterentwickeln.

Die Larvenanzahl der einzelnen Varianten nimmt vom 27. bis zum 40. Tag nach der Inokulation, fünf Tage nach der letzten Spritzung, möglicherweise durch den Schlupf neuentwickelter Adulten und somit durch den Generationswechsel von *T. vaporariorum* ab, die bei einer Temperatur von 20 °C etwa 30 Tage zur Entwicklung brauchen (Crüger 1983). Zudem werden die Larven weiterhin von *Beauveria bassiana* befallen und sterben ab. In der Kontroll-Variante sind kaum pink gefärbte Larven von *T. vaporariorum* zu finden, wodurch nur vereinzelt Larven absterben und eine etwas höhere Larvenanzahl entsteht.

Ebenso weisen die verschiedenen Varianten ab dem 27. Tag nach der Inokulation nicht nur die ersten weiß verpilzten Weißen Fliegen auf, sondern auch vereinzelt Larven von *T. vaporariorum*, die durch *Encarsia formosa* parasitiert worden sind und nicht mehr schlüpfen können. Durch die abgestorbenen weiß verpilzten Adulten, fehlen diese und es werden weniger Eier abgelegt, wodurch weniger Larven schlüpfen.

Der extreme Anstieg der Larvenanzahl bei den Varianten von 13.663 (Kontrolle) bzw. ca. 4.317 Larven (behandelte Varianten) auf 177.140 (Kontrolle) bzw. ca. 53.772 Larven (behandelte Varianten), ab dem 40. Tag nach der Inokulation, stammt möglicherweise davon, dass die gerade neugeschlüpften Adulten von *T. vaporariorum* ihre zahlreichen Eier auf den Auberginenblättern abgelegt haben und die aus den Eiern geschlüpften Larven des ersten Larvenstadiums sichtbar werden. Zudem könnte auch die Wirkung in den behandelten Varianten langsam schwächer werden oder nicht mehr vorhanden sein, wodurch die Anzahl der Larven weiter ansteigt.

Der Rückgang der Larvenanzahl der Kontroll- bzw. Naturalis-Variante von 177.140 bzw. 65.837 Larven auf 137.315 bzw. 61.155 Larven am Ende des Versuchs, könnte durch den Schlupf von ausgewachsenen Adulten von *T. vaporariorum* und somit durch den Wechsel der *T. vaporariorum*-Generation hervorgerufen worden sein. Der weitere Anstieg der Larvenanzahl der Botanigard- bzw. Velifer-Variante von 40.645 bzw. 54.834 Larven auf 77.356 bzw. 71.359 Larven könnte daher stammen, dass der Generations-Wechsel beeinflusst wird und somit die neuentwickelten Adulten noch nicht geschlüpft sind.

Außerdem könnte der Rückgang bzw. Anstieg der Anzahl der Larven durch das unübersichtliche Bonitieren am Ende des Versuchs stammen. Bei der letzten Bonitur wird die Larvenanzahl bei einer zu großen Anzahl häufiger geschätzt, da die Bonitur durch die Verklebungen des Auberginenblattes mit Honigtau und den Pilzen unübersichtlicher wird, wodurch die Larvenanzahl möglicherweise unterschiedlich ausgezählt wird.

Die Ergebnisse vom Versuch zur Anzahl der Larven lassen darauf schließen, dass eine Bekämpfung der Larven von *T. vaporariorum* in den mit *Beauveria bassiana* behandelten Varianten, die weniger Larven aufweisen als die Kontroll-Variante, stattfinden muss. Weiterhin unterscheidet sich die Wirkung der einzelnen mikrobiologischen Insektizide nur gering voneinander. So ist eine Wirkung auf die Larven vom Versuchsbeginn bis zur letzten Spritzung, am 35. Tag nach der Inokulation, in Abbildung 62 und 63 deutlich sichtbar, da die Anzahl der Larven auf einem sehr niedrigen Niveau bleibt (S. 49, 51). Ab dem 40. Tag nach der Inokulation, ca. eine Woche nach der letzten Spritzung, nimmt die Larvenanzahl merklich zu, daraus lässt sich schließen, dass die Wirkung von den mikrobiologischen Insektiziden auf die Larven von *T. vaporariorum* scheinbar nachlässt und sie sich wieder besser vermehren können.

Die Störfaktoren während des Versuchs wie die Blattläuse, *Cladosporium sp* und *Encarsia formosa* beeinflussen die Entwicklung der Larven von *T. vaporariorum* in den einzelnen Varianten ebenso scheinbar kaum, da die Anzahl der Larven trotz Befall immer weiter ansteigt.

Bei der Auswertung der Ergebnisse der Larvenanzahl muss der Spalt der Innenschattierung ebenfalls mitberücksichtigt werden. Da die Anzahl der Larven in den zwei behandelten Parzellen (2b, 4b) aber ebenso häufig deutlich höher ist als in den Parzellen, auf die die direkte Sonneneinstrahlung trifft, hat der Spalt auf die Anzahl der Larven von *T. vaporariorum* direkt oder indirekt über die Population von *Beauveria bassiana* keinen negativen Einfluss.

Wirkungsgard der *Beauveria bassiana*-Präparate gegenüber den Adulten und Larven von *T. vaporariorum*

Die Schwankungen des Wirkungsgrads im Hinblick auf die Adulten und Larven von *T. vaporariorum* (Abb. 61, 69, S. 48, 56) stammen zum einen eventuell von der unterschiedlichen Wirkung der Pilzstämme von *Beauveria bassiana* auf die Adulten bzw. Larven. Zum anderen können die Unterschiede in den einzelnen Bonituren auch durch u.a. das Ende einer Generation von *T. vaporariorum* oder durch die verminderte oder erhöhte Anzahl an Adulten bzw. Larven der Kontroll-Variante entstehen.

Anhand der Abbildung 61 und 69 wird deutlich, dass Botanigard eine etwas bessere Wirkung hinsichtlich der Adulten und Larven während des Versuchs im Gegensatz zu den anderen beiden Varianten (Naturalis, Velifer) aufweist (S. 48, 56). Die Velifer-Variante wirkt hingegen etwas besser als die Naturalis-Variante, aber schlechter als die Botanigard-Variante.

Im Großen und Ganzen liegt die Wirkung gegenüber den Adulten und Larven von *T. vaporariorum* der einzelnen behandelten Varianten bis auf ein paar Ausnahmen über dem gesamten Zeitraum hinweg nahe beieinander und der Wirkungsgrad unterscheidet

sich nur gering. Zudem erzielt die eine oder andere Variante in der jeweiligen Bonitur den höchsten Wirkungsgrad, wodurch sich einige Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten relativieren lassen.

Ein Wirkungsgrad, der häufig zwischen 40 und 60 % bzw. 70 % liegt, ist für ein mikrobiologisches Insektizid schon recht hoch (Scharf 2017), da ein hoher Wirkungsgrad für gewöhnlich eher von chemischen Pflanzenschutzmittel erzielt wird (Seipel 2009). Bei einem Auftragsversuch von Spieß-Urania, in dem Botanigard und Naturalis gegen *T. vaporariorum* angewendet wurden, ergaben sich Wirkungsgrade zwischen 30 und 80 % (Götte 2016) (Anhang Abb. 75, S. 81).

Befallsstärke des Rußtaupilzes

Ein aussagekräftiger Befall der Auberginenpflanzen mit Rußtaupilz ist erst ab 42 Tage nach der Inokulation vorhanden (Abb. 70, S. 57), da der Rußtaupilz zum Keimen und Wachsen ausreichend Honigtau von u.a. *T. vaporariorum* benötigt (Heinze & Frickhinger 1974, Crüger 1983, Pflanzenschutz Gießen o.J., BWVI(1) o.J.).

Die Befallsstärke des Rußtaupilzes nimmt zum Versuchsende weiter zu, da die Anzahl der Adulten und Larven von *T. vaporariorum* immer weiter ansteigt und dadurch mehr Honigtau von den Adulten und Larven ausgeschieden wird. Durch den zunehmenden Honigtau kann sich der Rußtaupilz noch stärker auf den Auberginenpflanzen ausbreiten. Je nachdem wie viel Honigtau von *T. vaporariorum* auf den Auberginenpflanzen vorhanden ist, siedelt sich der Rußtaupilz an diesen an und breitet sich aus.

Anhand der Abbildung 70 ist erkennbar, dass sich der Rußtaupilz in der Kontroll-Variante am stärksten ausbreitet (S. 57). Das liegt wahrscheinlich daran, dass die Kontroll-Variante am meisten Adulte und Larven von *T. vaporariorum* aufweist, wodurch mehr Honigtau produziert wird. Die Befallsstärke bei der Naturalis-Variante liegt etwas höher als bei den anderen beiden behandelten Varianten (Botanigard, Velifer). Das könnte daran liegen, dass die Naturalis-Variante häufig mehr Adulte von *T. vaporariorum* aufweist, womit sich mehr Honigtau auf den Auberginenblättern befindet. Die Botanigard-Variante hat hingegen häufig eine geringere Anzahl an Adulten und Larven von *T. vaporariorum* als die anderen behandelten Varianten (Naturalis, Velifer), wodurch weniger Honigtau auf den Auberginenblättern vorhanden ist und somit scheinbar nur ein geringerer Befall vom Rußtaupilz entsteht.

Die Befallsstärke des Rußtaupilzes und somit die Stärke der Honigtatauusscheidung von *T. vaporariorum* sagt aus, ob ein Befall von *T. vaporariorum* auf den Auberginenpflanzen vorliegt und in wieweit die Früchte oder Pflanzen noch marktfähig sind. Da in diesem Versuch keinerlei Früchte in den verschiedenen Varianten verschmutzt sind und die Pflanzen nicht vermarktet werden sollen, ist der Rußtaupilz-Befall von nicht allzu großer Bedeutung.

6.1 Vergleich der aufgeführten Ergebnisse mit bereits erfassten Ergebnissen

Um sicher zu stellen, dass die Ergebnisse aus dem jetzigen Versuch plausibel sind, werden sie mit bereits erfassten Ergebnissen aus zwei Vergleichsversuchen verglichen. Beim ersten Vergleichsversuch zur biologischen Wirksamkeit von Insektiziden gegen die Weiße Fliege *T. vaporariorum* in Fuchsien unter Glas, handelt es sich um einen Auftragsversuch von Spieß-Urania (Götte 2016). Im Vergleich der Ergebnisse wird nur auf die Botanigard- und Naturalis-Variante eingegangen.

Der zweite Vergleichsversuch zur Prüfung der Wirkung von *Beauveria bassiana* Stämmen an *T. vaporariorum* auf Auberginenpflanzen wurde vom Pflanzenschutzdienst Hamburg durchgeführt (Pflanzenschutzdienst Hamburg 2017). Bei dem Vergleichsversuch wurden die Präparate Botanigard, Naturalis und Velifer angewendet.

Die Insektizide des ersten Vergleichsversuchs wurden drei Mal mit einem Abstand von sieben Tagen gespritzt. Die Aufwandmenge der Botanigard-Variante betrug 0,6 kg/ha und 0,2 l/ha Silvet Gold, einem Benetzungsmittel. Naturalis wies eine Aufwandmenge von 1,25 l/ha auf. Bei dem jetzigen Versuch ist die Aufwandmenge von Botanigard und dem Benetzungsmittel, in dem Fall Break-Thru, gleich. Die Aufwandmenge von Naturalis hingegen ist nur knapp halb so groß und beträgt 0,75 l/ha. Die Präparate werden im jetzigen Versuch fünf Mal in einem Abstand von durchschnittlich sechs Tagen gespritzt.

In Abbildung 71 ist die Anzahl der Adulten von *T. vaporariorum* pro Fuchsie und Variante zwischen dem 25.02. und 31.03.2016 dargestellt.

Am Anfang des Vergleichsversuchs weisen die Varianten eine ähnliche Anzahl an Adulten auf. Während des Vergleichsversuchs nimmt die Anzahl der Adulten deutlich zu. Dabei weisen die einzelnen Varianten eine unterschiedliche Anzahl der Adulten auf.

