

Regenflecken - nach wie vor ein ungelöstes Problem

Die Regenfleckenkrankheit stellt nun bereits seit mehreren Jahren, besonders in regenreichen Obstbauregionen wie Bodensee und Altes Land, ein großes Problem dar, welches nach wie vor nur unzureichend gelöst ist. Haben sich die Erreger der Krankheit erst einmal in einer Anlage oder deren Umgebung etabliert, so nimmt der Befall in der Regel von Jahr zu Jahr zu. Auch in trockenen Sommern, wie z.B. im Jahr 2003, können dann nicht tolerierbare Befallsgrade entstehen. In feuchten Jahren wie 2007, kann die Grenze von wirtschaftlich noch tragbaren Einbußen schnell überschritten werden und der Befallsgrad in einzelnen Anlagen gar auf bis zu 100% ansteigen. Auch wenn durch die Pilze keine Penetration erfolgt und die Beschaffenheit der Frucht unverändert bleibt, so sind die mit Regenflecken befallenen Früchte aufgrund ihrer Optik nicht mehr ohne weiteres als Tafelware vermarktbare. Denn die qualitätsmindernden Symptome auf der Fruchtschale lassen sich auch mit moderner Putztechnik nur bedingt entfernen. Zwar kann der Regenfleckenkrankheit in gewisser Weise mit ökologischen Mitteln begegnet werden, allerdings ist dafür häufig eine intensive Spritzfolge notwendig. Diese mindert allerdings nicht nur die Ökobilanz besonders der schorfresistenten Sorten, sondern schränkt auch deren forcierte Einführung im Anbau ein. So sind z.B. neue gelbschalige Sorten wie Opal und Goldrush aufgrund ihrer Regenfleckenanfälligkeit für den Anbau in der Bodenseeregion als ungeeignet eingestuft worden. Trotz verstärkter Anstrengungen der Forschung konnten bislang noch keine befriedigenden Lösungen für den Anbauer erarbeitet werden. Ein wesentlicher Grund hierfür ist ein unzureichendes Wissen über die Biologie der Erreger. In diesem Artikel möchten wir das bisherige Wissen über die Krankheit sowie den Stand der Forschung vorstellen.



Zur Biologie

Eine wesentliche Schwierigkeit bei Untersuchungen zum Infektionsverlauf der Regenflecken besteht darin, dass man mittlerweile davon ausgeht, dass bis zu 30 Pilzarten einzeln oder im Komplex mit der Regenfleckenkrankheit in Verbindung gebracht werden können (BATZER et al. 2005). Von diesen sind bislang erst wenige identifiziert und charakterisiert worden. Alle identifizierten Arten konnten der Gruppe der Ascomyceten zugeordnet werden und sind damit weitläufig mit dem Erreger des Apfelschorfs verwandt. Die bisher gefundenen Arten wachsen im Nährmedium unterschiedlich schnell. Dies ist

ein Hinweis darauf, dass die einzelnen, an den Krankheitssymptomen beteiligten Erreger, möglicherweise unterschiedliche klimatische Ansprüche haben. Auch bilden nicht alle Arten Konidien aus. Eine Terminierung von Infektionsbedingungen ist im Vergleich zum Apfelschorf dadurch wesentlich komplizierter.

Alle am Regenfleckenkomplex beteiligten Pilze wachsen auf der Kutikula, dringen also nicht in den Apfel ein und ernähren sich von Exudaten, die durch die Kutikula nach außen abgegeben werden (BELDING et al. 2000).

Bei den Untersuchungen zum Infektionszeitpunkt wurde in Euro-

pa zunächst das in den USA erarbeitete Wissen übernommen. Dort wurde von SUTTON & BROWN 1995 festgestellt, dass die Kolonisierung der Früchte im Mai - Juni, nach einer kumulativen Blattnässeperiode von etwa 250 Stunden beginnt. In Europa haben allerdings Versuche von TRAPMAN (2006) und am KOB Bavendorf (MAYR 2007) mit dieser Feuchtestundenmethode gezeigt, dass die nordamerikanischen Werte für unsere Klimabedingungen nicht übernommen werden können. Unter unseren nordwesteuropäischen Klimabedingungen kann die erforderliche Blattnässedauer zum Teil sehr viel länger sein und der Befall später beginnen (August - September). Mittler-

