

2015, 2  
ISSN 2191-138X  
DOI 10.5073/jkidpp.2015.002



## JKI Datenblätter

# Pflanzenkrankheiten und Diagnose

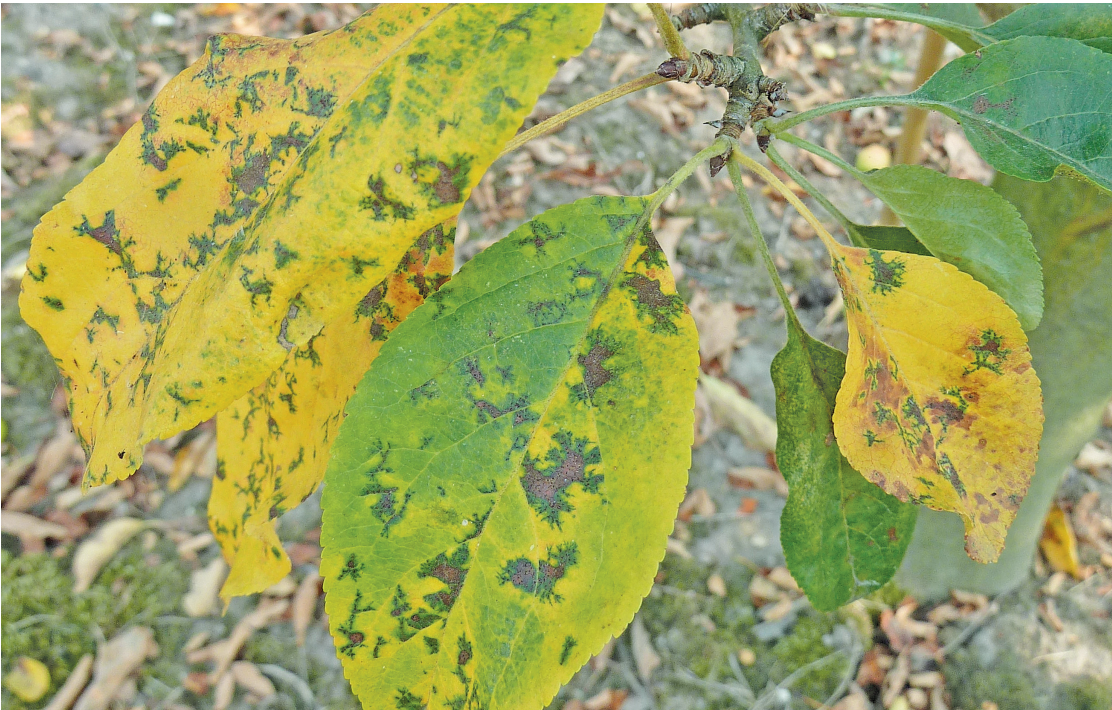
Thomas Wöhner

*Marssonina coronaria* (Ellis & Davis)

Davis (teleomorph *Diplocarpon mali*)

Harada Y. Harada & Sawamura 1974)

Erreger des frühzeitigen Blattfalls an Apfel



## Impressum

Die Open-Access-Publikationsreihe „JKI Datenblätter – Pflanzenkrankheiten und Diagnose“ beinhaltet deutschsprachige Originalbeiträge, Beschreibungen, Erkenntnisse und Berichte zu allen biotischen und abiotischen Ursachen von Krankheiten und Schädigungen der Kulturpflanzen.

Die Reihe ist ebenfalls in englischer Sprache verfügbar als „JKI Data Sheets – Plant Diseases and Diagnosis“.

Alle Beiträge, die in den JKI Datenblättern zur Veröffentlichung eingereicht werden, werden von mindestens zwei unabhängigen Gutachtern blind begutachtet.

Die Beiträge werden unter einer Creative-Commons-Lizenz bereit gestellt. Sie können unter Nennung von Autor und Quelle die Dokumente ohne Gebühr nutzen, teilen und weiter verbreiten, solange Sie keine kommerziellen Ziele damit verfolgen und die Werke nicht verändern.

**Herausgeber/Editor-in-Chief:** Dr. Georg F. Backhaus, Präsident und Professor  
Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen  
Erwin-Baur-Str. 27  
06484 Quedlinburg

**Redaktion/Schriftleitung:** Professorin Dr. Magda-Viola Hanke  
Institut für Züchtungsforschung an Obst  
Julius Kühn-Institut  
Pillnitzer Platz 3a, 01326 Dresden  
E-Mail: redaktion.datasheets@jki.bund.de

**Einreichung von Beiträgen:** Über die Internetseite <http://pub.jki.bund.de/>

**ISSN:** 2191-138X

**DOI** DOI 10.5073/jkidpp.2015.002

Thomas Wöhner

***Marssonina coronaria* (Ellis & Davis) Davis (teleomorph *Diplocarpon mali*  
Harada Y. Harada & Sawamura 1974)  
– Erreger des frühzeitigen Blattfalls an Apfel**

Julius Kühn-Institut (JKI)  
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen  
Institut für Züchtungsforschung an Obst  
Pillnitzer Platz 3a  
01326 Dresden  
Tel.: +49 351 26162 33 | E-Mail: thomas.woehner@jki.bund.de

**eingereicht** Juli 2015  
**veröffentlicht** Oktober 2015

## Zusammenfassung

*Marssonina coronaria* (teleomorph *Diplocarpon mali*) ist ein an Apfel auftretender pilzlicher Schaderreger, der seit 2010 in Deutschland vermehrt auftritt und insbesondere in der ökologischen Erzeugung von Äpfeln zunehmende Bedeutung gewinnt. Die Erkrankung äußert sich in einem vorzeitigen Blattfall. Im Sommer 2014 konnte im Versuchsfeld des Julius Kühn-Instituts für Züchtungsforschung an Obst in Dresden-Pillnitz erstmals der Erreger der Blattfallkrankheit an Apfelbäumen nachgewiesen werden. Bislang ist noch unbekannt, welche Apfelsorten der Erreger stark befällt und welche eher widerstandsfähig sind. Die Züchtung widerstandsfähiger Apfelsorten könnte zukünftig eine nachhaltige Lösung für das Auftreten der Krankheit im Obstbau darstellen.