Die maximale Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante liegt bei knapp 40 Adulten pro Pflanze. Die Anzahl der Adulten der Naturalis-Variante liegt meist über der Anzahl der Adulten der Kontroll- und Botanigard-Variante und maximal bei über 50 Adulten pro Pflanze. Die Anzahl der Adulten der Botanigard-Variante liegt hingegen immer unter der Anzahl der Adulten der Kontroll- und Naturalis-Variante und bei maximal etwa 35 Adulten pro Pflanze.

Anhand der Abbildung 71 wird deutlich, dass die Botanigard-Variante eine bessere Wirkung gegen die Adulten von *T. vaporariorum* aufweist als die Naturalis-Variante, da die Anzahl der Adulten pro Pflanze bei der Botanigard-Variante um ca. 15 Adulte pro Pflanze geringer ist. Die Naturalis-Variante erzielt häufig keine ausreichende Wirkung auf die Adulten, da die Anzahl der Adulten fast immer über der Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante liegt.

Diese Auswertung spiegelt die Ergebnisse aus dem jetzigen Versuch nur zum Teil wieder. Zwar liegt die Anzahl der Adulten der Botanigard-Variante häufig unter der Anzahl der Adulten der Naturalis- und Velifer-Variante, dafür liegt die Anzahl der Adulten der Naturalis-Variante nie über der Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante. Zudem liegt die Anzahl der Adulten der behandelten Varianten meistens nahe beieinander, daher zeigt sich bei allen behandelten Varianten eine Wirkung auf die Adulten von *T. vaporariorum*. Trotzdem scheint die Botanigard-Variante eine etwas bessere Wirkung gegen die Adulten

von *T. vaporariorum* im jetzigen Versuch zu erzielen als die anderen beiden behandelten Varianten (Naturalis, Velifer).

Die Unterschiede der Ergebnisse der Adulten des Auftragsversuchs von Spieß-Urania und des jetzigen Versuchs könnten durch den Versuchszeitraum und die gewählte Pflanzenart entstanden sein. Der Auftragsversuch wurde im Februar/ März durchgeführt, wohingegen der jetzige Versuch im Juni bis August, bei höheren Temperaturen und in einer günstigeren Anbauzeit der Pflanzen, stattfindet. Bei höheren Temperaturen, die u.a. von Juni bis August vorkommen, kann sich auch *T. vaporariorum* besser entwickeln. Zudem ist die gewählte Pflanzenart unterschiedlich. Im Auftragsversuch wurden Fuchsien genutzt, im jetzigen Versuch werden hingegen Auberginenpflanzen verwendet. Da sich *T. vaporariorum* auf den Pflanzenarten unterschiedlich entwickelt, können verschiedene Ergebnisse entstehen (Fortmann 2000).

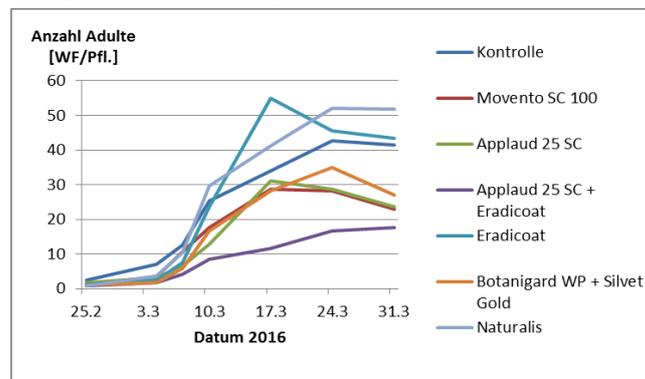


Abb. 71: Biologische Wirksamkeit von Insektiziden gegen adulte Weiße Fliegen (WF) *T. vaporariorum* in Fuchsien unter Glas vom 25.02. bis 31.03.2016, dunkelblau: Kontrolle, orange: Botanigard WP mit Silvet Gold, hellblau: Naturalis, Auftragsversuch Spieß-Urania, Versuchsleitung: Elisabeth Götte, (Götte 2016)

In der nachfolgenden Abbildung 72 ist die Anzahl der Larven von *T. vaporariorum* pro Fuchsie und Variante zwischen dem 25.02. und 31.03.2016 dargestellt.

Zu Versuchsbeginn bis zum 17.03.2016 weisen die verschiedenen Varianten eine relativ ähnliche Anzahl an Larven pro Pflanze auf. Danach nimmt die Anzahl der Larven der einzelnen Varianten unterschiedlich stark zu.

Die maximale Anzahl der Larven der Kontroll-Variante liegt bei etwas über 500 Larven pro Pflanze. Die Anzahl der Larven der Naturalis-Variante liegt maximal bei etwas unter 800 Larven pro Pflanze und meist über der Anzahl der Larven der Kontroll- und Botanigard-Variante. Die Anzahl der Larven der Botanigard-Variante liegt hingegen fast immer unter der Anzahl der Larven der Kontroll- und Naturalis-Variante und weist maximal etwa 200 Larven pro Pflanze auf.

Aus der Abbildung 72 lässt sich schließen, dass die Botanigard-Variante eine bessere Wirkung gegen die Larven von *T. vaporariorum* erzielt als die Naturalis-Variante, da die Anzahl der Larven pro Pflanze bei der Botanigard-Variante immer etwas geringer ist. Die Naturalis-Variante erzielt meistens keine ausreichende Wirkung auf die Larven, da die Anzahl der Larven häufig über der Anzahl der Larven der Kontroll-Variante liegt.

Diese Auswertung spiegelt die Ergebnisse aus dem jetzigen Versuch ebenso nur zum Teil wieder, da die Anzahl der Larven der Botanigard-Variante zwar meist unter der Anzahl der Larven der Naturalis- und Velifer-Variante liegt, die Anzahl der Larven der Naturalis-Variante dafür aber, außer zu Versuchsbeginn, immer unter der Anzahl der Larven der

Kontroll-Variante liegt. Außerdem liegt die Anzahl der Larven der behandelten Varianten häufig nahe beieinander, wodurch alle behandelten Varianten eine Wirkung auf die Larven von *T. vaporariorum* zeigen. Dennoch scheint die Botanigard-Variante eine etwas bessere Wirkung gegenüber den Larven von *T. vaporariorum* im jetzigen Versuch zu erzielen als die anderen beiden behandelten Varianten (Naturalis, Velifer).

Die Anzahl der Larven steigt wie in der Abbildung 72 auch im jetzigen Versuch erst ab ca. einer Woche nach der letzten Spritzung an.

Die Unterschiede der Ergebnisse der Larven des jetzigen Versuchs und des Auftragsversuchs von Spieß-Urania stammen vermutlich ebenso von den verschiedenen Versuchszeiträumen und den unterschiedlich gewählten Pflanzenarten.

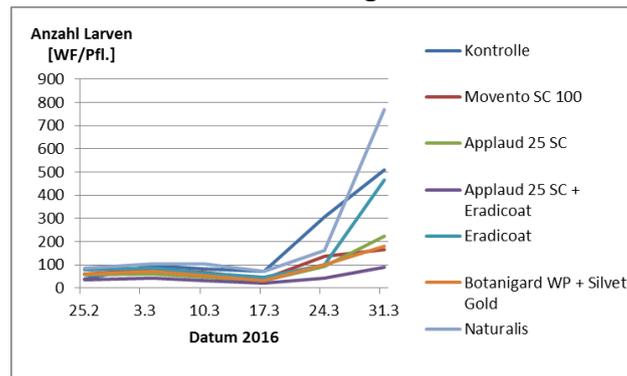


Abb. 72: Biologische Wirksamkeit von Insektiziden gegen Larven der Weißen Fliege (WF) *T. vaporariorum* in Fuchsien unter Glas vom 25.02. bis 31.03.2016, dunkelblau: Kontrolle, orange: Botanigard WP mit Silvet Gold, hellblau: Naturalis, Auftragsversuch Spieß-Urania, Versuchsleitung: Elisabeth Götte, (Götte 2016)

Durch den Auftragsversuch von Spieß-Urania wird deutlich, dass Naturalis keine ausreichende oder nur eine geringe Wirkung auf die Adulten und Larven von *T. vaporariorum* hat, wohingegen Botanigard eine recht gute Wirkung erzielt.

Bei dem zweiten Vergleichsversuch wurden die Präparate Botanigard, Naturalis und Velifer fünf Mal im Abstand von 4 bis 6 Tagen angewendet. Die Aufwandmenge der Botanigard-Variante betrug 0,6 kg/ha und 0,2 l/ha Break-Thru S240, ein Benetzungsmittel. Die Naturalis-Variante wies eine Aufwandmenge von 0,75 l/ha und die Velifer-Variante eine Menge von 1,25 l/ha auf. Bei dem jetzigen Versuch werden die gleichen Aufwandmengen angewendet wie im zweiten Vergleichsversuch. Die Präparate werden in einem Abstand von durchschnittlich sechs Tagen ebenfalls fünf Mal gespritzt.

In Abbildung 73 ist die Gesamtanzahl der Adulten von *T. vaporariorum* pro Variante zwischen dem 26.04. und 08.06.2017 dargestellt.

Am Anfang des Vergleichsversuchs bis zum 23.05.2017 weisen die einzelnen Varianten eine ähnliche Anzahl an Adulten auf. Danach nimmt die Anzahl der Adulten bei den Varianten unterschiedlich zu.

Die maximale Gesamtanzahl der Adulten der Kontroll-Variante der vier Wiederholungen liegt bei ca. 2.400 Adulten. Die Gesamtanzahl der Adulten der Naturalis-Variante liegt maximal bei etwas unter 2.600 Adulten und häufig über der Gesamtanzahl der Adulten der Kontroll-, Botanigard- und Velifer-Variante. Die Gesamtanzahl der Adulten der

Botanigard-Variante liegt hingegen fast immer unter der Gesamtadultenanzahl der Kontroll-, Naturalis- und Velifer-Variante und bei maximal etwa 1.300 Adulten. Die Gesamtanzahl der Adulten der Velifer-Variante liegt meist geringfügig über der Anzahl der Adulten der Botanigard-Variante aber deutlich unter der Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante und maximal bei knapp 1.900 Adulten.

Angesichts der Abbildung 73 wird deutlich, dass die Botanigard-Variante eine bessere Wirkung gegen die Adulten von *T. vaporariorum* aufweist als die Naturalis- und Velifer-Variante, da die Anzahl der Adulten der Botanigard-Variante meist geringer ist. Die Velifer-Variante weist eine etwas schlechtere Wirkung gegen die Adulten gegenüber der Botanigard-Variante, aber eine bessere Wirkung als die Naturalis-Variante auf. Die Naturalis-Variante erzielt scheinbar keine ausreichende Wirkung auf die Adulten, da die Anzahl der Adulten fast immer über der Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante liegt. Diese Schlussfolgerung, wie auch bei dem Auftragsversuch von Spieß-Urania, spiegelt die Ergebnisse aus dem jetzigen Versuch nur zum Teil wieder. In dem jetzigen Versuch liegt die Anzahl der Adulten der Naturalis-Variante nie über der Anzahl der Adulten der Kontroll-Variante und die Anzahl der Adulten der Botanigard-Variante häufig unter der Anzahl der Adulten der Naturalis- und Velifer-Variante. Die Anzahl der Adulten der Velifer-Variante liegt meistens zwischen der Anzahl der Adulten der Botanigard- und Naturalis-Variante, wie auch in dem bereits durchgeführten zweiten Vergleichsversuch. Zudem liegt die Anzahl der Adulten der behandelten Varianten des jetzigen Versuchs, im Gegensatz zum bereits durchgeführten zweiten Vergleichsversuch, meist nahe beieinander, daher zeigt sich auch bei allen behandelten Varianten des jetzigen Versuchs eine Wirkung auf die Adulten von *T. vaporariorum*. Jedoch scheint die Botanigard-Variante, wie auch im bereits durchgeführten zweiten Vergleichsversuch, eine bessere Wirkung gegen die Adulten von *T. vaporariorum* zu erzielen als die anderen beiden behandelten Varianten (Naturalis, Velifer).

