

# Neueste Erkenntnisse zur Blattfallkrankheit „*Marssonina coronaria*“

Seit 2016 forschen das Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB) und das FiBL Schweiz in einem Interreg-Projekt gemeinsam an der Biologie und Regulierung der Blattfallkrankheit *Marssonina coronaria*. Vor Projektende im September 2019 veranstalteten die Projektpartner einen internationalen Workshop zum Thema, an dem die mehrjährigen Ergebnisse aus der Projektzusammenarbeit vorgestellt wurden. Etwa 30 Gäste aus Wissenschaft, Beratung und Züchtung nahmen die Einladung ans FiBL nach Frick an und rundeten das Programm mit einer Vielzahl an Beiträgen zu den Bereichen Erregerbiologie, Regulierung und Sortenanfälligkeit ab. Durch die Fülle an vorgestellten Forschungsergebnissen und methodischen Herangehensweisen ergab sich im Verlauf der ganztägigen Veranstaltung ein weitreichender Überblick über den Stand der Forschung und des Wissens über die Krankheit in den betroffenen Regionen. Im vorliegenden Artikel sollen die gewonnenen Erkenntnisse und Ergebnisse aus dem Interreg-Projekt zusammengefasst werden.



Abb. 1 – 3: Marssonina-Symptome an 'Topaz'-Blättern

## Ausgangslage

Seit der Saison 2010 wurde in den Apfel-Anbaugebieten Süddeutschlands, in Südtirol, der Schweiz sowie in Österreich eine rapide Zunahme an pathologischen Blattflecken bei Apfelbäumen beobachtet. Als Erreger dieser Krankheit konnte der Pilz *Marssonina coronaria* identifiziert werden. *M. coronaria* war bislang nur im asiatischen Raum verbreitet, wo er in Indien, Korea und China auch im konventionellen Anbau regelmäßig erhebliche Ernteauffälle verursacht. In den betroffenen Regionen Europas tritt der Erreger bislang vor allem in Anlagen mit reduziertem Fungizideinsatz auf. Betroffen sind daher insbesondere ökologisch bewirtschaftete Anlagen sowie der Streuobstanbau. Obgleich 2010 bereits Forschungsergebnisse vor allem aus dem asiatischen Raum vorlagen, ließ sich feststellen, dass sowohl die Quelle als auch der Ablauf der Infektion bislang unzureichend erforscht waren. Auch waren diese Ergebnisse nur bedingt auf den europäischen Apfelanbau übertragbar, da entsprechende Kenntnisse der infektiorelevanten Physiologie des Erregers unter westeuropäischen Klimabedingungen fehlten. Darüber hinaus ist die Mehrzahl der in diesen Versuchen getesteten Präparate in Europa, insbesondere im ökologischen Anbau, nicht einsetzbar.

Im vorgestellten Projekt sollte daher das notwendige Wissen über die Infektionsbiologie des Erregers vertieft und darauf aufbauend eine zielführende Regulierungsstrategie für den ökologischen Obstbau, basierend auf direkten und indirekten Maßnahmen, entworfen werden. Ergänzend dazu wurde eine Übersicht über die Anfälligkeit einer Vielzahl an neuen, schorf widerstandsfähigen und alten Apfelsorten erarbeitet [Abb. 1 – 3].

## Erregerbiologie

Laut asiatischer Literatur verbreitet sich der Pilz im Frühsommer über Ascosporen, wie z. B. auch der Apfelschorf, und im Sommer über Konidien. Die zu *Marssonina* gehörenden Ascosporen der Hauptfruchtform *Diplocarpon mali* konnten in Europa bislang jedoch nicht gefunden werden. Auch in mehrjährigen Versuchen am KOB und FiBL mit Sporenfallen und mikroskopischer und PCR-gestützter Diagnostik konnten Ascosporen bislang nicht nachgewiesen werden. Im Rahmen des Projektes durchgeführte Untersuchungen zur Populationsgenetik an der ETH Zürich belegen eine geringe genetische Variabilität zwischen den untersuchten Populationen aus unterschiedlichen Regionen Europas. Bei 73 Prozent der untersuchten Proben konnte der gleiche Haplotyp festgestellt werden.