Im folgenden Datenblatt wird neben der Taxonomie und geographischer Ausbreitung, die Epidemiologie und Morphologie des Erregers zusammenfassend dargestellt. Desweiteren werden das Schadbild des Erregers und Methoden zum Erregernachweis sowie bereits veröffentlichte Untersuchungen zur Wirt-Pathogen-Resistenz beschrieben.

## Status in der EU

*Diplocarpon mali* (Anamorph *Marssonina coronaria*) ist als potentieller Risikoeerreger auf der Alarmliste der Europäischen Pflanzenschutzorganisation (EPPO) seit 2013 gelistet ([http://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert\\_List/alert\\_list.htm](http://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/alert_list.htm)).

## Taxonomie

Der pilzliche Schaderreger *Marssonina coronaria* (teleomorph *Diplocarpon mali* Harada Y. Harada & Sawamura 1974) gewann in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung im europäischen Apfelanbau. Die Erstbeschreibung des Ascomyceten erfolgte am Anamorph in der Umgebung von Racine, Wisconsin (USA) als *Asochyta coronaria* Ell. & Davis (1903). Fast zeitnah wurde der Erreger als *Marssonina mali* P. Henn. in Englers Botanischem Jahrbuch (1906) auf Blättern von *Malus sylvestris* südlich von Tokio in Rokugo, Japan beschrieben. Der Gattungsname wurde von MAGNUS 1906 in *Marssonina* umbenannt (Persen et al. 2012). Miyake (1907) berichtete wenig später von dem Auftreten einer Apfelblatfleckenkrankheit in Japan durch den Schaderreger *Marssonina mali* (P. Henn) S. Ito., welche sich hauptsächlich in Nordjapan epidemisch ausbreitete. Da der Pilz keine Pyknidien bildet, wird er von Saccardo & Dearness (1912) als *Marssonina coronariae* SACC. & DEARN. und 1914 von Davis als *Marssonina coronariae* (Ellis & David) benannt. Dreißig Jahre später ordnet Hara den Pilz der Gattung *Leptothyrella* zu. Mittlerweile war der Erreger schon in Korea beschrieben worden (Lee und Shin 2000). Die Hauptfruchtform blieb bis dahin unbekannt. Erst Harada und Sawamura konnten *Diplocarpon mali* Harada Y. Harada & Sawamura 1974 als Hauptfruchtform beschreiben (Harada et. al 1974).

Währenddessen konnte Parmelee (1971) den Erreger auf rumänischem Blattmaterial aus historischen Herbaren identifizieren. Dies war der erste europäische Nachweis. Es folgten Nachweise in Brasilien (Leite et al. 1986), China (Huang 1986), Indien im Jahr 1992 (Sharma et al. 2004), in Italien in Forno Canavese 2001 (Tamietti und Matta 2003), in Panama 2009 (Piepenbring et al. 2011) und in Deutschland 2010 im Raum Baden-Württemberg (Hinrichs-Berger et al. 2013). In der Ostschweiz konnte der Erreger in einer unbehandelten Parzelle am Zürichsee nachgewiesen werden (Naef 2013). In Österreich erfolgte der Erstnachweis 2011 in biologisch bewirtschafteten Betrieben in der Steiermark (Persen et al. 2013). Auch wenn der Erreger in der Vergangenheit zunehmend stärker im Apfelanbau vertreten ist, wird aufgrund der Herbarfunde ein früheres Auftreten und Verbreitungsspektrum in Europa vermutet (Hinrichs-Berger 2013).

### Die aktuelle Einordnung von *Diplocarpon mali* lautet:

Reich/

Kingdom: Pilze/Fungi

Stamm/Phylum: Ascomycota

Klasse/Class: Leotiomycetes

Ordnung/Order: Helotiales

Familie/Family: Dermateaceae

Gattung/Genus: *Diplocarpon*

Art/Species: *Diplocarpon mali*

Nebenfruchtform: *Marssonina coronaria*

## Synonyme

- Ascochyta coronariae* Ellis & Davis 1903 (Synonym)  
*Leptothyrella mali* (Henn.) Hara 1948 (Synonym)  
*Marssonina coronariae* Sacc. & Dearn. 1912 (Synonym)  
*Marssonina mali* Henn. 1905 (Synonym)  
*Marssonina coronariae* (Ellis & Davis) Davis 1914 (Synonym)  
*Marssonina mali* (Henn.) S. Ito 1918 (Synonym)