weile geht man davon aus, dass der erste Infektionszeitpunkt nicht vor Anfang Juni stattfindet. Nach einer langen Inkubationszeit von mehreren Wochen, bei der Nässe notwendig ist, werden die Infektionen auf den Früchten sichtbar. Dies ist i.d.R. nicht vor Anfang Juli der Fall. Nach Angaben der Uni Bonn kann die Inkubationszeit, also der Zeitraum zwischen Infektion und dem Sichtbarwerden der Symptome, ca. 30 - 40 Tage dauern (HOEGEN 2000). Die ersten Symptome bilden sich i.d.R. an den Stellen, an denen sich die Nässe länger hält. So sind z.B. die Stielgrube, die Stellen zwischen zwei zusammenhängenden Früchten sowie die von Blättern bedeckten Stellen die Orte der ersten Symptomausprägung.

Vom ersten Erscheinen der Symptome an, kann sich bei entsprechenden Witterungsbedingungen der Befall bis hin zur Ernte fortlaufend weiter aufbauen.

In diesem Jahr waren die ersten Regenflecken am KOB in Bavendorf an der Sorte Topaz erstmals bereits Ende Juni sichtbar. Gut einen Monat später zeigten alle Äpfel der untersuchten Parzelle Befallssymptome. Mitte September hatte sich der Befall bereits auf einen Schädigungsgrad von 100% aufgebaut, was bedeutet, dass bei allen Äpfeln über 50% der Fruchtschale mit Regenflecken bedeckt waren (siehe Abb. 1). Berechnet man die Anzahl Tage zwischen Vollblüte und den ersten Symptomen waren die Regenflecken in diesem Jahr rund 20-30 Tage früher sichtbar als in den vergangenen zwei Jahren. Bei einer etwa gleichen Niederschlagsmenge von rund 250mm im selben Zeitraum benötigten die Regenflecken in 2007 gut 100 Feuchtestunden weniger zur Ausbildung von Symptomen als in 2005 und 2006. Bis zum Sichtbarwerden der 1. Symptome waren in den vergangenen 3 Jahren 4-5 Regenperioden notwendig, welche mindestens 4 Tage andauern sollten.

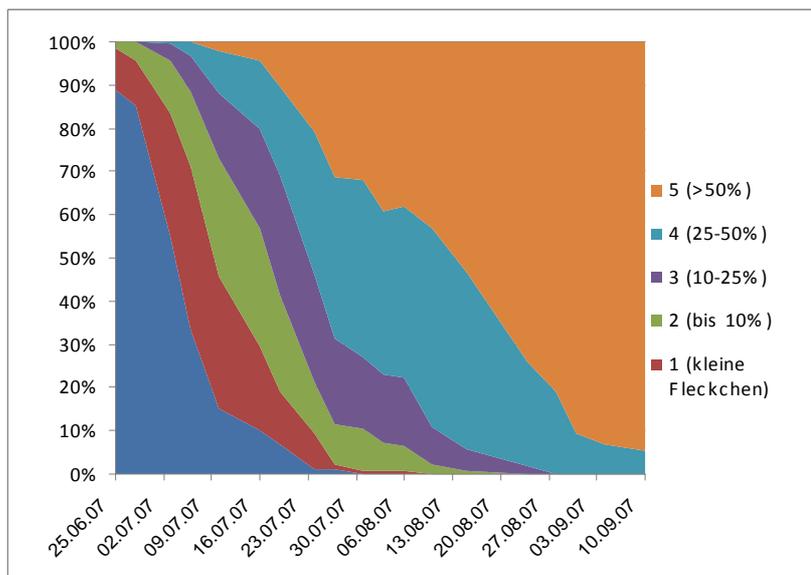


Abb. 1: Regenflecken-Inokulumsaufbau 2007, Bavendorf - %-Anteil Äpfel je Befallsklasse

