

Apfeltriebsucht

*Dies ist der Inhalt der Internetseite „apfeltriebsucht.de“, die im Rahmen des Projektes **INTERREG III A, OMS Nr 3a.5/PAM Nr. 1,2,4** erstellt wurde. Ziel dieses durch die Europäische Union und die Schweizer Eidgenossenschaft unterstützten interregionalen Projektes der südwestdeutschen Regionen Pfalz und Baden, des Elsass sowie nordschweizer Kantone war eine länderübergreifende Risikoabschätzung der Krankheitsausbreitung der Apfeltriebsucht sowie die Bereitstellung von Entscheidungshilfen für die Etablierung effizienter Bekämpfungsstrategien. Die Seite enthält die Ergebnisse der Jahre 2005 – 2006.*

Befallsituation in den Anbaugebieten der INTERREG-Region

Die Befallsituation in einem Anbaugebiet wurde im Zeitraum des INTERREG-Projekts (2005 – 2006) beurteilt durch

1. die Ermittlung des Befallsgrades in Referenzanlagen durch visuelle Bonituren anhand der im Punkt Symptome beschriebenen Symptomklassifizierung, durchgeführt durch die im Projekt beteiligten Institutionen
2. die Auswertung von Fragebögen-Aktionen zur Befallsituation in den einzelnen Betrieben eines Anbaugebiets

Des Weiteren wurden in den Referenzanlagen durch regelmäßige Klopfproben die **Psylliden-Populationen** bestimmt. Eine **Risikoabschätzung** der weiteren Ausbreitung der Krankheit kann aus den Informationen über den Befall in den Anlagen und über die Populationsdichten der Überträger abgeleitet werden.

1. Befallsgrad in den Referenzanlagen

Pro Region wurden repräsentative Anlagen ausgewählt, in denen der Befall 2005 und 2006 visuell bonitiert wurde, und in denen gleichzeitig die Population der Psylliden durch Klopfproben bestimmt wurde. Stichproben symptomatischer und nicht symptomatischer Bäume wurden mit PCR auf Phytoplasmen getestet. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Zusammenfassung der Bonitur-Ergebnisse für die Jahre 2005 und 2006.

Es wurden bewusst Anlagen verschiedenen Alters mit unterschiedlichen Sorten ausgewählt, um die Bandbreite des Befalls in einer Region einschätzen zu können.

Als wichtigstes Ergebnis ist festzuhalten, dass aktuell (Daten 2005/2006) die Apfeltriebsucht in allen Anbaugebieten des INTERREG-Gebiets vorkommt.



Apfeltriebsucht

| | | | | 2005 | 2005 | 2006 | 2006 |
|--------------------|----------------|-----------------------------|--|--|--|--|--|
| Region | Anlagen Nr. | Pflanzjahr der Anlage | Anzahl Bäume oder Fläche in ha | Befallsgrad unsichere Symptome in % | Befallsgrad sichere Symptome in % | Befallsgrad unsichere Symptome in % | Befallsgrad sichere Symptome in % |
| Deutschland | | | | | | | |
| Vorderpfalz | 1 | 1988 | 416 | 22 | 25 | 14 | 57 |
| | 2 | 1989 | 659 | 11 | 1 | k. A. | k. A. |
| | 3 | 2002 | 2220 | 4 | 3 | k. A. | k. A. |
| | 4 | 1994 | 631 | 30 | 6 | 37 | 12 |
| | 5 | 2002 | 253 | k. A. | 0 | 55 | 13 |
| Südpfalz | 1 | 1989-90 | 1372 | 10 | 10 | 10 | 8 |
| | 2 | 1989-03 | 1505 | 4 | 2 | 8 | 2 |
| | 3 | 1989-95 | 933 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| | 4 | 1991 | 1319 | 5 | 17 | 13 | 20 |
| Nordbaden | 1 | 1994 | 72 | k. A. | 5 | k. A. | 38 |
| | 2 | 1993 | 644 | k. A. | 5 | k. A. | 3 |
| | 3 | 1994-95 | 1078 | k. A. | 20 | k. A. | 24 |
| Mittelbaden | 1 | 1991-92 | 263 | 28 | 10 | k. A. | k. A. |
| | 2 | 1978 | 118 | 27 | 2 | k. A. | k. A. |
| Südbaden | 1 | 1987 | 1 ha | k. A. | 12 | k. A. | k. A. |
| Frankreich | | | | | | | |
| Elsass | 1 | 1993 | 720 | k. A. | 20 | k. A. | k. A. |
| | 2 | 1998 | 3000 | k. A. | 20-25 | k. A. | k. A. |
| | 3 | 1990 | 6000 | k. A. | 20-25 | k. A. | k. A. |
| Schweiz | | | | | | | |
| Aargau | 1 | 1976-04 | 1873 | k. A. | 0-5 | k. A. | k. A. |
| Solothurn | 2 | 1976 | 0,6 ha | k. A. | 50 | k. A. | k. A. |

k. A. = keine Angabe, d.h. Boniturdaten wurden nicht erhoben bzw. die Anlage wurde im Jahr 2006 gerodet



Apfeltriebsucht

In allen Regionen wurden Anlagen mit starkem Befall (10 - 50% sichere Symptome) gefunden. Der teilweise hohe Prozentsatz an unsicheren Symptomen lässt darauf schließen, dass der tatsächliche Befall noch wesentlich höher liegt. Die stichprobenhaft erhobenen PCR-Daten zeigen, dass in ca. der Hälfte der Bäume mit unsicheren Symptomen Phytoplasmen nachweisbar waren. Der Befallsgrad in den einzelnen Anlagen ist z.T. sehr unterschiedlich, was auf die unterschiedlichen Sorten und Anbaubedingungen zurückzuführen ist. Tendenziell sind ältere Anlagen stärker befallen. Eine Zunahme des Befalls von 2005 auf 2006 konnte besonders in der Vorderpfalz und in Nordbaden festgestellt werden. Für weitergehende Analysen reichen die erhobenen Daten nicht aus.

2. Befallsgrad gemäß Angaben der Anbauer

Um eine breitere Datengrundlage zu erhalten, wurden im Winter 2005/2006 mithilfe von Fragebögen Apfelanbauer in den Regionen Vorderpfalz, Südpfalz, Nordbaden und Elsass direkt zur Höhe des Befallsgrades in ihren Betrieben befragt. Der Rücklauf der Fragebögen lag bei mindestens 10%.

Für die Vorderpfalz konnten Angaben von 24 Betrieben, die eine Anbaufläche von 122 ha repräsentieren, erhalten werden, für die Südpfalz Angaben von 22 Betrieben (61 ha Anbaufläche) und für Nordbaden Angaben von 11 Betrieben (62 ha Anbaufläche). Für das Elsass liegen Angaben für 12 Betriebe vor.

Lediglich 5 der 57 Betriebe in Deutschland hatten keinen Apfeltriebsuchtbefall. Im Elsass waren dies 4 von 12 Betrieben. Die Mehrheit der Betriebe in der Vorderpfalz (63%) und in der Südpfalz (82%) meldete einen Befall bis 5%. Nur in wenigen Betrieben der Vorderpfalz (29%) lag der Befall bei 5-20% und in einem Betrieb in der Südpfalz sogar über 20%. In Nordbaden hatten etwa gleich viele Betriebe einen Befall bis 5% bzw. einen Befall von 5-20%. Im Elsass gaben 33% der Betriebe einen Befall bis 5% an, 25% der Betriebe einen Befall von 5-20% und immerhin 9% der Betriebe einen Befall über 20%.

Apfeltriebsuchtbefall wurde im gesamten **Sortenspektrum** festgestellt. Befall wurde in folgenden Sorten gemeldet: Alkmene, Arlet, Boskop, Braeburn, Cox Orange, Delbarestivale, Elstar, Fuji, Gala, Gala Royal, Galaxy, Gloster, Goldparmäne, Golden Delicious, Idared, Jonagold, Melrose, Pinova, Red Elstar, Rubinette.

Impressum

AIPlanta, RLP AgroScience, Breitenweg 71, D-67435 Neustadt (www.agroscience.de)

Redaktion: Dr. W. Jarausch (2007)



Apfeltriebsucht

*Dies ist der Inhalt der Internetseite „apfeltriebsucht.de“, die im Rahmen des Projektes **INTERREG III A, OMS Nr 3a.5/PAM Nr. 1,2,4** erstellt wurde. Ziel dieses durch die Europäische Union und die Schweizer Eidgenossenschaft unterstützten interregionalen Projektes der südwestdeutschen Regionen Pfalz und Baden, des Elsass sowie nordschweizer Kantone war eine länderübergreifende Risikoabschätzung der Krankheitsausbreitung der Apfeltriebsucht sowie die Bereitstellung von Entscheidungshilfen für die Etablierung effizienter Bekämpfungsstrategien. Die Seite enthält die Ergebnisse der Jahre 2005 – 2007.*

Informationen zur Apfeltriebsucht

1. Krankheit

Die Apfeltriebsucht gehört zu den wirtschaftlich wichtigsten Krankheiten im Apfelanbau. Sie wurde erstmals 1950 im Veneto (Italien) beschrieben (Rui et al., 1950). Ähnliche Symptome wurden 1954 aus dem Trentino (Italien), einem der größten Apfelanbaugebiete Europas, berichtet (Refatti & Ciferri, 1954). Es muss deshalb davon ausgegangen werden, dass diese auf Europa beschränkte Krankheit schon lange Zeit vor diesen ersten Berichten vorkam.

