Universität für Bodenkultur Wien

Department Nutzpflanzenwissenschaften

Gregor-Mendel-Straße 33

1180 Wien

Untersuchungen zum Vorkommen parasitischer Pilze im österreichischen Ölkürbisanbau

Masterarbeit

von

Simone Kolbinger, B. Sc.

Matrikelnummer 01641067

Betreuer

Univ.-Doz. Dr. phil. Gerhard Bedlan

Wien, 2020

Danksagung

Mein herzlichster Dank gilt meinem Professor und Betreuer, Herrn Univ.-Doz. Dr. phil. Gerhard Bedlan vom Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion der AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH) für die Überlassung dieses für die Landwirtschaft hochrelevanten Themas und für die große fachliche und persönliche Unterstützung. Zu großem Dank verpflichtet bin ich Dipl. Ing. Julia Votzi (Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion der AGES) für die Organisation der Monitorings und die große Hilfe beim Sammeln der Proben, sowie Mag. Astrid Plenk (Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion der AGES) für die zahlreichen Anregungen und Denkanstöße. Ich bedanke mich bei Herrn Dipl.-Ing. (FH) Michael Schwarz von der Abteilung Datenmanagement der AGES für das Anfertigen der Österreich-Karten. Meiner Schwester Dr. phil. Ulrike Kolbinger danke ich herzlich für Korrekturen und Verbesserungsvorschläge. Ein großer Dank geht an meine Eltern, die mich während meines Studiums unterstützt und mir dieses ermöglicht haben.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung 2

1. Einleitung 6

2. Ölkürbis 7

2.1 Der Ölkürbis 7

2.2 Biologie 7

2.3 Geschichte, Herkunft und Verbreitung 8

2.4 Standortansprüche und Anbau 8

2.5 Verwendung und Nutzung 9

3. Pathogene Pilze am steirischen Ölkürbis 10

3.1 *Ascochyta*-Blattfleckenkrankheit 10

3.1.1 Einleitung 10

3.1.2 Symptome 10

3.1.3 Biologie 10

3.2 Brennfleckenkrankheit 11

3.2.1 Einleitung 11

3.2.2 Symptome 12

3.2.3 Biologie 13

3.3 Anthraknose-Krankheit 13

3.3.1 Einleitung 13

3.3.2 Symptome 14

3.3.3 Biologie 14

3.4 Echter Mehltau 15

3.4.1 Einleitung 15

3.4.2 Symptome 15

3.4.3 Biologie 16

3.4.4 Unterscheidung der Erreger 17

3.5 Schwarzfäule 19

3.5.1 Einleitung 19
3.5.2 Symptome 19
3.5.3 Biologie 20
3.6 *Phyllosticta*-Blattflecken 21
3.6.1 Einleitung 21
3.6.2 Symptome 21
3.6.3 Biologie 22
3.7 Falscher Mehltau 23
3.7.1 Einleitung 23
3.7.2 Symptome 23
3.7.3 Biologie 23
3.8 *Stagonosporopsis*-Blattflecken 25
3.8.1 Einleitung 25
3.8.2 Symptome 26
3.8.3 Biologie 26
4. Material und Methoden 28
4.1 Probennahmen 28
4.2 Morphologische Bestimmung der pflanzenparasitären Pilze 28
4.3 Statistische Auswertung 29
5. Ergebnisse 30
5.1 *Golovinomyces orontii* und *Golovinomyces cucurbitacearum* 32
5.2 *Stagonosporopsis cucurbitacearum* 36
5.3 *Ascochyta cucumeris* 37
5.4 *Phoma cucurbitacearum* 38
5.5 *Phyllosticta cucurbitacearum* 39
5.6 *Pseudoperonospora cubensis* 40
5.7 *Colletotrichum coccodes* 41
5.8 *Colletotrichum orbiculare* 42

6. Diskussion 43
6.1 Bewertung der Ergebnisse in Bezug auf die Witterung 43
6.2 Bewertung der morphologischen Bestimmung der Pyknidienbildner 44
6.2.1 *Phyllosticta cucurbitacearum* Sacc. (1878) 44
6.2.2 *Phoma cucurbitacearum* (Fr.) Sacc. (1884) 45
6.2.3 *Ascochyta cucumeris* Fautrey & Roum. / *Ascochyta cucumis* Fautrey & Roum. (1891) 46
6.2.4 *Stagonosporopsis cucurbitacearum* (Fr.) Avescamp, Gruyter &Verkley (2010) 47
6.2.5 Resumee 48
6.3 Bewertung der Häufigkeit des Vorkommens der Krankheiten 49
7. Zusammenfassung 51
8. Abstract 52
9. Literaturverzeichnis 53
10. Abbildungsverezichnis 58
11. Tabellenverzeichnis 61
12. Anhang 62

1. Einleitung

Der steirische Ölkürbis stellt eine wichtige und traditionsreiche Kultur in Österreich dar. Es kann schon im Jahre 1697 der erste Nachweis des Kürbisanbaus in der Steiermark erbracht werden (ANONYM, 2019a). Auch vor einigen Jahrzehnten war diese Kultur noch immer nur im selben Gebiet vorzufinden. Durch den steigenden Absatzmarkt in Österreich und Deutschland nahm die Anbaufläche in den letzten Jahren überproportional zu, nun nicht nur in der Steiermark, sondern vor allem im niederösterreichischen Weinviertel und auch im Burgenland.

Im Jahr 2000 betrug die Gesamtanbaufläche in Österreich 10.376 ha, wohingegen im Jahr 2016 eine Fläche von 38.928 ha (ANONYM, 2019b) verzeichnet wurde. 2018 sinkt der Wert auf 23.421 ha. Hier liegen 50% der Flächen, was absolut 11.711 ha entspricht, in Niederösterreich, der Anteil in der Steiermark beträgt 35% (8197 ha). An dritter Stelle kommt das Burgenland mit einem 5%-Anteil (1171 ha). (ANONYM, 2019b)

Diese drei Bundesländer zählen zum Herkunftsgebiet „Steirisches Kürbiskernöl g.g.A.“ (ANONYM, 2019a). Der steirische Ölkürbis wird ebenso in kleinen Mengen in Oberösterreich, Kärnten, Wien und in Tirol angebaut (ANONYM, 2019b).

Durch den Erstnachweis zweier Pathogene (KOLBINGER et al., 2019) am steirischen Ölkürbis konnte gezeigt werden, dass es notwendig ist in dieser Kultur eine Bestandsaufnahme der vorkommenden Krankheiten, im engeren Sinne, der parasitischen Pilze durchzuführen. Um einen möglichst hohen Ertrag zu erreichen, müssen Krankheiten möglichst früh erkannt und eliminiert werden. Dafür wurde das Vorkommen der pilzlichen Krankheitserreger im Sommer 2018 in den Hauptanbaugebieten des Ölkürbis in Österreich erhoben.

Aus diesen und weiteren Daten können Prognosen zum Auftreten von Krankheiten erstellt werden und es kann eine angemessene und frühzeitige Bekämpfung durchgeführt werden.

2. Ölkürbis

2.1 Der Ölkürbis

Der Ölkürbis, vor allem der steirische Ölkürbis, spielt in Österreich eine herausragende Rolle als Spezialität. Das berühmte Kürbiskernöl ist nicht mehr wegzudenken, wenn es um bestimmte Speisen, vor allem Salate geht. In diesem Teil der Arbeit wird die Kulturpflanze, welche in der Masterarbeit auf das Vorkommen parasitischer Pilze untersucht wurde, kurz vorgestellt.

2.2 Biologie

Etwa 20 Arten umfasst die Gattung *Cucurbita,* welche der Familie der Kürbisgewächse (*Cucurbitaceae*) zugeordnet wird. Hierzu gehört auch der Ölkürbis *Cucurbita pepo,* dessen Samen Öl und Eiweiß enthalten, so dass sie zur Gewinnung des Kürbiskernöls dienen können. (SCHUSTER, 1992) Vor allem die weichschaligen Sorten von *Curcurbita pepo* var. *styriaca* spielen hierbei eine große Rolle (SCHUSTER, 1992), da es nicht zur Verdickung und Verholzung der Zellwände der Samenschalen kommt und somit die Ölgewinnung erleichtert. (SPERBER, 1988) Weichschalige Samen weisen einen höheren Ölgehalt (40-50%) als die hartschaligen Samen (30-40%) auf (SCHUSTER, 1992). Deshalb spielen die weichschaligen Sorten eine größere Rolle im steirischen Ölkürbisanbau.

Die Ranken des Ölkürbis können eine Länge von bis zu 8 m erreichen (ROTH und KORMANN, 2005). Die Blätter sind langgestielt, groß, herzförmig und überlappen mehr oder weniger stark. Des Weiteren sind die Blätter und Blattstiele steif bis stachelig behaart. Die Blüten des Ölkürbis sind von gold-gelber Farbe und monözisch. Die weiblichen Blüten sitzen an einem kurzen dicken und die männlichen an einem langen, dünnen Stiel in den Blattachseln. (SCHUSTER, 1992) Die Bestäubung der Blüten erfolgt vor allem durch Insekten (Bienen und Hummeln) (SPERBER, 1988). Die entstehenden Früchte können sich morphologisch ein wenig unterscheiden. Die Farbe kann von hellgelb über orange bis dunkelgrün sowie von einfarbig bis gestreift variieren. Auch die Form kann kugelig, tonnenförmig bis abgeflacht oder birnenförmig sein. Die Samen wachsen im Inneren der Frucht an dem grob faserigen Gewebe, welches weißlich oder kräftig orange sein kann. Die weichbeschalten Samen sind mit einer pergamentartigen, silbrig glänzenden Testa und der darunter liegenden dunkel- bis olivgrünen Schale umgeben. Die Testa fällt nach dem Trocknen leicht ab. (SCHUSTER, 1992)

2.3 Geschichte, Herkunft und Verbreitung

Wie der Großteil der Kürbisarten stammt auch der Ölkürbis (*Cucurbita pepo*) aus Amerika. (SPERBER, 1988) Wahrscheinlich war er ursprünglich in dem Gebiet des nördlichen Zentralamerikas bis ins östliche Nordamerika heimisch. Aus einem sehr bitteren, birnenförmigen, wilden Winterkürbis züchteten die Ureinwohner Nordamerikas eine wohlschmeckende und genießbare Frucht. Viele Kürbisarten, u.a. der Ölkürbis, gelangten im 16. Jahrhundert, kurz nach der Entdeckung Amerikas, nach Europa. LEONHARDT FUCHS dokumentierte den Ölkürbis 1543 das erste Mal in seinem „New Kreüterbuch". (ROTH und KORMANN, 2005) Im 17. und 18. Jahrhundert wurde er in England und Frankreich als Kulturpflanze verbreitet. Nach Russland gelangte der Ölkürbis im19. Jahrhundert. Im selben Jahrhundert wurde er dann auch in Österreich heimisch. Dort werden vor allem steirische Sorten (*Cucurbita pepo* var. *styriaca*) verwendet, deren Samen als „schalenlos" gewachsene Kürbiskerne bezeichnet werden, wohingegen andere Ölkürbis-Sorten eine harte, verholzte Schale um die Samen besitzen. (SPERBER, 1988)

Die Hauptanbaugebiete des Ölkürbis belaufen sich auf die ehemalige Sowjetunion, USA, China, Ägypten, Slowenien und Österreich (ROTH und KORMANN, 2005).

2.4 Standortansprüche und Anbau

Der Ölkürbis ist eine wärmebedürftige Pflanze. Viel Wärme, also eine Mindesttemperatur von 10 °C während der Kulturzeit, und eine hohe Luftfeuchtigkeit stellen optimale Bedingungen für die Kultur dar. Zwar kann sich der Ölkürbis durch eine Atmungshemmung auch an Trockenheit bis zu einem gewissen Punkt gut anpassen. Zum Auflaufen und zur Fruchtbildung benötigt er jedoch ausreichend Wasser. Aufgrund seiner langen Vegetationszeit birgt die frühe Aussaat des Ölkürbis im Frühjahr (Ende April – Anfang Mai) die Gefahr des Spätfrosts, so dass die Keimlinge oder Jungpflanzen geschädigt werden. Der Boden sollte mittelschwer (sandiger Lehm- oder lehmiger Sandboden) sein mit guter Struktur und einem ausreichenden Humusanteil. Der Kürbis ist staunässeempfindlich, daher sind tonige Böden als Anbauflächen nicht geeignet. Vor allem südseitig gelegene Hänge ohne Schattenlagen sollten bevorzugt werden. Als Vorfrucht stellt der Ölkürbis keine besonderen Ansprüche. Bei vorangegangenem Anbau von Leguminosen sollte man den Stickstoffanteil beachten und die Düngung verringern. Es ist mit einem Ertragsrückgang durch Krankheiten und Unkräuter zu rechnen, wenn mehrmals hintereinander Kürbis auf den Flächen angebaut wird (ANONYM, 2015). Der

Ölkürbis eignet sich gut als Vorfrucht, da der Boden mit guter Struktur und durch das zurückgebliebene Fruchtfleisch mit großen Nährstoffmengen hinterlassen wird. Des Weiteren ist wichtig, dass die Pflanzen gleichmäßig auflaufen, damit keine Wachstumsunterschiede entstehen, da diese nicht ausgeglichen werden können. Hierfür ist ein feinkrümeliges Saatbett eine wichtige Voraussetzung. (SPERBER, 1988)

2.5 Verwendung und Nutzung

Viele Speisen können mit dem hochwertigen und wohlschmeckenden Kürbiskernöl verfeinert werden. Vor allem Salate, wie zum Beispiel grüner Salat oder Käferbohnensalat, aber auch Vanilleeis werden durch das Öl in Österreich zu einer außergewöhnlichen Spezialität. Darüber hinaus werden Kürbiskerne, ob geröstet, gesalzen, süß oder unbehandelt, auch international immer häufiger verzehrt (SCHUSTER, 1992). Sie finden Verwendung in Müslimischungen, als Snack oder werden in Speisen, wie zum Beispiel in Kürbiskern-Palatschinken, Kürbiskern-Spätzle oder im Apfelstrudel verarbeitet.

Die Inhaltsstoffe der „Kürbiskerne“ sind je nach Standortbedingungen und Sorte sehr variabel. Der Fettgehalt der weichschaligen Formen beläuft sich auf 40-50%. Der Eiweißgehalt der Kerntrockenmasse beträgt 36-40%. Aufgrund der Fettsäurezusammensetzung, welche abhängig von den klimatischen Bedingungen ist (LELLEY et al., 2009), erweist sich das Kürbiskernöl als sehr hochwertig und damit ernährungsphysiologisch wertvoll. Linolsäure, Ölsäure, Palmitinsäure und Stearinsäure sind die Fettsäuren, die hauptsächlich darin vorkommen (LELLEY et al., 2009). Auch der Tokopherolgehalt (Vitamin E) ist mit 320 bis 520 mg/kg Öl relativ hoch (SCHUSTER, 1992). In LELLEY et al. (2009) wird eine Wertspanne zwischen 40-720 mg/kg angegeben. Neben der Wirkung als Vitamin E und einer hohen antioxidativen Aktivität konnte NESARETNAM et al. (2007) nachweisen, dass die Tocotrienole das Risiko einer Neuerkrankung an Brustkrebs mindern. In Österreich werden Kürbiskerne in der traditionellen Medizin verwendet, um die Harnblase und die Prostata zu heilen. Auch in der modernen Phytotherapie werden sie zur Heilung einer gutartigen Prostata-Hyperplasie eingesetzt (LELLEY et al., 2009).

3. Pathogene Pilze am steirischen Ölkürbis

3.1 *Ascochyta*-Blattfleckenkrankheit

Ascochyta cucumeris Fautrey und Roum.

3.1.1 Einleitung

Der Erreger *Ascochyta cucumeris* wurde 1891 erstmals von Fautrey und Roumeguère beschrieben. Die sexuelle Form trägt den Namen *Didymella bryoniae* (Fuckel) Rehm und wurde erstmals als *Sphaeria bryoniae* 1870 von FUCKEL beschrieben. Diese Krankheit ist weltweit verbreitet und Wirtspflanzen aus der Familie der *Cucurbitaceae* werden befallen.

3.1.2 Symptome

An den Blättern kann man unregelmäßige, dunkelbraune Flecken erkennen, die von einem noch dunkleren Rand begrenzt werden (Abb. 1). Die Flecken beginnen meist am Rand und können sich über das ganze Blatt ausbreiten, so dass das ganze Blatt abstirbt. Auf diesen Flecken sind viele schwarz gefärbte Fruchtkörper (Pyknidien) zu erkennen.

Abbildung 1: Blattrandnekrosen verursacht durch *Ascochtya cucumeris*

Auch auf den Früchten tritt der Krankheitserreger regelmäßig auf. Auf den leicht eingesunkenen braun verfärbten Flecken können ebenso, wie auf den Blättern, viele Pyknidien beobachtet werden.

3.1.3 Biologie

Der Pilz gehört zu den Ascomyceten und zur Familie der *Didymellaceae*. Nach BEDLAN (2012b) kann die asexuelle Form *Ascochyta cucumeris* mit Pyknidien sowie die sexuelle Form *Didymella bryoniae* mit den Pseudothezien gleichzeitig auf der Wirtpflanze vorkommen. Auf den Proben dieser Untersuchungen war dies nicht der Fall. Die

asexuell gebildeten Konidien und die sexuell gebildeten Ascosporen werden durch Wasser und Wind verbreitet. Durch verletzte Stellen an der Wirtpflanze kann der Krankheitserreger in das Gewebe eindringen. Die optimale Temperatur, um eine Wirtspflanze erfolgreich zu infizieren, liegt bei Kürbissen bei 24-25 °C. Der Erreger kann auf befallenen Pflanzenresten überdauern und so eine erneute Infektion hervorrufen. Deshalb ist es wichtig, eine mehrjährige Fruchtfolge einzuhalten (BEDLAN, 2012b).

Die Konidien von *Ascochyta cucumeris* sind zweizellig und haben bei diesen Untersuchungen eine Größe von 7,4-12,3 x 2,1-3 µm. Sie sind länglich und die Enden der Konidien abgerundet (Abb. 2). Im Protolog des Erregers wird eine Konidiengröße von 8-11 x 3 µm angegeben (ROUMEGUÈRE, 1891).

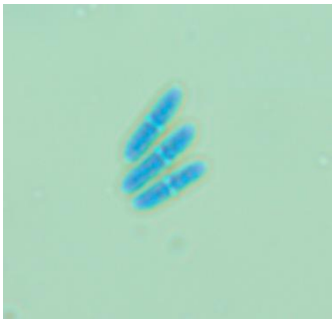

Abbildung 2: Zweizellige Konidien von *A. cucumeris* mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970)

3.2 Brennfleckenkrankheit

Colletotrichum coccodes (Wallr.) S. Hughes

3.2.1 Einleitung

Colletotrichum coccodes wurde zuerst unter dem Namen *Chaetomium coccodes* von WALLROTH 1833 beschrieben. Im Jahr 1958 wurde der Erreger von HUGHES in *Colletotrichum coccodes* umbenannt.