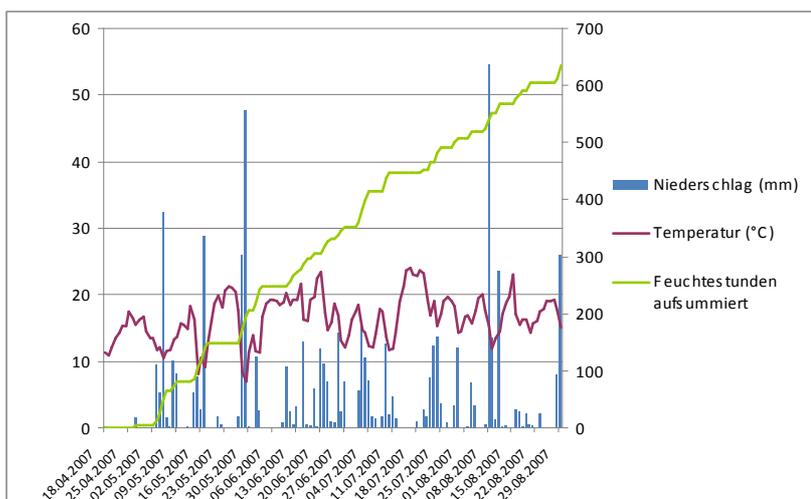


Abb. 2: Wetterdaten Vollblüte - Ende August 2007, Bavendorf

Später geerntete Sorten sind i.d.R. anfälliger als früh geerntete. Die unterschiedliche Sortenanfälligkeit kann allerdings nicht gänzlich mit dem Erntezeitpunkt begründet werden, da auch einzelne spät geerntete Sorten, wie z.B. die Sorte Regine, weniger anfällig sind, wie z.B. Topaz. Dennoch tragen die im Herbst meist feuchten Bedingungen bei den späten Sorten wie Topaz und Goldrush zu einer starken Zu-

nahme des Befalls in den Wochen vor der Ernte bei.

Was die unterschiedliche Sortenanfälligkeit anbelangt, kann verallgemeinert gesagt werden:

- Später geerntete Sorten sind, aufgrund ihrer längeren Verweildauer am Baum, gefährdeter als Frühsorten
- Der Befall steigt mit dem Alter der Anlage an

Im resistenten Sortimentquartier in Bavendorf, in welchem auf Fungizidspritzungen gänzlich verzichtet wird, wurden 2007 mehrere Sorten auf ihre Regenfleckenanfälligkeit hin bonitiert. Neben dem Erntezeitpunkt und dem Pflanzjahr scheint es noch weitere Parameter zu geben, die für die Anfälligkeit einer Sorte verantwortlich sind.

Topaz und seine Abkömmlinge scheinen befallsgefährdet zu sein, unabhängig vom Pflanzjahr. Sorten mit Florina als Elternteil zeigen hingegen einen deutlich geringeren Befall (siehe Tabelle 2).

Wie eingangs erwähnt leben die Pilze in der Wachsschicht der Apfelschale und ernähren sich vom Apfelsaft, der durch Feinrisse der Kutikula nach oben steigt. Die ungleiche Beschaffenheit und Zusammensetzung der Wachsschicht oder der unterschiedliche Zeitpunkt ihrer Ausbildung könnten Erklärungsmöglichkeiten für die unterschiedliche Sortenanfälligkeit sein. Dies wurde bisher noch nicht untersucht.

Da die Erreger ein breites Wirtspflanzenspektrum besitzen (Ahorn, Esche, Weide, u.a.) sind feuchte, schlecht durchlüftete Anlagen in Wald- oder Heckennähe besonders gefährdet. Je höher die vorherrschende Luftfeuchtigkeit und je länger die Blattnässedauer, umso besser können sich die Erreger entwickeln. Bei abnehmender Luftfeuchtigkeit nahm in Versuchen der Uni Bonn die Keimungsrate einzelner bereits identifizierter Erreger deutlich ab. Ebenso nahm die Keimrate deutlich ab, wenn die Sporen vor der Feuchtephase einer längeren Trockenheit ausgesetzt waren (HOEGEN 2000).

Da der Befall in den Anlagen von Jahr zu Jahr zunehmen kann, ging man lange Zeit davon aus, dass die Erreger am Baum überwintern. Allerdings haben mehrere Versuche mit Austriebsspritzungen keine Reduzierung des Befalls bewirkt (siehe *Bekämpfung*).