Die typischen Symptome der Krankheit treten nur bei Apfel (*Malus*) auf: es sind der charakteristische Hexenbesen (Triebsucht) und die vergrößerten Nebenblätter. Der wirtschaftliche Schaden der Krankheit entsteht durch die Kleinfrüchtigkeit. Die Früchte erreichen keine marktfähige Größe, sind schlecht ausgefärbt und geschmacklos. Während der akuten Phase der Krankheitsentwicklung sind mehr als 80% der Früchte eines befallenen Baumes betroffen, was zu einem Totalausfall der Produktion des Baumes führt.

Befallene Bäume sterben nicht ab (Ausnahme: sehr junge Bäume und hypersensitive Genotypen). Das Wurzelwachstum und damit die Wuchs- und Ertragsleistung sind jedoch stark beeinträchtigt. Viele Bäume können sich jedoch nach ein paar Jahren wieder erholen, bleiben aber normalerweise zeitlebens infiziert. Ein Charakteristikum der Krankheit ist deshalb ein Auftreten in Befallsschüben. Die letzte Epidemie begann Ende der 90iger Jahre in Südwestdeutschland sowie in Norditalien (Trentino).

2. Pathogen

Die Apfeltriebsucht wird durch Phytoplasmen verursacht – zellwandlosen Bakterien, die nur in den Siebröhren (Phloem) befallener Pflanzen vorkommen. Die Phytoplasmen gehören zur Klasse der *Mollicutes* und wurden früher als mycoplasma-like organisms (MLO) bezeichnet. Da Phytoplasmen nicht wie viele andere Bakterien auf künstlichen Medien außerhalb der Wirtspflanze kultiviert werden können, ist ihre Erforschung sehr schwierig.



Apfeltriebsucht

Ein spezieller Phytoplasma-Typ ist mit der Apfeltriebsucht verbunden, das apple proliferation (AP) phytoplasma, welches nach der aktuellen Nomenklatur als *Candidatus* Phytoplasma mali bezeichnet wird (Seemüller & Schneider, 2004). Das *Candidatus* Phytoplasma mali ist eng verwandt mit den Phytoplasmen des Birnenverfalls (pear decline phytoplasma = *Candidatus* Phytoplasma pyri) und der Vergilbungskrankheit des Steinobstes (European stone fruit yellows phytoplasma = *Candidatus* Phytoplasma prunorum).

Weitergehende Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass genetisch verschiedene Stämme des *Candidatus* Phytoplasma mali existieren. In einem einfachen Nachweisverfahren können 3 verschiedene Subtypen unterschieden werden (Jarausch et al., 2000). Aktuelle Ergebnisse zeigen jedoch, dass noch weit mehr Subtypen vorkommen (Schneider & Seemüller, 2006, Seemüller & Schneider, 2007). Alle Subtypen können in den befallenen Bäumen ähnliche Symptome hervorrufen. Die genaue Bedeutung dieser unterschiedlichen Subtypen für die Ausbreitung der Krankheit ist deshalb noch unbekannt. Die Bestimmung des Subtyps ermöglicht aber eine "Markierung" des Phytoplasmas in epidemiologischen Untersuchungen. Z.B. ist die Verteilung der Subtypen in Erwerbsanlagen anders als in Streuobstanlagen (Jarausch et al., 2004a).

Eine Kultivierung des Pathogens im Labor ist über die Gewebekultur infizierten Apfels möglich. In diesem *In vitro*-System können verschiedene Stämme erhalten werden und gezielte Versuche unter standardisierten Bedingungen durchgeführt werden (Jarausch et al., 1996; Jarausch et al., 2006).



Abb. *In vitro* vermehrte Apfelpflanzen der Sorte Golden Delicious (Foto: W. Jarausch)

links: gesunde Pflanze

rechts: Phytoplasma-infizierte Pflanze

Apfeltriebsucht

3. Verbreitung

Die Verbreitung der Apfeltriebsucht ist weitgehend auf Europa beschränkt. Eine starke Ausbreitung der Krankheit ist vor allem in den wärmeren Gebieten Zentral-Europas und in den nördlichen Gebieten Südeuropas zu beobachten. Hier sind alle bedeutenden Apfelanbauregionen mehr oder weniger stark betroffen. Kunze (1989) bestimmte die nördliche Verbreitungsgrenze in einer Linie von den südlichen Niederlanden im Westen durch Bonn, Thüringen, Südpolen bis an die Schwarzmeerküste Moldawiens. Neuere Berichte zeigen jedoch ein vereinzelt Vorkommen der Krankheit auch nördlich dieser Grenze (Seemüller et al., 1998). In Nordamerika wurde die Apfeltriebsucht bisher nicht nachgewiesen.

Außer an Apfelbäumen wurde das *Candidatus* Phytoplasma mali in Italien auch in Haselnuss (*Corylus avellana*) und in Deutschland in der Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*) und im Weißdorn (*Crataegus monogyna*) nachgewiesen. Ob diese Pflanzen auch als Zwischenwirte eine Bedeutung haben, ist jedoch noch nicht geklärt. Die Verbreitung des Pathogens ist vermutlich sehr stark mit dem Auftreten des oder der Vektoren verbunden.

4. Nachweismethoden

Nach der Entdeckung der Phytoplasmen in **elektronenmikroskopischen Untersuchungen** (Doi, 1967) wurde auch der Erreger der Apfeltriebsucht 1968 als Phytoplasma erkannt (Giannotti et al. 1968). Für einen Routine-Nachweis eignet sich die Elektronenmikroskopie allerdings nicht.

Bis in die 90iger Jahre erfolgte der Nachweis des Erregers fast ausschließlich mithilfe des **DAPI-Tests** (Seemüller, 1976). Hierbei sind die Phytoplasmen in angefärbten Pflanzengewebeschnitten unter dem Fluoreszenzmikroskop direkt zu erkennen. Diese Methode erwies sich jedoch als unspezifisch und als Routineverfahren ungeeignet.

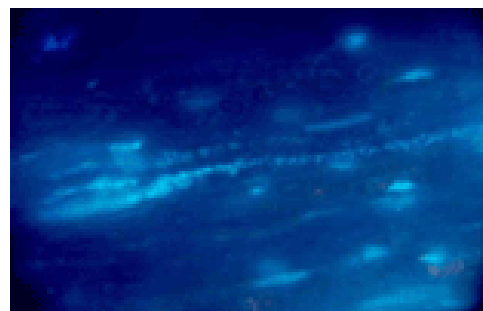


Abb. Elektronen- und lichtmikroskopische Aufnahme von Phytoplasmen (DAPI Test) (Fotos: G. Krczal)

Apfeltriebsucht

Eine neue Alternative hat sich vor mit der Vermarktung eines **ELISA-Tests** eröffnet, der monoklonale Antikörper gegen AP Phytoplasmen benutzt (Loi et al., 2002). Er erfordert keine spezifischen Schnitte, detektiert alle 3 AP Phytoplasma-Typen und zeigt keine Kreuzreaktionen mit nahe verwandten Phytoplasmen (Jarausch et al., 2003). Dieser Test eignet sich als Routinediagnose-Methode für ein Monitoring größerer Probenmengen. Die Nachweisempfindlichkeit ist jedoch bei den meisten Fällen geringer als mit der PCR-Methode (Jarausch et al, 2002).

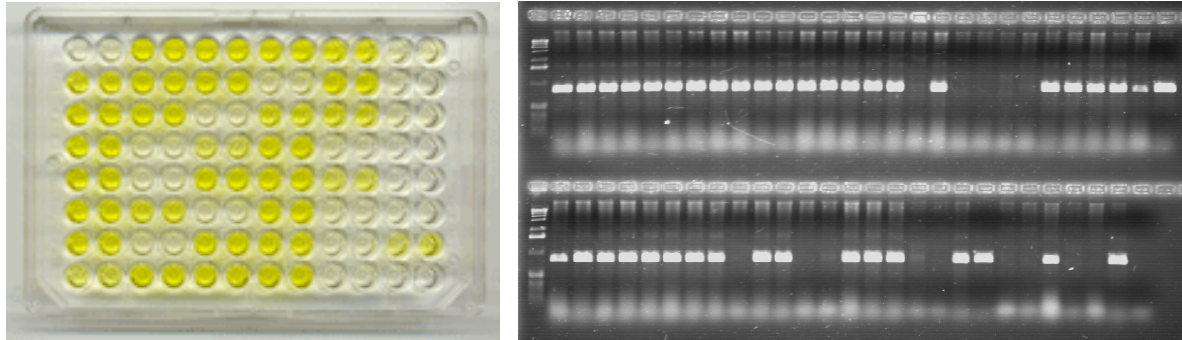


Abb. ELISA-Test und Gelelektrophorese einer PCR Reaktion (Fotos: W. Jarausch)

Die **PCR-Methode** (Polymerase-Kettenreaktion) hat sich als das sensitivste Diagnoseverfahren für Phytoplasmen bewährt. Die im Zuge der genetischen Charakterisierung der Phytoplasmen erhaltenen Sequenzdaten erlaubten die Entwicklung sowohl universeller als auch spezifischer Primer. Die ribosomalen, universellen Primer erlauben den Nachweis, ob es sich bei dem Pathogen um ein Phytoplasma handelt. Hierfür sind verschiedene Primer veröffentlicht (z.B. Ahrens & Seemüller, 1992). Die spezifischen Primer detektieren ausschließlich *Candidatus* Phytoplasma mali und ermöglichen eine sensitive Identifizierung des Erregers, mit dem man auch den latenten Befall symptomloser Bäume nachweisen kann (Jarausch et al., 1994). Die PCR hat sich heutzutage als Routinediagnose-Methode durchgesetzt.