## Geographische Ausbreitung (Erstnachweise)

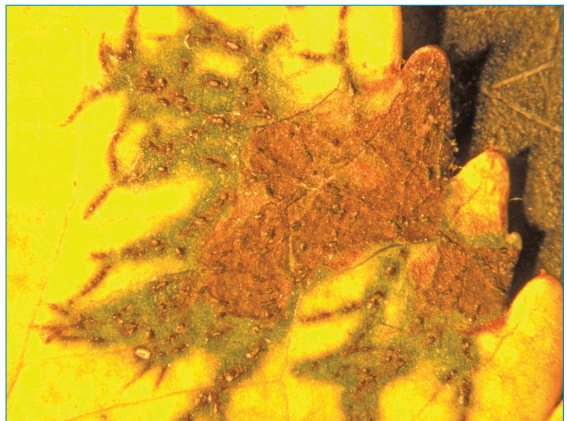
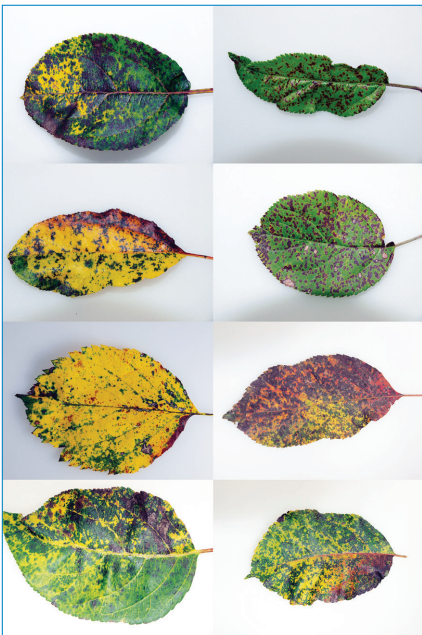
Kontinent	Land	Beschreibung/Region	Quelle
Europa	Deutschland	Baden-Württemberg (biologisch bewirtschaftete Apfelanlage)	Hinrichs-Berger 2012
	Italien	auf <i>Malus domestica</i> Sorte 'Furnas' in einer Apfelanlage	Tamietti & Matta 2003
	Österreich	auf <i>Malus domestica</i> Sorte 'Topaz', 'Jonagold', 'Gala', 'Golden Delicious', 'Luna'	Persen et al. 2013
	Schweiz	in unbehandelter Versuchsparzelle Zürichsee, auf <i>Malus domestica</i> 'Ariane', 'Otava' und 'Topaz'	Naef et al. 2013
	Rumänien	auf <i>Malus</i> -Blättern aus Herbarbeständen	Parmelee 1971
Nordamerika	Kanada	auf Blättern von <i>Malus coronaria</i> in der Umgebung um London, Ontario	Parmelee 1971
	USA	auf Blättern von <i>Malus coronaria</i> in der Umgebung um Racine, Wisconsin	Davis 1903
Südamerika	Brasilien	auf Blättern der Apfelsorte 'Eva', Rio Grande do Sul	Leite et al. 1986
	Panama	auf Blättern von <i>Malus domestica</i> in Cerro Punta	Piepenbring et al. 2011
Asien	China	-	Huang 1986
	Japan	auf Blättern von <i>Malus sylvestris</i> südlich von Tokio in Rokugo	Englers Bot. Jahrbuch 1905
	Korea	auf Blättern von <i>Malus pumila</i> var. <i>dulcissima</i>	Nakata und Takimoto 1928, Park 1958
	Indien	Kullu Valley, Himachal Pradesh	Sharma and Bhardwaj, 1994

## Wirtsspektrum

Der Hauptwirt von *Marssonina coronaria* sind die Arten der Gattung *Malus* Mill., aber auch die Gattung *Chaenomeles* Lindl. ist in der Literatur als anfällig gegenüber dem Erreger beschrieben. Der Pilz verursacht einen starken vorzeitigen Blattfall und führt zur Schwächung des Baumes. In der Folge wird der Austrieb und Fruchtsatz des Folgejahres verringert.

## Symptome (Sutton et al. 2014)

Die Hauptfruchtform (*Diplocarpon mali*) ist gegenwärtig nur durch Harada et al. (1974) beschrieben worden. Nach artifizierlicher Inokulation wurden ähnliche Symptome wie nach Inokulation mit den Sporen der Nebenfruchtform gefunden. Im Folgenden werden aufgrund dessen die Symptome der Nebenfruchtform, *Marssonina coronaria*, erläutert. Erste Symptome des Erregers sind runde grülich braune Blattflecken auf vollständig entwickelten Apfelblättern mit einer Größe von 5 mm bis 10 mm. Der Übergangsbereich zum gesunden Gewebe ist mitunter purpurfarben. An der Blattoberfläche treten deutlich erkennbar kleine, schwarze Azervuli hervor. Mit zunehmender Ausbildung der Flecken verbinden sich die ausgebildeten Läsionen und das umgebende gesunde Gewebe färbt sich chlorotisch gelb (**Abbildung 1,2**). Anschließend kommt es zum Abwerfen der Blätter. Seltener sind Symptome des Erregers auf Früchten zu finden. Diese treten ausschließlich an Bäumen mit zahlreichen befallenen Blättern auf. Zunächst entwickeln sich kleine braune Flecken (3 mm bis 5 mm) auf der Fruchtschale, welche zu ovalen, dunkelbraunen und eingedrückten Flecken reifen. Nachträglich treten dann in den sich vergrößernden Läsionen kleine schwarze Azervuli auf.