Diese Krankheit tritt in vielen Teilen der Welt zum Beispiel an *Solanaceae, Cucurbitaceae* und *Fabaceae* auf. Sie verursacht vor allem in Tomaten und Kartoffeln einen großen Schaden. Neuerdings wurde von RODRIGUEZ-SALAMANCA und HAUSBECK (2018) festgestellt, dass das Pathogen auch an Zwiebel vorkommt. Des Weiteren können Unkrautarten aus den Familien *Amaranthaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Euphorbia-*

ceae, Poaceae, Malvaceae, Oxalidaceae und *Polygonaceae* als Wirt dienen (RODRIGUEZ-SALAMANCA und HAUSBECK, 2018).

3.2.2 Symptome

Dieser Erreger tritt vor allem auf den Früchten auf. Die Krankheitssymptome äußern sich dann besonders auf den reifen Ölkürbissen. Zunächst zeigen sich kleine, runde, leicht vertiefte Läsionen, in denen später konzentrische Ringe entstehen (Abb. 3). Diese Flecken können einen Durchmesser von 12 bis 15 mm haben. Die Mitte der Läsionen ist hellbraun und kann durch die entstandenen Pilzstrukturen (Mikrosklerotien und Acervuli) schwarz werden. Bei feuchtem und nassem Wetter können die Fruchtkörper in den Blattflecken rosafarbene Sporenmassen entlassen. Geerntete infizierte Früchte haben eine schlechte Lagerfähigkeit und sind sehr anfällig für Sekundärbefälle durch Fäulniserreger.

Abbildung 3: Runde eingesunkene Flecken verursacht durch *Colletotrichum coccodes*

Abbildung 4: Ovale, dunkelbraune-schwarze Flecken umrandet von einem gelben Hof

Auch die Blätter und Wurzeln können durch die Brennfleckenkrankheit befallen werden. Auf den Blättern entwickeln sich kleine, runde, hellbraune bis braune Flecken, die oft von einem gelben Hof umrandet sind (Abb. 4). An den Wurzeln entstehen zunächst dunkle Läsionen, die dann zu einer Wurzelfäule führen.

3.2.3 Biologie

Colletotrichum coccodes entwickelt genauso wie *Colletotrichum orbiculare* in den Läsionen und Flecken Sklerotien, die unter geeigneten Bedingungen Acervuli mit braunen, septierten Setae (KOIKE et al., 2007) bilden. Die Acervuli sind becherförmig und haben eine Größe von ca. 0,3 mm. Die Acervuli beinhalten einzellige, hyaline Konidien. Sie sind zylindrisch mit stumpfen Enden und sind bei diesen Untersuchungen 13-29,5 x 2,6-4,5 µm groß (Abb. 5). Nach KOIKE et al. (2007) sind sie 16-24 x 2-5 µm groß.

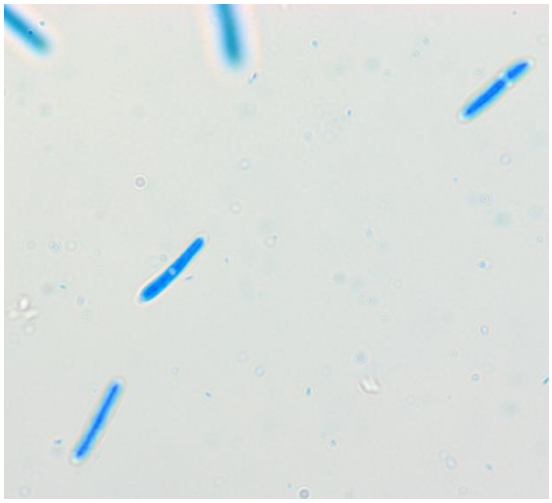

Abbildung 5: lange, schlanke Konidien von *Colletotrichum coccodes* mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970)

3.3 Anthraknose-Krankheit

Colletotrichum orbiculare (Berk.) Arx

3.3.1 Einleitung

Unter dem Namen *Cytospora orbicularis* wurde der Erreger erstmals 1838 von BERKELEY beschrieben. Der gleiche Autor benannte ihn dann im Jahr 1876 in *Gloeosporium orbiculare* um. 1957 wurde das Pathogen von ARX dann in *Colletotrichum orbiculare* umbenannt. Die Hauptfruchtform *Glomerella lagenarium* wird selten gefunden (KOIKE et al., 2007; DAMM et al., 2013).

Das Pathogen kommt weltweit auf Kürbisgewächsen vor (DAMM et al., 2013). In ariden Gebieten spielt der Krankheitserreger eine weniger wichtige Rolle, in humiden Gebieten kann es jedoch zu großen Ertragsminderungen kommen. (KOIKE et al., 2007)

3.3.2 Symptome

Die ersten Symptome bilden unregelmäßig geformte Blattläsionen, die wässrig aussehen. Sie werden chlorotisch und können sich bis zu einem Durchmesser von einem Zentimeter vergrößern. Die Flecken werden hellbraun bis dunkelbraun und sind von einem noch dunkleren Rand begrenzt. Das Gewebe wird trocken und bricht aus (Abb. 6). Bei starker Symptomausprägung kann es auch zu Verdrehungen und zum Wellen des Blattes führen.

Abbildung 6: hellbraune Blattflecken, verursacht durch *Colletotrichum orbiculare,* brechen aus

Auf den Früchten entstehen runde, wie mit Wasser durchtränkte Flecken, die sich später dunkelbraun bis schwarz verfärben, sie sind leicht eingesunken. Durch das Auftreten von hoher Luftfeuchtigkeit quellen die Acervuli des Pathogens in den Flecken und entlassen rosa gefärbte Sporenmassen.

3.3.3 Biologie

Der Erreger überwintert auf infizierten Kürbispflanzenresten. Die Konidien werden durch Wasserspritzer und möglicherweise durch Insekten übertragen. Damit es zur Keimung und Infektion kommt, benötigen die Konidien eine sehr hohe relative Luftfeuchte für 24 Stunden. Das Temperaturoptimum liegt im Bereich von 22 bis 27 °C. (KOIKE et al., 2007) Die ersten Symptome treten drei Tage nach der Infektion auf. Zur Ausbildung der Konidienlager sind einige weitere Tage nötig. Des Weiteren kann *Colletotrichum orbiculare* über das Saatgut übertragen werden. (BEDLAN, 2012b)

Das Pathogen bildet auf dem Wirt schwarze, becherförmige Fruchtkörper (Acervuli) mit dunkelbraunen Setae (Abb.7). Die Konidien werden von Konidienmutterzellen im Acervulus gebildet. Die Acervuli werden von der Epidermis bedeckt, die bei der Konidienreife aufreißt und die Konidien freigibt. Die Konidien sind hyalin, gerade, zylindrisch, nicht septiert, mit abgestumpften Enden und haben eine Größe von 9,8 - 19,2 x 4,1 - 5,5 µm (laut Protolog: 13-19 x 4-6 µm) (Abb.8).

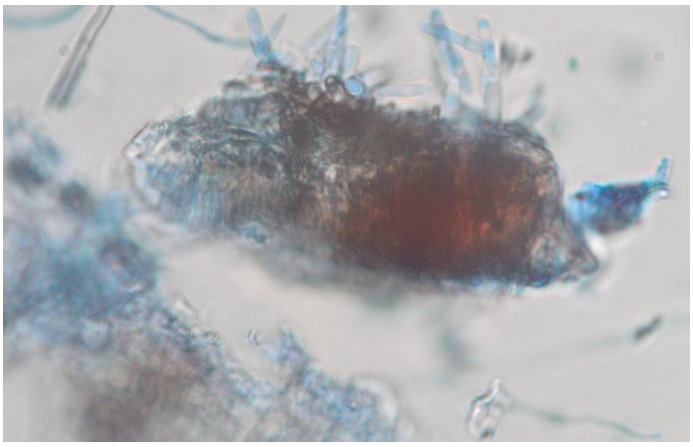

Abbildung 7: Acervulus mit Setae mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970)

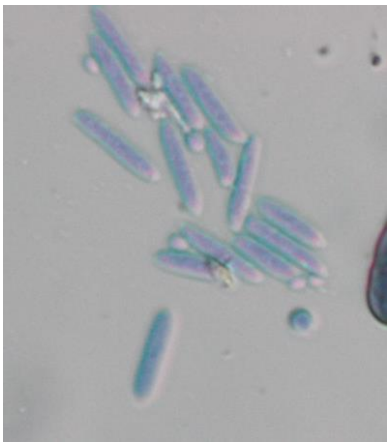

Abbildung 8: Konidien von *Colletotrichum orbiculare* mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970)

3.4 Echter Mehltau

Golovinomyces cucurbitacearum (T.Y. Zheng & G.Q. Chen) D.J. Vakalounakis & E. Klironomou und *Golovinomyces orontii* (Castagne) V.P. Heluta

3.4.1 Einleitung

Viele landwirtschaftliche und gartenbauliche Kulturen sind anfällig für den Echten Mehltau. Auch an Kürbisgewächsen ist er weit verbreitet und tritt häufig auf. (PIRONDI et al., 2015) 1981 wurde der Erreger *Golovinomyces cucurbitacearum* erstmals unter dem Namen *Erysiphe cucurbitacearum* von ZHENG und CHEN beschrieben. *Golovinomyces orontii* 1851 unter dem Namen *Erysiphe orontii* von CASTAGNE. Beide Erreger wurden 2018 zum ersten Mal in Österreich auf den Blättern des steirischen Ölkürbis (*Cucurbita pepo* var. *styriaca*) nachgewiesen (KOLBINGER et al., 2019).

3.4.2 Symptome

Die weißlichen, wie mit Mehl bestäubten, runden Flecken treten in der Regel auf der Blattoberseite (BEDLAN, 2012b; BRAUN und COOK, 2012) auf. Diese Flecken können sich bei guten Bedingungen zu einem Überzug des gesamten Blattes entwickeln (Abb. 9). In diesem Fall kommt es dann zum Absterben des Blattes. Mit fortgeschrittenem

Alter verfärbt sich das Myzel grau-braun (BEDLAN, 2012b). Nach BEDLAN (2012b) kann es in Gewächshäusern und bei längerer Kulturdauer auch zum Befall der Blattunterseiten, Stängel und Früchte kommen.

Abbildung 9: Durch den Echten Mehltau befallenes Kürbisblatt

3.4.3 Biologie

Beide Mehltauerreger sind obligat biotrophe Pathogene, welche zur Familie der *Erysiphaceae* gehören (PIRONDI et al., 2015).

Golovinomyces orontii kann Chasmothezien bilden, welche 10-14 Asci mit je 2-3 Ascosporen beinhalten. (PIRONDI et al., 2015) Allerdings kommt es sehr selten vor, dass diese Chasmothezien gebildet werden (BRAUN und COOK, 2012; BRAUN et al., 2019). In der Tschechischen Republik, wo *G. orontii* den Haupterreger des Echten Mehltaus an *Cucurbitaceae* darstellt, wurden Chasmothezien gefunden (KRÍSTKOVÁ et al., 2009). In Deutschland, Ungarn und Bulgarien wurden ebenso vereinzelt Chasmothecien entdeckt (KRÍSTKOVÁ et al., 2009). Auch bei dem Erreger *G. cucurbitacearum* kommt es sehr selten zur Bildung von Chasmotecien (BRAUN und COOK, 2012; BRAUN et al., 2019).

Das Myzel befindet sich auf der Blattoberseite bzw. seltener auf der Blattunterseite, wo Ketten aus Oidien des Pilzes angeordnet sind (Abb. 10). Die Verbreitung des Pilzes erfolgt über das Loslösen einzelner Oidien. Dies wird durch einen Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit begünstigt. Die Oidien keimen und es bildet sich ein Myzel.

Anschließend kommt es erneut zur Sporulation. Trockenwarmes Klima und erhöhte Luftfeuchtigkeit stellen optimale Bedingungen für den Pilz dar. (BEDLAN, 2012b)

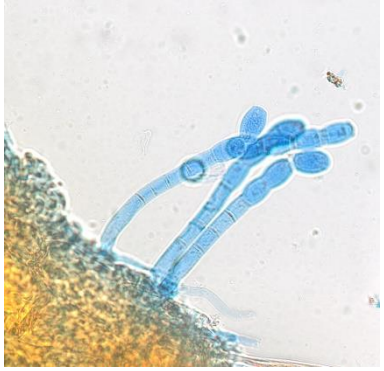

Abbildung 10: Konidienketten von *Golovinomyces cucurbitacearum* mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970)

3.4.4 Unterscheidung der Erreger

Da es bei beiden Erregern selten vorkommt, dass Chasmothecien gebildet werden, ist die Unterscheidung der beiden Spezies *G. cucurbitacearum* und *G. orontii* schwierig (BRAUN und COOK, 2012). Sie erfolgt in dieser Arbeit hauptsächlich durch die Messung der Oidien. (KOLBINGER et al., 2019) Hierbei ist nicht nur die Breite der Oidien von Bedeutung, sondern auch ihre Form. *G. orontii* hat Oidien, die (22) 25-40 x15-23 µm (BRAUN, 1995) groß sind, wohingegen die Oidien von *G. cucurbitacearum* 18-28 (-30,5) x 12-15µm (ZHENG und CHEN, 1981) messen.

Der Keimschlauch der Oidien des Erregers *Golovinomyces orontii* formt sich meist apikal (Abb. 11) (BRAUN und COOK, 2012; PIRONDI et al., 2016). Dabei ist er oft so lange wie die Oidien selbst oder kürzer, leicht gedreht, etwas verbreitert und nicht verzweigt. Der Keimschlauch der Oidien von *G. cucurbitacearum* wird seitlich an der Oidie gebildet und ist ebenfalls nicht verzweigt (Abb. 12). (BRAUN und COOK, 2012)

Abbildung 11: Oidie von *G. orontii* mit apikalem Keimschlauch

Abbildung 12: Oidie von *G. cucurbitacearum* mit seitlichem Keimschlauch

In Tabelle 1 sind die Länge und Breite der Oidien und die Oidienform angeführt (BRAUN, 1995; ZHENG und CHEN, 1981).

Tabelle 1: Die Unterscheidung der beiden Spezies erfolgt durch die angegebenen Maße der Oidienbreite in µm. Die angeführte Oidienlänge [µm] und die Oidienform sind von geringerer Bedeutung. (KOLBINGER et al., 2019) Die Maße der Oidien von *G. orontii* sind nach BRAUN (1995) und die Oidien von *G. cucurbitacearum* nach ZHENG und CHEN (1981) angeführt.

Spezies	Oidienlänge [µm]	Oidienbreite [µm]	Oidienform
Golovinomyces orontii	(22) 25-40	15-23	nicht geschwollen, ellipsoidisch, ei- bis tönnchenförmig-fast zylindrisch
Golovinomyces cucurbitacearum	18-28 (-30,5)	12-15	tönnchenförmig-zylindrisch, fast zylindrisch

Nach BRAUN (1995) ist eine weitere Unterscheidung der *Golovinomyces*-Arten durch die Fußzellen der Kondienketten möglich. Die Fußzellen von *Golovinomyces orontii* haben eine Größe von 40-100 x (7,5-) 10-13 (-15) µm. Diese Fußzelle ist gefolgt von 1-3 kürzeren Zellen (10-25 x 11-14 µm). Es wurden jedoch keine Angaben zur Größe und Form der Fußzellen von *Golovinomyces cucurbitacearum* gemacht.

3.5 Schwarzfäule

Phoma cucurbitacearum (Fr.) Sacc.

3.5.1 Einleitung

Das Pathogen wurde unter dem Namen *Sphaeria cucurbitacearum* 1823 von FRIES dokumentiert. Im Jahr 1884 wird der Erreger dann von SACCARDO in *Phoma cucurbitacearum* umbenannt. Die Schwarzfäule bzw. die Gummistängelkrankheit ist eine der wichtigsten Krankheiten an Kürbisgewächsen. Die Hauptfruchtform ist auch wie bei *Ascochyta cucumeris* und *Stagonosporopsis cucurbitacearum* der Ascomycet *Didymella bryoniae*.

3.5.2 Symptome

Frühe Blattsymptome beginnen mit runden, wie mit Wasser durchtränkten, graugrünen Flecken auf Keimblättern sowie auf den Laubblättern. Die Flecken vergrößern sich schnell und dehnen sich auf größere unregelmäßige Flächen aus. (KOIKE et al., 2007) Oft gehen diese Blattflecken vom Rand aus (HUSS, 2014). Es kann zum Absterben des gesamten Blattes kommen. Auf den Flächen können dunkle bis schwarze, kugelige Pyknidien beobachtet werden. Auch auf den Stängeln beginnen die ersten Symptome mit länglichen, wässrig erscheinenden Flecken, die später braun bis schwarz werden. Aus diesen Läsionen entwickeln sich Rindennekrosen, die den ganzen Stängel umgeben können und zum Welken des Laubwerks führen. (KOIKE et al., 2007) Durch die Gewebszerstörung wird der Stängel gummiartig weich (HUSS, 2014). Auf dieser Symptombeschreibung beruht der deutsche Name der Gummistängelkrankheit.

Beim Auftreten der Symptome auf den Früchten spricht man von einer Schwarzfäule. Zunächst erscheinen dunkelgrüne, wässrig aussehende, runde Flecken, die dann größer werden und sich dunkel verfärben. Es kommt zu einer partiellen Schwarzverfärbung der Fruchtwand und des darunter liegenden Gewebes (HUSS, 2014). Diese Schwarzverfärbung ist auch eine Folge der zahlreich gebildeten schwarzen Fruchtkörper von *Phoma cucurbitacearum* (Abb. 13). (KOIKE et al., 2007) Durch die Abwehrmechanismen des Kürbisses kann es zum einen zur Bildung von Korkringen um die Infektionsstelle kommen und zum anderen zu einem Austreten von klebrigem Exsudat aus den Läsionen (Arabinogalaktane) (KOIKE et al., 2007; HUSS, 2014).