Eine Weiterentwicklung der PCR ist die **real-time PCR** oder **quantitative PCR (qPCR)**. Hierbei kann mit verschiedenen Methoden (z.B. SYBR Green[®]-Methode, TaqMan[®]-Methode) durch die Messung eines Fluoreszenzsignals nach jedem Amplifikationszyklus die Menge des gebildeten PCR-Produkts in "real-time" gemessen werden. Dies erlaubt die Aufnahme einer Kinetik der PCR-Reaktion. Im Vergleich mit einer Standardkurve kann dann die Quantität der Phytoplasmen in der Probe bestimmt werden. Zum Nachweis von *Candidatus* Phytoplasma mali wurden verschiedene qPCR-Methoden entwickelt (SYBR Green[®]-Methode: Jarausch et al., 2004b; TaqMan[®]-Methode: Baric & DallaVia, 2004). Die qPCR findet Anwendung bei der Bestimmung der Phytoplasmakonzentration in den Insektenvektoren sowie in anfälligem oder resistentem Pflanzenmaterial.

Apfeltriebsucht

5. Übertragungswege

Candidatus Phytoplasma mali kann durch den Menschen (gewollt oder ungewollt) durch Pfropfung und Vermehrung infizierten Pflanzgutes verbreitet werden. Eine natürliche Übertragung findet durch Phloem-saugende Insekten statt. Die weitere Möglichkeit ist die Übertragung durch Wurzelverwachsungen.

5.1. Psylliden

Blattsaugerarten (Insecta, Hemiptera, Psylloidea) wurden erstmals in Italien als Überträger von *Candidatus* Phytoplasma mali identifiziert. Hierbei wurden die Psyllidenarten *Cacopsylla picta* (=costalis) im Trentino (Frisinghelli et al, 2000) und *Cacopsylla melanoneura* im Aostatal (Tedeschi et al., 2002) als die wichtigsten Überträgerarten beschrieben. Im Jahr 2003 konnte *C. picta* auch in Deutschland als Hauptvektor von *Candidatus* Phytoplasma mali nachgewiesen werden. Psylliden sind Phloemsauger und können effizient den Erreger von Baum zu Baum weitergeben und somit zu einer flächenmäßigen Ausbreitung in den Anlagen führen. Die Übertragung erfolgt nach dem persistenten Modus und ist ein hochspezifischer Vorgang, zu dem nur wenige Insekten-Gattungen befähigt sind. Die Phytoplasmen werden durch den Saugvorgang aus dem Phloem aufgenommen, vermehren sich im Darmepithel, überwinden die Darmbarriere, gelangen in die Hämolymphe und von dort aus in die Speicheldrüse. Nach einer weiteren Vermehrung werden sie bei späteren Saugaktivitäten mit der Speichelflüssigkeit wieder in die Siebröhren abgegeben. Die Passage der Darmwand und der Eintritt in die Speicheldrüse sind die wichtigsten Voraussetzungen für die Vektoreignung. Diese Barrieren sind dafür verantwortlich, dass ein bestimmter Erreger nur durch eine ganz spezifische Insektenart übertragen werden kann (Seemüller, 1995).



Abb. Psylliden-Vektoren
Cacopsylla melanoneura
und *Cacopsylla picta*

Foto: B. Jarausch

Die beiden für Europa beschriebenen Hauptvektorarten von *Candidatus* Phytoplasma mali, *C. picta* und *C. melanoneura*, sind univoltine Arten mit einer Generation pro Jahr. Sie überwintern als adulte Imagoes auf Koniferen und kehren im zeitigen Frühjahr zur Kopulation und Eiablage auf ihre Wirtspflanzen zurück. Weitere Details zur Taxonomie, Morphologie und Biologie der Blattsauger sind unter dem link [psyllidkey](#) zu finden.

Apfeltriebsucht

Malus-Arten sind die Hauptwirtspflanzen für *C. picta*; im Falle von *C. melanoneura* ist dies jedoch Weißdorn (*Crataegus*) und Apfel scheint nur als alternative Wirtspflanze zu fungieren. Die Larvalentwicklung umfasst 5 Stadien. Die neu entwickelten Jungtiere verlassen nach kurzer Zeit im Frühsommer die Apfelanlagen oder Weißdornbüsche und migrieren zu Zwischenwirten oder direkt zu ihren Überwinterungswirten. Experimentell konnte gezeigt werden, dass beide Generationen *Candidatus* Phytoplasma mali übertragen können; die überwinternden Tiere erwiesen sich jedoch als effizientere Vektoren (Jarausch et al., 2004). In Fangpflanzenversuchen in stark Apfeltriebsucht-befallenen Anlagen konnte jedoch sowohl in Südwestdeutschland als auch in Norditalien (Trentino) gezeigt werden, dass das höchste Übertragungsrisiko im Frühsommer während der Zeit der Abwanderung der Jungtiere aus den Anlagen besteht (A. Fried, pers. Mitteilung; Mattedi et al., 2007).

5.2. Pfropfung und Pflanzgut

Phytoplasmen können nur im Phloem befallener Pflanzen bzw. in ihren Insektenvektoren überleben. Abgesehen von der Vektorübertragung kann eine Übertragung deshalb nur durch intakte Phloem-Phloem-Verbindungen oder durch vegetative Vermehrung infizierten Pflanzguts erfolgen. Eine mechanische Übertragung z.B. durch Schnittwerkzeuge ist ausgeschlossen.

Bei allen Arten der **Propfung** entstehen Phloemverbindungen, die eine Übertragung der Phytoplasmen von infiziertem Material auf gesundes Material ermöglichen. Dies kann experimentell erfolgen oder ungewollt, wenn bei der Veredelung infiziertes Material verwendet wird. Am effizientesten ist eine Propfübertragung im Sommer. Im Winter bzw. Frühjahr ist eine Übertragung durch Pfropfung schlecht aber nicht ausgeschlossen. In Versuchen zur Winterveredelung infizierten Materials konnte nur im Februar keine Übertragung erzielt werden (Petruschke, 2003).

Latent infiziertes **Pflanzgut** stellt eine weitere Ausbreitungsmöglichkeit der Krankheit dar. Die moderne vegetative Vermehrung des Pflanzmaterials stellt insofern ein Risiko dar, wenn unerkant schwach-infiziertes, symptomloses Material vermehrt wird. Da eine latente Infektion des Pflanzmaterials nur durch einen PCR Test nachgewiesen werden kann, ist eine systematische Testung des Pflanzmaterials ausgeschlossen. In Stichproben, die in den Jahren 2001 – 2003 durchgeführt wurden, konnte nur in sehr wenigen Fällen eine Infektion im Pflanzgut nachgewiesen werden. Die Wahrscheinlichkeit der Verbreitung der Krankheit durch Baumschulmaterial kann daher heutzutage als gering angesehen werden.

5.3. Wurzelverwachsungen

Eine weitere Möglichkeit der Ausbreitung der Phytoplasmen von Baum zu Baum über Phloemverbindungen können Wurzelverwachsungen darstellen. In älteren Apfelanlagen kann häufig beobachtet werden, dass befallene Bäume nebeneinander stehen.



Apfeltriebsucht

Dennoch konnte erst vor kurzem auch experimentell nachgewiesen werden, dass *Candidatus Phytoplasma mali* durch Wurzelverwachsungen übertragen werden kann (Ciccotti et al., 2006). In diesen Versuchen wurden unter Insekten-freien Bedingungen kranke und gesunde Apfelbäumchen zusammen getopft. In 12% der Fälle konnte eine natürliche Wurzelverwachsung und eine Übertragung der Phytoplasmen nachgewiesen werden. ähnliche Versuche in Deutschland blieben dagegen ohne Erfolg (M. Hellmann, W. Jarausch, pers. Mittel.). Da die Häufigkeit von Wurzelverwachsungen in den Apfelanlagen nicht genau bekannt ist und stark von der Wüchsigkeit der Unterlage sowie von der Pflanzdichte abhängt, kann die Bedeutung der Übertragung durch Wurzelverwachsung an der Ausbreitung der Krankheit bislang noch nicht abgeschätzt werden.

6. Sortenanfälligkeit

Auf der Basis mehrjähriger Beobachtungen und diverser Monitoring-Versuche gelten alle angebauten Sorten als anfällig (Kartte & Seemüller, 1988; 1991). Die Sorten können sich jedoch in der Ausprägung der Symptome unterscheiden. So wurden z.B. die Sorten Goldstar, Rubinola, Lotos und Rosana als toleranter beschrieben (M. Petruschke, LfP Stuttgart). Eine resistente Sorte wurde bisher jedoch nicht gefunden.