**Abb. 2:** Typische Symptome von *Marssonina coronaria* an einem Apfelblatt.

**Abb. 1:** Verschiedene Symptome auf Blättern an Akzessionen der Genbank des Julius Kühn-Institutes.



## Morphologie

Myzel	nach Zhao et al. 2010 (in Kartoffel-Möhren-Dextrose Medium, pH 7)	Zeitpunkte
Abbildung 3	Vegetatives Wachstum	ganzjährig
	Temperatur (C°):	
	Minimum: 15	
	Optimum: 25	
	Maximum: <30	
	Wachstumsrate nach 14 Tagen im Temperaturoptimum (mg/50 ml): 391,7	
<b>Aphotecium nach Harada et al. 1974</b>		
	fleischig, becherförmig Durchmesser 120-220 µm, Höhe 100-150 µm	Februar - Juli
<b>Ascus</b>		
	breit-keulenförmig bis länglich, 8 sporig Länge 55-78 µm, Breite 14-18 µm	Februar - Juli
<b>Ascosporen</b>		
	länglich-elliptisch, meist septiert, gerade oder gekrümmt, leicht gekrümmt um das Septum, spitz bis abgerundete Enden, durchscheinend Länge 23-33 µm, Breite 5-6 µm	Februar - Juli
<b>Paraphyse</b>		
	fadenförmig, 1-2 fach septiert, leicht verbreitert zum Ende hin Länge 55-78 µm, Breite 2-3 µm	Februar - Juli
<b>Acervulus</b>		
Abbildung 4	konzentrische Ringe, subkuticular, linsenförmig, tiefschwarz	ab Juni bis April des Folgejahres
	Länge 100-200 µm, Breite 35-45 µm	
<b>Konidien</b>		
Abbildung 5	kürbis-, ampullenförmig, einfach septiert, verengt am Septum, durchscheinend und tropfenförmig	ab Juni bis April des Folgejahres
	Länge 20-24 µm, Breite 6.5-8.5 µm	
<b>Spermatien</b>		
Abbildung 6	gebildet im Acervulus, einzeln oder mit Konidien, stäbchenförmig bis elliptisch, durchsichtig	ab Juni bis April des Folgejahres
	Länge 4-6 µm, Breite 1-2 µm	



Abb. 3: Myzelhyphen von *Marssonina coronaria* (40-fache Vergrößerung).



Abb. 5: Konidien von *Marssonina coronaria* (Isolat Pillnitz 6).

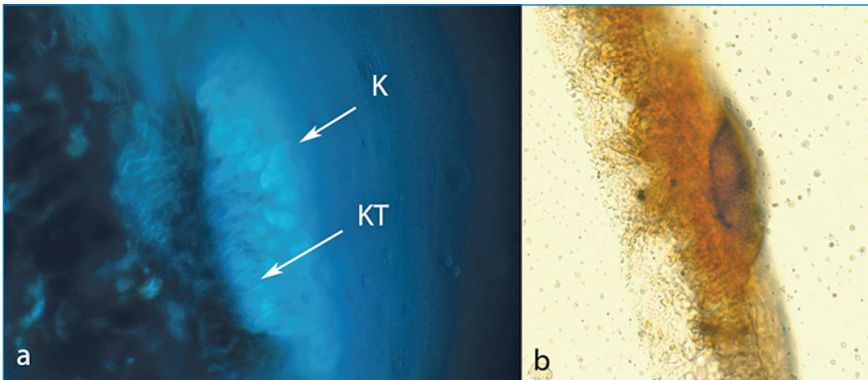


Abb. 4: Querschnitt eines Azervulus mit Konidien (K) und Konidienträgern (KT) von *Marssonina coronaria* (a-Anilinblaufärbung 40-fach und b- Hellfeldbelichtung 10-fach).

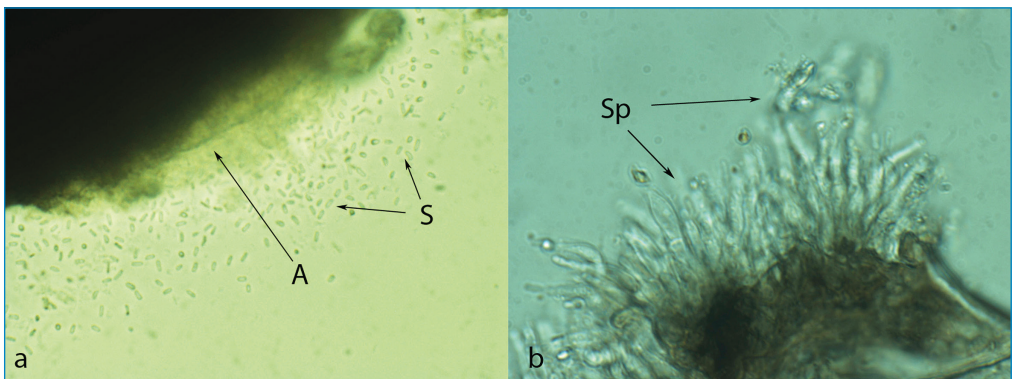
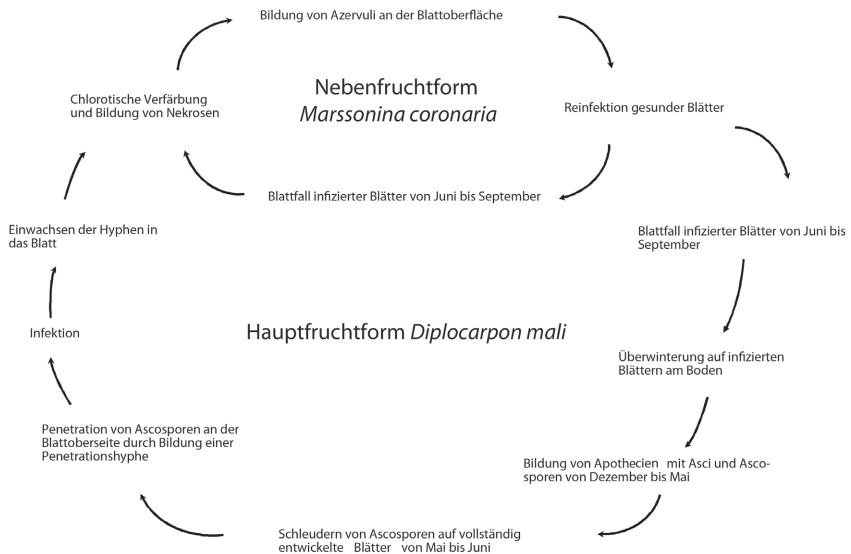