Die Unterschiede der Ergebnisse der Adulten des jetzigen Versuchs und des bereits durchgeführten zweiten Vergleichsversuchs könnten durch den Versuchszeitraum entstanden sein. Der zweite Vergleichsversuch wurde Ende April bis Anfang Juni durchgeführt, wohingegen der jetzige Versuch im Juni bis August, bei einer noch höheren Temperatur und in einer günstigeren Anbauzeit der Pflanzen, stattfindet. Daher kann sich *T. vaporariorum* vermutlich im Juni bis August noch besser entwickeln. Die gewählte Pflanzenart ist hingegen identisch.

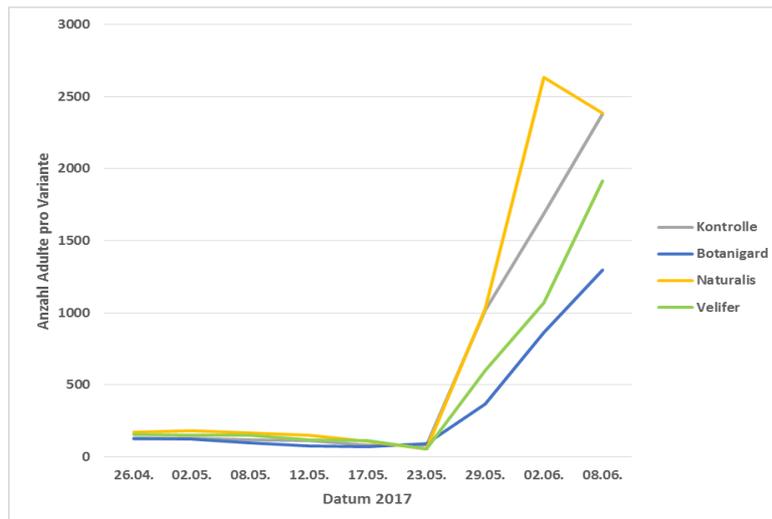


Abb. 73: Gesamte Adultenanzahl von *T. vaporariorum* pro Variante vom 26.04. bis 08.06.2017, grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer (Pflanzenschutzdienst Hamburg 2017)

In der nachstehenden Abbildung 74 ist die Gesamtanzahl der Larven von *T. vaporariorum* pro Variante zwischen dem 26.04. und 08.06.2017 dargestellt. Vom 26.04. bis 17.05.2017 wurden im Abstand von 4 bis 6 Tagen die drei Präparate angewendet.

Vom Versuchsbeginn bis zum 12.05.2017 werden keine Larven des dritten und vierten Larvenstadiums bonitiert. Am 17.05.2017 weisen die verschiedenen Varianten, außer die Naturalis-Variante, eine sehr ähnliche Anzahl an Larven des dritten und vierten Larvenstadiums auf. Die Larvenanzahl steigt in den einzelnen Varianten immer weiter an, bis sie zum Versuchsende bei allen Varianten wieder abnimmt.

Die maximale Gesamtanzahl der Larven der Kontroll- und Naturalis-Variante liegt bei ca. 1.450 Larven. Die Botanigard-Variante weist maximal etwa 750 und die Velifer-Variante knapp 1.200 Larven auf. Die Gesamtanzahl der Larven der Naturalis-Variante liegt zum Teil über der Anzahl der Larven der Kontroll- und Velifer-Variante und immer über der Anzahl der Larven der Botanigard-Variante. Die Gesamtanzahl der Larven der Botanigard-Variante liegt hingegen immer unter der Anzahl der Larven der anderen Varianten. Die Gesamtanzahl der Larven der Velifer-Variante liegt häufig leicht unter der Anzahl der Larven der Kontroll- und Naturalis-Variante.

Ebenso lässt sich aus der Abbildung 74 schließen, dass die Botanigard-Variante eine bessere Wirkung gegenüber den Larven von *T. vaporariorum* aufweist als die Naturalis- und Velifer-Variante, da die Anzahl der Larven der Botanigard-Variante immer geringer ist. Die Naturalis-Variante erzielt scheinbar nur zum Versuchsende eine ausreichende Wirkung auf die Larven, da die Anzahl der Larven meist über der Anzahl der Larven der Kontroll-Variante liegt. Die Velifer-Variante weist eine etwas bessere Wirkung gegen die Larven von *T. vaporariorum* als die Naturalis-Variante, aber eine sehr viel schlechtere Wirkung gegenüber der Botanigard-Variante auf.

Diese Schlussfolgerung, wie auch bei dem Auftragsversuch von Spieß-Urania, spiegelt die Ergebnisse aus dem jetzigen Versuch nur zum Teil wieder, da die Anzahl der Larven der Naturalis-Variante, außer zu Versuchsbeginn, im Gegensatz zu dem bereits durchgeführten zweiten Vergleichsversuch, immer unter der Anzahl der Larven der Kontroll-Variante liegt. Die Anzahl der Larven der Botanigard-Variante liegt bei dem

bereits durchgeführten zweiten Vergleichsversuch meist unter der Anzahl der Larven der Naturalis- und Velifer-Variante, wie auch in dem jetzigen Versuch. Die Anzahl der Larven der Velifer-Variante liegt häufig zwischen der Anzahl der Larven der Botanigard- und Naturalis-Variante, außer zum Versuchsende, wie in dem bereits durchgeführten zweiten Vergleichsversuch. Darüber hinaus liegt die Anzahl der Larven der behandelten Varianten des jetzigen Versuchs häufig nahe beieinander, wodurch alle behandelten Varianten auch eine Wirkung auf die Larven von *T. vaporariorum* zeigen.

Dennoch scheint die Botanigard-Variante, wie auch im bereits durchgeführten zweiten Vergleichsversuch, eine etwas bessere Wirkung gegen die Larven von *T. vaporariorum* zu erzielen als die anderen beiden behandelten Varianten (Naturalis, Velifer).

Die Unterschiede der Ergebnisse der Larven des bereits durchgeführten zweiten Vergleichsversuchs und des jetzigen Versuchs stammen vermutlich ebenso von den verschiedenen Versuchszeiträumen.

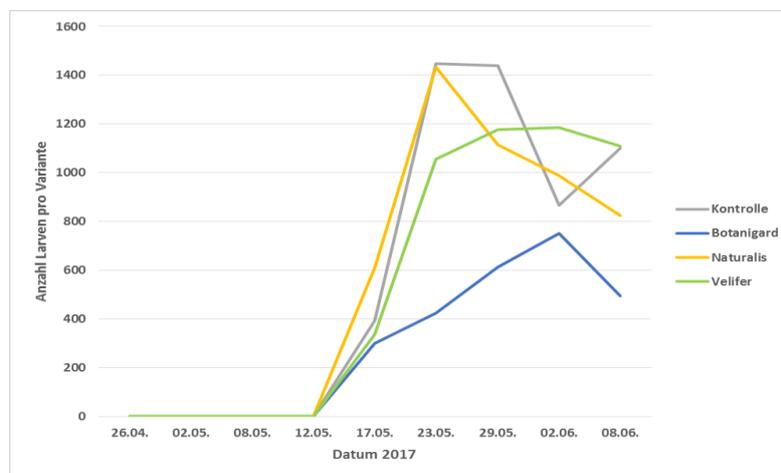


Abb. 74: Gesamte Larvenanzahl von *T. vaporariorum* pro Variante während des Versuchs vom 26.04. bis 08.06.2017, grau: Kontrolle, blau: Botanigard, orange: Naturalis, grün: Velifer (Pflanzenschutzdienst Hamburg 2017)

Durch den bereits durchgeführten zweiten Vergleichsversuch vom Pflanzenschutzdienst Hamburg wird deutlich, dass Naturalis keine ausreichende oder nur eine geringe Wirkung auf die Adulten und Larven von *T. vaporariorum* hat, wohingegen Botanigard, aber auch Velifer eine recht gute Wirkung aufweisen.

Anhand der bereits durchgeführten Vergleichsversuche wird deutlich, dass die Botanigard-Variante scheinbar eine bessere Wirkung gegen die Adulten und Larven von *T. vaporariorum* aufweist als die anderen behandelten Varianten (Naturalis, Velifer). Aber auch die Velifer-Variante scheint eine etwas bessere Wirkung auf die Adulten und im geringeren Maße auf die Larven zu erzielen als die Naturalis-Variante. In den bereits durchgeführten Vergleichsversuchen weist die Naturalis-Variante häufig keine ausreichende Wirkung auf *T. vaporariorum* auf.

In dem jetzigen Versuch hingegen weisen alle drei behandelten Varianten eine recht hohe Wirkung auf die Adulten und Larven von *T. vaporariorum* auf. Zudem ist die Anzahl der Adulten und Larven viel geringer als die Anzahl der Adulten und Larven der Kontroll-Variante, im Gegensatz zu den bereits durchgeführten Vergleichsversuchen. Bei dem jetzigen Versuch wird sehr genau auf eine hohe relative Feuchte geachtet, die mit Hilfe

der Über-Kopf-Bewässerung gehalten wird, wodurch möglicherweise der Pilzstamm ATCC 74040 von der Naturalis-Variante besser keimen und wachsen kann als bei den anderen bereits durchgeführten Vergleichsversuchen.

6.2 Einflüsse auf die Ergebnisse während des Versuchs

Störungen vor und während des Versuchs können die Ergebnisse und somit die Auswertungen beeinflussen. Die Krankheitserreger wie der Echte Mehltau, aber auch Schädlinge wie Thripse, Trauermücken und Blattläuse beeinflussen und schädigen die Auberginenpflanzen vor und während des Versuchs. Dies hat zur Folge, dass *T. vaporariorum* in ihrem natürlichen Verhalten gestört wird und somit die Ergebnisse des Versuchs verändert werden könnten. Zudem stört ebenso *Encarsia formosa* die Entwicklung von *T. vaporariorum*. Daher sollten die Krankheitserreger, Schädlinge und der Nützling *Encarsia formosa* vor Versuchsbeginn so gut wie möglich bekämpft werden. Auch das gelegentliche Abbrechen von Auberginenblättern und Triebspitzen durch die Bonituren beeinflusst die Population von *T. vaporariorum*, da auf manchen Blättern Eier bzw. Larven von *T. vaporariorum* vorhanden sind, die dann kaum noch schlüpfen können und durch Mangel an Assimilaten absterben. Daher können die Larven im weiteren Verlauf des Versuchs nicht mehr mitberücksichtigt werden und das Ergebnis wird verfälscht.

Zudem stören die ausgebrachten Gallmücken zur Blattlaus-Bekämpfung die Population von *T. vaporariorum* am Ende des Versuchs in den einzelnen Varianten geringfügig, da sie vereinzelt die Adulten von *T. vaporariorum* aussaugen und dadurch abtöten. Bei weiteren Versuchen sollte auf eine andere Blattlaus-Bekämpfung wenn möglich ausgewichen werden.

Da in allen Varianten die Schädlinge bzw. der Nützling, das Abbrechen der Auberginenblätter und der Echte Mehltau auftauchen, wird der Fehler wieder aufgehoben und die Ergebnisse können ohne wesentliche Beeinflussung genutzt werden.

Eine weitere Beeinflussung der Ergebnisse stammt von den Pipettenspitzen. Auch nach dem Entleeren der Pipettenspitzen verbleiben die zwei flüssigen mikrobiologischen Insektizide (Naturalis, Velifer) durch Adhäsionskräften in diesen. Dadurch wird gegebenenfalls zu wenig Mittel an die Pflanzenschutzmittelbrühen abgegeben, wodurch zu wenig Sporen vom Pilz *Beauveria bassiana* an *T. vaporariorum* gelangen. Da die Konzentration von Naturalis im Gegensatz zu den anderen Präparaten (Botanigard, Velifer) geringer ist, kann es sein, dass durch die Anhaftungen an den Pipettenspitzen, die Menge an Sporen für eine ausreichende Wirkung nicht mehr gegeben ist. Die Velifer-Variante kann die Anhaftungen möglicherweise besser kompensieren, da sie sehr viele Sporen enthält. Daher werden die Pipettenspitzen in der Pflanzenschutzmittelbrühe mehrfach gespült. Dennoch scheinen die Naturalis- und Velifer-Variante, durch die geringeren Pilzsporenmengen und die dadurch entstehende Beeinflussung auf die Wirkung des Pilzes, etwas schlechter zu wirken als die Botanigard-Variante.