7. Bekämpfungsstrategien

Da eine direkte Bekämpfung der Krankheitserreger nicht möglich ist, sind vorbeugende Maßnahmen von entscheidender Bedeutung. Hierzu zählen in erster Linie die Verwendung gesunden Pflanzgutes und die Eliminierung aller Infektionsquellen. Ein wichtiger Schritt hierbei war die Erklärung aller Phytoplasmen als Quarantäneorganismen und die Vorschrift für die Verwendung phytoplasmafreien Pflanzgutes. Wird dennoch an jungen Bäumen eine Infektion festgestellt, müssen diese umgehend aus der Anlage entfernt werden. Junganlagen sollten daher regelmäßig kontrolliert werden. Da stark befallene ältere Bäume ein hohes Infektionspotential darstellen, sollten diese unabhängig von der Jahreszeit sofort gerodet werden. Soll nach der Rodung eine Nachpflanzung mit Apfel erfolgen, ist ferner darauf zu achten, dass möglichst alle Wurzeln des kranken Baumes entfernt werden, um eine Übertragung durch Verwachsung überlebender Wurzeln zu vermeiden.

Neben diesen präventiven Regulierungsmaßnahmen, spielt die Bekämpfung der Vektoren eine entscheidende Rolle, um die flächenmäßige Ausbreitung der Krankheit einzuschränken. Mithilfe konventioneller Methoden wie Insektizidspritzungen ist eine effiziente Bekämpfung des Hauptüberträgers *C. picta* in Deutschland und angrenzenden Ländern bisher nicht möglich. Dies liegt an den niedrigen Populationen von *C. picta* und an dem Fehlen zugelassener Pflanzenschutzmittel. In norditalienischen Apfelanbaugebieten ist dagegen eine Bekämpfung mit dort noch zugelassenen Pflanzenschutzmitteln erfolgreich (Mattedi et al., 2007b; Waldner, 2006).



Apfeltriebsucht

Da, wie unter 5.1. erwähnt, ein hohes Übertragungsrisiko von Jungtieren von *C. picta* ausgeht, die sich auf infizierten Bäumen entwickelt haben, ist dringend eine Unterstützung der Pflanzenschutzmaßnahmen durch eine rechtzeitige Rodung infizierter Bäume angeraten.

Eine dauerhafte Lösung des Problems wird jedoch nur durch die Verwendung resistenten Pflanzmaterials zu erhalten sein. Die aktuelle Resistenzstrategie beruht auf Forschungsergebnissen der Biologischen Bundesanstalt Dossenheim, die zeigten, dass im Winter die Phytoplasmen durch die Degeneration des Phloems in den oberirdischen Teilen des Baumes eliminiert werden während sie in anfälligen Unterlagen überwintern können (Schaper & Seemüller, 1984; Seemüller et al., 1984a, 1984b; Jarausch, 2003b). Durch Verwendung resistenter Unterlagen, die diese Überwinterungsmöglichkeit in den Wurzeln verhindern, könnten somit auch im Sommer infizierte anfällige Sorten im Winter wieder gesunden. Auf Basis dieser Resistenzstrategie wurde in einer Zusammenarbeit des Istituto Agrario di San Michele (Trentino, Norditalien), des Julius Kühn-Instituts (ex Biologische Bundesanstalt) Dossenheim und des AlPlanta ein Züchtungsprogramm zur Herstellung Apfeltriebsucht-resistenter und anbautauglicher Unterlagen durchgeführt (Jarausch et al., 2006).

8. Natürliche Resistenz

Alle zurzeit angebauten Apfelsorten und Unterlagen sind als anfällig zu betrachten, da sie Selektionen von *Malus domestica* darstellen. In einem breit angelegten Screening-Programm der Biologischen Bundesanstalt Dossenheim wurden natürliche Resistenzen gegen die Apfeltriebsucht nur in sogenannten apomiktischen Unterlagen gefunden. Alle anderen über 100 untersuchten Apfelsorten und Zierapfelformen wurden als anfällig bis hochanfällig beurteilt (Kartte & Seemüller, 1988; 1991).

Die Resistenz in den apomiktischen Unterlagen geht vermutlich auf *Malus sieboldii* zurück. Sie konnte in Hybriden aus *M. sieboldii* x *M. domestica* erhalten werden, die in den 50iger und 60iger Jahren des letzten Jahrhunderts gezüchtet wurden, um Samen-vermehrbar Unterlagen zu entwickeln. Die Resistenz dieser Unterlagen konnte seit ihrer Entdeckung in den 80iger Jahren von verschiedenen Versuchsanstellern in verschiedenen Regionen Deutschlands bestätigt werden. Diese resistenten Unterlagen sind jedoch zu starkwüchsig für den Erwerbsanbau und können Alternanz induzieren (Möller, 2003). Aus diesem Grund wurden in dem oben genannten Züchtungsprogramm die agronomischen Eigenschaften der Standardunterlage M9 in diese resistenten Genotypen eingekreuzt.





9. Literatur

Ahrens, U. & Seemüller, E., 1992: Detection of DNA of plant pathogenic mycoplasma-like organisms by a polymerase chain reaction that amplifies a sequence of the 16S rRNA gene. *Phytopathology* 82:828-832.

Baric, S. and Dalla Via, J. 2004: A new approach to apple proliferation detection: A highly sensitive real-time PCR assay. *J. Microbiol. Methods* 57 (1), 135-145.

Bisognin, C., B. Schneider, H. Salm, M. S. Grando, W. Jarausch, E. Moll, and E. Seemüller. 2008. Apple proliferation resistance in apomictic rootstocks and its relationship to phytoplasma concentration and simple sequence repeat genotypes. *Phytopathology* 98:153-158

Bisognin, B., A. Ciccotti, A. Salvadori, M. Moser, M.S. Grando and W. Jarausch. (2008). In vitro screening for resistance to apple proliferation in *Malus* ssp. *Plant Pathology* 57: 1163-1171.

Ciccotti, A.M., Bianchedi, P.L., Bragagna, P., Deromedi, M., Filippi, M., Forno, F. & Mattedi, L., (2008). Natural and experimental transmission of *Candidatus Phytoplasma mali* by root bridges. *Acta Horticulturae* 781: 459-464.

Doi, Y., Teranaka, M., Yora, K. & Asuyama, H., 1967: "Mycoplasma or PLT group-like microorganisms found in phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches' broom, aster yellows, or Paulownia witches' broom." *Annals of the Phytopathological Society of Japan* 33: 259-266.

Forno, F., Mattedi, L., Wolf, M. & Zelger, R. 2003: Untersuchungen zum Auftreten von Blattsaugern in den Obstbaugebieten des Trentino und Südtirols. *Obstbau* 4, 203-204.

Fried, A. 2003: Zwischenveredelungsversuche mit "Lord Lambourne". *Obstbau* 4, 216-217.

Frisinghelli, C., Delatti, L., Grando, M.S., Forti, D. and Vindimian, M.E. 2000: *Cacopsylla costalis* (Flor 1861), as a vector of apple proliferation in Trentino. *Journal of Phytopathology* 148, 425-431.

Giannotti, J.G., Morvan, G. and Vago, C. 1968: Micro-organismes de type mycoplasme dans les cellules libériennes de *Malus sylvestris* L. atteint de la maladie des proliférations. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sér. D*, 276, 76-77.

Harzer, U. 2000: Apfeltriebsucht tritt verstärkt auf. *Obstbau* 10, 568-569.

Harzer, U. 2003: Biologie und Auftreten der Apfeltriebsucht in Südwestdeutschland. *Obstbau* 4, 195-197.



Apfeltriebsucht

Jarausch, B., Fuchs, A., Schwind, N., Krczal, G. & Jarausch, W. (2007). *Cacopsylla picta* as most important vector for Candidatus Phytoplasma mali in Germany and neighbouring regions. Bulletin of insectology, 60, (2): 189-190.

Jarausch, B., 2003: Nachweis der Blattsaugerart *Cacopsylla picta* als Überträger von Apfeltriebsucht-Phytoplasmen in Deutschland. Obstbau 4: 210-211.

Jarausch, B., 2003: Nachweis der Blattsaugerart *Cacopsylla picta* als Überträger von Apfeltriebsucht-Phytoplasmen in Deutschland. Bundeskernobstseminar 23: 106-110.

Jarausch, B., 2003: Welche Rollen spielen Blattsaugerarten bei der Übertragung von Apfeltriebsucht-Phytoplasmen in deutschen Apfelanlagen? Obstbau 4: 205-206.

Jarausch, B., Schwind, N., Jarausch, W. & Krczal, G. 2004: Übertragung von Apfeltriebsucht-Phytoplasmen durch überwinternde Adulte und Jungtiere von *Cacopsylla picta* (synonym *C. costalis*) in Deutschland. Deutsche Pflanzenschutztagung, Heft 396, S. 525.

Jarausch, B., Schwind, N., Jarausch, W. & Krczal, G. and Seemüller, E. & Dickler E. 2003: First report of *Cacopsylla picta* as a vector for apple proliferation phytoplasma in Germany. Plant Disease 87: 101.