Abb. 6: Spermienaustritt (S) an einem Querschnitt eines Azervulus (A) und Spermatiphoren (Sp) (a- Hellfeldbelichtung 40-fach; b- Hellfeldbelichtung 100-fach).

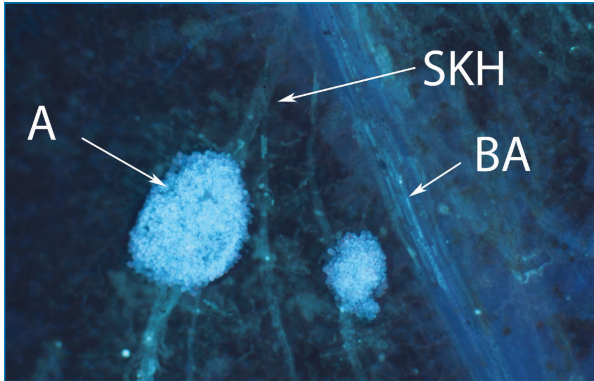


## Infektionszyklus von *Diplocarpon mali*

Die Lebensweise von *Diplocarpon mali* ist hemibiotroph parasitisch. Im späteren Verlauf der Infektion ändert der Pilz seine Strategie und es kommt zum Absterben von Wirtsgewebe in Folge der Ausbreitung des Pilzes (nekrotrophe Phase). Eine schematische Darstellung des Krankheitszyklus ist in **Abbildung 7** dargestellt. Der Pilz überwintert auf infizierten Blättern im Falllaub. Von Dezember bis Februar bilden sich die aus der sexuellen Reproduktion (teleomorphe Phase) hervorgehenden becherförmigen Fruchtkörper (Apothecien) der Hauptfruchtform *Diplocarpon mali*. Bis Mai entwickeln sich in den Fruchtkörpern die Ascosporen tragenden Schläuche (Asci) mit dazwischen liegenden Pilzhyphen (Paraphysen). In jedem Schlauch werden bis zu acht Ascosporen gebildet (Harada et al., 1974). Die reifen Ascosporen werden im Mai auf vollständig entwickelte Blätter geschleudert und keimen. Es bildet sich ein Keimschlauch mit einem Haftorgan (Appressorium). Ausgehend vom Haftorgan erfolgen die Infektion bei Temperaturen von 20–25°C und das Einwachsen des Pilzmyzels in die Zwischenräume der Epidermis- und Interzellularzellen (**Abbildung 8**). Es kommt zur Bildung von subkutikularen Hyphen zwischen Kutikula und Epidermiszellen (Zhao et al., 2012). Diese wachsen in die Leitbahnen der Blätter, um an Nährstoffe des Blattes zu gelangen (biotrophe Phase, **Abbildung 8**). Anfang Juni sind erste Chlorosen und Nekrosen auf der Blattoberfläche zu beobachten. Erste infizierte Blätter werden vom Baum abgeworfen. Mit fortschreitender Infektion werden zur vegetativen Vermehrung (anamorphe Phase) des Pilzes die subkutikularen Sporenlager (Azervuli) ausgebildet (**Abbildung 8**). In den Sporenlagern entstehen an den Konidienträgern (Konidiophoren) einfach septierte asexuelle Sporen (Konidien) mit männlichen Keimzellen (Spermatien). Reife Konidien werden ab Juni auf gesunde Blätter geschleudert und sorgen für eine rasche Ausbreitung des Pilzes. Es kommt zur vermehrten Reinfektion und in Folge zu einer Entlaubung der Wirtsbäume von August bis September (Harada et al., 1974)



**Abb. 7:** Infektionszyklus von *Diplocarpon mali* und *Marssonina coronaria*.

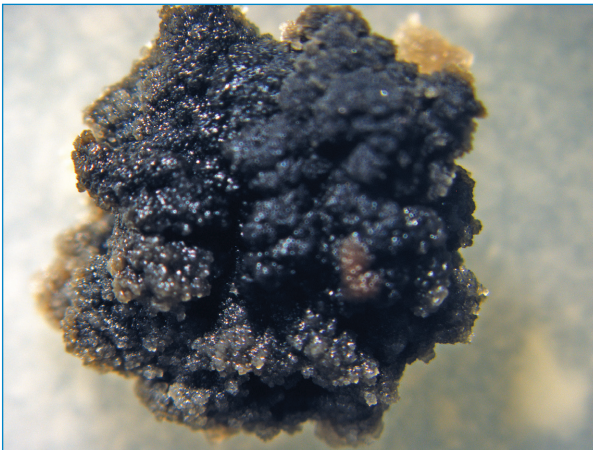


**Abb. 8:** Unreife Azervuli (A) innerhalb nekrotischer Bereiche auf einem Apfelblatt (Anilinblaufärbung 40-fach, BA – Blattader, SKH – subkutikuläres Hyphengewebe).