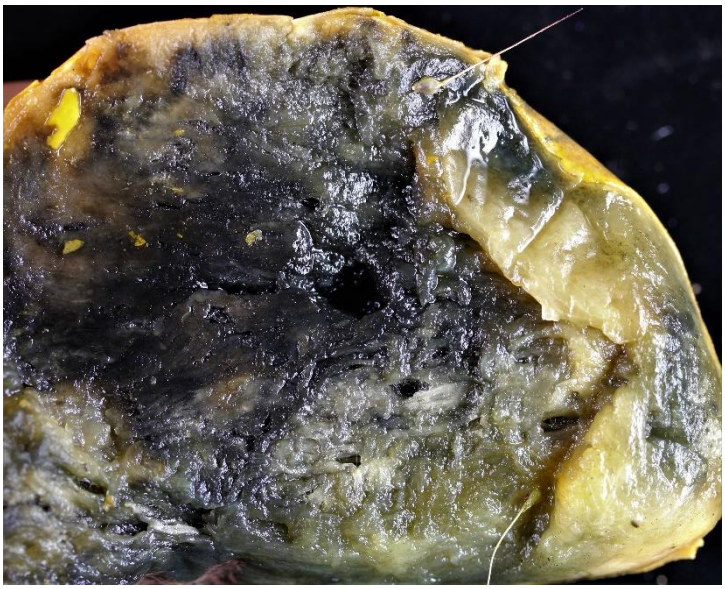

Abbildung 13: Schwarzverfärbung des Fruchtfleisches und der Fruchtwand durch zahlreiche Pyknidien

3.5.3 Biologie

In den Kürbisbeständen wird meistens die asexuelle Form *Phoma cucurbitacearum* gefunden. Die Pyknidien bilden Konidien, die hyalin und zylindrisch sind (Abb. 14). Sie haben bei diesen Untersuchungen eine Größe von 5,8 – 9,6 x 1,9 – 3,1 µm (Ø 7,3 x 2,5 µm). Im Protolog ist lediglich die Länge der Konidien von 7,5 µm angegeben (SACCARDO, 1884). Diese Konidien werden durch Wassertropfen auf die Wirtspflanzen verbreitet. Feuchtes Wetter und eine Temperatur von 20-24 °C stellen optimale Bedingungen für die Infektion dar. Das Pathogen kann auch durch das Saatgut übertragen werden, was dann zum Absterben der Keimlinge führt. Im Boden und auf befallenen Kürbisrückständen kann der Erreger bis zu zwei Jahre ohne den Wirt überleben. (KOIKE et al., 2007)

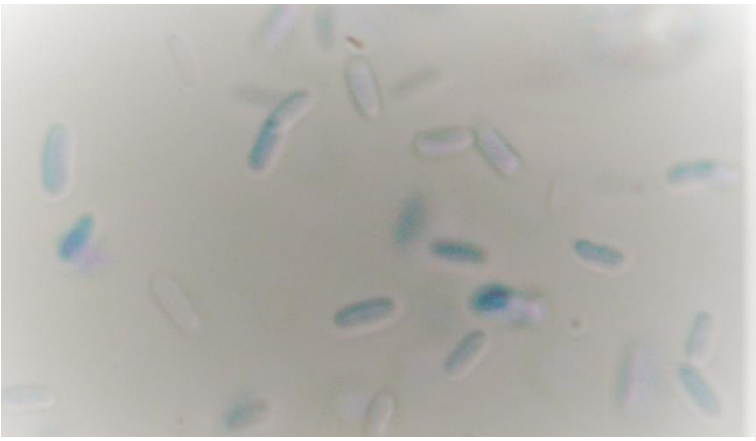

Abbildung 14: Einzellige Konidien von *Phoma cucurbitacearum* mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970)

3.6 *Phyllosticta*-Blattflecken

Phyllosticta cucurbitacearum Sacc.

3.6.1 Einleitung

Der Pilz wurde zum ersten Mal von SACCARDO unter dem jetzt noch gültigen Namen *Phyllosticta cucurbitacearum* im Jahre 1878 erstbeschrieben. In Österreich wurde der Krankheitserreger zum ersten Mal am steirischen Ölkürbis 2011 entdeckt (BEDLAN, 2012a).

3.6.2 Symptome

Auch hier ähneln die Symptome denen von *Ascochyta cucumeris, Phoma cucurbitacearum* und *Stagonosporopsis cucurbitacearum*. Auf den Blättern verursacht der Pilz rundliche bis unregelmäßige Flecken. Sie sind hellbraun bis hellgrau und von einem braunen Rand umgeben. Auf diesen Flecken sitzen zahlreiche schwarze, kugelige Pyknidien. (BEDLAN, 2012a)

Auf Früchten entstehen zunächst wie mit Wasser durchtränkte, runde Flecken, die sich dann hellbraun verfärben. Es entstehen rundliche, punktförmige schwarze Pyknidien, meist auf großen weißlichen Flecken, die wie Sonnenbrand aussehen. Die Befallsflächen können schließlich von *Alternaria*-Arten überwuchert werden (Abb. 15). (BEDLAN, 2012a)

Abbildung 15: Schwarzverfärbung der Fruchtwand durch *Phyllosticta cucurbitacearum* und gleichzeitige Ansiedelung von *Alternaria spp.*

3.6.3 Biologie

In den rundlichen, schwarzen Pyknidien werden einzellige Konidien gebildet (siehe Abb. 16 und 17). Sie haben stumpfe Enden und sind leicht gebogen. Die Konidien in diesen Untersuchungen haben eine Größe von3,8-7,3 x 1,5 - 3,2 µm (Ø 5,6 x 2,2 µm). Im Protolog sind sie mit einer Größe von 5 – 6 x 2,5 µm beschrieben (SACCARDO, 1878).

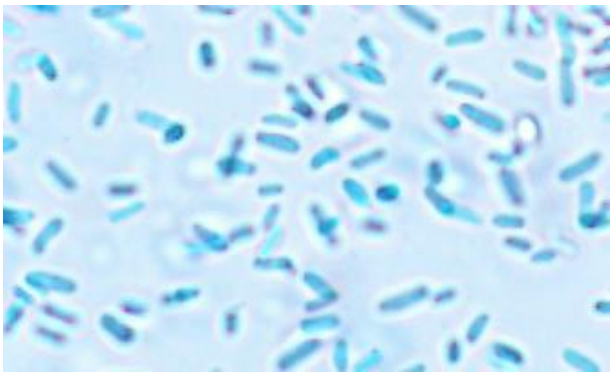

Abbildung 16: Einzellige Konidien von *Phyllostcita cucurbitacearum* mit Wittmann´s Blau gefärbt (Wittmann, 1970)

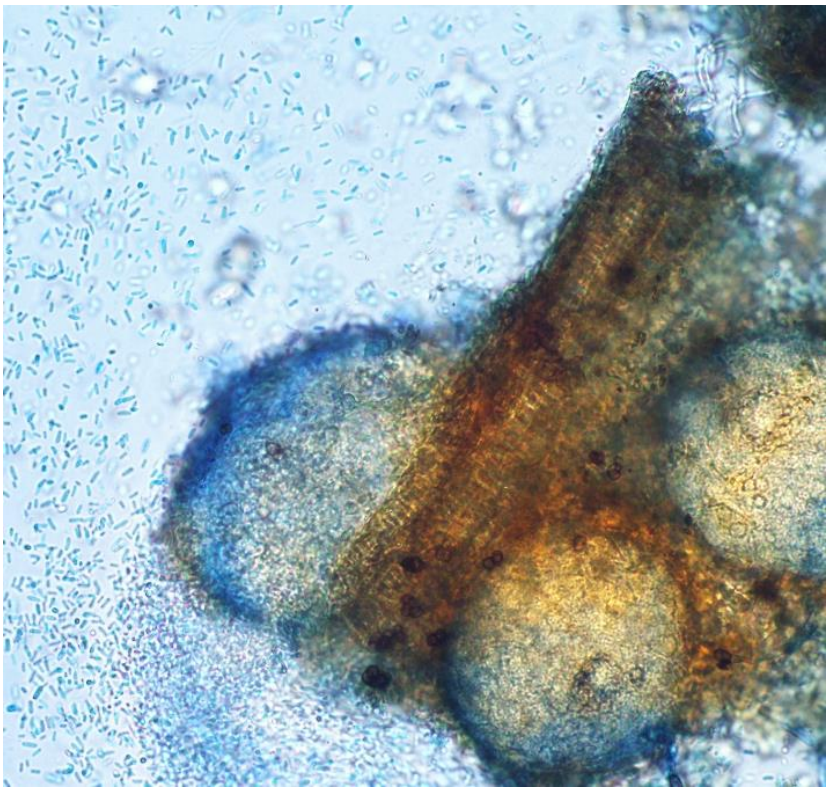

Abbildung 17: Pyknidien und Sporenmassen von *Phyllosticta cucurbitacearum* mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970)

3.7 Falscher Mehltau

Pseudoperonospora cubensis (Berk. & M.A. Curtis) Rostovzev

3.7.1 Einleitung

Der Erreger *Pseudoperonospora cubensis* wurde erstmals unter dem Namen *Peronospora cubensis* von BERKLEY und CURTIS in Kuba 1868 beschrieben. 1903 benannte ROSTOVZEV das Pathogen in *Pseudoperonospora cubensis* um. Seine weltweite Verbreitung und sein Vorkommen in verschiedenen Klimazonen auf vielen Arten der Kürbisgewächse bringt hohe Ertragsverluste mit sich. *Pseudoperonospora cubensis* ist deshalb eine der Hauptkrankheiten auf Blättern von *Cucurbitaceae*. (SAVORY et al., 2011)

3.7.2 Symptome

Die Symptome des Falschen Mehltaus unterscheiden sich hinsichtlich der Art des Kürbisgewächses etwas (SAVORY et al., 2011). Beim Ölkürbis sind auf der Blattoberseite „unregelmäßige Flecken“ (BEDLAN, 2012b) zu erkennen. Sie sind gelb (zumindest stark aufgehellt) und haben eine rundliche bis eckige Form (Abb. 18). Auf der Blattunterseite bildet der Erreger dann auf diesen hellen Flecken einen violett-schwarzen Sporangienrasen aus (BEDLAN, 2012b).

Abbildung 18: Helle, eckige Flecken hervorgerufen durch *Pseudoperonospora cubensis*

3.7.3 Biologie

Der Falsche Mehltau *Pseudoperonospora cubensis* gehört zu der Klasse der Oomyceten. Für seinen Entwicklungszyklus ist Wasser notwendig. (BEDLAN, 2012b)

Der oben unter 3.7.2 genannte schwarz-violette Sporangienrasen besteht aus Sporangienträgern (Abb. 19). Sie tragen an den Enden der Verzweigungen je ein Sporangium (Abb. 20). Dieses ovoide bis elliptische Sporangium ist grau bis violett, hat eine Größe von 20-40 x 14-25 µm, an einem Ende ist eine Papille vorhanden. (KOIKE et al., 2007) Die zahlreichen Sporangien werden durch Wind auf andere Wirtspflanzen übertragen (SAVORY et al. 2011). Dort angekommen, ist eine mindestens vierstündige Blattnässedauer zwingend, damit es zur Keimung der Sporangien kommt (BEDLAN, 2012b). Die Sporangien entlassen zweifach begeißelte Zoosporen, deren Durchmesser 10-12 µm beträgt. Mit Hilfe dieser Geißeln bewegen sich die Zoosporen im Wasserfilm auf den Blättern aktiv zu den Stomata (BEDLAN, 2012b) wo sie sich encystieren (SAVORY et al., 2011). Die Zoospore bildet einen Keimschlauch und die Geißeln werden abgeworfen. Der Keimschlauch erzeugt ein Appressorium, welches eine Hyphe zur Penetration des Wirtsgewebes hervorbringt. Sie dringt durch die Spaltöffnung in das Blattgewebe ein. Im Anschluss bilden sich daraus hyaline coenozytische Hyphen, welche sich interzellulär im Mesophyll ausbreiten. (SAVORY et al., 2011) Des Weiteren werden keulenförmig-verzweigte Haustorien in die Wirtszellen eingesenkt (BEDLAN, 2012b). Diese Strukturen dienen der Nährstoffaufnahme des Pathogens und der Abgabe von Effektorproteinen, welche möglicherweise den Stoffwechsel der Wirtspflanze beeinflussen und Abwehrmechanismen unterdrückt werden können (SAVORY et al., 2011). Unter optimalen Bedingungen, also bei einer relativen Luftfeuchte von 90% oder mehr und Temperaturen zwischen 10 und 25 °C werden Sporangienträger und Sporangien gebildet. Es können bis zu fünf solcher Sporangienträger pro Stoma mit je 20 Sporangien wachsen. (BEDLAN, 2012b)

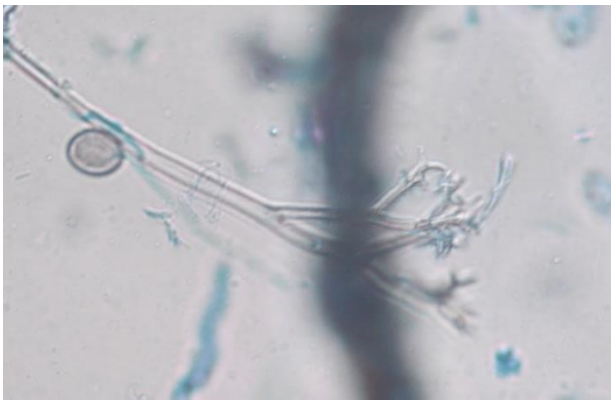

Abbildung 19: Verzweigter Sporangienträger des Falschen Mehltaus mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970)

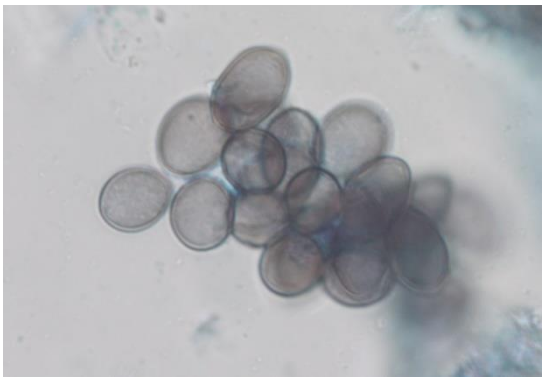

Abbildung 20: Grau-violette Sporangien von *Pseudoperonospora cubensis* mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970)

Oosporen werden selten gebildet. (KOIKE et al., 2007) Durch das Fehlen von dickwandigen Überdauerungsorganen (Oosporen) ist das Überleben des Pathogens ohne eine Wirtspflanze nicht gesichert (SAVORY et al., 2011). Es ist zudem unklar, ob die Oosporen eine wichtige Rolle im Entwicklungszyklus von *Pseudoperonospora cubensis* spielen (SAVORY et al., 2011).

3.8 *Stagonosporopsis*-Blattflecken

Stagonosporopsis cucurbitacearum (Fr.) Aveskamp, Gruyter & Verkley

3.8.1 Einleitung

Der Erreger wurde erstmals unter dem Namen *Sphaeria cucurbitacearum* 1823 von FRIES nachgewiesen. Dann wurde das Pathogen 2010 von Aveskamp, Gruyter und Verkley in *Stagonosporopsis cucurbitacearum* umbenannt. Es ist eine weltweit auftretende, wichtige Krankheit an Kürbisgewächsen und eine der asexuellen Formen von *Didymella bryoniae*.

3.8.2 Symptome

Die mit dem freien Auge erkennbaren Symptome sind sehr ähnlich zu denen von *Ascochyta cucumeris* und *Phoma cucurbitacearum*. Sie können durch ihre Konidiengrößen und die Anzahl der Zellen der Konidien unterschieden werden. Auf den Blättern entstehen Blattflecken, in deren Mitte oft schwarze Pyknidien zu erkennen sind. Die Blattflecken können sich über das gesamte Blatt ausdehnen und ein Blattsterben verursachen. Auch durch den Befall der Stängel kann es zum Absterben des gesamten Blattwerks kommen. Auf den Früchten verursacht der Erreger eine Schwarzfäule, die auf der Fruchtwand zu sehen ist und bis ins Gewebe eindringen kann (Abb. 21).

Abbildung 21: Pyknidien von *Stagonosporopsis cucurbitacearum* auf der Frucht eines Ölkürbis

3.8.3 Biologie

In den schwarzen, kugeligen Pyknidien werden Konidien gebildet. Sie sind hyalin, zylindrisch-ellipsoid, überwiegend einzellig (Abb. 22) und sind in diesem Monitoring 3,5 – 12,8 x 1,9 – 3,5 µm groß. Nach AVESKAMP et al. (2010) sind die Konidien (3-) 3,5 - 10 x 1,5 - 3 (-3,5) µm groß. Manchmal können jedoch auch mehrzellige, bis zu 30 x 8 µm große Konidien gefunden werden. Die sexuell gebildeten Ascosporen sind ellipsoid und haben eine Größe von 12-18 x 4-7 µm. (AVESKAMP et al., 2010)

Abbildung 22: Überwiegend einzellige Konidien von *Stagonosporopsis cucurbitacearum* gefärbt mit Wittmann´s Blau (WITTMANN, 1970)

4. Material und Methoden

4.1 Probennahmen

Die Probennahmen zum Vorkommen parasitischer Pilze am Ölkürbis in Österreich erfolgte im Zeitraum vom 03. Juli 2018 bis zum 20. August 2018. Die Hauptanbaugebiete des steirischen Ölkürbis sind das Burgenland, Niederösterreich und die Steiermark (SPERBER, 1988), weshalb nur dort die Proben entnommen wurden. Im Burgenland wurden fünf Standorte beprobt: St. Andrä am Zicksee, Tadten (zwei Standorte) und in Wallern (zwei Standorte). In Niederösterreich wurden sieben Felder untersucht und zwar in Bockfließ, Hohenau an der March, Pillichsdorf (zwei Standorte), Straning, Ulrichskirchen-Schleinbach, Zlabern. Des Weiteren wurden von acht Standorten in der Steiermark Proben genommen: Albersdorf, Fluttendorf (zwei Standorte), Hainsdorf-Brunnsee, Kroisbach an der Raab, Lufenberg und Sonnhofen bei Pöllau. Bei den Standorten handelt es sich um Flächen von Landwirten, mit denen vorher ein Termin zur Probennahme vereinbart wurde.

An jedem Standort wurden zwei Probennahmetermine festgelegt. Die erste Probennahme erfolgte vom 03. Juli bis zum 26. Juli 2018 und die zweite Probennahme vom 08. August bis 20. August 2018. Jeweils zwei Termine pro Standort zur Entnahme von Probenmaterial waren notwendig, weil das Auftreten der pflanzenparasitischen Pilze je nach Jahreszeit bei einer etwa halbjährigen Kulturdauer variieren kann. Es wurden nur oberirdische Pflanzenteile, also Blätter, Stängel und Früchte als Probenmaterial gesammelt. Krankheiten an den Wurzeln wurden nicht beachtet. Mit dem bloßen Auge wurden verkrümmte, chlorotische, nekrotische oder farblich auffällige Blätter und Früchte stichprobenartig vom Feld entnommen, in Plastikbeutel verpackt und dann herbarisiert bzw. getrocknet.

4.2 Morphologische Bestimmung der pflanzenparasitären Pilze

Die vom Feld entnommenen Proben wurden entweder frisch (Fruchtproben), getrocknet (Fruchtproben) oder herbarisiert (Blattproben) mikroskopiert. Dafür wurde vom Pflanzenmaterial entweder unter dem Binokular (Olympus SZX 10) oder mit dem bloßen Auge eine auffällige Stelle entnommen. Um die pilzlichen Strukturen besser sichtbar zu machen, wurden die Proben auf dem Objektträger mit Wittmann´s Blau (WITTMANN, 1970) eingefärbt und kurz erhitzt. Dann wurde das Präparat unter dem Mikroskop Olympus BX 53 analysiert. Sporen und Fruchtkörper wurden mit dem Programm

CellSens (Vers. 1.18) vermessen und fotografiert (Olympus UC 90). Beim Vermessen wurde entweder der Durchmesser (Fruchtkörper) oder Länge und Breite der Sporen beachtet sowie deren Zellenzahl, um die Spezies zu identifizieren. Des Weiteren wurde die Häufigkeit des Auftretens der jeweiligen Krankheiten festgehalten, um das Vorkommen der parasitischen Pilze am steirischen Ölkürbis zu untersuchen.

4.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung und die Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit den Programmen SPSS und Microsoft Excel. Zur Feststellung der unterschiedlichen Breiten der Konidien der Echten Mehltau Spezies wurden Box-Whisker-Plots erstellt.

5. Ergebnisse

Bei den Untersuchungen zum Vorkommen parasitischer Pilze im österreichischen Ölkürbisanbau im Sommer 2018 wurden insgesamt neun verschiedene Erreger gefunden. Es wurden insgesamt 20 Standorte in den Bundesländern Burgenland, Niederösterreich und Steiermark beprobt.