Jarausch, B., Schwind, N., Jarausch, W. & Krczal, G., 2004: Overwintering adults and springtime generation of *Cacopsylla picta* (synonym *C. costalis*) can transmit apple proliferation phytoplasmas. Acta Hort. 657: 409-413.

Jarausch, W., 2003: Wie kann man Phytoplasmen im Apfel am besten nachweisen? Obstbau 4: 199.

Jarausch, W., 2003_b: Untersuchung des Besiedlungsverhaltens der AP Phytoplasmen im Baum im jahreszeitlichen Verlauf. Obstbau 4: 200.

Jarausch, W., Bisognin, C., Ciccotti, A., Moser, M. & Grando, S., 2006: Etablierung eines in vitro-screening-Systems für Apfeltriebsucht-resistente Unterlagen-Genotypen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtschaft. 400: 205.

Jarausch, W., Bisognin, C., Peccerella, T., Schneider, B. & Seemüller, E., 2006: Zur Entwicklung triebsuchtresistenter Apfelunterlagen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtschaft. 400: 125.

Jarausch, W., Jarausch, B. & Krczal, G. 2002: Vergleich von PCR- und ELISA-Test zum Routinenachweis von apple proliferation Phytoplasmen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtschaft. 390: 2059.



Apfeltriebsucht

Jarausch, W., Lansac, M. and Dosba, F. 1996: Long-term maintenance of non-culturable apple proliferation phytoplasmas in their micropropagated natural host plant. *Plant Pathol.* 45, 778-786.

Jarausch, W., Peccerella, T., Schwind, N., Jarausch, B. & Krczal, G., 2004: Etablierung eines quantitativen real-time PCR-Tests zur Quantifizierung von Apple proliferation Phytoplasmen in Pflanzen und Insekten. *Deutsche Pflanzenschutztagung*, Heft 396, S. 526.

Jarausch, W., Peccerella, T., Schwind, N., Jarausch, B. & Krczal, G., 2004: Establishment of a quantitative real-time PCR assay for the quantification of apple proliferation phytoplasmas in plants and insects. *Acta Hort.* 657: 415-420.

Jarausch, W., Saillard, C., Dosba, F. and Bové, J.M. 1994: Differentiation of mycoplasma-like organisms (MLOs) in European fruit trees by PCR using specific primers derived from the sequence of a chromosomal fragment of the apple proliferation MLO. *Applied and Environmental Microbiology* 60, 2916-2923.

Jarausch, W., Saillard, C., Helliot, B., Garnier, M. and Dosba, F. 2000: Genetic variability of apple proliferation phytoplasmas as determined by PCR-RFLP and sequencing of a non-ribosomal fragment. *Molecular and Cellular Probes* 14, 17-24.

Jarausch, W., Schwind, N., Jarausch, B. & Krczal, G. 2004_a: Analysis of the distribution of apple proliferation phytoplasma subtypes in a local fruit growing region in Southwest Germany. *Acta Hort.* 657: 421-424.

Kartte, S. and Seemüller, E. 1988: Variable response within the genus *Malus* to the apple proliferation disease. *Z. PflKrankh. PflSchutz* 95:25-34.

Kartte, S. and Seemüller, E. 1991: Susceptibility of grafted *Malus* taxa and hybrids to apple proliferation disease. *J. Phytopath.* 131:137-148.

Kube, M., Schneider, B., Kuhl, H., Dandekar, T., Heitmann, K., Migdoll, A.M., Reinhardt, R. and Seemüller, E. (2008). The linear chromosome of the plant-pathogenic mycoplasma 'Candidatus *Phytoplasma mali*'. *BMC Genomics* 2008, 9:306.

Kunze, L. 1976: Spread of apple proliferation in a newly established apple plantation. *Acta Hort.*, 67, 121-127.

Kunze, L. 1979: Wurzelschäden durch Triebsuchtbefall an Apfelbäumen. *Mitt. Biol. Bundesanstalt* 191, 204-205.



Apfeltriebsucht

Kunze, L. 1989: Apple proliferation. 99–113. In Fridlund PR (ed), Virus and virus-like diseases of pome fruits and simulating noninfectious disorders. Pullman, Washington, USA: Washington State University.

Loi, N., Ermacora, P., Carraro, L., Osler, R. and Chen, T. 2002: Production of monoclonal antibodies against apple proliferation phytoplasma and their use in serological detection. Eur. J. Plant Pathol. 108:81-86.

Marwitz R., Petzold H. and özel M. 1974: Untersuchungen zur Übertragbarkeit des möglichen Erregers der Triebsucht des Apfels auf einen krautigen Wirt. Phytopathologische Zeitschrift 81, 85-91.

Mattedi, L., Forno, F., Cainelli, C., Grando, M.S. and Jarausch, W. 2008. Research on Candidatus Phytoplasma mali transmission by insect vectors in Trentino. Acta Hort. 781:369-374

Mattedi, L., Forno F., Cainelli C., Grando M. S., Jarausch W., 2007b: Transmission of Candidatus Phytoplasma mali by psyllid vectors in Trentino. IOBC/WPRS Bulletin 30 (4): 267-272.

Möller O. 2003: Obstbauliche Prüfung apomiktischer Unterlagen. Obstbau 4, 215-216.

Petruschke, M. 2003: Apfeltriebsucht – Monitoring in Baumschulen und Erwerbsanlagen Südwestdeutschlands (2001 bis 2002). Obstbau 4, 214-215.

Petruschke, M. 2003: Apfeltriebsucht – Übertragung durch Pfropfungen im Winter. Obstbau 4, 201-202.

Refatti E. and Ciferri R., 1954: La virosi del tipo a scopazzi in vivai di melo. Ann. Sperim. Agr., 8: 1543-1556.

Rui, D., Ciferri, R. & Refatti, E., 1950: La virose degli "scopazzi del melo" nel Veronese. Notiz. Malatt. Piante, 13, 7-11.

Schaper, U. and Seemüller, E. 1984: Recolonization of the stem of apple proliferation and pear decline-diseased trees by the causal organisms in spring. Z. PflKrankh. PflSchutz 91:608-613.

Schneider, B. & Seemüller, E., 2006: Genetische Variabilität und Virulenzunterschiede verschiedener Isolate des Apfeltriebsucherregers Candidatus Phytoplasma mali. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtschaft. 400: 205.



Apfeltriebsucht

Seemüller, E. 1976: Investigations to demonstrate mycoplasma-like organisms in diseased plants by fluorescence microscopy. *Acta Hort.* 67, 109-111.

Seemüller, E. 1989: Mykoplasmen als Ursache von Gehölzkrankheiten in Europa. *Forum Mikrobiol.* 12, 144-151.

Seemüller, E. 1995: Mykoplasmen als Parasiten. In "Schadwirkungen auf Pflanzen". (B. Hock & e.F. Elstner, eds.), 3rd ed., pp. 370-372. Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg.

Seemüller, E., Kunze, L. and Schaper, U. 1984a: Colonization behaviour of MLO, and symptom expression of proliferation-diseased apple trees and decline-diseased pear trees over a period of several years. *Z PflKrankh. PflSchutz* 91:525-532.

Seemüller, E., Schaper, U. and Zimbelmann, F. 1984b: Seasonal variation in the colonization patterns of mycoplasma-like organisms associated with apple proliferation and pear decline. *Z PflKrankh. PflSchutz* 91:371-382.

Seemüller, E., Berwarth C. & Dickler, E. 2003: Die Apfeltriebsucht wird durch Blattsauger übertragen. *Obstbau* 4, 212-213.

Seemüller, E., Karrte, S. & Kunze L. 1992: Resistance in established and experimental apple rootstocks to apple proliferation disease. *Acta Hort.* 309, 245-251.

Seemüller, E., Kison, H. & Lorenz, K.-H., 1998: On the geographic distribution and prevalence of the apple proliferation phytoplasma in low-intensity orchards in Germany. *Z PflKrankh. PflSchutz* 105, 404-410.

Seemüller, E. & Schneider, B., 2004: 'Candidatus Phytoplasma mali', 'Candidatus Phytoplasma pyri' and 'Candidatus Phytoplasma prunorum', the causal agents of apple proliferation, pear decline and European stone fruit yellows, respectively. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 54: 1217-1226.

Seemüller, E. & Schneider, B., 2007: Differences in virulence and genomic features of strains of 'Candidatus Phytoplasma mali', the apple proliferation agent. *Phytopathology* 97, 964-970.

Seemüller, E., Moll, E. & Schneider, B., (2008). Apple proliferation resistance of *Malus sieboldii*-based rootstocks in comparison to rootstocks derived from other *Malus* species. *Eur. J. Plant Pathol.* 121: 109-119.

Tedeschi, R., Bosco, D. and Alma, A. 2002: Population dynamics of *Cacopsylla melanoneura* (Homoptera: Psyllidae), a vector of apple proliferation phytoplasma in Northwestern Italy. *J. Econ. Entomol.* 95, 544-551.



Apfeltriebsucht

Vindimian. E., Forno, F. & Mattedi, L. 2003: Untersuchungen zur Bedeutung der Blattsauger bei der Übertragung der Apfeltriebsucht. Obstbau 4, 207-8.