Auch dies deutet auf eine untergeordnete Bedeutung der Ascosporen für die Ausbreitung des Befalls in Europa hin.

Starke genetische Unterschiede ergaben sich hingegen zwischen dem europäischen Stamm und dem aus Proben koreanischer und chinesischer Herkunft. Die genetischen Unterschiede zwischen den europäischen und asiatischen Stämmen unterstreichen die Notwendigkeit, die Erregerbiologie im europäischen Raum detailliert zu untersuchen. Dabei sollte im Projekt u. a. auch die Frage der Sporenfreisetzung geklärt werden.

Im Projekt wurde daher die Rolle der Konidien im Infektionsverlauf gezielt untersucht. Als einzige gesicherte Infektionsquelle ist das Falllaub des Vorjahres identifiziert. Dort finden sich im darauffolgenden Frühjahr etwa ab April erneut Konidien, die potentiell zu Infektionen führen können. Infiziertes Laub, welches zur Überwinterung in Säckchen über Bäumen angebracht im Freiland verblieb, verursachte im Folgejahr an den darunter stehenden Bäumen einen deutlich höheren Befall als an den Kontrollbäumen ohne Laubsäckchen. Ungeklärt ist bislang die Frage, ab welcher Regenmenge bzw. Feuchtedauer die Sporenfreisetzung aus den Acervuli beginnt. In den Jahren 2018 und 2019 waren ab Anfang April Konidien in überwintertem Falllaub mikroskopisch auffindbar. Mittels Sporenfallen und PCR-Diagnostik konnte eine Freisetzung von Sporenmaterial aus einem Laubdepot ab Mitte April nachgewiesen werden. In einem Versuch mit auf unterschiedlicher Höhe über einem Laubdepot angebrachten Sporenfallen zeigten sich quantitativ keine Unterschiede zwischen den in den Höhen 0,35 m, 1,30 m und 3,30 m nachgewiesenen Sporenfängen. Auch innerhalb einer befallenen Apfelanlage konnte mittels Sporenfallen ab Anfang

Mai ein Sporenflug sowohl in Bodennähe (0,35 m) als auch in der Baumkrone (1,80 m) nachgewiesen werden. Bei der Untersuchung weiterer möglicher Überwinterungsquartiere konnte im Projektverlauf Sporenmaterial mittels Abwaschung und PCR-Diagnostik auch auf Rindenproben nachgewiesen werden, allerdings in sehr geringem Umfang am Rande der Nachweisgrenze.

Um den Zeitraum der ersten Infektionen genauer eingrenzen zu können, wurde am KOB in den Jahren 2016 und 2017 ein Topfbaumversuch durchgeführt. Topfbäume der Sorte 'Topaz' wurden dabei im Zeitraum zwischen Mai und August temporär aus einem geschützten Folientunnel in eine unbehandelte Baumreihe mit starkem Vorjahresbefall überführt, wo sie jeweils für die Dauer eines Niederschlagsereignisses bzw. einiger Tage verblieben. Erwartungsgemäß wiesen die Topfbäume, welche erst nach dem Auftreten erster Symptome im Freiland in den Baumreihen ausgestellt wurden, nach entsprechender Inkubationsdauer verbreitet Befall auf. Darüber hinaus wiesen aber auch Topfbäume, die bereits im Mai für die Dauer einer Niederschlagsperiode im Freiland ausgestellt wurden, Befall auf, wenn auch in geringerem Umfang. Daraus lässt sich schließen, dass erste Infektionen bereits im Mai stattfinden. Weiterhin lässt sich feststellen, dass sich an den im Folientunnel weiterkultivierten Topfbäumen hohe Befallsgrade auch ohne weitere Niederschläge entwickeln konnten.