## Erregernachweis

### Direkte Isolation

Aufgrund der hemibiotrophen Lebensweise von *Marssonina coronaria* kann der Pilz auf künstlichen Nährmedien kultiviert werden. Für die direkte Isolation des Erregers werden symptomatische Blätter mit reifen Sporenlagern verwendet. Blattteile mit Sporenlagern werden mit einem Skalpell exzidiert und für 1 Stunde in 30 ml Leitungswasser bei 120 rpm auf einem Schüttler inkubiert. Danach erfolgt das Ausplattieren von 100 µl Lösung auf Wasseragarmedium versetzt mit Kanamycin (Km 50 µg/ml). Nach 24 h erfolgt die Entnahme von einzelnen gekeimten Konidien mittels eines sterilen Platindrahtes und das Überführen der Sporen auf steriles PCDA-Medium (Kartoffel-Möhren-Dextrose-Agar). Das Wachstum erfolgt unter kontrollierten Bedingungen bei 22°C im Wachstumsschrank bei 12 h Licht und 12 h Dunkelheit (**Abbildung 9**).



**Abb. 9:** Myzelkörper von *Marssonina coronaria* auf PCDA-Nährmedium.



PCR Direktnachweis aus Blattmaterial

Eine sensitivere Methode zur Detektion des Erregers in frühen Stadien der Infektion und gegebenenfalls auch zur Quantifizierung ist die Real time quantitative PCR unter Verwendung des TaqMan-Prinzips. Neben den üblichen Forward- und Reverse-Primermolekülen kommt beim TaqMan-Prinzip ein weiteres Oligonukleotid zur Anwendung. Dieses ist am 5' und 3' Ende mit jeweils einem Fluorochrom (Reporter und Quencher) versehen. Nach Bindung des Oligonukleotids an die durch Forward- und Reverse-Primer amplifizierte Erregersequenz werden Reporter und Quencher bei der Amplifikation durch die Polymerase freigesetzt und emittieren dabei Licht. Je mehr Erreger DNA in der Probe vorhanden ist, desto mehr Lichtemission ist messbar (**Oberhänsli et al. 2014**). Ein weiterer Vorteil der Methode liegt im Parallelnachweis mehrerer Erreger unter Verwendung mehrerer Sonden.

**Wirtsanfälligkeit bei Apfel**

Evaluierung des Befalls unter Freilandbedingungen

Die Evaluierung verschiedener Apfelsorten auf Anfälligkeit gegenüber *Marssonina coronaria* wurde bereits durch **Sharma et al. (2011)** sowie durch **Li et al. (2012)** erstmalig publiziert. Während Sharma et al. (2011) neben dem Blattfall pro Baum auch Einzelblattproben bonitierte, beschränkte sich **Li et al. (2012)** nur auf die Bewertung von Blattmaterial selbst. In den folgenden **Tabellen 3 und 4** sind die Bedingungen der Methoden zur Erfassung des Freilandbefalls vergleichend dargestellt.

**Tabelle 3:** Zusammenfassende Übersicht zur Erfassung der *Marssonina coronaria* Blattfallkrankheit im Freiland

Freilandbefall nach Sharma et al. 2011		%-Anteil der Genotypen an Boniturklassen
Untersuchte Genotypen	70 Apfelsorten	
Bonitur	Blattfall je Genotyp in %	frei von Symptomen, u.a. 'Mutsu', 'Golden Spur', 'Granny Smith'
Krankheitsindex	Prozentualer Krankheits-Index nach McKinney (1923) 1 (0-5 %,resistent) 2 (5.1-10 %, moderat resistent) 3 (10.1-25 %, moderat anfällig) 4 (25.1-50 %, anfällig) 5 (>50 %, hoch anfällig)	27 % resistent 13 % moderat resistent 10 % moderat anfällig 21 % anfällig 29 % hoch anfällig
Boniturzeitraum	Juli-Oktober	

**Tabelle 4:** Zusammenfassende Übersicht zur Erfassung der *Marssonina coronaria* Blattfallkrankheit im Freiland

Freilandbefall nach Li et al. 2012		%-Anteil der Genotypen an Boniturklassen
Untersuchte Genotypen	35 Apfelsorten	
Blattmaterial	150 Blätter pro Sorte	frei von Symptomen: keine Sorte
Wiederholungen	5	
Bonitur	mittlere Blattnekrosefläche in %	
Boniturklassen	0 (keine Symptome, extrem resistent)	14% in Boniturklasse 2
	1 (0.1 bis 5.0 %, hochresistent)	66% in Boniturklasse 3
	2 (5.1-25 %, resistent)	20 % in Boniturklasse 4
	3 (25.1 -50 %, anfällig)	
	4 ( 50.1-100 % hoch anfällig)	
Boniturzeitraum	Juli und September	
Krankheitsindex	Anfälligkeits-Index nach He (1994)	

Evaluierung unter artifiziiellen Bedingungen

Die Evaluierung verschiedener Apfelsorten auf Anfälligkeit gegenüber *Marssonina coronaria* unter artifiziiellen Bedingungen wurde durch Yin et al. (2013) erstmalig publiziert. In der folgenden **Tabelle 5** sind die Bedingungen der artifiziiellen Tests näher dargestellt.