Waldner, W. 2006: Überwachung und Abwehr der Blattsauger im kommenden Jahr. Obstbau/Weinbau 12/2006, 358-361.

Wolf, M. & Zelger, R. 2003: Versuche zur Übertragung des Erregers der Apfeltriebsucht durch den Weißdornblattsauger (*C. melanoneura*). Obstbau 4, 208-209.

Impressum

AIPlanta, RLP AgroScience, Breitenweg 71, D-67435 Neustadt (www.agroscience.de)

Redaktion: Dr. W. Jarausch (2007)





Symptome der Apfeltriebsucht

Die klassischen Symptome der Apfeltriebsucht treten im Herbst auf. Die beste Zeit für eine Bonitur ist deshalb der Monat Oktober. Jedoch können auch im Frühjahr bei Blattaustrieb Symptome beobachtet werden, die auf einen Befall mit Apfeltriebsucht hindeuten. Die Symptome werden in sichere und unsichere Symptome unterschieden. Bei den sicheren Symptomen ist kein weiterer Nachweis mittels ELISA oder PCR nötig. Die unsicheren Symptome können jedoch auch durch andere biotische oder abiotische Faktoren hervorgerufen werden. In diesem Fall kann ein eindeutiger Nachweis des Apfeltriebsuchtbefalls nur durch einen molekularen Test (PCR) erfolgen.

Sichere Symptome

können vorwiegend im Herbst beobachtet werden. Dies sind:

- Hexenbesen
- vergrößerte, gezahnte Nebenblätter

Vergrößerte, gezahnte Nebenblätter treten auch bei den ersten Blättern im Frühjahr auf. Sie weisen auf einen Apfeltriebsuchtbefall im Vorjahr hin. Später austreibende Blätter haben dann zumeist keine vergrößerten Nebenblätter. Diese treten erst wieder im Herbst auf.

Unsichere Symptome

Treten folgende Symptome im Herbst alleine für sich auf, besteht ein Verdacht auf Apfeltriebsucht. Treten mehrere dieser Symptome zusammen auf, kann im Allgemeinen von einem Apfeltriebsucht-Befall ausgegangen werden.

- Kleinfrüchtigkeit
- gestauchte Triebe
- Nachblüte
- Rotlaubigkeit



Apfeltriebsucht

Sichere Symptome



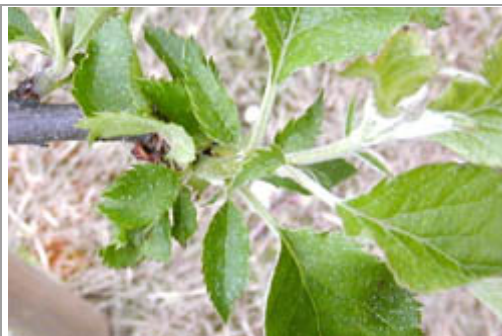
Hexenbesen (Foto W. Jarausch)



Hexenbesen (Foto W. Jarausch)



**Vergrößerte, gezahnte Nebenblätter
(Foto U. Harzer)**



**Vergrößerte Nebenblätter
(Foto A. Fried)**

Apfeltriebsucht

Unsichere Symptome



Kleinfrüchtigkeit (Foto A. Fried)



Kleinfrüchtigkeit (Foto W. Jarausch)



Gestauchter Trieb (Foto U. Harzer)



Gestauchter Trieb (Foto W. Jarausch)

Apfeltriebsucht



**Nachblüte im Herbst
(Foto U. Harzer)**



**Nachblüte im Spätherbst
(Foto W. Jarausch)**



**vorzeitige Rotlaubigkeit einzelner
Triebe (Foto U. Harzer)**



**vorzeitige Rotlaubigkeit des ge-
samten Baumes (Foto W. Jarausch)**

Apfeltriebsucht



**Rotfärbung der Triebe im Winter
(Foto I. Lampe, A. Beck)**



**gestauchter Trieb mit Rotfärbung
im Spätherbst (Foto W. Jarausch)**

Frühjahrssymptome

Im Frühjahr deuten folgende Symptome auf Apfeltriebsucht-Befall hin:

- vorzeitiges Austreiben
- Austreiben der Blätter mit roten Blattspitzen
- vergrößerte Nebenblätter (-> sichere Symptome)



Austreiben der Blätter mit roten Blattspitzen (Fotos I. Lampe, A. Beck)

Apfeltriebsucht

Korrelation von Symptomen mit dem Nachweis von Phytoplasmen

Zur Beurteilung von sicheren und unsicheren Symptomen wurde im Rahmen des INTERREG IIIA-Projekts anhand repräsentativer Proben die Korrelation zwischen visuellen Symptomen und dem Nachweis von *Candidatus* Phytoplasma mali mittels PCR ermittelt. In der nachfolgenden Tabelle sind die Daten aus 2005 und 2006 zusammengefasst. Die PCR Ergebnisse bestätigen, dass Hexenbesen und vergrößerte Nebenblätter **sichere Symptome** der Apfeltriebsucht sind. Sie genügen auch als alleiniges Symptom, um Apfeltriebsucht sicher zu bonitieren (Daten nicht gezeigt). **Unsichere Symptome** wie Kleinfrüchtigkeit, gestauchte Triebe und Nachblüte sind als alleiniges Symptom nicht gut mit dem Nachweis der Phytoplasmen korreliert (Daten nicht gezeigt). In Kombination mit weiteren als unsicher eingestuften Symptomen besteht jedoch eine recht hohe Korrelation mit dem PCR Nachweis wie in der Tabelle dargestellt. Vorzeitige Rotlaubigkeit, partiell oder des gesamten Baumes, wird als am wenigsten verlässliches Symptom beurteilt. Wie der Tabelle zu entnehmen ist, konnten nur in etwa einem Drittel der Bäume, die lediglich Rotlaubigkeit aufwiesen, Phytoplasmen nachgewiesen werden. Vorzeitige Rotlaubigkeit tritt jedoch häufig gemeinsam mit anderen Symptomen auf und hat dann eine Korrelation von 77% mit dem Nachweis der Phytoplasmen. Rotlaubige Bäume sollten deshalb immer genauer auf weitere Symptome untersucht werden. Im Frühjahr können Apfeltriebsucht-befallene Bäume am vorzeitigen Austreiben ihrer Blätter erkannt werden.

Tab. Korrelation von visuellen Symptomen und dem molekularen Nachweis von *Ca. P. mali*

| Symptom * | Proben gesamt | Anzahl PCR+ | PCR+ (%) |
|-------------------------|---------------|-------------|----------|
| Hexenbesen | 150 | 146 | 97,3% |
| Nebenblätter | 87 | 85 | 97,7% |
| Kleinfrüchtigkeit | 28 | 25 | 89,3% |
| gestauchte Triebe | 43 | 24 | 55,8% |
| Nachblüte | 9 | 6 | 66,7% |
| Rotlaubigkeit | 17 | 6 | 35,3% |
| partielle Rotlaubigkeit | 9 | 2 | 22,2% |
| vorzeitiges Austreiben | 15 | 13 | 86,7% |

* Symptom als einziges Symptom oder als wichtigstes Symptom in einer Kombination mit weiteren Symptomen

© W. Jarausch, 2006



Apfeltriebsucht

Zeitpunkt der Bonitur

Der beste Zeitpunkt zur visuellen Bonitur der Apfeltriebsucht-Symptome ist der Spätherbst, obwohl viele Symptome bereits ab Spätsommer sichtbar sind. Speziell die Kleinfrüchtigkeit ist am besten während der Ernte zu beurteilen. Im Rahmen des INTERREG-Projekts wurden im Jahre 2006 zwei Anlagen sowohl im September als auch im Spätherbst (Ende Oktober/Anfang November) bonitiert. In der Grafik ist zu sehen, dass zu dem späteren Boniturzeitpunkt doppelt so viele Bäume mit sicheren Symptomen gefunden wurden wie im September. Es wird daher empfohlen, kleinfrüchtige Bäume bei der Ernte zu markieren und die Bonitur erst spät durchzuführen. Im Spätherbst ist auch die Rotlaubigkeit stärker entwickelt und rotlaubige Bäume sollten in jedem Fall genauer auf sichere Symptome untersucht werden.