Auch wenn Sporenfreisetzung und Infektionen bereits früher im Jahr nachgewiesen werden konnten, zeigten sich erste Symptome im Freiland je nach Witterung frühestens ab Anfang Juni. Dies zeigen die Ergebnisse eines mehrjährigen Monitorings zum Befallsaufbau am KOB. Sind erste Symptome einmal vorhanden, baut sich der Befall

über die Sommermonate kontinuierlich auf, wobei die Befallszunahme im trockenen Sommer 2018 deutlich langsamer stattfand als in den Vorjahren. Je später die ersten Symptome auftreten und je trockener die Witterung in den Folgemonaten, desto geringer war der resultierende Befall zur Ernte. Um der Frage nachzugehen, ob im Zeitraum zwischen dem Auftreten erster Symptome und der Ernte eine zeitliche Eingrenzung und Gewichtung einzelner, relevanter Infektionszeiträume möglich ist, wurde ein mehrjähriger Versuch mit temporärer Überdachung durchgeführt. Dabei wurden unbehandelte Bäume der Sorte 'Topaz' auf der Unterlage M9 durch eine Folienüberdachung zu unterschiedlichen Zeiträumen vor Regen geschützt. Es zeigte sich in beiden Versuchsjahren ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Dauer der Überdachung und dem resultierenden Befall. Je länger die Bäume vor Niederschlag geschützt waren, desto geringer lag der resultierende Befall. Für den Befallsaufbau war dabei die Dauer der Überdachung ausschlaggebend, die Auswahl der Zeiträume erwies sich dabei nicht von Bedeutung. Eine Wertung bzw. Eingrenzung einzelner Monate hinsichtlich ihrer Bedeutung für den Befallsaufbau konnte somit nicht getroffen werden. Insofern muss der gesamte Zeitraum ab Auftreten der ersten Symptome als Behandlungszeitraum betrachtet werden, eine Fokussierung der direkten Pflanzenschutzmaßnahmen auf einzelne, besonders relevante Phasen zeichnet sich nicht ab. Diese Aussage wird auch durch die Ergebnisse eines Fensterspritzversuches untermauert, in dem einzelne Versuchsglieder von wöchentlichen Behandlungen ausgenommen wurden. Auch in diesem Versuch konnte ein klarer Zusammenhang zwischen der Behandlungshäufigkeit und dem resultierenden Befall aufgezeigt werden. Bereits das Auslassen einer Be-

handlung resultierte in Jahren mit hohem Befallsdruck in einer Zunahme des Befalls. Sowohl ein späterer Beginn als auch ein vorzeitiges Einstellen der Behandlungen resultierten dabei in einem erhöhten Befallsniveau.

Zur Ermittlung der notwendigen Blattnassdauer für eine Infektion wurden am FiBL Versuche unter kontrollierten Bedingungen in der Klimakammer durchgeführt. Ein klarer Zusammenhang zwischen der Blattnassdauer und der resultierenden Infektionsstärke wurde dabei ersichtlich. Erste Infektionen waren auf sehr niedrigem Niveau bereits nach sechs Stunden Blattnässe möglich, die Intensität nahm jedoch mit zunehmender Blattnassdauer kontinuierlich zu. Die höchste Infektionsstärke zeigte sich bei 60 und 72 Stunden permanenter Blattfeuchte.

### Regulierung

Nachdem das Falllaub als mögliche Überwinterungs- und Sporenquelle nachgewiesen werden konnte, stellte sich die Frage nach der Bedeutung der in einer Obstanlage verbliebenen Restlaubmenge im Hinblick auf den Befallsaufbau. Im Rahmen des Projektes wurden deshalb in Großparzellenversuchen unterschiedliche sanitäre Maßnahmen zur Reduktion des Falllaubs geprüft. In keinem Versuchsjahr konnte jedoch ein positiver Effekt der geprüften Maßnahmen festgestellt werden. Dabei zeigten sich die großflächige Entfernung des Falllaubs mittels Laubsauger im Frühjahr und eine Behandlung des Laubes mit Vinasse zum Blattfall ebenso wirkungslos wie die wiederholte Behandlung der Bäume mit Löschkalk nach der Ernte.