Für weitere Versuche mit sehr geringen Mengen sollte auf andere Pipettenspitzen zurückgegriffen werden, bei denen die Adhäsionskräfte für ölhaltige Mittel geringer sind. Eine weitere Lösung wäre die Spitze der Pipettenspitze etwas einzukürzen und somit die Anhaftungskräfte zu reduzieren. Hierdurch würde aber möglicherweise nicht mehr das

korrekte Volumen pipettiert werden.

Das Problem durch die Anhaftungen in den Pipettenspitzen entfällt bei der Botanigard-Variante, da es ein wasserdispergierbares Pulver ist, welches wesentlich besser dosiert werden kann. Ein Nachteil an Botanigard ist, dass ein Benetzungsmittel miteingesetzt werden muss. Das Benetzungsmittel ist zwar geeignet um das Spritzvolumen zu reduzieren, wodurch Ressourcen gespart werden können, aber es können Wasserorganismen und somit die Umwelt geschädigt werden, wenn Break-Thru ins Gewässer gelangt (Omya (Schweiz) AG AGRO 2007, Omya 2009).

Bei dem jetzigen Versuch ist der Anfangsbefall mit *T. vaporariorum* zu hoch, da am Anfang ca. 28 Adulte auf jeder Pflanze vorhanden sind, obwohl der Befall laut Herstellerangaben gering sein sollte, das heißt, dass maximal drei bis fünf Adulte von *T. vaporariorum* pro Pflanze vorhanden sein sollten (e-nema(1) o.J., e-nema(2) o.J., Göser 2017). Bei weiteren Versuchen sollte der Anfangsbefall, wenn möglich, geringer ausfallen, auch wenn sich das etwas schwer steuern lässt. Der Nachteil bei zu wenigen *T. vaporariorum* ist allerdings, dass es zu einer verzögerten Entwicklung von *T. vaporariorum* kommen kann, wodurch die Anzahl möglicherweise für einen Versuch nicht ausreichend ist (Scharf 2017). Zudem sollte bei einem aufwendigeren Versuch auf das Geschlecht von *T. vaporariorum* am Anfang des Versuchs geachtet werden, um gleiche Bedingungen in jeder Parzelle zu schaffen. Da die Weibchen nur Eier ablegen können und die Vermehrung häufig ungeschlechtlich stattfindet (Günther et al. 1989, Hemmen 2003), sind die Männchen für die Entwicklung einer Generation nicht ausschlaggebend. Wenn die Parzellen also eine unterschiedliche Anzahl an Weibchen und Männchen aufweisen, können mehr oder weniger Adulte schlüpfen und die Population wachsen lassen. Es sollte aber der zeitliche Aufwand für eine solche Geschlechterbestimmung berücksichtigt werden. Zudem ist die Verteilung der Geschlechter von *T. vaporariorum* in der Landwirtschaft und in den Gartenbaubetrieben auch nicht gleich verteilt.

Durch den jetzigen Versuch wird deutlich, dass eine relative Feuchte von ca. 83 % und eine Temperatur von durchschnittlich 22 °C für den Pilz *Beauveria bassiana* ausreicht, um keimen zu können und zu wirken, wodurch es für weitere Versuche ebenso sinnvoll auf ist darauf zu achten. Dennoch steigt die Anzahl der Adulten von *T. vaporariorum* nach der dritten Spritzung und die Anzahl der Larven ab ca. einer Woche nach der letzten Spritzung stark an, wodurch möglicherweise die Wirkung durch *Beauveria bassiana* schon wieder abnimmt.

Es sollten für eine aussagekräftigere Beurteilung der drei mikrobiologischen Insektizide (Botanigard, Naturalis, Velifer) noch einige Versuche durchgeführt werden. Für die Bonituren sollten nicht nur die Anzahl der Adulten und Larven von *T. vaporariorum* gezählt werden, sondern eventuell auch die Anzahl der pink gefärbten Larven und weiß verpilzten Weißen Fliegen, um eine bessere Aussage über die Wirkung der verschiedenen Pilzstämme machen zu können. Zudem sollte der auftretende Rußtaupilz ebenfalls bonitiert werden, indem die befallene Blattoberfläche in Prozent angegeben

wird, um aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten also in dieser Arbeit.

Da dieser Versuch sehr zeitaufwendig ist und mehrere Personen bindet, die möglicherweise nicht alle gleich zählen, sollten bei einem neuen Versuch möglicherweise weniger Versuchspflanzen pro Parzelle ausgewählt werden oder nur einzelne Triebe der Versuchspflanzen bonitiert werden.

Zudem sind die einzelnen Parzellen kaum voneinander abgegrenzt, wodurch *T. vaporariorum* die Parzellen wechseln kann, ohne dass dies richtig mit berücksichtigt werden kann. Bei einem erneuten Versuch sollte eventuell eine bessere Abgrenzung der einzelnen Parzellen durch beispielsweise Netze oder Vlies erfolgen.

7 Fazit und Ausblick

Die Arbeit soll die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Wirkung der drei verschiedenen mikrobiologischen Insektizide zur Bekämpfung von *T. vaporariorum* aufzeigen. Anhand des Versuchs wird erkennbar, dass die Präparate Botanigard, Naturalis und Velifer zwar eine gewisse ähnliche Wirkungsweise auf *T. vaporariorum* haben, das feste mikrobiologische Insektizid Botanigard aber dennoch eine etwas bessere Wirkung erzielt. Zudem lässt sich Botanigard leichter dosieren als die flüssigen mikrobiologischen Insektizide (Naturalis, Velifer), die durch technische Probleme mit den Pipettenspitzen möglicherweise eine etwas geringere Menge an Volumen bei der Dosierung aufweisen können. Ein Nachteil der Botanigard- und Velifer-Präparate ist, dass sie in Deutschland noch nicht zugelassen sind und nur Naturalis in der Agrarwirtschaft und in Gartenbaubetrieben zur Auswahl steht. Da Naturalis aber fast die gleiche Wirkung erzielt, hebt sich der Nachteil einer Einschränkung der Alternativen etwas auf. Eine Beobachtung im Versuch ist, dass trotz der langen Wirkung auf *T. vaporariorum* von mindestens 6 bis 20 Tagen nach der letzten Spritzung, die Wirkung zum Versuchsende scheinbar immer weiter abnimmt und die Adulten und Larven von *T. vaporariorum* sich wieder besser entwickeln und vermehren können. Erstaunlich ist auch, dass das Präparat Velifer eine etwas schlechtere Wirkung erzielt als das Präparat Botanigard, obwohl die Sporenkonzentration von Velifer über 100 Mal so hoch ist, wodurch mehr Sporen Adulte und Larven von *T. vaporariorum* befallen sollten.

Die drei mikrobiologischen Insektizide (Botanigard, Naturalis, Velifer) sind eine viel versprechende Alternative zu chemischen Pflanzenschutzmitteln, da sie die Umwelt kaum schädigen und *T. vaporariorum* recht gut bekämpfen können. Zudem können die mikrobiologischen Insektizide in den integrierten Pflanzenschutz, der gesetzlich eingehalten werden muss, optimal miteinbezogen werden. Mikrobiologische Insektizide können bei jeder Jahreszeit im Gewächshaus ausgebracht werden, solange die Temperatur- und Feuchteverhältnisse für den Pilz *Beauveria bassiana* stimmen. Sie lösen keine Resistenzen gegenüber Schädlingen aus und weisen keine Rückstandsprobleme auf. Ob die Präparate mit *Beauveria bassiana* auch für das Freiland geeignet sind, sollte bei entsprechenden Versuchen herausgefunden werden.

Ein Nachteil der mikrobiologischen Insektizide ist, dass eine hohe relative Feuchte im Pflanzenbestand herrschen muss, damit der Pilz *Beauveria bassiana* optimal keimen und wirken kann. Daher muss ein Gleichgewicht zwischen der Feuchte für *Beauveria bassiana* und den Pflanzen gefunden werden, damit weder der Pilz abstirbt, noch die Pflanzen von pathogenen Pilzen befallen werden. Trotz des Nachteils sind mikrobiologische Insektizide zur Bekämpfung von *T. vaporariorum* geeignet. Um noch genauere Aussagen über die Wirkung der verschiedenen Pilzstämme und die optimalen Temperatur- und Feuchteverhältnisse machen zu können, sollten noch weitere Versuche mit *T. vaporariorum* aber auch mit anderen Schädlingen durchgeführt werden.

8 Literaturverzeichnis

- Alz Chem AG, o.J., „Break Thru S 240 IHR „TURBO“ FÜR DEN PFLANZENSCHUTZ“:
http://www.alzchem.com/sites/default/files/uploads/Downloads_Bro_Fly_Zert/LW_downloads/Deutsch/alzchem_bro_break_thru.pdf abgerufen am 30.10.2017
- BASF, o.J., „Velifer Eine neue Möglichkeit zur Bekämpfung von Drahtwürmern im Kartoffelanbau“:
https://www.agrar.basf.de/agroportal/de/media/migrated/de/produkte_neu_1/velifer/velifer-folder-genehmigung-artikel-53.pdf abgerufen am 10.10.2017
- BASF, 2017a, „Sicherheitsdatenblatt“:
<https://www.agrar.basf.de/agroportal/de/media/migrated/de/productfiles/sdb/sdb-velifer.pdf> abgerufen am 23.10.2017
- BASF, 2017b, „Gebrauchsanleitung, Genehmigung gemäß Artikel 53 der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009“:
<https://www.agrar.basf.de/agroportal/de/media/migrated/de/productfiles/ga/ga-velifer.pdf> abgerufen am 21.10.2017
- Bayer Crop Science(1), o.J., „Confidor® WG 70“:
<https://agrار.bayer.de/Produkte/Pflanzenschutzmittel/Produkte%20A-Z/Confidor%20WG%2070/Schnellinformation.aspx?data=MTFfNjAwMF9f?WT.ad=prductslider> abgerufen am 05.11.2017
- Bayer Crop Science(2), o.J., „Confidor® WG 70 Weiße Fliegen“:
<https://agrار.bayer.de/Produkte/Pflanzenschutzmittel/Produkte%20A-Z/Confidor%20WG%2070/Anwendungsliste?data=MTFfNjAwMF9f?WT.ad=prductslider> abgerufen am 05.11.2017
- Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation (BWVI)(1), o.J., „Schädlinge Weiße Fliegen“:
<http://www.hamburg.de/pflanzenschutz/weisse-fliegen/> abgerufen am 29.10.2017
- Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation (BWVI)(2), o.J., „Schädlingsbekämpfung, Aphidoletes aphidimyza – Räuberische Gallmücke“:
<http://www.hamburg.de/pflanzenschutz/aphidoletes-aphidimyza/> abgerufen am 11.11.2017
- Biofa o.J., „Naturalis® Insektizid gegen Weiße Fliegen“:
<http://www.biofa-profi.de/de/n/naturalis.html> abgerufen am 27.10.2017
- BioWorks, 2016, „BotaniGard® Mycoinsecticides“:
<http://www.bioworksinc.com/products/shared/botanigard.pdf> abgerufen am 24.10.2017
- Breuhahn, Mathias, 2017, Pflanzenschutzdienst Hamburg: persönliche Mitteilung
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), 2013, „Empfehlung der ZKBS zur Risikobewertung von *Beauveria bassiana* als Spender- oder Empfängerorganismus gemäß § 5 Absatz 1 GenTSV“:
https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/06_Gentechnik/ZKBS/01_Allgemeine_Stellungnahmen_deutsch/05_Pilze/Beauveria_bassiana.html abgerufen am 09.11.2017
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), 2014, „PSM-Zulassungsbericht (Registration Report)“:
http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/01_zulassungsberichte/007198-00-00.pdf?__blob=publicationFile&v=2 abgerufen am 27.10.2017

- Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz, 2016, „Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz - PflSchG)“:
https://www.gesetze-im-internet.de/pflschg_2012/PflSchG.pdf abgerufen am 21.10.2017
- Börner, Horst, 1997 „Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz“, 7. Auflage, Stuttgart: Ulmer-Verlag
- Büchse, Andreas, 2011, „Nutzung der Wirkungsgradberechnung nach ABBOTT und HENDERSON-TILTON in der angewandten Agrarforschung“:
http://www.biometrische-gesellschaft.de/fileadmin/AG_Daten/Landwirtschaft/tagungsberichte_pdf/buechse.pdf
 abgerufen am 16.10.2017
- Crüger, Gerd, 1983, „Pflanzenschutz im Gemüsebau“, 2., neubearbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart: Ulmer-Verlag
- Crüger, Gerd, Backhaus, Georg Friedrich, Hommes, Martin, Smolka, Silvia und Vetten, Heinrich-Josef, 2002, „Pflanzenschutz im Gemüsebau“, 4., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart: Ulmer-Verlag
- Diephaus, Volker, 2017, Spieß-Urania: persönliche Mitteilung
- e-nema(1), o.J., „Naturalis® Biologisches Insektizid auf der Basis von Beauveria bassiana (ATCC 74040)“:
<http://www.e-nema.de/assets/Uploads/Downloads/Infoblatt-Naturalis.pdf> abgerufen am 23.10.2017
- e-nema(2), o.J., „NATURALIS® Biologisches Insektizid auf Basis von Beauveria bassiana“:
<https://www.e-nema.de/assets/Uploads/Downloads/Anwendungshinweise-Naturalis.pdf>
 abgerufen am 23.10.2017
- EVONIK Industries, 2015, „BREAK-THRU S 240“: <http://www.break-thru.com/product/break-thru/Documents/break-thru-s-240.pdf> abgerufen am 30.10.2017
- Fortmann, Manfred, 2000, „Das grosse Buch Kosmosbuch der Nützlinge“, 2. Auflage, Stuttgart: Franckh-Kosmo Verlag
- Göser, Sophie, 2017, Biofa: persönliche Mitteilung
- Götte, Elisabeth, 2016, „Biologische Wirksamkeit von Insektiziden gegen die Weiße Fliege *Trialeurodes vaporariorum* in Fuchsien unter Glas“, Auftragsversuch von Spieß-Urania beim Pflanzenschutzdienst Hamburg vom 25.02. bis 31.03.2016
- Günther, Kurt, Hannemann, Hans-Joachim, Hieke, Fritz, Königsmann, Eberhard, Koch, Frank und Schumann, Hubert, 1989 „Urania Tierreich Insekten“, 5., überarbeitete Auflage, Leipzig, Jena, Berlin: Urania-Verlag
- Hammerschmidt, Dominik, o.J. „Auberginen pflanzen und pflegen“:
<http://www.gartenratgeber.net/pflanzen/auberginen-pflanzen-und-pflegen.html> abgerufen am 18.10.2017
- Heinze, K. und Frickhinger, H.W., 1974, „Leitfaden der Schädlingsbekämpfung“, 4., völlig neubearbeitete Auflage, Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft MBH.

- Hemmen, C., 2003, „Wichtige Schädlinge und Schadbilder im Gemüsebau“, Maintal: Syngenta Agro GmbH-Verlag
- Hetsch, Natalja, 2005, „Untersuchungen zur Virulenzstabilität von *Verticillium lecanii* (ZIMM.) VIÉGAS (*Hyphomycetales, Moniliaceae*) unter verschiedenen Umweltbedingungen am Beispiel von *Frankliniella occidentalis* (*Thysanoptera, Thripidae*)“, Dissertation, Humboldt-Universität Berlin
- Holt, Markus, 2010, „Untersuchungen zur Eignung entomopathogener und zur Identifizierung hyperparasitärer Pilze als Antagonisten der Honigbienenmilbe *Varroa destructor*“: <http://www-brs.ub.ruhr-uni-bochum.de/netahtml/HSS/Diss/HoltMarkus/diss.pdf> abgerufen am 14.11.2017
- Jaronski, Stefan T., 2014, „Mass Production of Entomopathogenic Fungi: State of the Art“ In: Morales-Ramos, Juan A., M. Guadalupe Rojas und David I. Shapiro-Ilan, 2013, „Mass Production of Beneficial Organisms, Invertebrates and Entomopathogens“, London, Waltham, San Diego: Academic Press Verlag, Kapitel 11: https://ac.els-cdn.com/B978012391453800011X/3-s2.0-B978012391453800011X-main.pdf?_tid=af616b92-c95c-11e7-84c6-00000aacb362&acdnat=1510678737_44b874bb8a49425f9f61b16d879d6232 abgerufen am 14.11.2017
- Kiepenkerl, o.J., „Aubergine Ophelia F1“: <https://www.samenhaus.de/aubergine-samen-ophelia-f1-von-kiepenkerl/a-3346/> abgerufen am 24.10.2017
- Krieg, Aloysius und Franz, Jost Martin, 1989, „Lehrbuch der biologischen Schädlingsbekämpfung“, Berlin, Hamburg: Verlag Paul Parey
- Kögel, Susanne, Gross, Jürgen, Hofmann, Christoph, Bathon, Horst und Hommes, Martin, 2010, „Asiatischer Marienkäfer *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773)“: https://www.julius-kuehn.de/media/Veroeffentlichungen/Flyer/Asiatischer_Marienkaefer.pdf abgerufen am 20.10.2017
- LAM INTERNATIONAL, 2016, „SAFETY DATA SHEET“: <http://www.bioworksinc.com/products/botanigard-es/botanigard-es-msds.pdf> abgerufen am 30.10.2017
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (LWK NRW), 2013, „Biologische Bekämpfung von Weißen Fliegen“: <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/pflanzenschutz/zierpflanzenbau/biologisch/bekaempfung-weisse-fliege.htm> abgerufen am 29.10.2017
- Lipinski, Klaus, Lackner, Hans, Laué, Oliver P., Kafka, Gerhard, Niemann, Alexander, Raasch, Eberhard, Schoon, Bernhard und Radonic, Andrej, 2015, „Datenlogger“: <http://www.itwissen.info/Datenlogger-data-logger.html> abgerufen am 19.10.2017
- Liu, Hongxia, Zhao, Xusheng, Guo, Mingxin, Liu, Hui und Zheng, Zhiming, 2015, „Growth and metabolism of *Beauveria bassiana* spores and mycelia“: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4652391/> abgerufen am 13.11.2017

- Ludwig-Mayerhofer, Wolfgang, o.J., „Maßzahlen für zentrale Tendenz, Streuung und andere Eigenschaften von Verteilungen“:
https://www.uni-siegen.de/phil/sozialwissenschaften/soziologie/mitarbeiter/ludwig-mayerhofer/statistik/statistik_downloads/statistik_i_3.pdf abgerufen am 16.10.2017
- May, Helge, o.J., „Der asiatische Harlekin-Marienkäfer hat Europa erobert“:
<https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/insekten-und-spinnen/kaefer/08187.html> abgerufen am 18.10.2017
- Mecklenburg, Elisabeth, 2012, „Mini-Auberginen“: <https://www.mein-naschbalkon.de/gem%C3%BCse-auf-balkon-terrasse/mini-auberginen/> abgerufen am 24.10.2017
- Ohnesorge, Bernhart, 1976, „Tiere als Pflanzenschädlinge“, Stuttgart: Georg Thieme Verlag
- Omya (Schweiz) AG AGRO, 2007, „Technische Informationen BREAK-THRU“:
<https://www.omya.com/AgroDocs/BreakThru.pdf> abgerufen am 23.10.2017
- Omya, 2009, „SICHERHEITSDATENBLATT gemäss 2001/58/EG“:
<https://www.omya.com/AgroDocs/Break-Thru-D-090227.pdf> abgerufen am 24.10.2017
- Pflanzenforschung.de gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), o.J., „Bonitur“: <http://www.pflanzenforschung.de/de/themen/lexikon/bonitur-1970> abgerufen am 23.10.2017
- Pflanzenschutzdienst Hamburg, 2017, „Prüfung der Wirkung von *Beauveria bassiana* Stämmen an *Trialeurodes vaporariorum* auf Auberginenpflanzen“, Versuch vom 26.04. bis 08.06.2017
- ProfiFlor GmbH, 2012, „BREAK-THRU S 240“: <http://www.profflor.de/Produkte/029-break-text.htm> abgerufen am 30.10.2017
- proplanta, o.J., „Bonitur (Bonitierung)“:
http://www.proplanta.de/Agrar-Lexikon/Bonitur_II1140798989.html abgerufen am 23.10.2017
- PS Info Gemüsebau, o.J., „Pflanzenschutzmittel Übersicht Naturalis“:
<https://gemuesebau.pflanzenschutz-information.de/> abgerufen am 21.10.2017
- Regierungspräsidium Gießen – Pflanzenschutzdienst (Pflanzenschutz Gießen), o.J., „Weiße Fliege an Tomate“:
<http://pflanzenschutzdienst.rp-giessen.de/pflanzenschutzinfothek/gemuese/tomate/weisse-fliege/> abgerufen am 29.10.2017
- Richter, E., 2009, „Nützlingseinsatz im Zierpflanzenbau unter Glas“, Braunschweig: DPG Selbstverlag
- Roberti, Roberta, Righini, Hillary, Masetti, Antonio und Maini, Stefano, 2017, „Compatibility of *Beauveria bassiana* with fungicides in vitro and on zucchini plants infested with *Trialeurodes vaporariorum*“:
https://ac.els-cdn.com/S1049964417301299/1-s2.0-S1049964417301299-main.pdf?_tid=a4997c28-c898-11e7-a719-00000aab0f01&acdnat=1510594538_10fbba0a94582b187d358c0cd0fb8c9d abgerufen am 13.11.2017
- Scharf, Michael, 2017, Pflanzenschutzdienst Hamburg: persönliche Mitteilung

- Schlüter, o.J., „Mini-Aubergine 'Ophelia' F1“: http://www.garten-schlueter.de/pflanzen-kaufen-p5465_Mini-Aubergine--apos-Ophelia-apos--F1.html abgerufen am 24.10.2017
- Seipel, Holger, 2009, „Fachkunde für Gärtner“, 8., aktualisierte und überarbeitete Auflage, Hamburg: Verlag Dr. Felix Büchner, Verlag Handwerk und Technik G.m.b.H.
- Stock, Nora, o.J., „Naturalis Biologisches Insektizid auf der Basis von *Beauveria bassiana*(ATCC 74040)“: Vortrag beim Pflanzenschutzdienst Hamburg 2016
- Stock, Nora und Barth, Michael, 2016, „E-Nema GmbH“: Vortrag beim Pflanzenschutzdienst Hamburg 2016
- Sutor, Peter, Neuberger, Sabine und Steinbacher, Nadine, 2016, „Agrarmärkte 2016“: https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/agrarmaerkte-2016_lfl-schriftenreihe.pdf abgerufen am 24.10.2017
- Umweltbundesamt, 2016, „Integrierter Pflanzenschutz spart Arbeit und schont die Umwelt“: <https://www.umweltbundesamt.de/integrierter-pflanzenschutz-spart-arbeit-schont-die#textpart-1> abgerufen am 18.10.2017
- VWR Supplier Partnerships for Customer Solutions, 2009, „Kalibrierschein der HAW Hamburg“
- Wan, Hong, 2003, „Molecular biology of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*: Insect-cuticle degrading enzymes and Development of a new selection marker for fungal transformation“: http://archiv.ub.uni-heidelberg.de/volltextserver/3255/1/Hong_WAN-Dissertation.pdf abgerufen am 09.11.2017
- Wulf, Alfred, 1979, „Der insektenpathogene Pilz *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Als Krankheitserreger des Kupferstechers *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae)“, Dissertation, Georg-August-Universität zu Göttingen