**Tabelle 5:** Zusammenfassende Übersicht zur Erfassung der *Marssonina coronaria* Blattfallkrankheit unter artifiziiellen Bedingungen

Artifiziielle Inokulation nach Yin et al. 2013 in vitro		%-Anteil der Genotypen an Boniturklassen
Genotypen	28 Apfelsorten	R (18 %)
Blattmaterial	5 pro Sorte	I (57 %)
Inokulum	Einzelsporisolat	S (25 %)
Inokulation	Pro Blatt 3 x punktuell mit 20 µl Konidiensuspension, 10 <sup>6</sup> Konidien ml <sup>-1</sup>	
Inkubation	10 Tage, 25°C, Dunkelheit	
Bonitur	mittlere Nekroselänge (d) in cm	
in vivo		
Genotypen	28	
Blattmaterial	5 Pflanzen mit je 1 Blatt pro Sorte	
Inokulum	Einzelsporisolat	Resistent, u.a. 'Pinova', 'Honeycrisp', 'Pink Lady', 'Redchief Delicious'
Inokulation	Pro Blatt 3 x punktuell mit 20 µl Konidiensuspension, 10 <sup>6</sup> Konidien ml <sup>-1</sup>	
Inkubation	15 Tage Gewächshaus, 80 % Luftfeuchte	
Bonitur	mittlere Blattnekrosefläche (S) in %	
Boniturklassen für in vitro und in vivo Inokulation	R-resistent (d<0.4 cm, S<20 %), I-intermediär (d 0.4-0.6 cm, S 20 %-40 %), S-anfällig (d >0.6 cm, S>40 %)	



## Glossar

- Azervulus** – Aus der vegetativen Reproduktion hervorgehende subepidermale Fruchtkörper.
- Anamorphe** - Bezeichnet die mit der vegetativen Reproduktion verbundenen Strukturen der Nebenfruchtform.
- Apothecium** - Die aus der sexuellen Reproduktion (teleomorphe Phase) hervorgehenden becherförmigen Fruchtkörper der Hauptfruchtform.
- Ascosporen** – Sporen, entstanden aus der sexuellen Reproduktionsphase.
- Ascus** - Ascosporen tragenden Schläuche mit dazwischen liegenden Pilzhypen.
- biotroph** - Parasitische Lebensweise eines Organismus vom lebenden Wirtsgewebe.
- hemibiotroph** - Parasitische Lebensweise auf und von lebendem Wirtsgewebe (biotrophe Phase) und anschließendes Wachstum auf und von abgetötetem Gewebe (nekrotrophe Phase).
- Holomorphe** – Gesamtheit der Teleo- und Anamorphen.
- Hypphen** – Von einer Zellwand umhüllte, kernhaltige, röhrenartige Strukturen, teils gegliedert durch Septen (Querwände).
- Konidiophoren** – In den Azervuli entstehende, Sporen tragende verzweigte Hyphe.
- Konidien** – Sporen entstanden aus der vegetativen Reproduktionsphase.
- nekrotroph** - Parasitische Lebensweise eines Organismus vom abgetöteten Wirtsgewebe.
- Myzel** - Gesamtheit aller vegetativen Hypphen.
- Paraphyse** – Pilzhypen zwischen den Asci im Apothecium.
- Primer** – Startmolekül bei einer Polymerase-Kettenreaktion.
- saprophytisch** – Lebensweise von Organismen, welche nur auf und von toten organischem Material leben.
- Spermastien** – Männliche unbegeißelte Gameten.
- subkutikulare Hypphen** – Zwischen Kutikula und adaxialen Epidermiszellen parallel verlaufende Hypphenstränge (2-5 fach).
- Teleomorphe** - Bezeichnet die mit der sexuellen Reproduktion verbundenen Strukturen der Hauptfruchtform.

## Literatur

- Davis J J (1902):** Third supplementary list of parasitic fungi of Wisconsin. Transaction of the Wisconsin Academy of Science, Art and Letters 14 (1), 83-106.
- Engler A (1906):** Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie 37, 164
- Harada Y, Sawamura K & Konno K (1974):** *Diplocarpon mali* sp. Nov., the perfect state of apple blotch fungus *Marssonina coronaria*. Annals of Phytopathological Society of Japan 40, 412-418.
- He P C (1994):** Viticulture. China Agriculture Press.
- Huang Y (1986):** Overwintering characteristics of *Marssonina coronaria* (Ell. et Davis) Davis. Journal Southwest Forestry College 1, 60-65.
- Hinrichs-Berger J, Müller G (2013):** Zum Auftreten von *Marssonina coronaria* an Apfel in Baden-Württemberg. Journal für Kulturpflanzen 65, 347-350.
- Hinrichs-Berger (2013):** Zum Auftreten einer „neuen“ Blattfallkrankheit (*Marssonina coronaria*) an Apfel in Baden-Württemberg. Land-Info Heft 4, 63-67.
- Li Y, Hirst P M, Wan Y, Liu Y et al. (2012):** Resistance to *Marssonina coronaria* and *Alternaria alternata* apple pathotype in the major apple cultivars and rootstocks used in China. Horticultural Science 47 (9): 1241-1244.
- Leite Junior R P, Tsuneta M & Kishino A Y (1986):** Apple leaf spot caused by *Marssonina coronaria*. Fitopatologia Brasileira 3, 725-759.
- Lee H und Shin H (2000):** Taxonomic studies on the genus *Marssonina coronaria* in Korea. Mycobiology 281, 39-46.
- Mc Kinney H H (1923):** Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. Journal of Agricultural Research 26, 195-217.
- Miyake I (1907):** Über einige Pilz-Krankheiten unserer Nutzpflanzen. Botanisches Magazin Tokyo 21, 49-53.
- Nakata K, Takimoto K (1928):** List of diseases of cultivated plants in Korea. Bulletin Experiment Station Korea 15,1-146.
- Naef A, Häseli A, Schärer H J (2013):** *Marssonina* Blattfall, eine neue Apfelkrankheit. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 16, 8-11.
- Oberhänsli T, Vorley T., Tamm L, Schärer H J (2014):** Development of a quantitative PCR for improved detection of *Marssonina coronaria* in field samples. Ecofruit(2013) Short Contribution, 187-190