Bei den jeweiligen ersten Probenahmeterminen in den drei Bundesländern wurden Krankheitserreger vor allem auf den Blättern gefunden. Es kamen die Pathogene *Ascochyta cucumeris, Colletotrichum coccodes, Colletotrichum orbiculare, Golovinomyces cucurbitacearum, Golovinomyces orontii, Phoma cucurbitacearum, Phyllosticta cucurbitacearum, Pseudoperonospora cubensis* und *Stagonosporopsis cucurbitacearum* vor. Bei den zweiten Probenahmeterminen wurde ein Pilzbefall durch *Ascochyta cucumeris, Colletotrichum orbiculare, Golovinomyces cucurbitacearum, Golovinomyces orontii, Phoma cucurbitacearum, Phyllosticta cucurbitacearum* und *Stagonosporopsis cucurbitacearum* festgestellt. (Abb. 23)

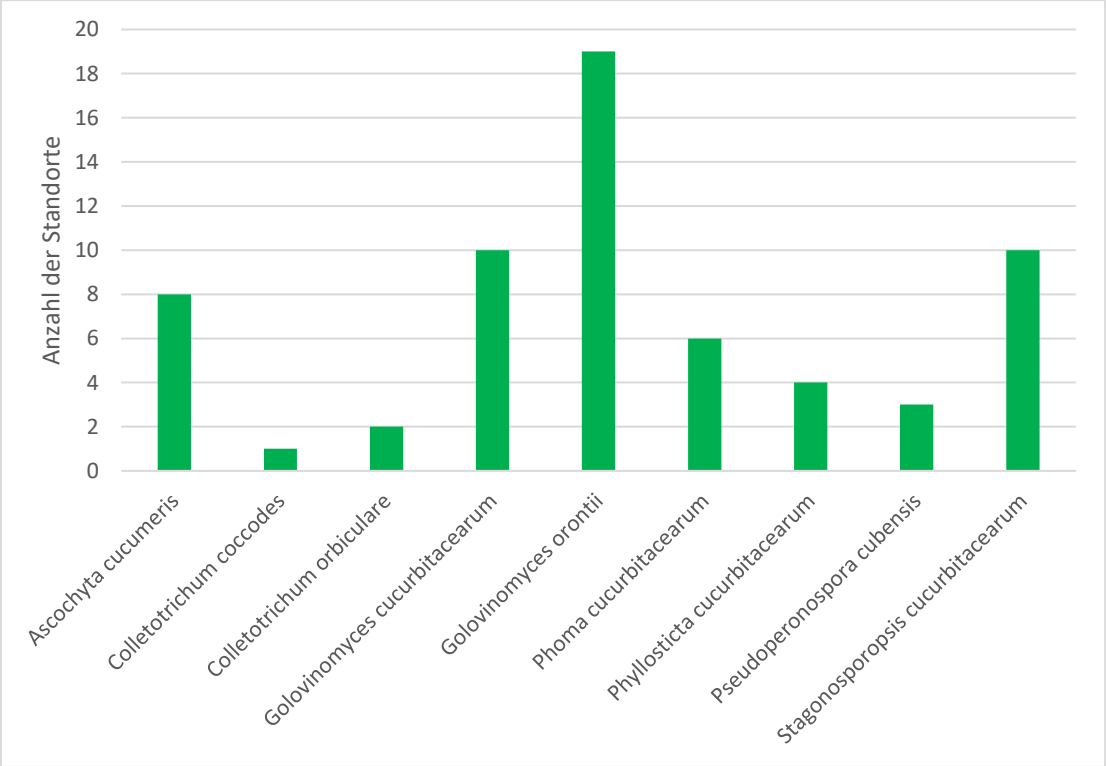

Abbildung 23: Diagramm zur Häufigkeit des Auftretens von parasitischen Pilzen auf den Blättern des steirischen Ölkürbis im Sommer 2018 in den Bundesländern Burgenland, Niederösterreich und Steiermark. Die grünen Balken stellen die absolute Häufigkeit der einzelnen Pilze dar. Dabei wurden die drei Bundesländer und beide Probennahmetermine im Juli und August 2018 zusammengefasst.

Auf den Früchten ist das Spektrum der Diversität der parasitischen Pilze bei den beiden Probenahmeterminen geringer als auf den Blättern. Hier wurden *Ascochyta cucumeris, Colletotrichum coccodes, Phoma cucurbitacearum, Phyllosticta cucurbitacearum* und *Stagonosporopsis cucurbitacearum* gefunden (Abb. 24).

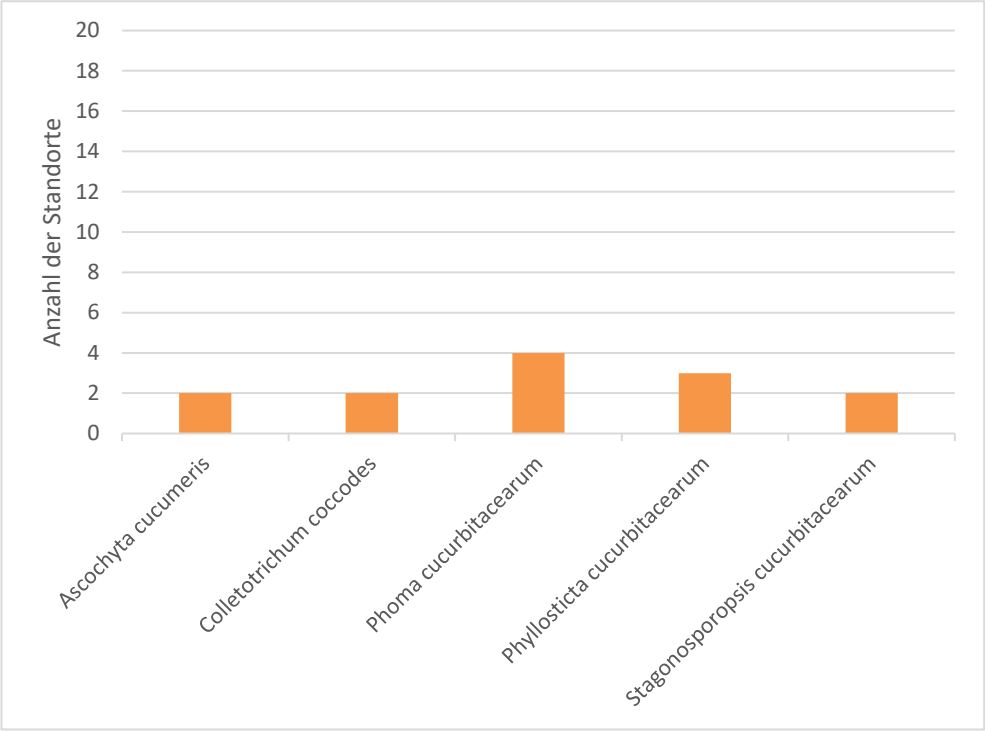

Abbildung 24: Diagramm zur Häufigkeit des Auftretens von parasitischen Pilzen auf Früchten des steirischen Ölkürbis im Sommer 2018 in den Bundesländern Burgenland, Niederösterreich und Steiermark. Die orangenen Balken stellen die absolute Häufigkeit der einzelnen Pilze dar. Dabei wurden die drei Bundesländer und beide Probennahmetermine im Juli und August 2018 zusammengefasst.

5.1 *Golovinomyces orontii* und *Golovinomyces cucurbitacearum*

Die beiden Mehltau-Arten wurden unter anderem durch die Konidienbreite unterschieden. Durch das Anfertigen eines Box-Whisker-Diagramms (Abb. 27 und 28) konnte festgestellt werden, um welchen der beiden Erreger es sich handelt. Die Mehltau-Art *Golovinomyces orontii* bildet Oidien, welche 15 – 23 µm breit sind, wohingegen *Golovinomyces cucurbitacearum* Oidien der Breite 12 – 15 µm ausbildet.

Der Echte Mehltau *Golovinomyces orontii* trat von allen parasitischen Pilzen am häufigsten auf. Das Pathogen wurde auf 19 von 20 Flächen auf den Blättern des steirischen Ölkürbis gefunden (Abbildung 25). In Tadten im Burgenland konnte *G. orontii* am 03. Juli 2018 zum ersten Mal auf *Cucurbita pepo* var. *styriaca* für Österreich nachgewiesen werden (KOLBINGER et al., 2019). Bei den Beprobungen im Juli und im August konnte er im Seewinkel (Burgenland), sowie in der Steiermark auf allen beprobten Standorten festgestellt werden, in Niederösterreich auf sechs von sieben Flächen.

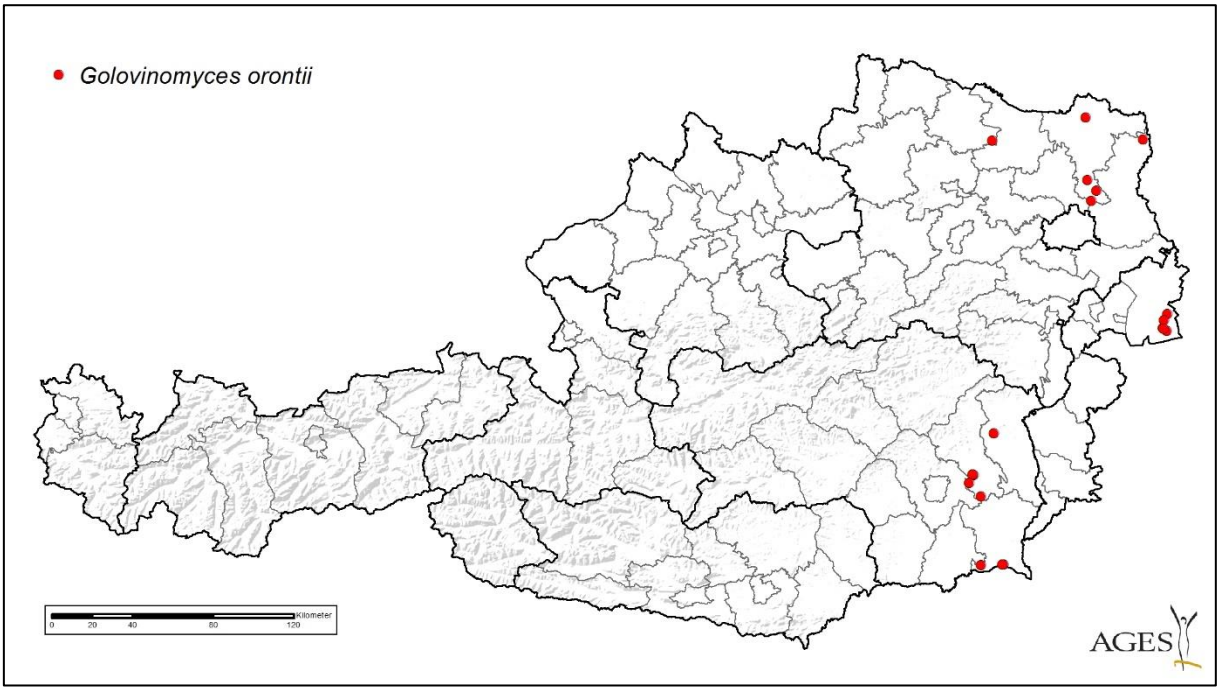

Abbildung 25: Vorkommen von *Golovinomyces orontii* auf insgesamt 19 von 20 beprobten Flächen in Österreich

Die Echte Mehltau-Art *Golovinomyces cucurbitacearum* kam auf insgesamt 10 von 20 Standorten vor (Abb. 26). Auch dieser Erreger wurde zum ersten Mal am 26. Juli 2018 in Österreich am steirischen Ölkürbis in Pillichsdorf, Niederösterreich nachgewiesen. (KOLBINGER et al., 2019)

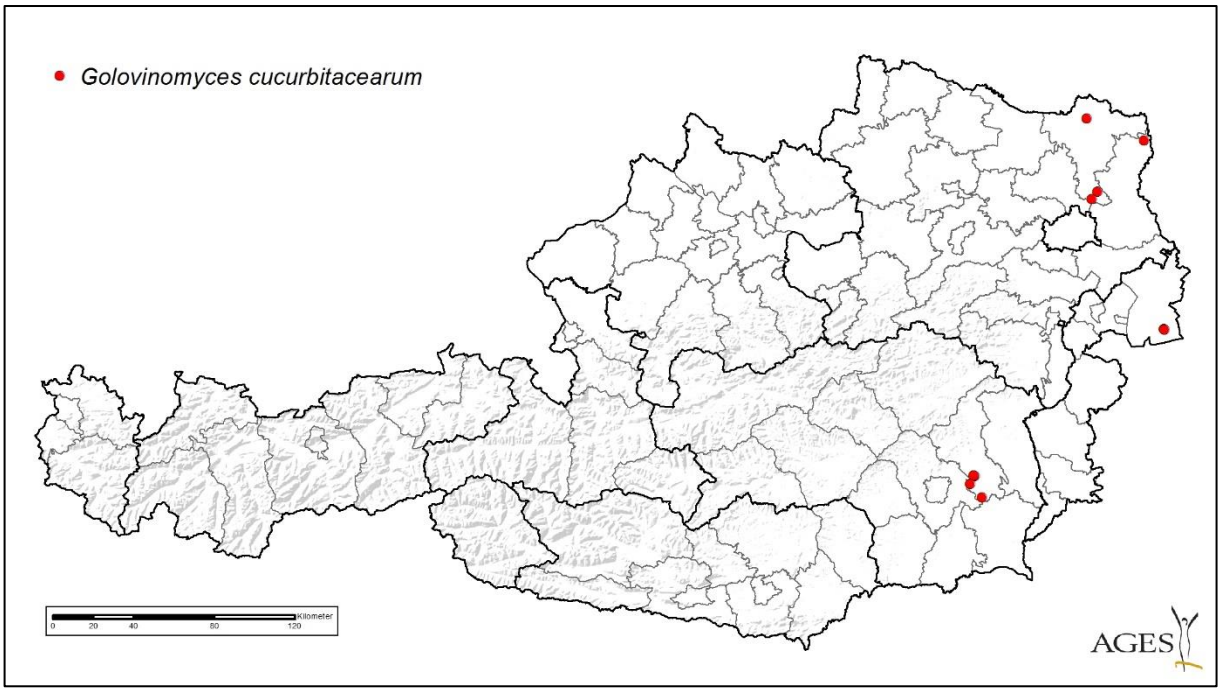

Abbildung 26: Vorkommen von *Golovinomyces cucurbitacearum* auf zehn von 20 beprobten Flächen in Österreich

Die Abbildung 27 zeigt die Beprobungen im Juli. Hier ist durch den Median der Werte zu erkennen, dass im Burgenland (Probennummern 1a - 5a in Abb. 27) nur *Golovinomyces orontii* vorkam, außer in Wallern im Burgenland (5a in Abb. 27). Dort wurde im Juli kein Befall von *G. orontii* festgestellt. In der Steiermark (Probennummer 6a - 13a in Abb. 27) wurde bei der ersten Beprobung nur *G. orontii* diagnostiziert. In Niederösterreich (14a - 20a in Abb. 27) wurde in Bockfließ und in Hohenau an der March eine Mischinfektion mit *Golovinomyces cucurbitacearum* gefunden. In Pillichsdorf (16a in Abb. 27) war ein reiner Befall von *Golovinomyces cucurbitacearum* festzustellen.

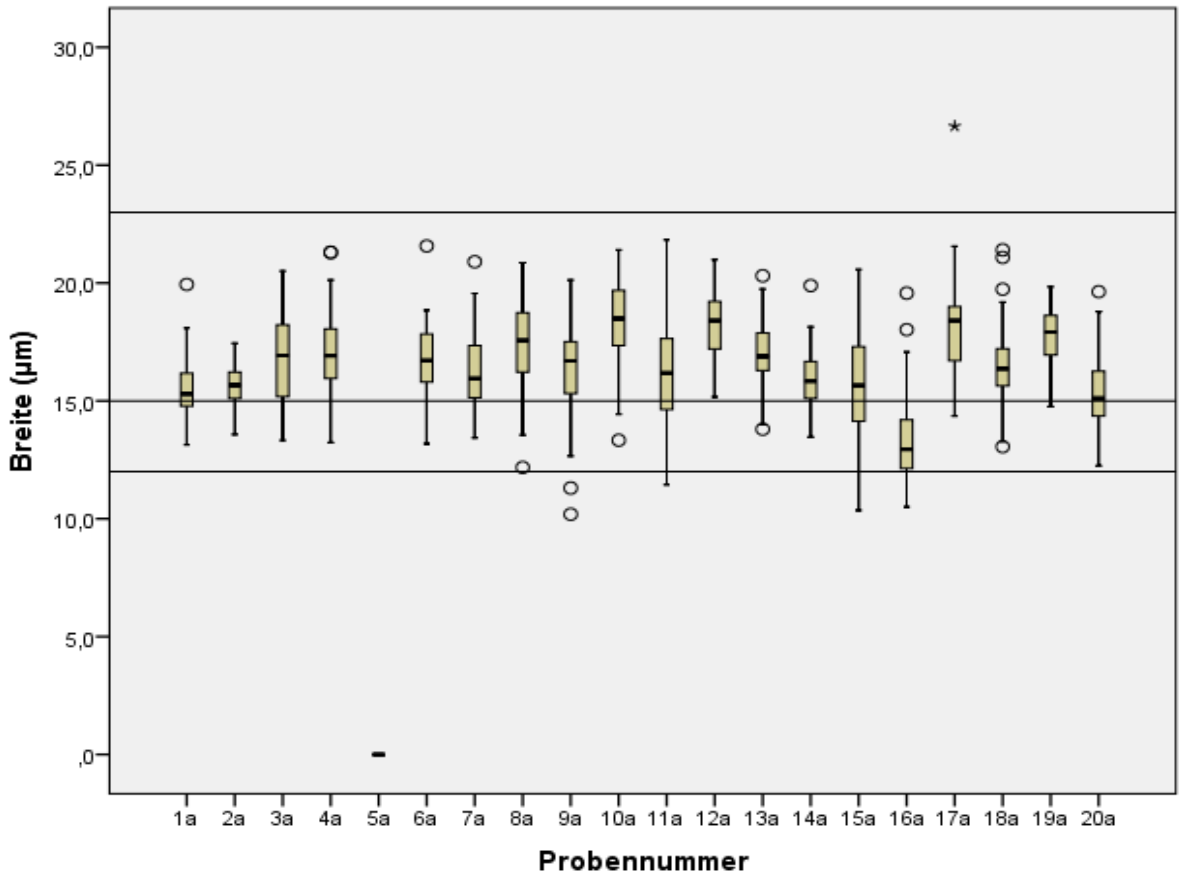

Abbildung 27: Boxplot-Diagramm zu dem jeweiligen ersten Probenahmetermin in den drei Bundesländern Burgenland (1a-5a), Steiermark (6a-13a) und Niederösterreich (14a-20a). Die drei Bezugslinien stellen die Grenzen der Breitenmaße der Oidien der unterschiedlichen Echten Mehltau-Arten dar. *Golovinomyces cucurbitacearum* hat eine Oidienbreite von 12-15 µm und *Golovinomyces orontii* besitzt Oidien in der Breite von 15-23 µm.

Im August traten die beiden Erreger weniger häufig auf. Der Pilz *G. orontii* war nur noch auf acht von 20 Flächen festzustellen. Im Burgenland gab es allerdings eine Neuinfektion im August, hier trat *Golovinomyces orontii* als Mischinfektion mit *Golovinomyces cucurbitacearum* auf.