Bei der Prüfung unterschiedlicher, im ökologischen Obstbau zugelassener Präparate unter semi-kontrollierten Bedingungen im Gewächshaus zeigte das Schwefelkalkpräparat „Curatio“ in mehreren Testreihen die höchsten Wirkungsgrade. Behandlungen bis vier

Stunden nach erfolgter, künstlicher Infektion zeigten dabei die gleiche Wirkung wie präventiv ausgebrachte Behandlungen. Vier Tage nach erfolgter Infektion ausgebrachte Behandlungen zeigten hingegen keine Wirkung. Die sehr gute Wirkung von „Curatio“ war in mehreren Testreihen konzentrationsabhängig. Eine gute Wirkung zeigten verschiedene Schwefelprodukte, während die untersuchten Kupferpräparate nur mittlere Wirkungsgrade aufwiesen. Das Präparat „Kumar“ zeigte im in vitro-Testsystem keine ausreichende Wirkung. Ebenso konnten für das Tonerde-Präparat „Myco-Sin“ nur mittlere Wirkungsgrade ermittelt werden.

Im Gegensatz zur in vitro-Prüfung konnten in der am KOB durchgeführten Mittelprüfung im Freiland mit dem Präparat „Myco-Sin“ in allen Versuchsjahren die höchsten Wirkungsgrade erreicht werden. Durch Kombination mit Netzschwefel konnte die Wirkung nicht weiter gesteigert werden. Eine etwas geringere, aber dennoch zufriedenstellende Wirkung zeigten die Mittel „Funguran Progress“, „Curatio“ und „Netzschwefel“. Die Präparate Kumar und Vitsan zeigten auch im Freiland keine ausreichende Wirkung.

Zur Ermittlung der notwendigen Behandlungsintensität wurde ein mehrjähriger Versuch mit unterschiedlichen Kombinationen von Präparaten sowie präventiven und kurativen Behandlungen im Zeitraum zwischen Mitte Juni und Ende August durchgeführt. In den Jahren 2016 und 2017 – mit verbreitet starkem Befall – konnte ein akzeptables Befallsniveau lediglich in den Varianten mit erhöhter Behandlungsintensität erzielt werden. Ein ausschließliches Nachbehandeln nach langen Regen- bzw. Blattnassphasen war dabei nicht zielführend. Ebenso konnten mit den ausschließlich präventiven Behandlungsstrategien keine zufriedenstellenden Wirkungsgrade erzielt werden.

### Sortenanfälligkeit

Im Rahmen des Projektes wurde die Anfälligkeit einer Vielzahl neuer, schorfwiderstandsfähiger Apfelsorten sowie alter Mostobstsorten sowohl im Freiland als auch unter kontrollierten Bedingungen im Gewächshaus untersucht. Aus den Ergebnissen der Versuche im Freiland kann geschlussfolgert werden, dass bislang keine vollständig resistente Apfelsorte gegen *M. coronaria* gefunden wurde. Jedoch konnten Unterschiede in der Befallsintensität zwischen den einzelnen Sorten festgestellt werden. Die neuere Sorte 'Makali' war in allen Jahren vergleichsweise stark befallen, ebenso die gängigen Sorten 'Collina', 'Delfloki', 'Rubinola' und 'Topaz'. Weniger anfällig präsentierten sich 'Discovery', 'Galant' und 'Ladina'.