Tab. 1: Regenflecken im Vergleich der Jahre, Sorte: Topaz, Standort: Bavendorf

Parameter	2005	2006	2007
Vollblüte	30.04.	06.05.	18.04.
T-S tadium	18.06.	28.06.	31.05.
Ernte	04.10.	27.09.	13.09.
1. Regenflecken-symptome im Feld	20.07.	05.08.	20.06.
Anzahl Tage zw. Vollblüte bis 1. sichtbare Symptome	81	91	63
Summe Feuchtestunden Vollblüte bis 1. sichtbare Symptome	425	420	305
Summe Niederschläge Vollblüte bis 1. sichtbare Symptome	236	230	250

Zur Bekämpfung

Mehrere Versuche mit Voraustriebsspritzungen wurden durchgeführt, um vermeintlich am Baum überwinternes Mycel abzutöten. Bereits 2003 wurden von der FÖKO Voraustriebsbehandlungen mit 2,5 kg/ha/mKH Löschkalk durchgeführt, allerdings ohne nennenswerte Ergebnisse. Am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee durchgeführte Versuche zu Winterbehandlungen mit Schwefelkalk, Löschkalk und Kupferpräparaten haben ebenfalls keine Wirkung gezeigt (MAYR 2007). Ebenso konnte TRAPMAN keine Wirkung von Winterbehandlungen mit Schwefelkalk, Löschkalk oder Kupfer nachweisen.

Bei den Sommerbehandlungen zeigten die im ökologischen Obstbau zugelassenen Mittel Schwefelkalk und Cocanaseife in Abhängigkeit der Behandlungshäufigkeit zum Teil eine gute Wirkung. Netzschwefel besitzt hingegen eine deutlich geringere Wirkung. In allen Versuchen nahm besonders bei der Coca-

naseifenvariante die Wirkung proportional zur Anwendungshäufigkeit und -konzentration zu. In nahezu allen Versuchen konnte eine zufriedenstellende Wirkung allerdings nur mit einer hohen Anzahl an Behandlungen erzielt werden, unabhängig vom eingesetzten Mittel.

Am KOB werden seit 2002 Untersuchungen zur Regenfleckenkrankheit an der Sorte Topaz durchgeführt. Zu Beginn war in diesem Quartier ein sehr starker Heckeneinfluß zu beobachten, welcher die Wirkung der Behandlungen anfangs überdeckte. Mittlerweile ist diese Fläche einheitlich "durchseucht" und es kann eine stetige Befallszunahme in der Anlage beobachtet werden (Schädigungsgrad P: 2002: 23%, 2003: 14% (trockenes Jahr), 2004: 54%, 2005: 92%, 2006: 79%, 2007: 100%).

Die Terminierung der Spritzungen anhand von Feuchtestunden erbrachte lediglich das Ergebnis, dass der Behandlungserfolg zunimmt je früher und je häufiger man behan-

delt. Beim Mittelvergleich Kokosseife und Schwefelkalk hatte Schwefelkalk durchweg den besseren Bekämpfungserfolg. Neun Behandlungen von Anfang Juni bis Ende August erbrachten in 2004 einen Anteil vermarktungsfähiger Ware (<10% Befall) von 74% bei Kokosseife und 95% bei Schwefelkalk gegenüber 58% in der unbehandelten Kontrolle. Varianten, welche mit der Rückenspritze ausgebracht wurden, zeigten einen besseren Bekämpfungserfolg, was ein Hinweis auf die notwendige hohe Wasseraufwandmenge ist.

Behandlungen ab August sind zu spät, sie unterschieden sich in der Wirkung nur geringfügig von der Kontrolle.

Eine 3-malige Behandlung mit Kokosseife vor der Ernte führte am KOB zu keinem erhöhten Gloeosporiumbefall, wie dies aus schweizer Versuchen an der Sorte Pinova berichtet wurde.

Im Gegensatz zu Boniturergebnissen von der Laimburg wurde in Bavendorf keine Weiterentwicklung der Rußflecken im Lager beobachtet. Eine Erklärung hierfür könnte der bereits starke Befall in der Anlage sein. Infektionen, die im Freiland gesetzt wurden, werden noch vor der Einlagerung sichtbar.