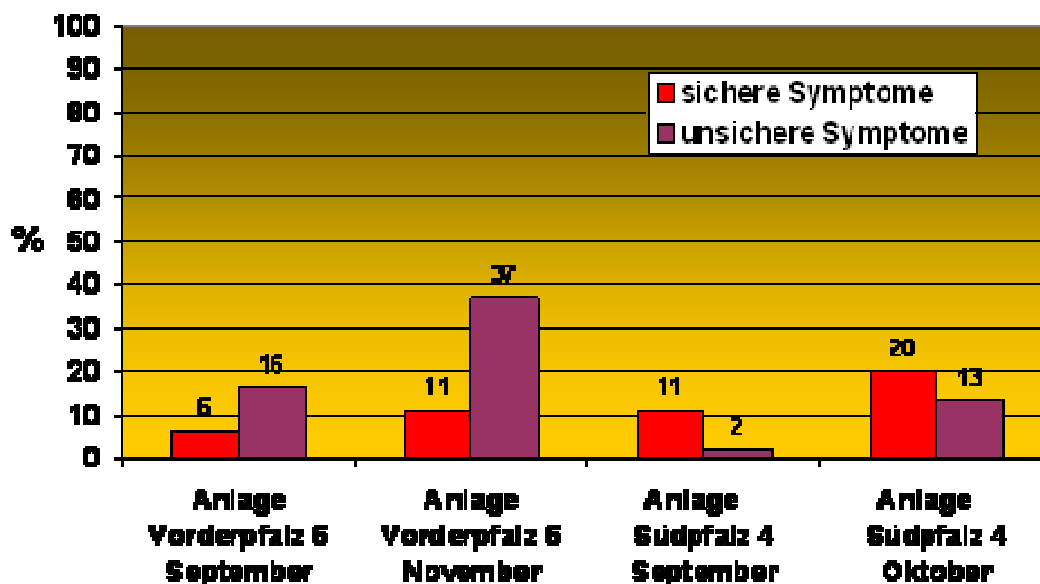


Abb. Visuelle Bonitur sicherer und unsicherer Symptome der Apfeltriebsucht zu verschiedenen Zeitpunkten im Herbst 2006

Impressum

AlPlanta, RLP AgroScience, Breitenweg 71, D-67435 Neustadt (www.agroscience.de)

Redaktion: Dr. W. Jarausch (2007)



Apfeltriebsucht

Überträger von *Candidatus Phytoplasma mali*

Seit der ersten Beschreibung von Blattsaugern als Überträger von Apfeltriebsucht im Jahre 2000 in Italien, wurden Psylliden-Arten in mehreren europäischen Ländern wiederholt als Vektoren von *Ca. Phytoplasma mali* nachgewiesen. Neben Blattsaugern wurden auch positive Übertragungsversuche mit der Zikade *Fieberiella florii* in Deutschland und Italien beschrieben. In Deutschland konnte dieses Ergebnis trotz großer Anstrengungen jedoch nie mehr wiederholt werden. In den Untersuchungen im Rahmen des INTERREG-Projekts wurden nur sehr wenige *Fieberiella florii* in den Apfelanlagen gefunden, die nie eine Infektion mit *Ca. Phytoplasma mali* aufwiesen.

Als Überträger von Apfeltriebsucht gelten heutzutage die Psylliden-Arten *Cacopsylla picta* (vorm. *C. costalis*), welche als Hauptüberträger in den meisten europäischen Ländern (Deutschland, Norditalien, Frankreich, Tschechien) beschrieben wurde, und *Cacopsylla melanoneura*, welche vor allem im Aostatal als Vektor gefunden wurde.



Jungtier *C. picta*
Foto: B. Jarausch



Überwintertes Tier von *C. melanoneura*
Foto: D. Burckhardt

Biologie der Psylliden

C. picta ist verbreitet im gesamten palearktischen Raum und lebt monophag auf *Malus*-Arten. *C. picta* ist univoltin, d.h. es gibt nur eine Generation pro Jahr. Die Tiere überwintern als Adulte auf Koniferen, kehren im zeitigen Frühjahr (ab März) auf ihre Wirtspflanzen (*Malus* spp.) zurück, wo die Eiablage und die gesamte Larvalphase mit 5 Larvenstadien vollzogen wird. Die jungen Imagines verlassen die Apfelbäume im Frühsommer (ab Juli) und migrieren zu ihren Überwinterungswirten. Auch *C. melanoneura* ist palearktisch verbreitet, lebt aber oligophag auf *Crataegus*, *Malus* und anderen *Rosaceen*-Arten. Die Biologie ist sehr ähnlich der von *C. picta*: *C. melanoneura* überwintert ebenfalls als adultes Tier auf Koniferen, die Migration im Frühjahr zu den Wirtspflanzen erfolgt jedoch etwas früher als bei *C. picta* (ab Februar). Nach der Larvalentwicklung verlassen die jungen Imagines daher bereits ab Juni die Wirtspflanzen, um zu ihren Überwinterungswirten zu migrieren. Auch andere Psylliden-Arten wurden in diesem Zeitraum regelmäßig auf *Malus* gefunden, zeigten aber niemals eine Infektion mit *Ca. Phytoplasma mali*.

Apfeltriebsucht

Auch die Blattsauger-Art *Cacopsylla mali* hat keine Bedeutung als Überträger von Apfeltriebsucht, obwohl sie in großen Populationen vor allem in unbehandelten Anlagen und Streuobstwiesen vorkommt. Diese Art überwintert als Ei auf Apfel und vollzieht dort ihren gesamten Lebenszyklus.



Nymphen von *C. picta*
Foto: B. Jarausch



Nymphe von *C. melanoneura*
Foto: B. Jarausch

Die Ergebnisse des INTERREG-Projekts bestätigen frühere Daten aus Deutschland, dass *C. melanoneura* in den Anbaugebieten nördlich der Alpen keine Rolle bei der Übertragung der Apfeltriebsucht spielt (s. Befallsituation -> Psyllidenpopulation). Der Hauptüberträger in diesen Gebieten ist *C. picta*. Es werden daher im Folgenden die Daten für *C. picta* vorgestellt, die für eine eventuelle Bekämpfung dieses Überträgers wichtig sind.

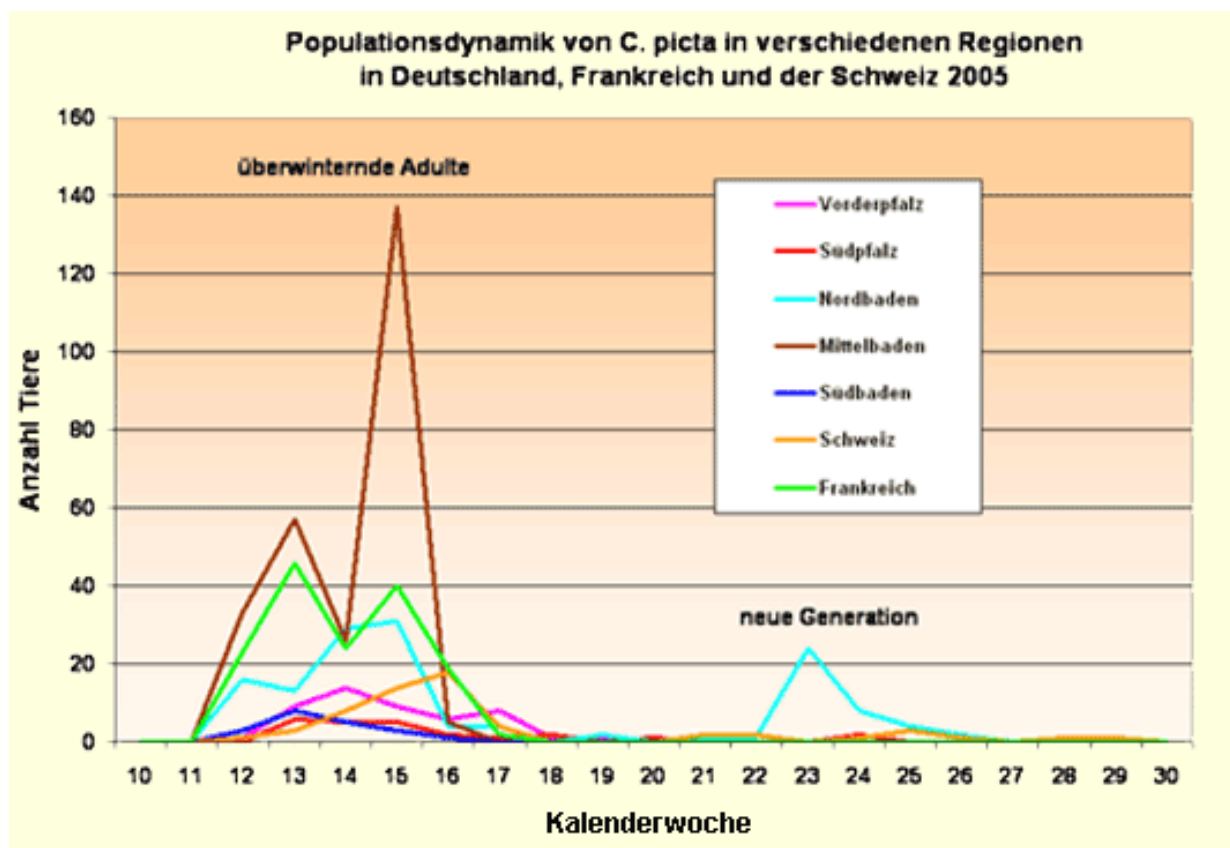
Populationsdynamik von *Cacopsylla picta*

Die Populationsdynamik von *C. picta* wurde anhand regelmäßiger Psyllidenfänge mit der Klopfmethode in Deutschland in den Regionen Vorderpfalz, Südpfalz, Nordbaden, Mittelbaden und Südbaden, in Frankreich in der Region Elsass und in der Schweiz in den Kantonen Aargau und Solothurn ermittelt. Dargestellt ist die Gesamtzahl an Tieren, die zu einem bestimmten Klopfdatum in allen beprobten Anlagen einer Region gefangen wurden. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass die Anzahl beprobter Anlagen pro Region unterschiedlich ist. D.h. der aufgetragene Wert pro Zeitpunkt für die Vorderpfalz ist der Gesamtwert aus 4 Anlagen, für die Südpfalz aus 4 Anlagen, für Nordbaden aus 2 Anlagen, für Mittelbaden aus 2 Anlagen, für Südbaden aus 1 Anlage, für das Elsass aus 3 Anlagen und für die Schweiz aus 2 Anlagen (je 1 Aargau und Solothurn).