Bei den über 250 untersuchten „alten“ Apfelsorten haben sich die Sorten 'Ribston Pepping', 'Ruhm aus Kirchwerder' und 'James Grieve' als stark anfällig präsentiert. Bei der Ausprägung der Symptome zeigten sich ebenfalls Unterschiede zwischen einzelnen Sorten. Nicht auf allen Sorten werden die typischen Symptome ausgeprägt. Eine sichere Identifizierung vom *M. coronaria* bei ausschließlich visueller Betrachtung wird dadurch erschwert.

Die am FiBL durchgeführte Sortenprüfung mit künstlicher Inokulation an Sämlingen im Gewächshaus bestätigt die Beobachtungen aus dem Freiland. Auch hier zeigte die Sorte 'Topaz' eine hohe Anfälligkeit. Weitere getestete Apfelsorten wiesen zwar Unterschiede in der Anfälligkeit auf, eine vollständig resistente Apfelsorte konnte bislang jedoch nicht gefunden werden. Rund zehn „alte“ Apfelsorten aus der Sortenerhaltung des KOB wiesen in den vergangenen drei Jahren bislang keine Symptome auf. Diese Sorten sollen bis zum Projektende im Testsystem am FiBL untersucht werden [Abb. 4].

### Ausblick

Das Interreg-Projekt hat im September dieses Jahres geendet. Weiterer For-



Abb. 4: Unterschiedliche Befallsintensität zwischen einzelnen Sorten

schungsbedarf ergibt sich im Bereich der Regulierung, insbesondere im Hinblick auf kombinierte Regulierungsstrategien, welche die im gleichen Zeitraum auftretende Regenfleckenkrankheit sowie Lagerfäulen mitberücksichtigen. Im Bereich der Erregerbiologie ergeben sich offene Fragen zur Rolle des Falllaubs, zur Verbreitung der Konidien sowie zu den notwendigen klimatischen Parametern für eine Sporenfreisetzung. Befall an Früchten wurde bislang nur in vereinzelt Fällen beobachtet und ist aus wirtschaftlicher Sicht derzeit als nicht relevant einzustufen. Sollte ein

Fruchtbefall zukünftig vermehrt auftreten, ergäbe sich auch hier weiterer Forschungsbedarf. Die Auswirkungen des vorzeitigen Blattfalls auf die langfristige Gesundheit bzw. Ertragsstabilität des Baumes wurden im Projekt nicht untersucht. Es bleibt daher zukünftig noch zu bewerten, in welchem Ausmaß ein vorzeitiger Blattbefall langfristig tolerierbarer ist. Erst langjährige Beobachtungen könnten hier zur Angabe einer Schadschwelle und einer Bezifferung des insgesamt durch *Marssonina coronaria* entstehenden wirtschaftlichen Schadens führen.

## Dank

Mein besonderer Dank gilt meiner Kollegin Anne Bohr für ihr großes Engagement bei der Durchführung aller Versuche und Untersuchungen im Projekt. Meinen Mitarbeitern Meike Hechinger, Sybille Späth, Thomas Arnegger und Matthias Schluchter danke ich für ihre tatkräftige Unterstützung. Bei den Projektpartnern des FiBL, allen voran bei Hansjakob Schärer, bedanke ich mich herzlich für die sehr gute, unkomplizierte und bereichernde Zusammenarbeit. Das Projekt konnte nur durch die finanzielle Unterstützung des Interreg-Förderprogramms der Europäischen Union realisiert werden. Auch hierfür möchte ich mich herzlich bedanken.



**SASCHA BUCHELEITHER**  
Kompetenzzentrum Obstbau  
Bodensee  
Fachbereich Ökologischer Obstbau  
buchleither@kob-bavendorf.de

# Gegen Apfelwickler



Im Herbst gegen *Cydia*  
Im Frühjahr gegen  
*Cydia + Hoplocampa*  
Auch in Pflaumen.

T+49 4307-82950  
info@e-nema.de  
www.e-nema.de