Im August konnten neun Flächen ausfindig gemacht werden, welche mit dem Echten Mehltau *Golovinomyces cucurbitacearum* infiziert wurden (Abb. 28). In Wallern im Burgenland (Probennummer 3b in Abb. 28) konnte auf einem Feld nur *Golovinomyces cucurbitacearum* und auf dem Nachbarfeld (5b in Abb. 28) eine Mischinfektion mit *Golovinomyces orontii* nachgewiesen werden. Ein reiner *G. orontii*-Befall konnte im Burgenland im August nur noch in Tadten (4b in Abb. 28) gefunden werden. In der Steiermark wurde in Wollsdorf (8b in Abb. 28) ein reiner *Golovinomyces cucurbitacearum*-Befall festgestellt, wohingegen auf weiteren drei Flächen (Albersdorf (7b in Abb. 28), Lufenberg (9b in Abb. 28) und Kroisbach an der Raab (10b in Abb. 28)) eine Mischinfektion diagnostiziert wurde. In Niederösterreich wurde in Bockfließ (15b) und Pillichsdorf (16b in Abbildung 28) die Art *Golovinomyces cucurbitacearum* und in Zlabern (19b

in Abb. 28) eine Mischinfektion entdeckt. In Ulrichskirchen-Schleinbach (14b in Abb. 28) und Straning (17b in Abb. 28) trat im August nur *Golovinomyces orontii* auf.

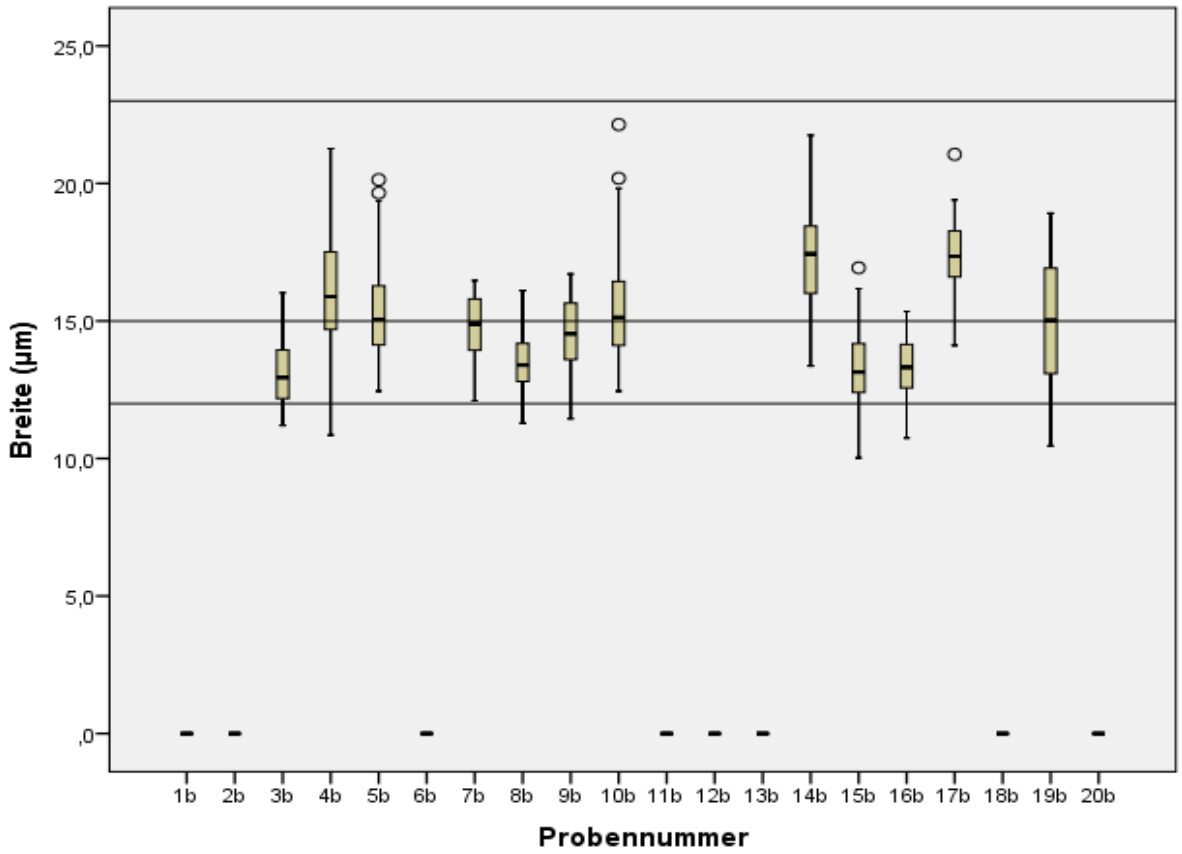

Abbildung 28: Boxplot-Diagramm zu dem jeweiligen zweiten Probenahmetermin in den drei Bundesländern Burgenland (1b-5b), Steiermark (6b-13b) und Niederösterreich (14b-20b). Die drei Bezugslinien stellen die Grenzen der Breitenmaße der Oidien der unterschiedlichen Echten Mehltau-Arten dar. *Golovinomyces cucurbitacearum* hat eine Oidienbreite von 12-15 µm und *Golovinomyces orontii* besitzt Oidien in der Breite von 15-23 µm.

5.2 *Stagonosporopsis cucurbitacearum*

Das Pathogen *Stagonosporopsis cucurbitacearum* trat auf insgesamt 10 von 20 Flächen auf (Abb. 29). In der Steiermark war der Erreger am 17. Juli auf jeder Fläche an Blättern des Ölkürbis zu finden. Im Burgenland (Tadten, Unterjochweg) und in Niederösterreich (Pillichsdorf) war er im Juli auf nur jeweils einem Standort zu finden. Bei der zweiten Probennahme konnte er auf vielen Flächen nicht mehr nachgewiesen werden, sodass nur noch insgesamt zwei Flächen (Albersdorf und Wollsdorf) in der Steiermark befallen waren. Der Standort Wollsdorf wies einen Fruchtbefall durch *Stagonosporopsis cucurbitacearum* an beiden Probenahmeterminen im Juli und im August auf. Des Weiteren trat der Pilz auch im Burgenland auf den Früchten an beiden Probenahmeterminen in Tadten (Unterjochweg) auf.

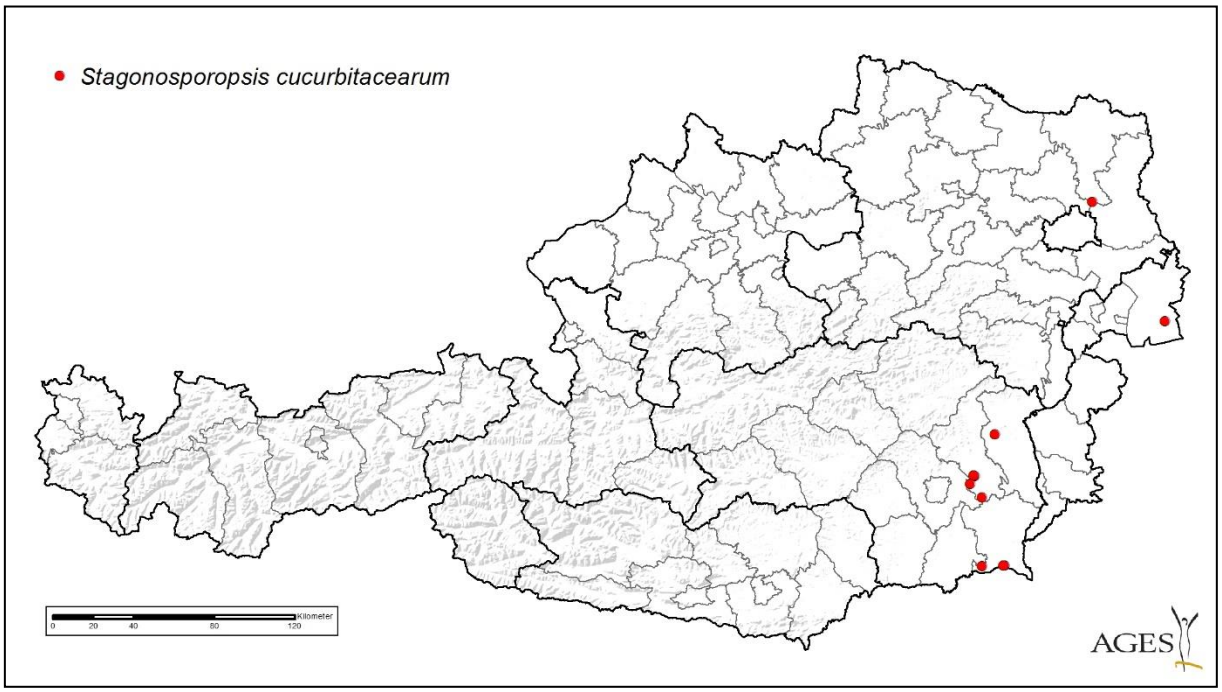

Abbildung 29: Vorkommen von *Stagonosporopsis cucurbitacearum* auf zehn von 20 beprobten Flächen in Österreich

5.3 *Ascochyta cucumeris*

Der Blattflecken und Fruchtfäule auslösende Krankheitserreger *Ascochyta cucumeris* wurde auf acht von 20 Flächen gefunden (Abb. 30). Bei den Probenahmeterminen im Juli trat der Erreger auf den Blättern im Burgenland (Tadten, Neuhof-Hansag und Wallern) und in der Steiermark (Sonnhofen bei Pöllau, Hainsdorf-Brunnsee) zweimal und in Niederösterreich (Straning) einmal auf. Im August verschwand das Pathogen von den vorhin benannten Flächen und wurde dann in Albersdorf, Wollsdorf und in Lufenberg in der Steiermark diagnostiziert. Ein Befall auf den Früchten wurde in der Steiermark in Wollsdorf und in Hainsdorf-Brunnsee im Juli und im August festgestellt. Auf der Fläche in Wollsdorf war erst im August ein Befall des Blattwerks festzustellen. In Hainsdorf-Brunnsee war das Blattwerk im Juli schon infiziert, im August hingegen nicht mehr festzustellen.

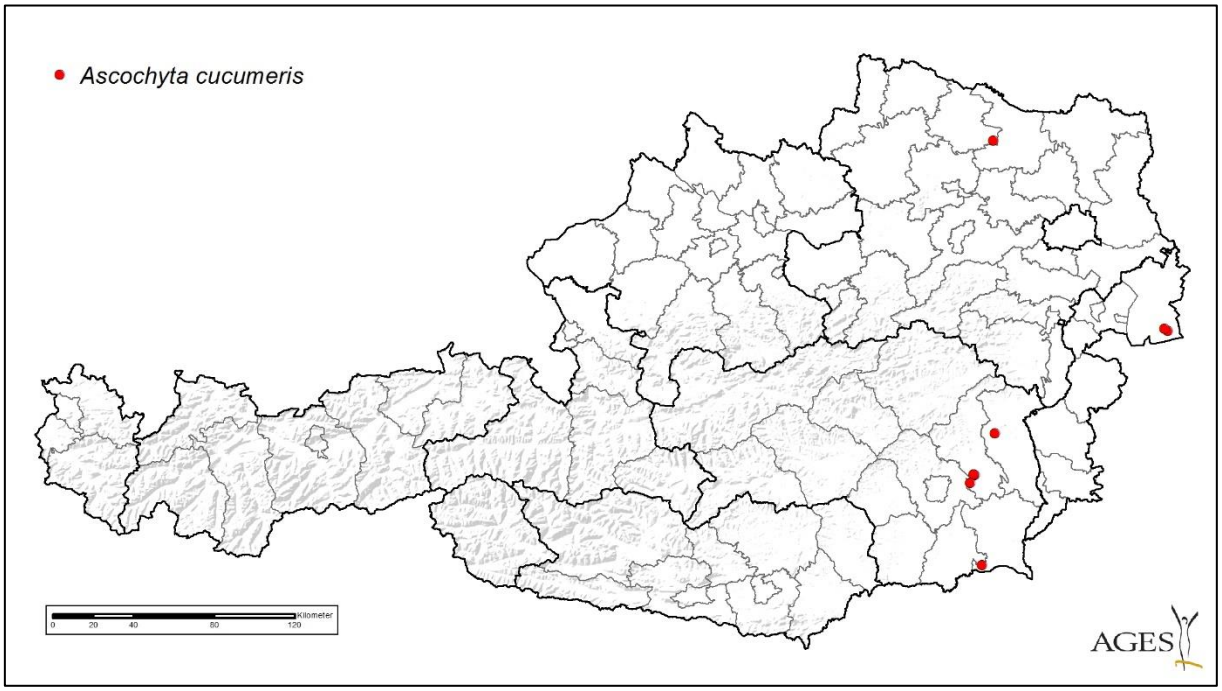

Abbildung 30: Vorkommen von *Ascochyta cucumeris* auf acht von 20 beprobten Flächen in Österreich

5.4 *Phoma cucurbitacearum*

Insgesamt sieben Standorte in drei Bundesländern wiesen das Pathogen *Phoma cucurbitacearum* auf (Abb. 31). Auf den Blättern des Ölkürbis konnte im Juli auf einer Fläche in Wallern im Burgenland, auf drei Flächen in der Steiermark (Albersdorf, Wollsdorf und Lufenberg) und auf zwei in Niederösterreich (Ulrichskirchen-Schleinbach, Bockfließ) ein Befall mit dem Krankheitserreger ausfindig gemacht werden. Im August war nur noch auf einer Fläche in Albersdorf (Steiermark) das Pathogen auf den Blättern aufzufinden. Dagegen ist im August der Krankheitserreger auf den Früchten auf den anderen zwei der drei Flächen in der Steiermark, und zwar in Wollsdorf und in Lufenberg zu finden. Des Weiteren wurden in Niederösterreich in Ulrichskirchen-Schleinbach und in Zlabern ein Befall der Früchte durch *Phoma* festgestellt.

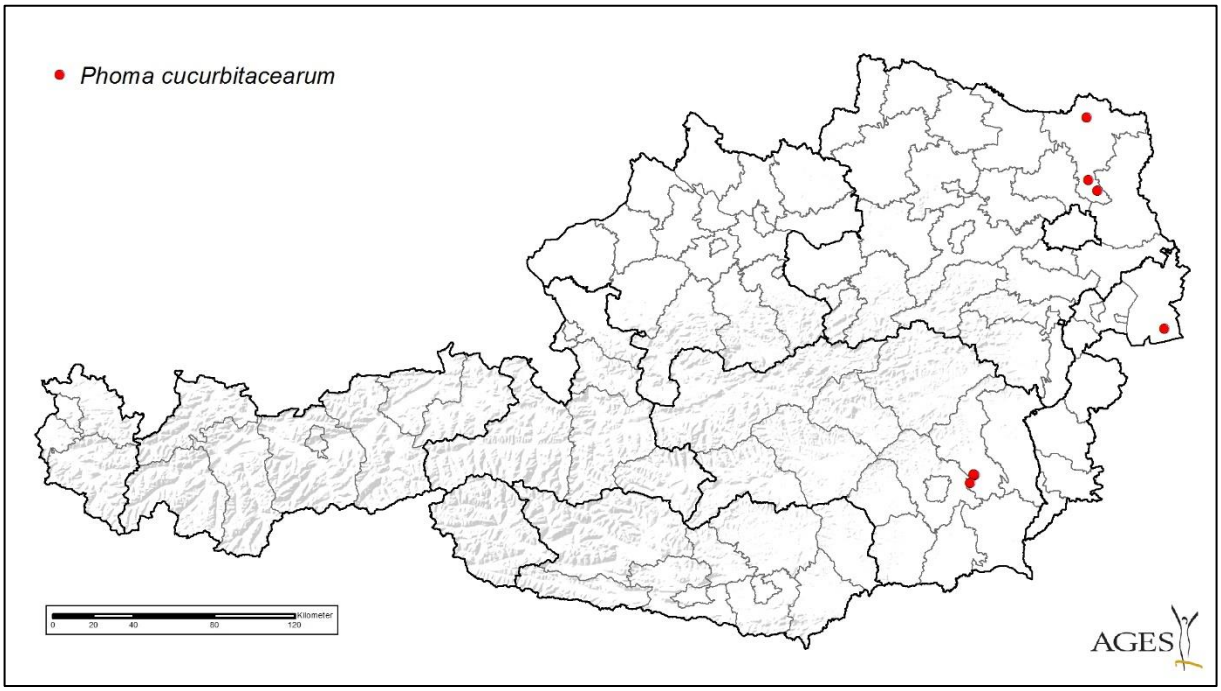

Abbildung 31: Vorkommen von *Phoma cucurbitacearum* auf sieben von 20 Flächen in Österreich

5.5 *Phyllosticta cucurbitacearum*

Der Erreger kam auf insgesamt vier Flächen von 20 vor (Abb. 32). Im Juli bei den ersten Probenahmeterminen wurde er einmal in Wallern im Burgenland, auf einer Fläche in Albersdorf in der Steiermark und auf einem Standort in Ulrichskirchen-Schleinbach (Niederösterreich) entdeckt. Auf den Früchten wurde *Phyllosticta cucurbitacearum* im Juli ebenfalls in Albersdorf und in Wollsdorf in der Steiermark festgestellt. Im August konnte er auf den Flächen im Burgenland und Niederösterreich nicht mehr nachgewiesen werden, wurde jedoch auf den beiden Flächen in der Steiermark (Albersdorf und Wollsdorf) wiederholt gefunden, auch auf den Früchten.

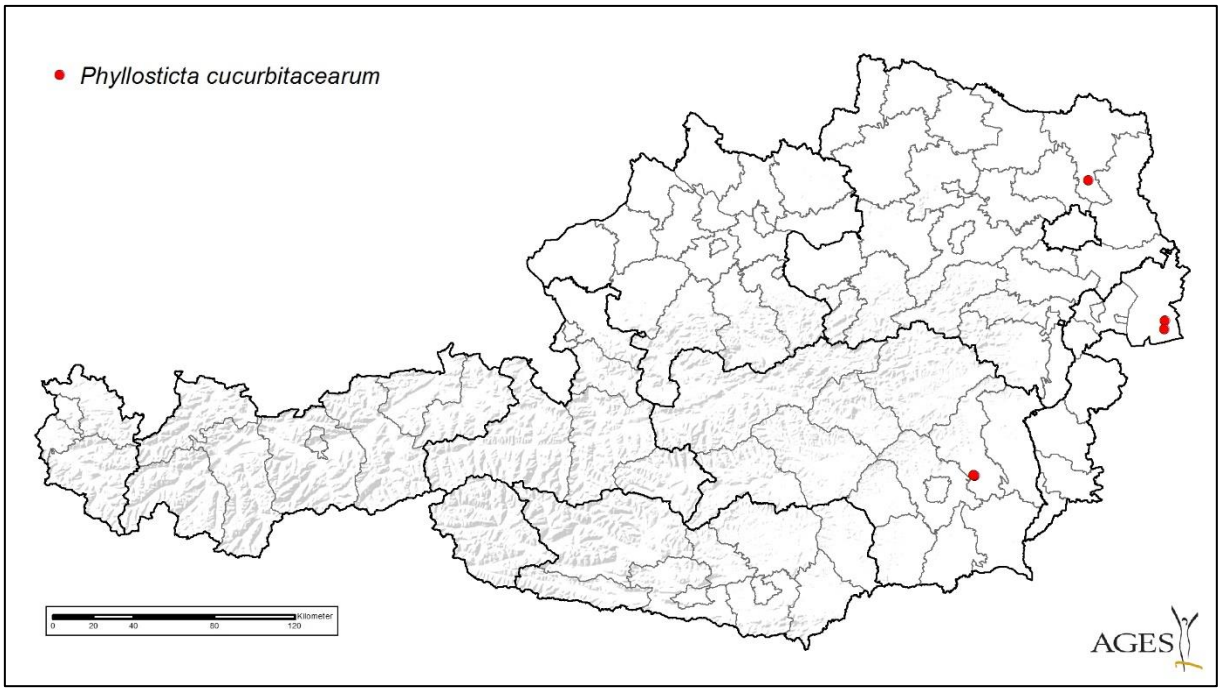

Abbildung 32: Vorkommen von *Phyllosticta cucurbitacearum* auf vier von 20 beprobten Flächen in Österreich

5.6 *Pseudoperonospora cubensis*

Der Falsche Mehltau wurde auf insgesamt drei Flächen gefunden (Abb. 33). Am 17. Juli konnte dieser in der Steiermark in Albersdorf, Wollsdorf und Kroisbach an der Raab gefunden werden. Bei der zweiten Probenahme am 20. August konnte der Pilz nicht mehr nachgewiesen werden.