- Piepenbring M, Camarena J, Cruz D, Gomez A K et al. (2011):** New records of pathogenic fungi on cultivated plants in Panama, 1-10 <http://www.mycotaxon.com/resources/checklists/Piepenbring-v115-checklist.pdf>.
- Park J S (1958):** Fungous diseases of plants in Korea (1). College Agriculture Chungnam National University Bulletin 1, 106.
- Persen U, Steffek R, Freiding C, Bedlan G (2012):** Erstnachweis von *Diplocarpon mali* an *Malus domestica* in Österreich. Journal für Kulturpflanzen 64 (5), 168-170.
- Parmelee J A (1971):** Marssonina leafspot of apple. Canadian Plant Disease Survey, 51 (2), 91-92.
- Saccardo P A (1912):** Annales Mycologici Editi in Notitiam Scientiae Mycologicae Universalis. 10, 313.
- Sharma J N, Sharma A, Sharma P (2004):** Outbreak of Marssonina blotch in warmer climates causing premature leaf fall problem of apple and its management. Acta Horticulturae 662, 405-409.
- Sharma I M, Bhardwaj S S (1994):** Annual report of Regional Horticultural Research Station Bajaura, Kullu, 1994-1995.
- Sharma N, Thakur V S, Sharma S, Mohan J, Paul Khurana S M (2011):** Development of Marssonina blotch (*Marssonina coronaria*) in different genotypes of apple. Indian Phytopathology 64 (4), 358-362.
- Sutton TB, Aldwinckle HS, Agnello AM, Walgenbach JF (2014):** Compendium of apple and pear diseases and pests, Second Edition. APS Press, 1, 48-49.
- Tamietti G & Matta A (2003):** First report of leaf blotch caused by *Marssonina coronaria* on apple in Italy. Plant Disease 87 (8), 1005.
- White T J, Bruns T, Lee S, and Taylor, J W (1990):** Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications. Academic Press, 315-322.
- Yin L, Li M, Ke X, Li C, Zou Y, Liang D, Ma F (2013):** Evaluation of *Malus* germplasm resistance to Marssonina apple blotch. European Journal of Plant Pathology 136, 597-602.
- Zhao H, Huang L, Xiao C J, Liu J, Wei J, Gao X (2010):** Influence of culture media and environmental factors on mycelial growth and conidial production of *Diplocarpon mali*. Letters in Applied Microbiology 50, 639-644.

## Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1:** Verschiedene Symptome auf Blättern an Akzessionen der Genbank des Julius Kühn-Institutes.
- Abbildung 2:** Typische Symptome von *Marssonina coronaria* an einem Apfelblatt.
- Abbildung 3:** Myzelhyphen von *Marssonina coronaria* (40-fache Vergrößerung).
- Abbildung 4:** Querschnitt eines Azervulus mit Konidien (K) und Konidienträgern (KT) von *Marssonina coronaria* (a-Anilinblaufärbung 40-fach und b- Hellfeldbelichtung 10-fach).
- Abbildung 5:** Konidien von *Marssonina coronaria* (Isolat Pillnitz 6).
- Abbildung 6:** Spermatienaustritt (S) an einem Quetschpräparat eines Azervulus (A) und Spermatiphoren (Sp) (a- Hellfeldbelichtung 40-fach; b- Hellfeldbelichtung 100-fach).
- Abbildung 7:** Infektionszyklus von *Diplocarpon mali* und *Marssonina coronaria*.
- Abbildung 8:** Unreife Azervuli (A) innerhalb nekrotischer Bereiche auf einem Apfelblatt (Anilinblaufärbung 40-fach, BA – Blatader, SKH – subkutikuläres Hyphengewebe).
- Abbildung 9:** Myzelkörper von *Marssonina coronaria* auf PCDA-Nährmedium.
- Abbildung 10:** ITS-Sequenzvergleich des Isolates *Marssonina coronaria*-Pillnitz 6 mit dem Isolat CFCC84184 (GenBank: KP099198.1).

## Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1:** Erstnachweise des Erregers *Diplocarpon mali* (Anamorph *Marssonina coronaria*)
- Tabelle 2:** Zusammenfassende Übersicht zur Morphologie von *Marssonina coronaria*
- Tabelle 3:** Zusammenfassende Übersicht zur Erfassung der *Marssonina coronaria* Blattfallkrankheit im Freiland nach Sharma et al. 2011
- Tabelle 4:** Zusammenfassende Übersicht zur Erfassung der *Marssonina coronaria* Blattfallkrankheit im Freiland nach Li et al. 2012
- Tabelle 5:** Zusammenfassende Übersicht zur Erfassung der *Marssonina coronaria* Blattfallkrankheit unter artifiziellen Bedingungen

**Das Julius Kühn-Institut ist eine Einrichtung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).**

**[www.jki.bund.de](http://www.jki.bund.de)**