Anhang

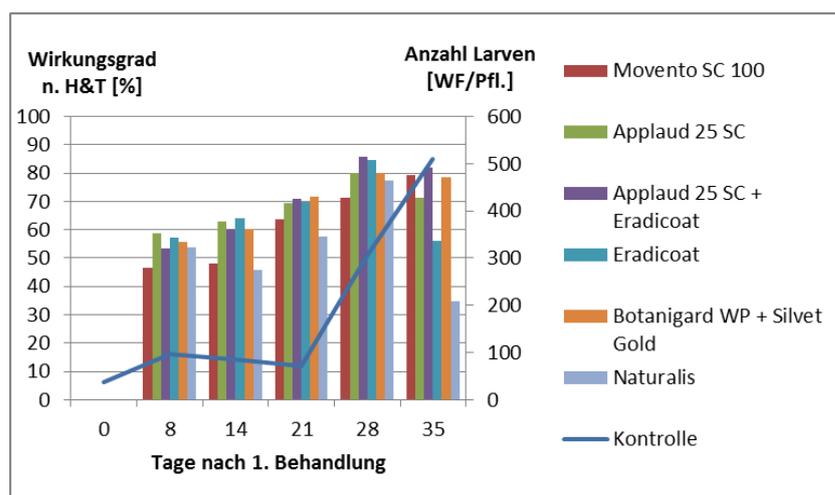


Abb. 75: Wirkungsgrad nach Henderson-Tilton von Insektiziden gegen Larven der Weißen Fliege (WF) *T. vaporariorum* in Fuchsien unter Glas 0 bis 35 Tage nach der 1. Behandlung, dunkelblau: Kontrolle, orange: Botanigard WP mit Silvet Gold, hellblau: Naturalis, Auftragsversuch Spieß-Uran, Versuchsleitung: Elisabeth Götte, (Götte 2016)

Tabelle 6: Pipettenprüfung zu Versuchsbeginn

Pipette:	1	1	1	2
Sollvolumen in µl:	100-1000	100-1000	100-1000	1000
Untersuchtes Volumen in µl:	160	500	1000	1000
Messnummer	Istvolumen in g	Istvolumen in g	Istvolumen in g	Istvolumen in g
1	0,161	0,500	0,999	0,985
2	0,161	0,499	0,996	0,987
3	0,161	0,499	0,994	1,006
4	0,161	0,498	1,002	1,001
5	0,162	0,499	0,996	1,019
6	0,160	0,498	0,994	0,983
7	0,160	0,498	0,997	0,980
8	0,161	0,498	0,996	0,991
9	0,161	0,498	1,000	0,992
10	0,161	0,499	0,997	0,973
Mittelwert in g:	0,161	0,499	0,997	0,992
Varianz in g:	0,000000322	0,000000489	0,000000654	0,000185
Standardabweichung in g:	0,000568	0,000699	0,00256	0,0136
Präzision:	0,00353	0,00140	0,00257	0,0137
Präzision in %:	0,353	0,140	0,257	1,37
Richtigkeit:	0,00746	-0,000978	-0,00108	-0,00649
Richtigkeit in %:	0,746	-0,098	-0,108	-0,649
g ₀ in g	0,160	0,499	0,998	0,998

Um g₀ ausrechnen zu können gilt folgendes: 1000 µl entsprechen 0,998176 g bei 20 °C

Tabelle 7: Pipettenprüfung zu Versuchsende

Pipette:	1	1	1
Sollvolumen in μl :	100-1000	100-1000	100-1000
Untersuchtes Volumen in μl :	160	500	1000
Messnummer	Istvolumen in g	Istvolumen in g	Istvolumen in g
1	0,159	0,495	1,004
2	0,160	0,493	0,991
3	0,159	0,493	0,994
4	0,160	0,495	0,990
5	0,160	0,494	0,993
6	0,160	0,495	0,994
7	0,160	0,496	0,990
8	0,159	0,495	0,991
9	0,160	0,494	0,992
10	0,161	0,496	0,993
Mittelwert in g:	0,160	0,495	0,993
Varianz in g:	0,000000400	0,00000116	0,0000166
Standardabweichung in g:	0,000632	0,00107	0,00408
Präzision:	0,00396	0,00217	0,00410
Präzision in %:	0,396	0,217	0,410
Richtigkeit:	0,000575	-0,00899	-0,00499
Richtigkeit in %:	0,0575	-0,899	-0,499
g_0 in g	0,160	0,499	0,998

Um g_0 ausrechnen zu können gilt folgendes: 1000 μl entsprechen 0,998176 g bei 20 °C

Tabelle 8: Grenzwerte der verstellbaren Kolbenhub- oder Luftpilsterpipette 100-1000 μl

Prüfvolumen	100 μl	500 μl	1000 μl
Unrichtigkeit	5,00 %	1,00 %	0,60 %
Unpräzision	2,00 %	0,40 %	0,20 %

VWR Supplier Partnerships for Customer Solutions, 2009

Tabelle 9: Boniturtabellen der Kontrolle (Vorbonitur bis Bonitur 2)

Variante: 1	Wdh	Pflanze	Vorbonitur				Bonitur 1				Bonitur 2			
			26.06.2017		Pflanzengröße		30.06.2017		Pflanzengröße		05.07.2017		Pflanzengröße	
			Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm
a	1		13	10	6	59	25	32	8	70	4	60	8	77
	2		20	3	7	59	26	3	7	73	35	100	8	82
	3		3	10	6	51	15	11	7	65	8	20	7	72
	4		59	60	7	49	41	0	7	64	75	370	7	73
	5		39	25	6	53	37	53	8	66	7	70	8	72
	6		33	80	7	50	35	65	7	64	26	1200	7	71
		Summe		167	188			179	164			155	1820	
	Durchschnittlich				6,5	53,5			7,3	67,0			7,5	74,5
b	1		85	520	7	62	35	865	7	68	18	3040	8	79
	2		8	18	8	55	33	30	8	68	15	98	7	74
	3		23	10	6	57	40	15	6	70	34	75	8	77
	4		29	100	7	56	23	455	8	74	12	480	7	80
	5		53	60	6	60	49	180	7	70	28	550	7	78
	6		8	95	7	60	17	550	7	76	12	600	6	76
		Summe		206	803			197	2095			119	4843	
	Durchschnittlich				6,8	58,3			7,2	71,0			7,2	77,3
c	1		17	0	7	45	12	3	7	76	68	64	8	80
	2		66	40	6	42	19	790	6	73	63	56	7	76
	3		7	100	7	50	16	180	6	80	82	150	8	82
	4		48	370	6	47	143	600	7	76	85	1600	7	75
	5		3	0	6	40	15	20	7	66	12	55	8	69
	6		114	480	6	45	38	1450	7	75	53	4220	7	71
		Summe		255	990			243	3043			363	6145	
	Durchschnittlich				6,3	44,8			6,7	74,3			7,5	75,5
d	1		35	0	7	58	2	20	6	68	3	19	7	77
	2		7	0	7	54	26	13	7	67	19	38	8	72
	3		11	0	7	53	17	85	7	69	13	12	7	78
	4		10	0	6	53	15	157	8	69	14	161	8	76
	5		13	0	6	58	30	250	7	67	7	21	7	74
	6		33	100	7	55	18	600	7	64	15	920	7	76
		Summe		109	100			108	1125			71	1171	
	Durchschnittlich				6,7	55,2			7,0	67,3			7,3	75,5

Tabelle 10: Boniturtabellen der Kontrolle (Bonitur 3 bis 5)

Bonitur 3				Bonitur 4				Bonitur 5			
12.07.2017	Pflanzengröße			19.07.2017	Pflanzengröße			25.07.2017	Pflanzengröße		
Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm
14	159	11	89	130	140	10	91	360	218	10	95
43	345	10	86	106	650	11	89	411	560	10	94
8	61	10	83	208	8	9	87	500	125	10	94
52	720	9	84	480	1000	12	90	1320	440	11	94
17	340	10	88	68	196	10	95	320	200	11	96
44	660	9	82	402	920	8	94	500	1530	8	91
178	2285			1394	2914			3411	3073		
		9,8	85,3			10,0	91,0			10,0	94,0
200	2000	11	89	370	460	12	89	620	2270	12	95
27	150	9	86	220	111	12	92	200	1040	10	92
20	78	9	86	95	180	10	90	410	600	11	97
56	850	8	88	203	330	10	90	350	463	12	96
38	310	9	86	140	470	11	89	560	1150	8	90
57	630	9	86	270	220	12	93	240	480	11	99
398	4018			1298	1771			2380	6003		
		9,2	86,8			11,2	90,5			10,7	94,8
41	99	11	90	263	157	9	89	183	215	8	96
155	1500	8	90	435	800	9	88	920	660	9	87
56	220	10	89	96	375	7	87	340	590	10	93
115	1500	9	86	397	1850	7	94	990	1170	9	92
15	55	9	81	54	135	10	87	206	175	11	82
300	2000	11	85	354	2150	7	85	450	850	14	87
682	5374			1599	5467			3089	3660		
		9,7	86,8			8,2	88,3			10,2	89,5
6	52	9	85	65	115	8	80	101	105	8	92
6	105	9	80	56	131	8	84	64	135	9	86
14	79	11	88	135	70	10	91	450	180	9	95
38	220	10	88	165	210	9	95	134	145	9	95
24	140	10	82	45	80	7	84	100	105	8	87
120	375	10	86	200	580	10	82	205	257	9	86
208	971			666	1186			1054	927		
		9,8	84,8			8,7	86,0			8,7	90,2

Tabelle 11: Boniturtabellen der Kontrolle (Bonitur 6 bis 8)

Bonitur 6				Bonitur 7				Bonitur 8			
01.08.2017		Pflanzengröße		08.08.2017		Pflanzengröße		16.08.2017		Pflanzengröße	
Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm
450	1150	8	99	209	2420	8	98	385	4055	8	103
503	1250	11	93	510	1940	7	95	663	7500	9	94
445	2890	10	99	265	4930	9	100	445	4600	9	98
1500	20250	10	98	690	17500	11	105	1470	9200	8	106
655	410	10	101	233	2100	9	102	249	2300	6	108
840	8600	11	90	305	10200	8	94	1275	3600	8	94
4393	34550			2212	39090			4487	31255		
		10,0	96,7			8,7	99,0			8,0	100,5
485	3400	12	97	93	4500	10	98	1190	3430	7	100
400	3500	11	95	71	7500	7	98	905	3700	10	95
595	9000	11	98	195	2300	10	100	700	2330	10	98
290	2120	10	98	73	9100	7	105	518	4600	9	98
535	3600	10	95	142	1180	10	95	695	2200	10	96
230	9000	11	101	110	9200	8	102	430	450	11	97
2535	30620			684	33780			4438	16710		
		10,8	97,3			8,7	99,7			9,5	97,3
714	5500	10	101	930	20000	10	98	571	24000	11	98
350	4700	11	91	690	7500	10	87	670	8500	10	87
640	1800	10	99	380	3200	7	100	525	13000	9	100
520	8500	13	95	390	10000	9	94	830	14200	14	96
455	370	9	87	450	3500	7	87	656	3800	9	85
525	5700	9	95	535	5060	7	90	803	12800	13	97
3204	26570			3375	49260			4055	76300		
		10,3	94,7			8,3	92,7			11,0	93,8
248	68	7	95	64	1140	9	93	230	510	9	97
360	160	9	90	245	1950	9	87	545	1480	8	86
244	1700	8	94	152	5700	10	99	165	750	8	97
510	6250	11	99	235	27500	12	103	800	3690	12	100
84	750	8	91	66	1220	8	91	780	4670	10	97
42	1000	8	89	96	17500	11	86	335	1950	11	86
1488	9928			858	55010			2855	13050		
		8,5	93,0			9,8	93,2			9,7	93,8

 = Schätzwert

Tabelle 12: Boniturtabellen von Botanigard (Vorbonitur bis Bonitur 2)