Um die Anzahl der zur Regulierung notwendigen Behandlungen besonders auch im kritischen Vorerntezeitraum auf ein verträgliches Mass zu reduzieren, wurde von Marc Trapman ein Prognosemodell entwickelt, mit dessen Hilfe zukünftig eine gezielte Terminierung der Behandlungen möglich sein soll. Erste europaweite Ringversuche mit diesem „sooty blotch - Modell“ zeigten in 2004 zunächst hoffnungsvolle Ergebnisse.

Vor diesem Hintergrund wurden am KOB in Bavendorf von 2005-2007 die Versuchsspritzungen anhand dieses Prognosemodells terminiert. In allen drei Jahren konnte

Tab.2: Sortenanfälligkeiten am Standort Bavendorf

Sorte	Kreuzung	Pflanzjahr	Ernte 2007	Schädigungsgrad P (%)*
Sansa	Gala x Akane	2003	06.08.	12,6
Rubinola	Prima x Rubin	2001	17.08.	16,4
Santana	Elstar x Priscilla	2001	20.08.	41,6
Initial	Gala x Redfree	2001	20.08.	20,3
Pirouette	Pirella x Idared	2003	20.08.	66,4
Crims on Crip	2 Nummernsorten	2004	28.08.	40,8
Dorlane	2 Nummernsorten	2005	03.09.	10
Ariwa	Golden D. x Resistenzträger	2002	13.09.	47
Modi	Gala x Liberty	2004	14.09.	33,6
Vesna	Shampion x Resistenzträger	2001	14.09.	68,2
Topaz	Rubin x Vanda	2002	14.09.	75,4
Ariane	Florina x (Prima x Golden)	2005	14.09.	2,8
Delfopion	Shampion x Florina	2005	14.09.	22,1
Heliodor	Golden x Topaz	2005	21.09.	57,8
Goldswet	Golden x Topaz	2005	21.09.	73,3
Opal	Golden x Topaz	2002	21.09.	92,7
FAW 8159	Florina x Nummernsorte	2001	21.09.	9,2

* errechnet nach einer Formel, welche die unterschiedlichen Befallsklassen 0-5 ihrer Stärke nach berücksichtigt

keine befriedigende Prognostizierung und damit gezielte Behandlungsstrategie mit Hilfe des Modells erfolgen. In 2005 wurden zwei große Infektionstermine angezeigt (24.8./12.9.). Zu diesem Zeitpunkt zeigten fast alle der untersuchten Äpfel bereits Regenfleckensymptome, der Schädigungsgrad lag bei 61%. In 2006 und 2007 wurde die erste starke Infektion mit einem Wert von > 500 erst kurz vor der Ernte und damit innerhalb der Wartezeit von Schwefelkalk angezeigt. Auch hier waren bereits seit längerem Regenfleckensymptome auf den Früchten vorhanden.

Es wird deutlich: das auf epidemiologischen Daten aus den USA basierende Modell ist nicht ohne weiteres auf die in Nordwesteuropa herrschenden Klimabedingungen übertragbar. Zukünftig muss die Temperatur und die Luftfeuchtemessung im Baum besondere Beachtung finden. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Einheitlichkeit der Wetterstationen (erste Voraussetzungen hierfür wurden in 2007

durch das Projekt „fruitweb“ von P. Maxin und M. Trapmann geschaffen).

In mehreren Versuchen in Deutschland, Holland, Südtirol und der Schweiz hat das Mittel Armicarb (Kaliumhydrogencarbonat) eine gute Wirkung gegen die Regenfleckenkrankheit erzielt. Das Produkt ist derzeit allerdings noch nicht zugelassen, ein Dossier zur Aufnahme in den Anhang II der EG-VO wurde allerdings bereits eingereicht.

Aktuelle Forschung

Derzeit widmen sich zwei Verbundprojekte der Bekämpfung der Regenflecken. In einem von der DBU geförderten Dreijahresprojekt werden am ÖON in Jork und am KOB in Bavendorf seit diesem Jahr unterschiedliche Applikationsvarianten getestet. Unterschiedlich terminierte Applikationszeitpunkte sowie die Mittel Schwefelkalk und Armicarb (Kaliumhydrogencarbonat) werden hier untersucht.