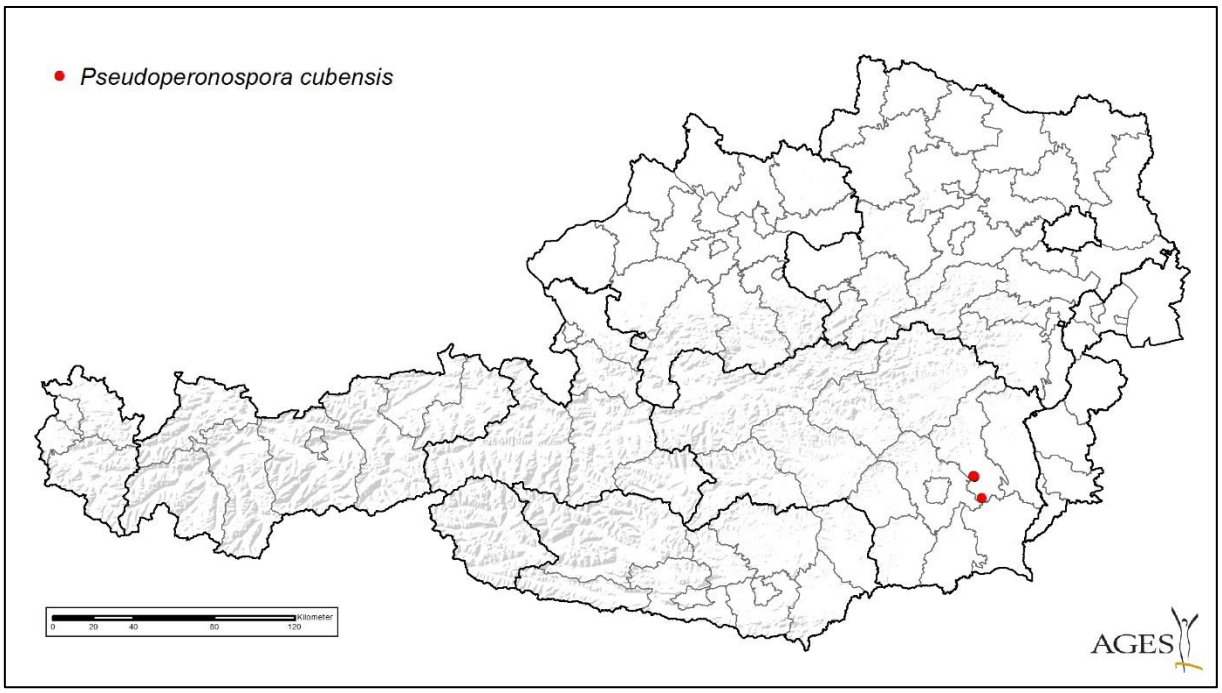

Abbildung 33: Vorkommen von *Pseudoperonospora cubensis* auf drei von 20 beprobten Ölkürbisflächen in Österreich

5.7 *Colletotrichum coccodes*

Die Anthraknose-Krankheit trat auf insgesamt drei Flächen auf (Abb. 34). Auf den Blättern wurde sie lediglich einmal auf einer Fläche in Wallern im Burgenland am 03. Juli festgestellt. Auf Früchten des Ölkürbis wurde der Erreger auf einer weiteren Fläche (Tadten) im Burgenland und in der Steiermark (Kroisbach an der Raab) im Juli sowie im August nachgewiesen.

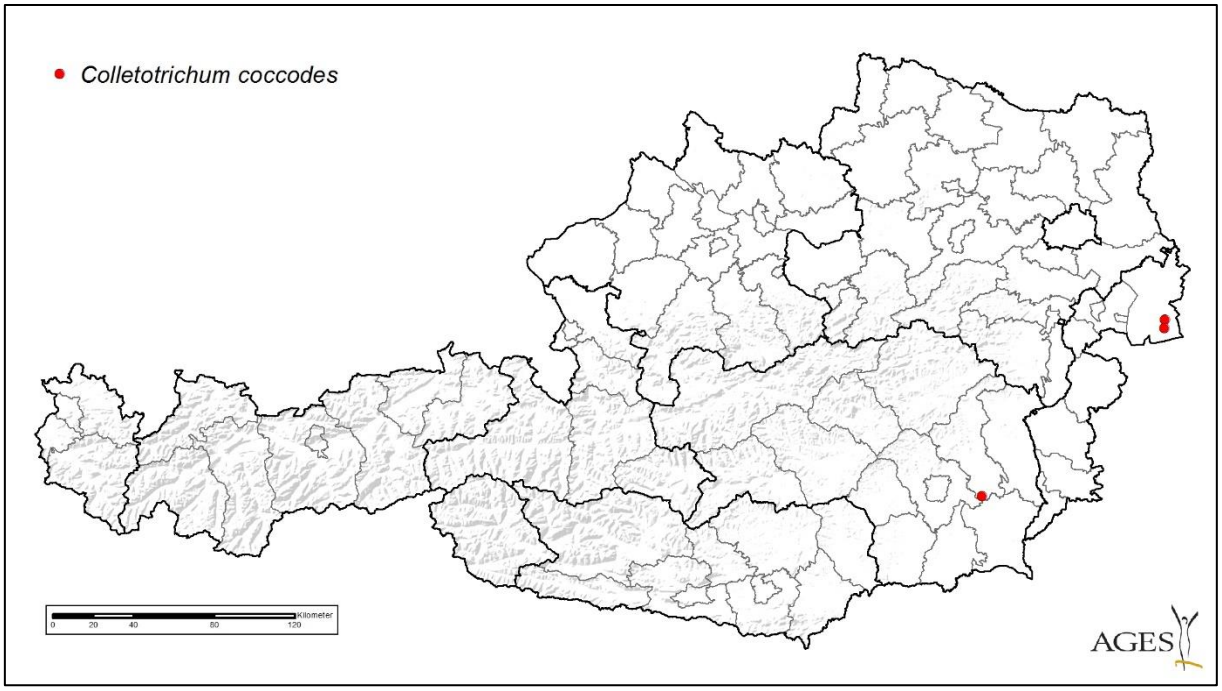

Abbildung 34: Vorkommen von *Colletotrichum coccodes* auf drei von 20 beprobten Flächen in Österreich

5.8 *Colletotrichum orbiculare*

Auch ein etwas seltener Erreger war *Colletotrichum orbiculare* (Brennfleckenkrankheit). Er wurde insgesamt zweimal in der Steiermark auf den Blättern des Ölkürbis gefunden (Abb. 35). Im Juli wurde er in Hainsdorf-Brunnsee entdeckt und im August in Kroisbach an der Raab.

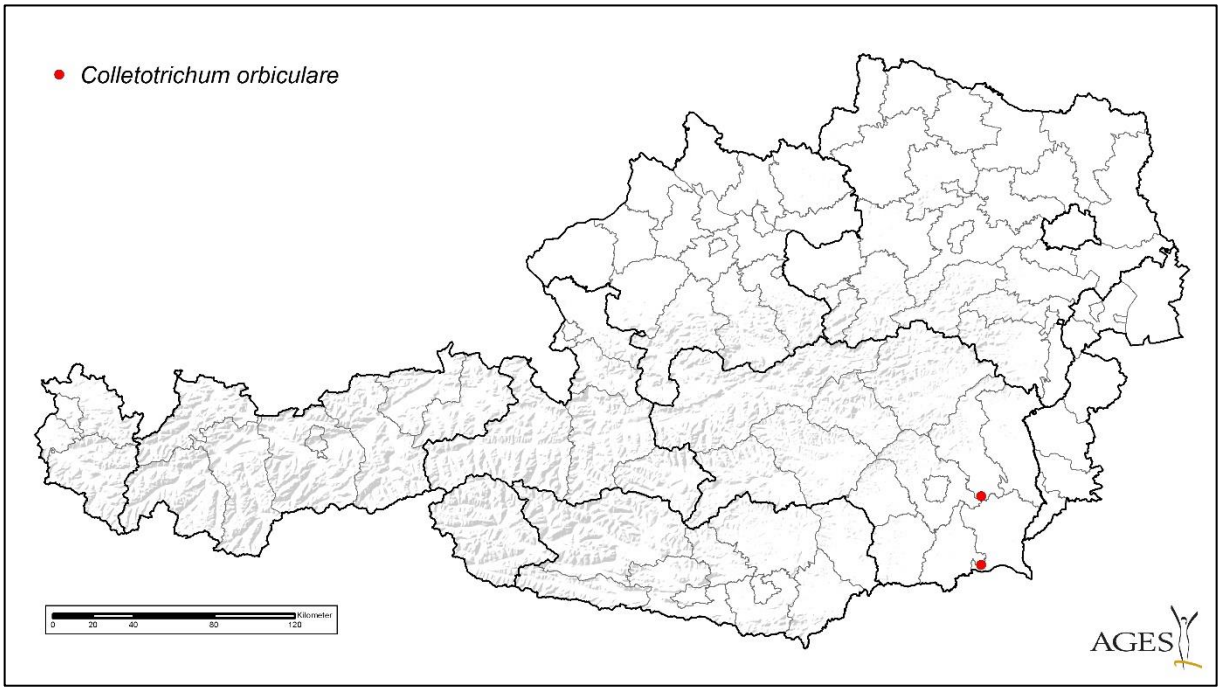

Abbildung 35: Vorkommen von *Colletotrichum orbiculare* auf zwei von 20 beprobten Flächen

6. Diskussion

6.1 Bewertung der Ergebnisse in Bezug auf die Witterung

Die Anbausaison des Ölkürbis im Jahr 2018 war geprägt von Hitze und teilweise extremer Trockenheit in Niederösterreich und dem Burgenland. In der Steiermark konnten hingegen teilweise sehr hohe Niederschlagsmengen verzeichnet werden. (HIEBL et al., 2019)

Ab dem Saattermin Ende April – Anfang Mai bis zur Ernte Ende September (im Jahr 2018 fand die Ernte jedoch an manchen Orten schon Ende August statt) sollte die Mindesttemperatur bei rund 10 °C liegen. Des Weiteren sind ausreichende Niederschlagsmengen zwischen Ende Juni und Mitte August notwendig, um gute Erträge zu sichern. (ANONYM, 2015) Auch einige parasitische Pilze brauchen zur Verbreitung oder Keimung tropfbares Wasser bzw. eine hohe Feuchtigkeit in der Luft oder auf den Pflanzen. Es ist festzustellen, dass auf den Standorten in der Steiermark vor allem im Südosten, die meisten parasitischen Pilze aufgetreten sind. Hierfür könnte der Grund einerseits der anhaltende Regen im Mai und Juni sein (ANONYM, 2019c). Es wurden Niederschlagsmengen aufgezeichnet, die bis zu 50% höher als die normalerweise im Mai bzw. Juni gemessenen Werte der vergangenen Jahre liegen (ANONYM, 2019c). Andererseits kann es auch an einer nicht angemessenen Fruchtfolge liegen, da viele der aufgetretenen Pilze (z. B. *Stagonosporopsis cucurbitacearum, Ascochyta cucumeris, Phyllosticta cucurbitacearum*, etc.) Fruchtfolgekrankheiten sind (ANONYM, 2015). Nach den zwei nassen Monaten in der Steiermark wurde es jedoch dann wieder sehr trocken (ANONYM, 2019c).

Die Bedingungen waren also aufgrund der tendenziell herrschenden Trockenheit eher schlecht, um genaue Aussagen über das Vorkommen der parasitischen Pilze zu treffen. Damit man einen noch besseren Überblick über vorkommende Pathogene am steirischen Ölkürbis bekommt und eine sichere Prognose für die Landwirte erstellen kann, müsste man weitere Monitorings mit mehr Standorten realisieren.

Ein weiteres Problem stellt der große Vegetationsvorsprung dar. Die überdurchschnittlich hohen Temperaturen in den Frühlingsmonaten führten zu einer bis zu drei Wochen früheren Ernte (STANGL et al., 2019). Dadurch konnte auf manchen Standorten keine Probennahme (vor allem in Niederösterreich und teilweise auch im Burgenland) mehr erbracht werden.

6.2 Bewertung der morphologischen Bestimmung der Pyknidienbildner

Folgende 4 Spezies können morphologisch unterschieden werden (Tab. 2), in historischer Reihenfolge:

Tabelle 2: Die vier Spezies können morphologisch durch Konidienform, -länge und -breite bestimmt werden.

Spezies	**Konidienform**	**Konidien-länge [µm]**	**Konidien-breite [µm]**	**Bemerkungen**
Phyllosticta cucurbitacearum Sacc. (1878)	An beiden Seiten stumpf, gebogen, hyalin mit 2 Öltropfen, einzellig	5-6	2,5	Erstnachweis an steirischem Ölkürbis in Österreich von BEDLAN (2012a).
Phoma cucurbitacearum (Fr.) Sacc. (1884)	Länglich, einzellig	7,5	-	Basionym ist *Sphaeria cucurbitacearum* Fr. (1823).
Ascochyta cucumeris Fautrey & Roum. (1891)	Konidien sehr zahlreich, hyalin, zylindrisch, 1-septiert	8-11	3	
Stagonosporopsis cucurbitacearum (Fr.) Avescamp, Gruyter & Verkley (2010)	Zylindrisch-ellipsoid, überwiegend einzellig, einige mehrzellige Konidien	(3-) 3,5 - 10	1,5 - 3 (-3,5)	Basionym ist *Sphaeria cucurbitacearum* Fr. (1823).

6.2.1 *Phyllosticta cucurbitacearum* Sacc. (1878)

Phyllosticta cucurbitacearum hat einzellige, gebogene, hyaline, an beiden Seiten abgestumpfte Konidien mit je 2 Öltropfen (SACCARDO, 1878).

Der Erstnachweis dieses Pilzes am steirischen Ölkürbis erfolgte von BEDLAN (2012a). Die Konidien aus diesem Beleg messen 4,13 - 7,17 x 2,03 - 4,10 µm (Ø 5,61 x 2,69 µm).

Phyllosticta cucurbitacearum müsste aber aufgrund der fehlenden Schleimanhängsel in die Gattung *Phoma* gestellt werden. Laut AA und VANEV (2002) ist der aktuelle Name *Phoma cucurbitacearum* (Fries: Fries) Sacc. und verweisen damit, dass *Phyllosticta cucurbitacearum* Sacc. ein Synonym zu *Phoma cucurbitacearum* ist und damit die

Überstellung in die Gattung *Phoma* vollzogen ist (Verweis auf SACCARDO, 1884). Dies lässt sich aber nicht nachvollziehen. GRUYTER et al. (2002) bezeichnen *Phyllosticta cucurbitacearum* Sacc. als Synonym von *Phoma cucurbitacearum* (Fr.) Sacc. (s. dort). In den beiden Repositories Index Fungorum und Mycobank ist *Phyllosticta cucurbitacearum* Sacc. gültig und legitim.

6.2.2 *Phoma cucurbitacearum* (Fr.) Sacc. (1884)

Das Basionym ist *Sphaeria cucurbitacearum* Fr. (1823). SACCARDO (1884) nimmt an, dass es sich bei *Sph*. *cucurbitacearum* um eine asexuelle Form handelt.

Die Maße der Konidien von *Phoma cucurbitacearum* (Fr.) Sacc. von den selbst gesammelten Belegen sind Folgende:

Standort Straning (N 48°37´07", O 15°52´46", 285m): 5,10-8,61 x 1,40-2,46 µm (Ø 6,27 x 1,84 µm); 1-zellig ohne Öltropfen.

Standort Wollsdorf (N 47°08´01", O 15°40´52", 374m): 4,25-7,99 x 1,74-3,18 µm (Ø 5,77 x 2,39 µm); 1-zellig ohne Öltropfen.

GRUYTER et al. (2002) sagen: “Pycnidia (in yellow-brown lesions on stems and leaves, subepidermal, usually followed by pseudothecia; also on infected seedlings and in dark cracked sunken lesions on fruits) 120-190 µm diam., subglobose to flattened ellipsoidal with a distinct ostiole.

Conidia extremely variable in size and septation. Sometimes they are mostly aseptate with some 1-septate and a few 2-septate, but usually they are mostly 1 (-2)-septate, with a small percentage unicellular. The dimensions are commonly (6-) 8 – 10 (-13) x (2.5-) 3 – 4 (-5) µm, but the septate ones can be larger up to 20-24 x 4-5 pm (ascochytoid; quoted in the Addendum of sect. Heterospora; (BOEREMA et al., 1997).

Pycnidia on seed coats usually contain only small aseptate conidia, (3.5-)4-8(-8.5) x 2-3 µm, thus resembling those in vitro.”

Die Maße der Konidien bei GRUYTER et al. (2002) sind größer als jene von den Standorten in Österreich und sie sind auch länger als im Protolog beschrieben.

6.2.3 *Ascochyta cucumeris* Fautrey & Roum. / *Ascochyta cucumis* Fautrey & Roum. (1891)

In der Literatur werden *A. cucumeris* und *A. cucumis* gleichermaßen für das asexuelle Stadium der Gummistängelkrankheit der Gurken und Kürbisse, *Didymella bryoniae*, verwendet.

Für beide Namen wird auf den gleichen Protolog verwiesen: ROUMEGUÈRE, C. 1891. Fungi exsiccati praecipue Gallici. Centurie LVII. Revue Mycologique Toulouse. 13:79. Autoren sind jeweils Fautrey & Roumeguère. Im Protolog wird dieser Pilz als *Ascochyta cucumis* bezeichnet. Grammatikalisch richtig ist jedoch das Epithet *cucumeris*. Es führen jedoch die beiden Repositories Index Fungorum und Mycobank beide Namen als gültig an. In Mycobank findet sich jedoch der Hinweis bei *A. cucumeris* „published as `cucumis´“.

Der richtige Name ist daher *Ascochyta cucumeris* Fautrey & Roum.

Im Protolog schreibt ROUMEGUÈRE (1891), dass die Konidien hyalin, sehr zahlreich, 1-septiert, zylindrisch sind und 8-11 x 3 µm messen.

Die eigenen Untersuchungen der Konidien ergaben, dass sie zweizellig sind und 7,4-12,3 x 2,1-3 µm messen. Sie sind länglich und besitzen abgerundete Enden.