		Vorbonitur				Bonitur 1				Bonitur 2			
Variante: 2		26.06.2017		Pflanzengröße		30.06.2017		Pflanzengröße		05.07.2017		Pflanzengröße	
Wdh	Pflanze	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm
a	1	42	30	6	57	17	123	7	71	10	250	6	80
	2	45	0	7	60	31	51	7	73	7	35	7	81
	3	15	0	5	56	8	82	7	67	3	24	6	76
	4	28	0	7	55	14	66	6	66	5	20	6	80
	5	23	250	7	58	19	600	7	69	10	490	6	76
	6	69	0	7	57	13	25	6	68	2	210	7	79
		Summe	222	280			102	947			37	1029	
	Durchschnittlich			6,5	57,2			6,7	69,0			6,3	78,7
b	1	8	10	6	56	8	21	7	68	3	18	7	75
	2	10	30	6	54	11	100	7	68	8	33	7	73
	3	4	5	7	49	11	0	8	70	9	0	7	76
	4	13	0	7	55	13	85	7	67	13	455	8	75
	5	28	120	7	60	34	700	8	69	16	180	8	78
	6	129	570	7	54	42	1150	7	67	28	400	8	70
		Summe	192	735			119	2056			77	1086	
	Durchschnittlich			6,7	54,7			7,3	68,2			7,5	74,5
c	1	114	0	5	49	18	70	7	58	5	650	8	68
	2	30	300	6	55	26	1200	8	60	5	420	7	72
	3	50	20	6	60	26	10	7	65	14	180	8	79
	4	28	0	6	51	18	32	8	66	4	42	7	79
	5	91	0	6	52	30	20	6	70	10	600	7	78
	6	12	0	6	48	19	0	8	65	7	11	7	73
		Summe	325	320			137	1332			45	1903	
	Durchschnittlich			5,8	52,5			7,3	64,0			7,3	74,8
d	1	1	5	6	58	10	0	6	65	4	21	6	65
	2	5	0	7	55	3	2	8	74	7	8	8	68
	3	4	10	6	51	13	20	6	63	4	9	7	69
	4	10	75	6	55	18	41	8	70	9	30	8	78
	5	28	250	6	53	29	580	5	60	29	950	7	73
	6	72	180	7	55	66	1300	8	60	48	280	8	73
		Summe	120	520			139	1943			101	1298	
	Durchschnittlich			6,3	54,5			6,8	65,3			7,3	71,0

Tabelle 13: Boniturtabellen von Botanigard (Bonitur 3 bis 5)

Bonitur 3				Bonitur 4				Bonitur 5			
12.07.2017	Pflanzengröße			19.07.2017	Pflanzengröße			25.07.2017	Pflanzengröße		
Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm
12	170	8	83	67	155	9	92	78	50	9	88
2	125	9	84	14	82	6	90	109	24	7	90
5	0	8	82	8	20	9	86	44	18	8	91
9	58	9	86	65	52	8	93	133	50	7	93
12	42	8	80	15	20	8	84	24	14	7	86
4	190	10	88	23	78	8	95	29	31	8	93
44	585			192	407			417	187		
		8,7	83,8			8,0	90,0			7,7	90,2
4	28	10	89	29	25	10	88	44	77	11	94
12	18	10	85	100	35	13	90	323	110	11	92
23	41	10	86	47	46	11	94	73	236	12	100
18	120	11	86	49	75	10	93	198	210	12	97
15	167	11	91	130	65	8	91	150	229	11	96
58	700	10	82	83	160	11	90	430	130	12	88
130	1074			438	406			1218	992		
		10,3	86,5			10,5	91,0			11,5	94,5
9	300	11	78	60	94	8	78	86	110	11	78
18	320	8	84	169	300	10	86	150	30	11	83
7	450	9	81	42	164	9	87	94	40	13	85
7	36	8	84	132	85	11	83	206	65	12	88
11	260	8	83	62	86	7	86	110	35	14	86
10	65	8	82	72	51	11	86	43	300	13	89
62	1431			537	780			689	580		
		8,7	82,0			9,3	84,3			12,3	84,8
4	48	11	83	15	45	9	89	23	20	10	92
4	41	9	86	14	10	7	93	26	20	11	89
1	9	9	83	45	53	10	85	78	25	12	90
10	141	9	91	34	12	10	96	36	40	13	100
64	1050	9	80	95	120	10	83	70	200	12	84
66	1000	9	81	198	150	8	85	82	280	10	85
149	2289			401	390			315	585		
		9,3	84,0			9,0	88,5			11,3	90,0

Tabelle 14: Boniturtabellen von Botanigard (Bonitur 6 bis 8)

Bonitur 6				Bonitur 7				Bonitur 8			
01.08.2017	Pflanzengröße			08.08.2017	Pflanzengröße			16.08.2017	Pflanzengröße		
Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm
74	95	9	89	73	240	10	91	379	1162	5	96
109	361	8	94	48	1000	9	97	274	4180	5	100
40	80	9	86	176	180	7	92	261	229	6	93
77	325	7	95	170	3000	9	100	710	15380	6	100
66	90	8	86	86	210	7	87	198	1025	7	85
20	70	9	94	178	154	8	98	313	775	7	94
386	1021			731	4784			2135	22751		
		8,3	90,7			8,3	94,2			6,0	94,7
80	99	9	96	62	55	10	93	163	2225	8	102
560	9000	12	94	180	9000	12	94	1400	12200	12	96
209	340	10	104	115	1030	11	110	455	11240	6	112
580	250	12	102	165	1700	11	105	1200	3400	9	104
165	2750	10	101	82	1335	10	105	915	5400	8	104
490	1310	11	93	120	3500	8	93	1600	10000	7	97
2084	13749			724	16620			5733	44465		
		10,7	98,3			10,3	100,0			8,3	102,5
80	279	7	82	20	2280	9	81	133	650	9	77
77	287	8	90	107	1127	8	91	108	900	9	93
43	168	9	82	37	1500	11	87	63	280	10	87
97	1289	8	89	148	3400	8	92	207	1330	9	93
69	4079	8	86	39	700	11	87	32	65	10	88
158	83	9	88	115	2590	9	89	83	735	9	86
524	6185			466	11597			626	3960		
		8,2	86,2			9,3	87,8			9,3	87,3
73	60	9	91	34	130	9	99	84	76	13	96
43	54	8	92	56	64	6	92	127	224	10	91
128	180	9	90	110	1100	9	96	287	1500	11	97
310	1290	10	100	100	1900	9	104	403	1180	13	110
203	2185	7	89	81	1650	6	93	262	1250	12	96
143	2600	9	90	36	2800	7	93	320	1950	11	94
900	6369			417	7644			1483	6180		
		8,7	92,0			7,7	96,2			11,7	97,3

 = Schätzwert

Tabelle 15: Boniturtabellen von Naturalis (Vorbonitur bis Bonitur 2)

		Vorbonitur				Bonitur 1				Bonitur 2			
Variante: 3		26.06.2017		Pflanzengröße		30.06.2017		Pflanzengröße		05.07.2017		Pflanzengröße	
Wdh	Pflanze	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm
a	1	2	0	6	49	2	2	6	63	1	17	7	70
	2	46	0	6	58	10	0	7	76	6	135	7	80
	3	22	0	6	56	15	26	7	70	6	55	7	76
	4	16	0	6	55	14	20	7	75	9	5	8	80
	5	18	5	7	57	42	82	7	67	10	65	8	75
	6	105	350	7	56	65	700	7	70	39	1030	7	76
	Summe		209	355			148	830			71	1307	
Durchschnittlich				6,3	55,2			6,8	70,2			7,3	76,2
b	1	111	280	6	44	33	105	7	67	11	2330	11	76
	2	4	60	7	40	29	250	8	68	29	210	8	77
	3	1	0	6	40	11	0	7	68	12	10	8	76
	4	18	20	7	46	6	470	7	78	12	300	7	74
	5	5	0	6	40	6	0	7	63	10	50	8	69
	6	3	0	6	44	11	14	6	72	5	8	8	76
	Summe		142	360			96	839			79	2908	
Durchschnittlich				6,3	42,3			7,0	69,3			8,3	74,7
c	1	35	350	7	46	11	240	7	80	9	1345	9	77
	2	116	520	7	57	45	1650	8	75	2	1200	7	76
	3	19	260	6	61	14	90	6	72	10	810	8	81
	4	28	450	7	62	13	960	8	70	6	400	9	76
	5	14	60	7	60	5	115	7	70	3	180	8	75
	6	48	250	8	56	20	1030	8	70	4	180	8	77
	Summe		260	1890			108	4085			34	4115	
Durchschnittlich				7,0	57,0			7,3	72,8			8,2	77,0
d	1	97	40	6	35	12	110	7	65	6	550	7	71
	2	23	150	7	40	16	750	8	69	6	830	7	75
	3	5	0	6	40	8	5	6	70	9	7	8	74
	4	11	0	7	48	10	39	8	74	8	30	8	76
	5	5	0	7	44	12	0	7	70	1	4	7	72
	6	2	0	5	40	15	70	7	65	5	50	7	74
	Summe		143	190			73	974			35	1471	
Durchschnittlich				6,3	41,2			7,2	68,8			7,3	73,7

Tabelle 16: Boniturtabellen von Naturalis (Bonitur 3 bis 5)

Bonitur 3				Bonitur 4				Bonitur 5			
12.07.2017	Pflanzengröße			19.07.2017	Pflanzengröße			25.07.2017	Pflanzengröße		
Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm
5	29	8	84	34	35	10	92	30	30	11	91
19	320	9	88	53	140	5	94	80	15	11	93
4	110	11	84	47	80	9	86	76	20	11	86
12	45	10	87	31	76	7	91	212	83	15	94
7	80	10	85	29	72	9	87	75	70	12	86
66	850	10	85	230	135	7	88	94	430	13	87
113	1434			424	538			567	648		
		9,7	85,5			7,8	89,7			12,2	89,5
112	1200	7	84	236	480	9	91	170	490	10	86
121	310	8	85	270	285	10	91	126	700	10	85
10	30	7	82	119	63	7	88	210	100	10	87
134	275	8	83	211	70	9	88	88	110	14	111
10	8	8	75	56	32	8	87	28	50	10	81
19	18	8	80	141	55	9	89	85	74	12	113
406	1841			1033	985			707	1524		
		7,7	81,5			8,7	89,0			11,0	93,8
74	450	9	87	197	135	10	85	229	198	8	90
235	650	9	90	300	280	10	84	474	661	10	93
58	239	10	88	217	110	11	90	320	85	8	95
176	290	10	90	430	750	12	90	440	1470	10	95
24	83	8	89	45	50	11	83	74	84	7	85
204	640	9	86	260	370	10	86	270	120	9	87
771	2352			1449	1695			1807	2618		
		9,2	88,3			10,7	86,3			8,7	90,8
26	560	8	78	280	490	8	81	570	370	9	89
44	420	7	78	225	301	7	85	220	210	12	89
2	0	8	80	56	53	8	85	54	60	14	88
13	65	9	83	54	68	6	86	89	230	10	89
0	24	9	81	24	47	6	87	32	62	11	87
9	15	8	79	58	32	6	86	44	94	10	91
94	1084			697	991			1009	1026		
		8,2	79,8			6,8	85,0			11,0	88,8

Tabelle 17: Boniturtabellen von Naturalis (Bonitur 6 bis 8)

Bonitur 6				Bonitur 7				Bonitur 8			
01.08.2017	Pflanzengröße			08.08.2017	Pflanzengröße			16.08.2017	Pflanzengröße		
Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm
99	35	7	90	20	270	6	89	360	1200	6	96
66	48	8	92	49	300	7	92	150	440	9	98
58	60	8	89	85	130	6	96	365	2300	7	94
75	600	8	97	80	1060	9	99	480	8100	14	101
55	40	8	87	160	350	8	87	580	2100	12	87
93	120	9	90	110	2750	9	93	560	6000	10	93
446	903			504	4860			2495	20140		
		8,0	90,8			7,5	92,7			9,7	94,8
71	1500	7	89	90	13590	11	88	1100	9100	11	86
92	1000	8	91	216	2512	8	92	1070	9600	12	91
56	160	7	88	83	5380	10	89	480	1300	11	89
74	1200	6	91	132	1850	9	90	700	5300	13	93
25	86	8	83	46	380	9	80	420	450	8	90
62	250	7	98	81	630	7	90	410	2300	6	91
380	4196			648	24342			4180	28050		
		7,2	90,0			9,0	88,2			10,2	90,0
47	190	9	97	15	1035	8	95	805	430	8	90
175	1850	9	100	45	5600	9	96	1470	1100	8	99
88	1055	9	98	68	1850	10	100	580	1300	8	103
159	1290	10	96	62	11800	8	98	910	1100	8	100
59	85	8	87	98	170	7	90	260	900	7	90
122	700	8	89	56	1250	9	90	805	600	9	87
650	5170			344	21705			4830	5430		
		8,8	94,5			8,5	94,8			8,0	94,8
127	1080	8	88	158	3500	12	91	288	2770	11	94
232	1330	11	90	134	3500	9	90	217	2500	9	90
63	75	8	89	64	122	8	91	124	80	6	86
114	170	13	90	108	2000	8	91	237	1530	9	92
71	25	8	90	35	458	7	92	84	120	7	87
128	80	9	90	278	5350	8	95	184	535	7	95
735	2760			777	14930			1134	7535		
		9,5	89,5			8,7	91,7			8,2	90,7