Offene Fragen zur Biologie

- ◆ Wo überwintern die Erreger bzw. welches sind die Wirtspflanzen
- ◆ Charakterisierung und Bestimmung weiterer, am Komplex der Regenflecken beteiligter Pilze
- ◆ Wann findet die Sporenfreisetzung und die Infektion im Bestand statt.
- ◆ Welche klimatischen Bedingungen sind für den Aufbau der Symptome notwendig (vor allem Niederschlagsdauer - und Intensität)

Praxisempfehlungen

- ◆ Bei anfälligen Sorten feuchte, schlecht abtrocknende Anlagen meiden
- ◆ Mit einem angepassten Schnitt für gute Durchlüftung sorgen
- ◆ Unterwuchs im Baumstreifen und in der Fahrgasse kurz halten
- ◆ Bei Topaz ist in Befallslagen eine Bekämpfung der Regenflecken spätestens ab dem 4. Standjahr notwendig
- ◆ Die wirksamsten Mittel sind Schwefelkalk und Kaliseife. Netzschwefel hat eine deutlich geringere Wirkung

Die Anzahl der Behandlungen soll dabei maximal auf insgesamt vier beschränkt werden.

Ebenfalls seit diesem Jahr wurde ein im Rahmen des Bundesprogramms ökologischer Landbau gefördertes Projekt gestartet, bei dem die Projektpartner KOB Bavendorf, ÖON Jork, Versuchsstation für Obstbau Schlachters, der BÖO und die Föko beteiligt sind. In diesem Projekt werden gezielt die noch offenen Fragen bezüglich der Biologie angegangen. Die erarbeiteten Daten sollen umgehend in ein Prognosemodell einfließen und somit in naher Zukunft eine optimale Terminierung sowie eine Reduktion der Behandlungen erlauben. Die Forschungsschwerpunkte in diesem Projekt sind:

- Kenntnisse über die Überwinterungsquartiere sollen erarbeitet werden, um konkrete Anleitungen für phytosanitären Maßnahmen zur Reduktion des Ausgangsinokulums geben zu können.
- Die weitere Artbestimmung sowie eine Charakterisierung physiolo-

gischer Merkmale der Pilze (Temperaturoptimum, Feuchtigkeitsbedarf) sollen Daten liefern, die zu einer akkurateren Prognose des Krankheitsverlaufes herangezogen werden können.

- Mittels schrittweisem Eintüten von Äpfeln im Feld sollen Aussagen über die Sporenfreisetzung im Bestand und den Infektionszeitpunkt erarbeitet werden.
- Durch künstliche Beregnung einer überdachten Versuchsanlage soll der Einfluss von Regendauer und -intensität auf die Symptomentwicklung charakterisiert werden. Eine Eingrenzung der zum Symptomaufbau führenden Niederschlagsereignisse kann der Verbesserung der Prognosemodelle dienen und letztlich zu einer Reduzierung der notwendigen Spritzbehandlungen führen.

Sascha Buchleither, BÖO; Sybille Späth, KOB

Literatur

Batzer J.C., Gleason M.L., Harrington T.C., Tiffany L.H. (2005). Expansion of the sooty blotch and flyspeck complex on apples based on analysis of ribosomal DNA gene sequences and morphology. *Mycologia* 97: 1268- 1286.

Belding R.B., Sutton D.B., Blankenship S.M., Young E. (2000). Relationship between apple fruit epicuticular wax and growth of *Peltaster fructicola* and *Leptodontium elatus*, two fungi that cause sooty blotch disease. *Plant Disease* 84:

Brown E.M., Sutton T.B. (1995). An empirical model for predicting the first symptoms of sooty blotch and flyspeck of apples. *Plant Disease* 79: 1165-1168.

Trapman M. (2006). Observations on the epidemiology of sooty blotch in organic orchards in the Netherlands. *Proceedings of the 12th International Conference on Cultivation Techniques and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing* 125-132. FÖKO:

Mayr, U. 2007: mündliche Mitteilung

Hoegen, B. 2000: Arbeitsergebnisse aus dem Lehr- und Forschungsschwerpunkt USL: Die Rußfleckenkrankheit beim Apfel