In dem Repository Mycobank ist *Ascochyta cucumeris* gültig und legitim. Als anamorphes (asexuelles) Synonym wird *Stagonosporopsis cucurbitacearum* (Fr.) Aveskamp, Gruyter & Verkley angegeben, als teleomorphe (sexuelle) Synonyme *Didymella bryoniae* (Fuckel) Rehm, *Phoma cucurbitacearum* (Fr.) Sacc., *Sphaerella cucurbitacearum* (Fr.) Cooke, *Sphaeria cucurbitacearum* Fr., *Stagonosporopsis cucurbitacearum* (Fr.) Aveskamp, Gruyter &Verkley.

Hierbei sind jedoch *Phoma cucurbitacearum* (Fr.) Sacc., *Sphaeria cucurbitacearum* Fr., *Laestadia cucurbitacearum* (Fr.) Sacc. (Basionym ist das asexuelle Stadium *Sphaeria cucurbitacearum* Fr.) und *Stagonosporopsis cucurbitacearum* (Fr.) Aveskamp, Gruyter &Verkley asexuelle Formen und können daher keine teleomorphen (sexuelle) Synonyme sein.

Bei *Sphaerella cucurbitacearum* (Frt.) Cooke ist der Status zunächst nicht ganz klar, es bezieht sich der Name aber auf das Basionym *Sphaeria cucurbitacearum* Fr. Es werden jedoch in erster Linie Merkmale eines Askomyzeten beschrieben und unreife Sporidien erwähnt (COOKE, 1883). Nachdem hierfür lt. Mycobank der gültige Name

Stagonosporopsis cucurbitacearum (Fr.) Aveskamp, Gruyter & Verkley ist, handelt es sich zweifelsfrei um eine asexuelle Form.

In dem Repository Mycobank ist *Ascochyta cucumis* gültig und legitim. Als homotypisches Synonym wird die sexuelle Form *Mycosphaerella cucumis* (Fautrey & Roum.) W.F. Chiu & J.C. Walker (CHIU und WALKER, 1949) angeführt.

In Index Fungorum ist weiterhin der Name *Ascochyta cucumeris* Fautrey & Roum. gültig, ohne auch, dass ein Synonym oder ein sexuelles Stadium angegeben wird und anstelle von *Ascochyta cucumis* Fautrey & Roum. ist *Stagonosporopsis cucurbitacearum* (Fr.) Aveskamp, Gruyter &Verkley nun der gültige Name.

6.2.4 *Stagonosporopsis cucurbitacearum* (Fr.) Avescamp, Gruyter &Verkley (2010)

AVESCAMP et al. (2010) transferieren *Phoma cucurbitacearum* (Fr.) Sacc. aufgrund molekularbiologischer Analysen in die Gattung *Stagonosporopsis* und zwar als *Stagonosporopsis cucurbitacearum* (Fr.) Avescamp, Gruyter &Verkley. Basionym ist *Sphaeria cucurbitacearum* Fr. und sie benennen als Synonym die asexuelle Form *Sphaeria bryoniae* Fuck. Mit der sexuellen Form *Didymella bryoniae* (Fuck.) Rehm als nomenklatorisches Synonym hierzu.

AVESCAMP et al. (2010) führen die bereits bei GRUYTER et al. (2002) untersuchten Belege an und zwar CBS 133.96 an *Cucumis* sp. aus Neuseeland sowie CBS 109171 an *Cucumis* sp. aus den Niederlanden mit der Bemerkung, dass CBS 133.96 morphologisch nicht identifiziert werden konnte, da steril.

Die Gattung *Stagonosporopsis*, aufgestellt von DIEDICKE (1912), wird von ihm charakterisiert als mit pseudopyknidialen Gehäusen und 2-3-zelligen Sporen.

AVESCAMP et al. (2010) verbessern und ergänzen die Beschreibung von DIEDICKE (1912) wie folgt (auszugsweise, die Konidien betreffend): „Conidia often in two types: majority aseptate, hyaline, ellipsoidal to subglobose, thin-walled, smooth, measuring (3–)3.5–10 × 1.5–3(–3.5) µm. Conidia of the second type can be produced both *in vivo* and *in vitro* in the same pycnidia as the smaller spores, unicellular or with up to 3 septa, measuring up to 30 × 8 µm.”

6.2.5 Resumee

A) asexuelle Formen

Phyllosticta cucurbitacearum Sacc., *Phoma cucurbitacearum* (Fr.) Sacc., *Ascochyta cucumeris* Fautrey & Roum. und *Stagonosporopsis cucurbitacearum* (Fr.) Avescamp, Gruyter und Verkley lassen sich morphologisch eindeutig unterscheiden.

Phyllosticta cucurbitacearum ließe sich nur schwer als Synonym von *Phoma cucurbitacearum* bezeichnen, es sollte eher als comb. nov. in die Gattung *Phoma* gestellt werden.

Ich würde *Phoma cucurbitacearum* in der Gattung *Phoma* belassen, aber nebenher durchaus auch eine Spezies *Stagonosporopsis*.

Aufgrund eines grammatikalischen Fehlers sollte der Name *Ascochyta cucumis* eliminiert werden. Gültig ist daher nur *Ascochyta cucumeris*.

B) sexuelle Formen

Die sexuelle Form von *Ascochyta cucumeris* ist nach vielen Literaturangaben *Didymella bryoniae* (Fuckel) Rehm. FUCKEL (1870) beschreibt eine *Sphaeria bryoniae*, die REHM (1881) als Basionym dient.

Von frühen Mykologen wurde die Gattung *Sphaeria* für Pilze, die Pyknidien (asexuelle Fruchtkörper) oder Perithecien (sexuelle Fruchtkörper) bilden, benutzt (KIRK et al., 2008).

Diese Interpretation blieb späteren Mykologen überlassen. Rehm geht also von einem Askomyceten aus und stellt *Sphaeria bryoniae* in die Askomycetengattung *Didymella*. AVESCAMP et al. (2010) benennen diesen Pilz *Stagonosporopsis cucurbitacearum* (Fr.) Avescamp, Gruyter und Verkley, der jedoch eine asexuelle Form darstellt (s. auch in Index Fungorum). Nach den Nomenklaturregeln sollten Pilze aber nach ihren sexuellen Formen benannt werden.

Im Repositorium Mycobank ist jedoch der Name *Didymella bryoniae* (Fuckel) Rehm gültig und *Stagonosporopsis cucurbitacearum* eines von mehreren anamorphen (asexuellen) Synonymen. Dies ist meiner Meinung auch richtig.

Weitere asexuelle Formen sind *Ascochyta cucumeris* Fautrey & Roum. und *Phoma cucurbitacearum* (Fr.) Sacc. (≡ *Sphaeria cucurbitacearum* Fr., ≡ *Sphaerella cucurbitacearum* (Fr.) Cooke, ≡ *Laestadia cucurbitacearum* (Fr.) Sacc.).

REHM (1881) beschreibt auch eine *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm deren Basionym *Sphaerella bryoniae* Auersw. ist. Letztere ist in den Repositories Index Fungorum und Mycobank enthalten, jedoch nicht die *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm. Ein homotypisches Synonym hierzu ist *Didymosphaeria bryoniae* (Auersw.) Niessl, heterotypische Synonyme sind *Didymella melonis* Pass., *Phyllosticta citrullina* Chester und *Sphaerella melonis* Ferraris. (siehe Mycobank). Das asexuelle Synonym lautet gem. Mycobank *Stagonosporopsis cucurbitacearum* (Fr.) Aveskamp, Gruyter & Verkley und der derzeit gültige Name *Didymella bryoniae* (Fuckel) Rehm.

6.3 Bewertung der Häufigkeit des Vorkommens der Krankheiten

Betrachtet man die Abbildungen 23 und 24 fällt auf, dass auf den Früchten ein kleineres Spektrum an Krankheiten und vor allem die Pathogene absolut gesehen weniger häufig vorkommen. Dies ist dadurch zu erklären, dass bei den ersten Probenahmeterminen im Juli schon Früchte vorhanden waren, jedoch noch keine Krankheitssymptome mit dem freien Auge erkennbar waren und oft bei genauerer Untersuchung noch keine Pathogene festzustellen waren. Durch die kürzere Kulturdauer war dies jedoch nicht möglich.

Bei diesem Monitoring war festzustellen, dass *G. orontii* vor allem bei den ersten Probenahmeterminen noch weit verbreitet war (Abb. 25). Auch nach PIRONDI et al. (2016) treten Infektionen durch den Erreger *Golovinomyces orontii* in Norditalien eher zu Beginn der Kulturzeit an Kürbis auf. Bei den zweiten Probenahmen im August war, wie zu erwarten eher *G. cucurbitacearum* oder teilweise eine Mischinfektion der beiden Erreger häufiger vorzufinden (siehe Abb. 26). Dennoch ist zu beachten, dass die Blattproben nur noch von 12 von 20 Standorten beprobt werden konnten. Der Grund dafür war das abgestorbene Blattwerk an manchen Standorten.

Colletotrichum coccodes tritt üblicherweise als Sekundärparasit auf (HUSS, 2014). Im Rahmen dieses Monitorings wurde die Anthraknose als Primärbefall festgestellt. Nach HUSS (2014) kann der Erreger bei Trockenstress der Kulturpflanzen als Schwächeparasit auftreten. *Colletotrichum coccodes* wurde lediglich auf drei Standorten gefunden.

Dennoch könnte dieser Erreger aufgrund des Klimawandels zu größeren Schäden führen. Die zunehmende Trockenheit in manchen Gebieten lässt das Pathogen leichter in die geschwächte Wirtspflanze eindringen. Auch der große Wirtspflanzenkreis des Erregers könnte zunehmende Probleme in der Landwirtschaft verursachen.

Auf Kürbisgewächsen, vor allem auf Gurken, ist der Falsche Mehltau kaum wegzudenken. Bei diesem Monitoring an Ölkürbis trat der Erreger *Pseudoperonospora cubensis* jedoch nur auf drei Standorten in der Steiermark auf. Ein Grund dafür kann die teilweise trockene Witterung gewesen sein, so dass sich das Pathogen nicht optimal entwickeln konnte. Ein anderer Grund dafür könnte auch die Variabilität in der Pathogenität der verschiedenen Pathotypen des Erregers auf den einzelnen Wirtspflanzen sein (LEBEDA und WIDRLECHNER, 2003).

Um noch umfangreicher zu argumentieren und die Ergebnisse abzusichern, müssten weitere Monitorings durchgeführt werden. Dies ist auch notwendig, da der Einfluss der Wetterextreme bei einem einjährigen Monitoring sehr hoch ist.

7. Zusammenfassung

Im Jahr 2018 wurde das Vorkommen parasitischer Pilze am steirischen Ölkürbis (*Cucurbita pepo* var. *styriaca*) in den Hauptanbaugebieten Burgenland, Niederösterreich und Steiermark in Österreich auf insgesamt 20 Flächen erhoben. Die Bestimmung der pilzlichen Erreger erfolgte durch die gängigen mykologischen Methoden der Lichtmikroskopie.

Auf den Blättern wurde der Echte Mehltau (*Golovinomyces orontii* und *G. cucurbitacearum*), der Falsche Mehltau (*Pseudoperonospora cubensis*), die Brennfleckenkrankheit (*Colletotrichum coccodes*), die Anthraknose-Krankheit (*Colletotrichum orbiculare*) und Blattfleckenkrankheiten wie *Ascochyta cucumeris, Phoma cucurbitacearum, Phyllosticta cucurbitacearum, Stagonosporopsis cucurbitacearum* festgestellt.

Auf den Früchten kamen Schwarzfäule-Erreger wie *Ascochyta cucumeris, Phoma cucurbitacearum, Phyllosticta cucurbitacearum, Stagonosporopsis cucurbitacearum* und die Brennfleckenkrankheit (*Colletotrichum coccodes*) vor.

Ein Erstnachweis für Österreich auf *Cucurbita pepo* var. *styriaca* wurde für *Golovinomyces orontii* am 03. Juli in Tadten (Burgenland) und am 26.07.2018 in Pillichsdorf (Niederösterreich) für *G. cucurbitacearum* geführt (KOLBINGER et al., 2019).

Die Echte Mehltauart *Golovinomyces orontii* kam auf fast allen Flächen (19 von 20 Flächen) vor. Auf der Hälfte der Flächen konnten die Pathogene *Golovinomyces cucurbitacearum* und *Stagonosporopsis cucurbitacearum* diagnostiziert werden.

Die Echten Mehltauarten werden in Zukunft eine große Rolle spielen. Durch zunehmende Hitzeperioden und Trockenheit könnte auch der bei diesen Untersuchungen noch nicht häufig vorkommende Pilz *Colletotrichum coccodes* auftreten. In Gebieten mit sehr hohen Niederschlagsmengen ist *Stagonosporopsis cucurbitacearum* die Hauptkrankheit. Um exakte Aussagen für Prognosen zum Auftreten der einzelnen Pathogene zu treffen, müssen weitere Untersuchungen stattfinden. Dies hätte auch den Vorteil, dass man den Einfluss der Wetterextreme von nur einem Jahr ausgleichen kann.

8. Abstract

In 2018, the occurrence of parasitic fungi on the Styrian oil pumpkin (*Cucurbita pepo* var. *styriaca*) was surveyed in the main cultivation areas of Burgenland, Lower Austria and Styria in Austria on a total of 20 areas. The determination of the fungal pathogens was carried out by the common mycological methods of light microscopy.

Following pathogens were observed on leaves: powdery mildew (*Golovinomyces orontii* and *G. cucurbitacearum*), downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*), Black dot (*Colletotrichum coccodes*), an anthracnose-disease (*Gloeosporium orbiculare*) and the pathogens of leaf spot diseases like *Ascochyta cucumeris, Phoma cucurbitacearum, Phyllosticta cucurbitacearum* and *Stagonosporopsis cucurbitacearum*.

On oilpumpkin fruits it occurred black rot like *Ascochyta cucumeris, Phoma cucurbitacearum, Phyllosticta cucurbitacearum, Stagonosporopsis cucurbitacearum* and black dot (*Colletotrichum coccodes*).

A first report of *Golovinomyces orontii* for Austria on *Cucurbita pepo var. styriaca* was made on 3rd of July 2018 in Tadten (Burgenland) and for *G. cucurbitacearum* on 26th of July 2018 in Pillichsdorf (Lower Austria) (KOLBINGER et al., 2019).

The powdery mildew species *Golovinomyces orontii* was found on almost all areas (19 out of 20 areas). The pathogens *Golovinomyces cucurbitacearum* and *Stagonosporopsis cucurbitacearum* could be diagnosed on half of the areas.

The powdery mildew species will play a major role in the future. Due to increasing heat periods and drought, the fungus *Colletotrichum coccodes* which is not yet frequently found in these studies, could also occur. In areas with very high rainfall, *Stagonosporopsis cucurbitacearum* is the main disease. In order to make exact statements for forecasts on the occurrence of the individual pathogens, further investigations are necessary. This would also have the advantage that the influence of weather extremes of only one year can be compensated.

9. Literaturverzeichnis

AA H.A. VAN DER, VANEV, S., (2002): A revision of the species described in *Phyllosticta*. Centraal bureau voor Schimmelcultures, Utrecht, 510 pp.

ARX, J.A. VON (1957): Die Arten der Gattung *Colletotrichum*. In: Phytopathologische Zeitschrift. 29(4): 413-468.

ANONYM (2015): LK NIEDERÖSTERREICH, Kulturanleitung_Ölkürbis. Online: https://www.lko.at/media.php?filename=download%3D%2F2015.12.04%2F1449215389332455.pdf&rn=Kulturanleitung_%D6lk%FCrbis.pdf, Stand: 03.11.2019

ANONYM (2019a): BMNT, BUNDESMINISTERIUM NACHHALTIGKEIT UND TOURISMUS: Steirisches Kürbiskernöl g.g.A. Online: https://www.bmnt.gv.at/land/lebensmittel/trad-lebensmittel/oel/steir_kuerbiskernoel.html, Stand:29.09.2019

ANONYM (2019b): Statistik Austria: Feldfrucht- und Dauerwiesenproduktion nach Bundesländern (Tabellen). Online: http://www.statistik-austria.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/feldfruechte/index.html, Stand: 29.09.2019

ANONYM (2019c): Klimamonitoring 2018. Online: https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/klimamonitoring/?param=report&period=period-ym-2018-07&ref=3, Stand: 29.09.2019

AVESKAMP, M.M., DE GRUYTER, J., WOUDENBERG, J.H.C., VERKLEY, G.J.M., P.W. CROUS, (2010): Highlights of the *Didymellaceae*: A polyphasic approach to characterize *Phoma* and related pleosporalean genera. In: Studies in Mycology 65: 1–60

BEDLAN, G. (2012a): First report of *Phyllosticta cucurbitacearum* on *Cucurbita pepo* var. *styriaca* in Austria. In: Journal für Kulturpflanzen. 64, 171-172.

BEDLAN, G. (2012b): Gemüsekrankheiten. 4. Auflage, Zentralverband der Kleingärtner und Siedler Österreichs, Wien.

BERKELEY, M.J. (1838): Notices of British fungi [59-107]. In: Annals and Magazine of Natural History. 1: 198-208.

BERKELEY, M.J.; CURTIS, M.A. (1869): Fungi Cubenses (*Hymenomycetes*). In: Journal of the Linnean Society. 10: 280-392.

BOEREMA, G.H., GRUYTER, J. DE, NOORDELOOS, M.E., (1997): Contributions towards a monograph of *Phoma* (*Coelomycetes*) IV. Section *Heterospora*: Taxa with large sized conidial dimorphs, in vivo sometimes as *Stagonosporopsis* synanamorphs. In: Persoonia 16: 335-371.

BRAUN, U. (1995): The powdery mildews (*Erisyphales*) of Europe. Gustav Fischer Verlag, Jena; Stuttgart; New York.

BRAUN, U.; COOK, R.T.A. (2012): Taxonomic manuals of the *Erisyphales* (Powdery mildews). CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, Utrecht.

BRAUN, U.; SHIN, H.D.; TAKAMATSU, S., MEEBOON, J.; KISS, L.; LEBEDA, A.; KITNER, M.; GÖTZ, M. (2019): Phylogeny and taxonomy of *Golovinomyces orontii* revisited. In: Mycological Progress. 18, 335–357.

CASTAGNE, L. (1851): Supplément au catalogue des plantes qui croissant naturellement aux environs de Marseille. 1-125.

CHIU, W.F.; WALKER, J.C. (1949): Morphology and variability of the cucurbit black rot fungus. In: Journal of Agricultural Research. 78:98

COOKE, M.C. (1883): On *Sphaerella* and its allies. In: Journal of Botany, British and Foreign. 21:71

DAMM, U.; CANNON, P.F.; CROUS, P.W. (2012): *Colletotrichum*: complex species or species complexes? In: Studies in Mycology Bd. 73, 37-113.