 = Schätzwert

Tabelle 18: Boniturtabellen von Velifer (Vorbonitur bis Bonitur 2)

		Vorbonitur				Bonitur 1				Bonitur 2			
Variante: 4		26.06.2017	Pflanzengröße		30.06.2017	Pflanzengröße		05.07.2017	Pflanzengröße				
Wdh	Pflanze	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm
a	1	52	150	6	53	16	475	6	69	13	510	7	75
	2	9	280	6	50	4	700	7	63	1	560	7	72
	3	9	0	7	53	10	5	6	70	6	4	8	76
	4	4	28	7	52	3	11	8	65	4	14	9	80
	5	17	195	6	61	12	650	7	68	8	320	7	79
	6	12	5	6	56	13	4	7	69	5	20	7	80
	Summe	103	658			58	1845			37	1428		
	Durchschnittlich			6,3	54,2			6,8	67,3			7,5	77,0
b	1	11	25	5	57	20	7	7	68	3	24	8	80
	2	44	350	7	63	31	0	7	73	59	130	8	81
	3	3	0	5	53	16	2	7	70	2	90	8	79
	4	21	40	7	63	7	70	6	76	12	70	10	79
	5	8	0	6	66	25	8	7	75	4	9	8	84
	6	39	15	7	55	28	0	7	74	16	75	9	77
	Summe	126	430			127	87			96	398		
	Durchschnittlich			6,2	59,5			6,8	72,7			8,5	80,0
c	1	80	550	7	57	11	970	7	68	2	1400	7	79
	2	14	0	6	59	11	120	7	72	2	190	6	77
	3	13	0	7	52	15	35	7	70	8	20	7	80
	4	7	0	7	57	13	7	8	75	9	35	8	80
	5	4	50	6	50	7	5	7	63	2	37	6	69
	6	6	20	7	54	18	21	8	66	3	20	7	77
	Summe	124	620			75	1158			26	1702		
	Durchschnittlich			6,7	54,8			7,3	69,0			6,8	77,0
d	1	62	0	6	54	19	35	6	63	2	195	7	74
	2	7	450	6	48	10	820	8	58	5	200	7	67
	3	12	370	6	52	4	290	7	66	3	260	8	77
	4	15	0	5	58	20	180	7	67	10	97	6	74
	5	10	570	5	49	17	330	7	60	7	550	7	71
	6	15	0	6	57	18	2	8	67	3	7	6	76
	Summe	121	1390			88	1657			30	1309		
	Durchschnittlich			5,7	53,0			7,2	63,5			6,8	73,2

Tabelle 19: Boniturtabellen von Velifer (Bonitur 3 bis 5)

Bonitur 3				Bonitur 4				Bonitur 5			
12.07.2017	Pflanzengröße			19.07.2017	Pflanzengröße			25.07.2017	Pflanzengröße		
Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm
15	330	9	79	65	80	9	82	330	171	10	86
69	530	9	81	115	66	8	86	130	484	9	89
6	10	10	88	28	6	9	90	110	44	11	93
7	45	8	87	61	32	6	90	33	24	12	93
72	325	8	81	45	40	8	90	76	67	11	93
14	30	8	85	92	20	6	91	73	785	10	96
183	1270			406	244			752	1575		
		8,7	83,5			7,7	88,2			10,5	91,7
13	130	11	85	46	72	10	86	106	29	12	89
76	410	11	91	620	740	11	89	800	2130	10	94
10	51	9	87	27	12	9	90	52	21	10	94
21	125	9	90	236	45	10	92	325	50	10	93
6	18	10	91	17	18	11	93	65	33	10	98
19	130	10	90	350	140	9	88	340	565	10	93
145	864			1296	1027			1688	2828		
		10,0	89,0			10,0	89,7			10,3	93,5
180	700	8	84	195	530	9	88	34	66	9	90
62	170	8	79	131	175	8	87	45	42	7	91
10	10	8	84	380	85	9	86	135	8	9	92
13	50	10	84	186	86	9	85	40	48	8	89
12	48	8	77	59	29	8	76	32	18	9	82
19	65	9	82	31	86	9	84	36	22	9	95
296	1043			982	991			322	204		
		8,5	81,7			8,7	84,3			8,5	89,8
10	260	8	78	34	112	8	82	48	45	8	82
35	230	7	77	206	23	12	80	39	24	9	84
21	405	9	85	307	76	7	86	83	20	8	87
5	180	9	86	123	130	9	83	83	36	9	88
5	150	7	82	62	28	7	78	54	32	8	80
4	12	9	79	29	37	8	82	250	28	8	87
80	1237			761	406			557	185		
		8,2	81,2			8,5	81,8			8,3	84,7

Tabelle 20: Boniturtabellen von Velifer (Bonitur 6 bis 8)

Bonitur 6				Bonitur 7				Bonitur 8			
01.08.2017	Pflanzengröße			08.08.2017	Pflanzengröße			16.08.2017	Pflanzengröße		
Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm	Adulte	Larven	Anzahl Blätter	Höhe in cm
80	225	8	84	151	1460	6	90	175	1900	10	86
148	130	8	80	98	840	6	93	255	5423	12	100
28	65	9	98	113	140	10	100	183	415	8	100
50	43	9	90	70	310	7	93	262	507	12	90
31	130	8	93	36	140	8	97	225	626	11	95
27	800	10	98	82	1810	7	98	227	2210	11	96
364	1393			550	4700			1327	11081		
		8,7	90,5			7,3	95,2			10,7	94,5
54	230	10	97	65	420	10	87	860	521	13	91
403	12000	11	96	60	10500	11	98	1170	12805	11	95
123	200	10	99	230	700	10	96	775	2205	9	99
325	11100	12	98	150	650	13	100	812	6072	14	100
197	243	10	100	84	675	12	98	610	2110	11	103
261	10500	10	92	350	4010	7	93	932	10380	9	93
1363	34273			939	16955			5159	34093		
		10,5	97,0			10,5	95,3			11,2	96,8
70	780	9	92	41	2150	9	96	532	1906	7	97
98	1910	9	85	66	1960	9	99	407	1750	6	99
23	200	8	91	92	810	11	97	715	955	7	95
98	2600	12	89	217	4250	10	90	600	5500	9	93
24	32	9	86	20	175	8	84	174	233	8	83
154	130	9	97	210	3200	11	98	130	3500	5	102
467	5652			646	12545			2558	13844		
		9,3	90,0			9,7	94,0			7,0	94,8
22	110	10	84	48	1010	10	82	215	1081	8	85
94	84	9	82	78	1190	10	85	412	810	6	89
34	430	9	90	86	8850	9	90	302	2960	8	90
59	200	7	92	94	1034	11	93	320	950	7	95
50	1630	8	82	125	7800	11	84	170	5500	6	83
24	400	9	88	35	750	8	88	42	1040	8	89
283	2854			466	20634			1461	12341		
		8,7	86,3			9,8	87,0			7,2	88,5

= Schätzwert

Tabelle 21: Boniturtabelle für den Rußtaupilz-Befall der einzelnen Parzellen

Datum: 27.07.2017																
Pflanzennummer	Varianten															
	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c	4d
1	gering	mittel	mittel	gering	gering	/	gering	/	gering	stark	gering	gering	gering	gering	mittel	/
2	gering	gering	stark	gering	gering	gering	gering	/	gering	mittel	mittel	gering	/	gering	gering	gering
3	gering	gering	mittel	gering	/	gering	gering	/	/	gering	mittel	/	/	gering	gering	gering
4	mittel	gering	stark	gering	/	gering	gering	gering	gering							
5	gering	gering	gering	gering	/	gering	gering	/	gering	gering	gering	/	gering	/	gering	gering
6	gering	gering	stark	gering	/	gering	gering	gering	gering	gering	gering	/	gering	gering	/	gering
Mittelwert	gering	gering	mittel	gering	gering	gering	gering	gering	gering	mittel	gering	gering	gering	gering	gering	gering
Datum: 01.08.2017																
Pflanzennummer	Varianten															
	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c	4d
1	gering	stark	mittel	gering	gering	/	gering	/	gering	stark	mittel	gering	gering	gering	mittel	/
2	gering	gering	stark	gering	gering	gering	gering	/	gering	mittel	mittel	gering	gering	gering	gering	gering
3	gering	gering	mittel	gering	/	gering	gering	gering	/	gering	mittel	/	/	gering	gering	gering
4	mittel	gering	stark	gering	mittel	/	gering	gering	gering	gering						
5	gering	gering	gering	gering	/	gering	gering	gering	gering	gering	gering	/	gering	/	gering	gering
6	mittel	gering	stark	gering	/	mittel	gering	gering	gering	gering	gering	/	gering	gering	/	gering
Mittelwert	gering	gering	mittel	gering	gering	gering	gering	gering	gering	mittel	mittel	gering	gering	gering	gering	gering
Datum: 08.08.2017																
Pflanzennummer	Varianten															
	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c	4d
1	gering	stark	stark	gering	gering	/	gering	/	gering	stark	stark	mittel	gering	gering	mittel	/
2	gering	gering	stark	mittel	gering	gering	gering	/	gering	mittel	stark	mittel	gering	mittel	gering	gering
3	mittel	gering	mittel	gering	/	gering	gering	gering	/	gering	mittel	/	/	gering	mittel	gering
4	stark	gering	stark	gering	mittel	gering	gering	mittel	gering	gering						
5	gering	gering	mittel	gering	/	gering	/	gering	mittel							
6	mittel	gering	stark	gering	gering	mittel	gering	gering	stark	gering	gering	/	gering	gering	/	gering
Mittelwert	mittel	gering	stark	gering	gering	gering	gering	gering	gering	mittel	mittel	mittel	gering	gering	gering	gering
Datum: 16.08.2017																
Pflanzennummer	Varianten															
	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c	4d
1	mittel	stark	stark	gering	gering	gering	gering	/	gering	stark	stark	mittel	gering	gering	mittel	gering
2	mittel	gering	stark	mittel	gering	gering	gering	/	gering	stark	stark	mittel	gering	mittel	gering	gering
3	stark	mittel	mittel	gering	/	gering	gering	gering	gering	stark	mittel	/	/	gering	mittel	gering
4	stark	mittel	stark	stark	gering	gering	mittel	gering	gering	stark	mittel	gering	gering	mittel	mittel	gering
5	mittel	gering	stark	stark	/	gering	gering	gering	gering	mittel	gering	gering	gering	gering	gering	stark
6	mittel	mittel	stark	stark	gering	mittel	mittel	mittel	stark	gering	gering	/	gering	mittel	gering	mittel
Mittelwert	mittel	mittel	stark	mittel	gering	gering	gering	gering	gering	stark	mittel	mittel	gering	mittel	mittel	mittel

Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die mich bei der Anfertigung dieser Arbeit unterstützt haben.

Prof. Dr. Bettina Knappe für das Betreuen und die Unterstützung dieser Arbeit und dafür, dass ich mit Fragen und Problemen jederzeit zu ihr kommen konnte. Weiterhin bedanke ich mich für ihr Engagement während meines Praxissemesters.

Prof. Dr. Heiner Kühle für das Ermöglichen meines Praxissemesters und der Unterstützung bei Fragen diesbezüglich.

Dr. Malgorzata Rybak und der Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation Hamburg, dass ich mein Praxissemester beim Pflanzenschutzdienst Hamburg durchführen konnte und dadurch zu meinem Thema für die Bachelorarbeit gelangt bin.

Dipl.-Ing Michael Scharf, der mir mit seiner Erfahrung, Betreuung und Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit geholfen hat.

Mathias Breuhahn, der mir mit seiner Hilfe und vielen Ratschlägen zur Seite gestanden hat.

Den Labormitarbeitern für die Unterstützung bei der Pilz- und Schädlingsbestimmung.

Allen Mitarbeitern des Pflanzenschutzdienstes Hamburg, die mich während meiner Zeit des Versuchs unterstützt haben, sei hiermit herzlich gedankt.

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich die Bachelorarbeit eigenständig verfasst und nur die Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben, die angegeben sind.

Hamburg, den 18.12.2017

Jasmin Holtzendorff