DIEDICKE, H. (1912): Die Abteilung *Hyalodidymae* der Sphaerioideen. In: Annales Mycologici. 10(2):142

FRIES, E.M. (1823): Systema Mycologicum. 2:502

FUCHS, L. (1543): New Kreüterbuch durch Leonhart Fuchsen, gedruckt zu Basell durch Michael Isingrin/1543

FUCKEL, L. (1870): Symbolae mycologicae. Beiträge zur Kenntniss der Rheinischen Pilze. In: Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde. 23-24:112

GRUYTER, J. DE, BOEREMA, G.H., AA, H.A. VAN DER (2002): Contributions towards a monograph of *Phoma* (*Coelomycetes*) VI — 2. Section *Phyllostictoides*: Outline of its taxa. In: Persoonia, Volume 18, Part 1, 1-53

HIEBL, J., CHIMANI, B., GANEKIND, M., ORLIK, A. (2019): Österreichisches Klimabulletin - Jahr 2018. Online: https://www.zamg.ac.at/zamgWeb/klima/bulletin/2018/bulletin-2018.pdf, Stand: 29.09.2019

HUGHES, S.J. (1958): Revisiones Hyphomycetum aliquot cum appendice de nominibus rejiciendis. In: Canadian Journal of Botany. 36(6): 727-836

HUSS H. (2014): Pflanzenkrankheiten-*Didymella* in Kürbis, *Colletotrichum*-Welke an Kartoffel.Online:https://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/forschung/publikationen/downloadsveranstaltungen/viewdownload/1671-2361-kuerbiskrankheiten-krakue/14953-pflanzenkrankheiten-didymella-in-kuerbis-colletotrichum-welke-an-kartoffel.html, Stand: 03.05.19

KIRK, P.M., CANNON, P.F., MINTER, D.W., STALPERS, J.A. (eds.), (2008): Dictionary of fungi. 10th Ed. CAB International, Wallingford. UK.

KOIKE, S.T.; GLADDERS, P.; PAULUS A. O. (2007): Vegetable Diseases - A Coulour Handbook. Manson Publishing, London.

KOLBINGER, S.; PLENK, A.; BEDLAN, G. (2019): Erstnachweis von *Golovinomyces orontii* und *Golovinomyces cucurbitacearum* an *Cucurbita pepo* var. *styriaca* in Österreich. In: Journal für Kulturpflanzen 71 (6), 182-187.

KRISTKOVA, E.; LEBEDA, A.; SEDLÁKOVÁ, B. (2009): Species spectra, distribution and host range of cucurbit powdery mildews in the Czech Republic, and in some other European and Middle Eastern countries. In: Phytoparasitica. 37, 337-350.

LEBEDA A.; WIDRLECHNER, M.P. (2003): A set of Cucurbitaceae taxa for differentiation of *Pseudoperonospora cubensis* pathotypes. In: Journal of plant diseases and protection. 110, 337-349.

LEBEDA, A.; COHEN Y. (2010): Cucurbit downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*)—biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control. In: European Journal of Plant Pathology. 129, 157-192.

LELLEY, T.; LOY, B.; MURKOVIC, M. (2009) Hull-Less Oil Seed Pumpkin. In: Vollmann J. (2009): Oil Crops. Handbook of Plant Breeding. vol 4. Springer, New York, 469-492.

NESARETNAM, K.; YEW, W.W.; WAHID, M.B. (2007): Tocotrienols and cancer: Beyond antioxidant activity. In: European Journal of Lipid Science and Technology 109, 445-452.

PIRONDI, A.; PÉREZ-GARCÍA, A.; BATTISTINI, G.; MUZZI, E.; BRUNELLI, A.; COLLINA, M. (2015): Seasonal variations in the occurrence of *Golovinomyces orontii* and *Podosphaera xanthii*, causal agents of cucurbit powdery mildew in Northern Italy. In: Annals of Applied Biology. 167, 298–313.

PIRONDI, A.; KITNER, M.; IOTTI, M.; SEDLÁKOVÁ, B.; LEBEDA, A.; COLLINA, M. (2016): Genetic structure and phylogeny of Italian and Czech populations of the cucurbit powdery mildew fungus *Golovinomyces orontii* inferred by multilocus sequence typing. In: Plant Pathology. 65, 959–967.

REHM, H. (1881): Ascomyceten in getrockneten Exemplaren herausgegeben. In: Berichte des Naturhistorischen Vereins Augsburg. 26:27

RODRÍGUEZ-SALAMANCA, L.M.; HAUSBECK, M.K. (2018): Evaluating Host Resistance to Limit Colletotrichum coccodes on Onion. In: HortScience 53(7): 916–919.

ROUMEGUÈRE, C. (1891): Fungi exsiccati praecipue Gallici. Centurie LVII. In: Revue Mycologique Toulouse. 13:79

ROSTOVZEV, S.J. (1903): Beiträge zur Kenntnis der Peronosporeen. In: Annales de l' Institut agronomique de Moscow 9: 30-55 (russisch), auch in: Flora 92, 405-430 (1903, deutsch)

ROTH, L.; KORMANN K. (2005): Atlas of oil plants and vegetable oils fats, waxes, fatty acids, botany, ingredients, analytics. Dumme Agrimedia, Bergen.

SACCARDO, P.A. (1878): Fungi Veneti novi vel critici velmycologiae Venetae addendi. Series VII. In: Michelia. 1(2):145

SACCARDO, P.A. (1884): Sylloge *Sphaeropsidearum* et *Melanconiearum* omnium hucusque cognitarum In: Sylloge Fungorum. 3:148

SAVORY, E.A.; GRANKE, L.L.; QUESADO-OCAMPO, L.M.; VARBANOVA, M.; HAUSBECK, M.K.; DAY, B. (2011): The cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis*. In: Molecular Plant Pathology 12(3), 217–226.

SCHUSTER, W.H. (1992): Ölpflanzen in Europa. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

SPERBER, J. (1988): Öl- und Eiweißpflanzen Anbau, Kultur und Ernte. Österreichischer Agrarverlag, Wien.

STANGL M., FORMAYER H., HOFSTÄTTER M., ORLIK A., ANDRE K., HIEBL J., STEYRER G., MICHL C. (2019): Klimastatusbericht 2018, CCCA (Hrsg.) Wien.

WALLROTH, C.F.W. (1833): Algas et fungos. In: Flora Cryptogamica Germaniae. 2:1-923

WITTMANN, W. (1970): Ein neues Rezept zur Herstellung mykologischer Präparate. In: PflSchber., Bd. 41, Heft 5/6/7, p. 91-94.

ZHENG, R.Y.; CHEN, G.Q. (1981): The genus *Erysiphe* in China. In: Sydowia. 34: 214-327.

10. Abbildungsverezichnis

Abbildung 1: Blattrandnekrosen verursacht durch *Ascochtya cucumeris* 10
Abbildung 2: Zweizellige Konidien von *A. cucumeris* mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970) 11
Abbildung 3: Runde eingesunkene Flecken verursacht durch *Colletotrichum coccodes* 12
Abbildung 4: Ovale, dunkelbraune-schwarze Flecken umrandet von einem gelben Hof 12
Abbildung 5: lange, schlanke Konidien von *Colletotrichum coccodes* mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970) 13
Abbildung 6: hellbraune Blattflecken, verursacht durch *Colletotrichum orbiculare*, brechen aus 14
Abbildung 7: Acervulus mit Setae mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970)... 15
Abbildung 8: Konidien von *Colletotrichum orbiculare* mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970) 15
Abbildung 9: Durch den Echten Mehltau befallenes Kürbisblatt 16
Abbildung 10: Konidienketten von *Golovinomyces cucurbitacearum* mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970) 17
Abbildung 11: Oidie von *G. orontii* mit apikalem Keimschlauch 18
Abbildung 12: Oidie von *G. cucurbitacearum* mit seitlichem Keimschlauch..... 18
Abbildung 13: Schwarzverfärbung des Fruchtfleisches und der Fruchtwand durch zahlreiche Pyknidien 20
Abbildung 14: Einzellige Konidien von *Phoma cucurbitacearum* mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970) 20
Abbildung 15: Schwarzverfärbung der Fruchtwand durch *Phyllosticta cucurbitacearum* und gleichzeitige Ansiedelung von *Alternaria spp.* 21
Abbildung 16: Einzellige Konidien von *Phyllostcita cucurbitacearum* mit Wittmann´s Blau gefärbt (Wittmann, 1970) 22
Abbildung 17: Pyknidien und Sporenmassen von *Phyllosticta cucurbitacearum* mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970) 22
Abbildung 18: Helle, eckige Flecken hervorgerufen durch *Pseudoperonospora cubensis* 23
Abbildung 19: Verzweigter Sporangienträger des Falschen Mehltaus mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970) 25

Abbildung 20: Grau-violette Sporangien von *Pseudoperonospora cubensis* mit Wittmann´s Blau gefärbt (WITTMANN, 1970) 25
Abbildung 21: Pyknidien von *Stagonosporopsis cucurbitacearum* auf der Frucht eines Ölkürbis 26
Abbildung 22: Überwiegend einzellige Konidien von *Stagonosporopsis cucurbitacearum* gefärbt mit Wittmann´s Blau (WITTMANN, 1970) 27
Abbildung 23: Diagramm zur Häufigkeit des Auftretens von parasitischen Pilzen auf den Blättern des steirischen Ölkürbis im Sommer 2018 in den Bundesländern Burgenland, Niederösterreich und Steiermark. Die grünen Balken stellen die absolute Häufigkeit der einzelnen Pilze dar. Dabei wurden die drei Bundesländer und beide Probennahmetermine im Juli und August 2018 zusammengefasst. 30
Abbildung 24: Diagramm zur Häufigkeit des Auftretens von parasitischen Pilzen auf Früchten des steirischen Ölkürbis im Sommer 2018 in den Bundesländern Burgenland, Niederösterreich und Steiermark. Die orangenen Balken stellen die absolute Häufigkeit der einzelnen Pilze dar. Dabei wurden die drei Bundesländer und beide Probennahmetermine im Juli und August 2018 zusammengefasst. 31
Abbildung 25: Vorkommen von *Golovinomyces orontii* auf insgesamt 19 von 20 beprobten Flächen in Österreich 32
Abbildung 26: Vorkommen von *Golovinomyces cucurbitacearum* auf zehn von 20 beprobten Flächen in Österreich 33
Abbildung 27: Boxplot-Diagramm zu dem jeweiligen ersten Probenahmetermin in den drei Bundesländern Burgenland (1a-5a), Steiermark (6a-13a) und Niederösterreich (14a-20a). Die drei Bezugslinien stellen die Grenzen der Breitenmaße der Oidien der unterschiedlichen Echten Mehltau-Arten dar. *Golovinomyces cucurbitacearum* hat eine Oidienbreite von 12-15 µm und *Golovinomyces orontii* besitzt Oidien in der Breite von 15-23 µm..... 34
Abbildung 28: Boxplot-Diagramm zu dem jeweiligen zweiten Probenahmetermin in den drei Bundesländern Burgenland (1b-5b), Steiermark (6b-13b) und Niederösterreich (14b-20b). Die drei Bezugslinien stellen die Grenzen der Breitenmaße der Oidien der unterschiedlichen Echten Mehltau-Arten dar. *Golovinomyces cucurbitacearum* hat eine Oidienbreite von 12-15 µm und *Golovinomyces orontii* besitzt Oidien in der Breite von 15-23 µm..... 35
Abbildung 29: Vorkommen von *Stagonosporopsis cucurbitacearum* auf zehn von 20 beprobten Flächen in Österreich 36

Abbildung 30: Vorkommen von *Ascochyta cucumeris* auf acht von 20 beprobten Flächen in Österreich 37
Abbildung 31: Vorkommen von *Phoma cucurbitacearum* auf sieben von 20 Flächen in Österreich 38
Abbildung 32: Vorkommen von *Phyllosticta cucurbitacearum* auf vier von 20 beprobten Flächen in Österreich 39
Abbildung 33: Vorkommen von *Pseudoperonospora cubensis* auf drei von 20 beprobten Ölkürbisflächen in Österreich 40
Abbildung 34: Vorkommen von *Colletotrichum coccodes* auf drei von 20 beprobten Flächen in Österreich 41
Abbildung 35: Vorkommen von *Colletotrichum orbiculare* auf zwei von 20 beprobten Flächen 42

11. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die Unterscheidung der beiden Spezies erfolgt durch die angegebenen Maße der Oidienbreite in µm. Die angeführte Oidienlänge [µm] und die Oidienform sind von geringerer Bedeutung. (KOLBINGER et al., 2019) Die Maße der Oidien von *G. orontii* sind nach BRAUN (1995) und die Oidien von *G. cucurbitacearum* nach ZHENG und CHEN (1981) angeführt. 18

Tabelle 2: Die vier Spezies können morphologisch durch Konidienform, -länge und -breite bestimmt werden. 44

Tabelle 3: Auflistung der im Monitoring besuchten Ölkürbisflächen mit den genauen Koordinaten 62

Tabelle 4: Übersicht der vorkommenden parasitischen Pilze im Burgenland, Österreich am 3.7.18 und 8.8.18 63

Tabelle 5: Übersicht der vorkommenden parasitischen Pilze in der Steiermark, Österreich am 17.7.18 und 20.8.18 64

Tabelle 6: Übersicht der vorkommenden parasitischen Pilze in Niederösterreich, Österreich am 26.7.18 und 13.8.18 65

12. Anhang

Tabelle 3: Auflistung der im Monitoring besuchten Ölkürbisflächen mit den genauen Koordinaten

Ölkürbisflächen	**Koordinaten**
Burgenland	
Tadten (Neuhof-Hansag)	O 16° 59´ 45´´; N 47° 44´ 22´´
St. Andrä am Zicksee (Westhof)	O 17° 00´ 04´´; N 47° 48´ 49´´
Wallern im Burgenland (Feld 1)	O 16° 58´ 08´´; N 47° 45´ 06´´
Tadten (Unterjochweg)	O 16° 58´ 45´´; N 47° 47´ 18´´
Wallern im Burgenland (Feld 2)	O 16° 58´ 14´´; N 47° 45´ 01´´
Steiermark	
Sonnhofen bei Pöllau	O 15° 49´ 41´´; N 47° 18´ 44´´
Albersdorf	O 15° 41´ 17´´; N 47° 07´ 50´´
Wollsdorf	O 15° 40´ 52´´; N 47° 08´ 01´´
Lufenberg	O 15° 39´ 23´´; N 47° 05´ 47´´
Kroisbacha.d. Raab	O 15° 43´ 50´´; N 47° 02´ 05´´
Fluttendorf	O 15° 51´ 47´´; N 46° 43´ 38´´
Fluttendorf (Griesjahn Weg)	O 15° 51´ 19´´; N 46° 43´ 38´´
Hainsdorf- Brunnsee	O 15° 43´ 02´´; N 46° 43´ 40´´
Niederösterreich	
Ulrichskirchen-Schleinbach (Kronberg)	O 16° 30´ 32´´; N 48° 25´ 44´´
Bockfließ	O 16° 34´ 02´´; N 48° 22´ 45´´
Pillichsdorf (bei Kreuzmarterl)	O 16° 31´ 45´´; N 48° 20´ 53´´
Straning	O 15° 52´ 46´´; N 48° 37´ 07´´
Pillichsdorf (bei Reuhof)	O 16° 31´ 45´´; N 48° 20´ 05´´
Zlabern	O 16° 31´ 01´´; N 48° 42´ 23´´
Hohenau an der March	O 16° 53´ 44´´; N 48° 35´ 56´´

Tabelle 4: Übersicht der vorkommenden parasitischen Pilze im Burgenland, Österreich am 3.7.18 und 8.8.18

		Ascochyta cucumeris	*Colletotrichum coccodes*	*Colletotrichum orbiculare*	*Golovinomyces cucurbitacearum*	*Golovinomyces orontii*	Mischinfektionen von *G. orontii und G. cucurbitacearum*	*Phoma cucurbitacearum*	*Phyllosticta cucurbitacearum*	*Pseudoperonospora cubensis*	*Stagonosporopsis cucurbitacearum*		*Ascochyta cucumeris*	*Colletotrichum coccodes*	*Colletotrichum orbiculare*	*Golovinomyces cucurbitacearum*	*Golovinomyces orontii*	Mischinfektionen von *G. orontii und G. cucurbitacearum*	*Phoma cucurbitacearum*	*Phyllosticta cucurbitacearum*	*Pseudoperonospora cubensis*	*Stagonosporopsis cucurbitacearum*
Ortsname	**Datum**											**Datum**										
	03. Jul 18											*08. Aug 18*										
Burgenland																						
Tadten (Neuhof-Hansag)		x				x																
St. Andrä am Zicksee (Westhof)						x																
Wallern im Burgenland (Feld 1)						x										x						
Tadten (Unterjochweg)			x			x			x		x						x					
Wallern im Burgenland (Feld 2)		x	x					x	x									x				

Tabelle 5: Übersicht der vorkommenden parasitischen Pilze in der Steiermark, Österreich am 17.7.18 und 20.8.18

Ortsname	**Datum**	*Ascochyta cucumeris*	*Colletotrichum coccodes*	*Colletotrichum orbiculare*	*Golovinomyces cucurbitacearum*	*Golovinomyces orontii*	Mischinfektionen von *G. orontii und G. cucurbitacearum*	*Phoma cucurbitacearum*	*Phyllosticta cucurbitacearum*	*Pseudoperonospora cubensis*	*Stagonosporopsis cucurbitacearum*	**Datum**	*Ascochyta cucumeris*	*Colletotrichum coccodes*	*Colletotrichum orbiculare*	*Golovinomyces cucurbitacearum*	*Golovinomyces orontii*	Mischinfektionen von *G. orontii und G. cucurbitacearum*	*Phoma cucurbitacearum*	*Phyllosticta cucurbitacearum*	*Pseudoperonospora cubensis*	*Stagonosporopsis cucurbitacearum*
Steiermark	*17. Jul 18*											*20. Aug 18*										
Sonnhofen bei Pöllau		x				x					x											
Albersdorf						x		x	x	x	x		x					x	x	x		x
Wollsdorf		x				x		x	x	x	x		x			x			x	x		x
Lufenberg						x		x			x		x					x	x			
Kroisbach a.d. Raab			x			x				x	x			x	x			x				
Fluttendorf						x					x											
Fluttendorf (Griesjahn Weg)						x					x											
Hainsdorf- Brunnsee		x		x		x					x											

Tabelle 6: Übersicht der vorkommenden parasitischen Pilze in Niederösterreich, Österreich am 26.7.18 und 13.8.18

		Ascochyta cucumeris	*Colletotrichum coccodes*	*Colletotrichum orbiculare*	*Golovinomyces cucurbitacearum*	*Golovinomyces orontii*	Mischinfektionen von *G. orontii* und *G. cucurbitacearum*	*Phoma cucurbitacearum*	*Phyllosticta cucurbitacearum*	*Pseudoperonospora cubensis*	*Stagonosporopsis cucurbitacearum*		*Ascochyta cucumeris*	*Colletotrichum coccodes*	*Colletotrichum orbiculare*	*Golovinomyces cucurbitacearum*	*Golovinomyces orontii*	Mischinfektionen von *G. orontii* und *G. cucurbitacearum*	*Phoma cucurbitacearum*	*Phyllosticta cucurbitacearum*	*Pseudoperonospora cubensis*	*Stagonosporopsis cucurbitacearum*
Ortsname	**Datum**											**Datum**										
	26. Jul 18											*13. Aug 18*										
Niederösterreich																			x			
Ulrichskirchen-Schleinbach (Kronberg)						x		x	x								x					
Bockfließ							x	x								x						
Pillichsdorf (bei Kreuzmarterl)					x											x						
Straning		x				x											x					
Pillichsdorf (bei Reuhof)						x					x								x			
Zlabern						x												x				
Hohenau an der March							x															