Erfasst wird bei der hier durchgeführten Klopfprobenmethode der Lebensabschnitt von *C. picta* auf dem Hauptwirt Apfel zwischen dem ersten Auftreten der überwinternden Adulten und der Migration der jungen Generation zu Zwischen- oder Überwinterungswirten. Die überwinternden Adulten sind von Mitte März bis Ende Mai in den Anlagen zu finden. Die Eiablage erfolgt Ende April auf Apfel. Nach der anschließenden Larvalentwicklung über 5 Stadien verlassen die jungen Imagines der neuen Generation im Juni den Apfel sofort.

Apfeltriebsucht

Die nachfolgende Grafik stellt die Populationsdynamik in den beteiligten Regionen für das Jahr 2005 dar. Wie aus der Darstellung zu erkennen, ist das erste Auftreten der überwinternden Adulten in den verschiedenen Gebieten zeitlich sehr ähnlich. Die Größe und der Zeitpunkt der höchsten Populationsdichte sind stärker abhängig von den regionalen Klima- und Kulturbedingungen und daher etwas heterogener. Zwischen dem Vorkommen der überwinternden Adulten und dem ersten Auftreten der jungen Tiere liegt die Phase der Larvalentwicklung. Das Erfassen der jungen Tiere in der Anlage mithilfe der Klopfmethode ist sehr schwierig, da sie sehr mobil sind und sehr schnell die Apfelbäume verlassen, um auf andere Pflanzen zu fliegen.



© B. Jarausch, 2005

Migrationsdaten von *C. picta*

Neben dem Gesamtverlauf der Populationsdynamik sind die konkreten Migrationsdaten wichtig für eine wirksame Bekämpfung der Überträger. Aus der Populationsdynamik können z.B. der Zeitpunkt des ersten Ankommens überwinternder Tiere auf Apfel, der Zeitraum der höchsten Populationsdichte und das Auftreten der ersten Imagines der jungen Generation ermittelt werden.



Apfeltriebsucht

Der Zeitpunkt, an dem die ersten überwinternden Adulten von *C. picta* in den Apfelanlagen gefangen werden, ist wichtig für den Einsatz von effizienten Bekämpfungsstrategien. Aus langjährigen Erfahrungen ist bekannt, dass diese Periode von Mitte bis Ende März dauert. Nach diesen empirischen Daten kann der Beginn der Fänge festgelegt werden, um den tatsächlichen ersten Zeitpunkt des Auftretens in einem Gebiet zu ermitteln. Obwohl der Zeitpunkt des Anflugs witterungsbedingt von Jahr zu Jahr schwanken kann, ist dieses Datum für dasselbe Jahr in Südwestdeutschland, im Elsass und in der Nordschweiz sehr ähnlich, wie aus der nachfolgenden Tabelle zu erkennen ist.

| Region | 1. Auftreten 2005 | Populationsmaximum 2005 |
|-------------|-------------------|-------------------------|
| Vorderpfalz | 22.03.05 | KW 13-15 |
| Südpfalz | 29.03.05 | KW 13-15 |
| Nordbaden | 24.03.05 | KW 13-15 |
| Mittelbaden | 21.03.05 | KW 13-15 |
| Südbaden | 20.03.05 | KW 13-15 |
| Frankreich | 24.03.05 | KW 13-15 |
| Schweiz | 21.03.05 | KW 14-16 |

© B. Jarausch, 2005

Diese Information ist ein wichtiger Parameter für die Prognose des Anflugs der überwinternden Adulten in die Apfelanlagen. Diese Tiere tragen eine hohe Konzentration an Phytoplasmen in sich und gelten daher bereits als hoch infektiös. Eine Bekämpfungsstrategie sollte daher schon vor dem ersten Anflug in den Apfelanlagen beginnen.

Die höchste Populationsdichte auf Apfel wird erreicht, wenn die befruchteten Weibchen während der Eiablage relativ sessil sind und leicht abgeklopft werden können. Zu diesem Zeitpunkt findet man vergleichsweise wenig männliche Tiere, da diese bald nach der Kopulation absterben. Die Datenerhebungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass das Populationsmaximum recht einheitlich 2 Wochen nach dem Datum des ersten Auftretens erreicht wird und meistens eine Periode von 2 Wochen umfasst, wie in obiger Tabelle zu erkennen ist. Dieser Zeitraum liegt in Abhängigkeit vom ersten Auftreten 2 Wochen früher oder später, meistens Anfang bis Mitte April.

In dieser Periode wäre eine Bekämpfung der sessilen, befruchteten Weibchen relativ leicht möglich.



Apfeltriebsucht

Das erste Erscheinen der neu entwickelten Imagines auf Apfel und die nachfolgende Migrationsphase der jungen Adulten ist viel schwieriger zu erfassen, da die Jungtiere viel mobiler sind und nach kurzem wechselnden Aufenthalt auf Apfel ihre Geburtsorte schnell verlassen. In experimentellen Übertragungsversuchen konnte allerdings gezeigt werden, dass diese jungen Adulten die Phytoplasmen noch in der gleichen Saison übertragen können, wenn sie die Phytoplasmen während ihrer Larvalentwicklung auf kranker Pflanze aufgenommen hatten. Da es in dieser Phase schwierig ist, einen geeigneten Zeitpunkt für eine Bekämpfung zu finden, sollte als präventive Maßnahme immer eine sofortige Rodung kranker Bäume erfolgen.

Die vergleichenden Untersuchungen in den verschiedenen INTERREG-Regionen haben gezeigt, dass der biologische Zyklus von *C. picta* trotz unterschiedlicher geografischer Lage und wechselnden Klimabedingungen sehr homogen verläuft. In der nachfolgenden Tabelle sind daher die beiden wichtigsten Migrationsdaten exemplarisch für die Region Vorderpfalz für alle bisherigen Untersuchungsjahre kombiniert dargestellt.

| Vorderpfalz | 1. Auftreten | Populationsmaximum |
|-------------|--------------|--------------------|
| 2003 | 17.03.2003 | KW 13-15 |
| 2004 | 31.03.2004 | KW 15-16 |
| 2005 | 22.03.2005 | KW 13-15 |
| 2006 | 28.03.2006 | KW 15-16 |
| 2007 | 02.04.2007 | KW 14-16 |
| 2008 | 18.03.2008 | KW 14 |
| 2009 | 31.03.2009 | KW 15 |

© B. Jarausch, 2009

Wegen der guten Reproduzierbarkeit dieser Daten können Erhebungen in einer Region repräsentativ auch für benachbarte Gebiete verwertet werden und gebietsübergreifende Kontrollmaßnahmen empfohlen werden.



Apfeltriebsucht

Bekämpfungsempfehlungen

Eine Bekämpfung von *C. picta* und *C. melanoneura* mit Insektiziden wird zurzeit in den Apfelanbaugebieten Norditaliens durchgeführt. Seit diese Mittel flächendeckend eingesetzt werden, wurde ein drastischer Rückgang der Psylliden-Populationen beobachtet. Die in Norditalien verwendeten Pflanzenschutzmittel sind jedoch in den Anbaugebieten der INTERREG-Region nicht zugelassen. Vergleichbare Mittel sind nicht bekannt bzw. nicht erforscht.

Die Populationsdichten von *C. picta* waren in den Anbaugebieten der INTERREG-Region in den Jahren 2006 und 2007 so niedrig, dass eine Bekämpfung mit Insektiziden nicht erfolgsversprechend ist. Aus diesen Gründen kann im Moment kein Einsatz von Pflanzenschutzmitteln empfohlen werden.

Für einen eventuellen zukünftigen Pflanzenschutzmittel-Einsatz lassen sich anhand der Ergebnisse des INTERREG-Projekts folgende Regeln ableiten:

1. Da *C. picta* im Frühjahr hochinfektiös in die Anlagen zurückkommt, sollte eine Bekämpfung als erstes zum Zeitpunkt des 1. Auftretens erfolgen. Dieser Zeitpunkt ist annähernd gleich in allen Anbaugebieten des INTERREG-Projekts.
2. Zur Reduzierung der Gesamtpopulation und zur Verhinderung der Entwicklung einer neuen Generation hat sich ein zweiter Bekämpfungstermin im Populationsmaximum in den Versuchen in Norditalien bewährt. Aus den langjährigen für die Vorderpfalz vorliegenden Daten lässt sich ableiten, dass dieses Populationsmaximum immer ca. 2 Wochen nach dem 1. Auftreten erreicht wird.

Da eine direkte Bekämpfung der Überträger der Apfeltriebsucht in den Anbaugebieten der INTERREG-Region zurzeit nicht durchgeführt werden kann, ist es umso bedeutsamer, kranke Bäume in einer Anlage sofort zu roden.

Impressum

AlPlanta, RLP AgroScience, Breitenweg 71, D-67435 Neustadt (www.agroscience.de)

Redaktion: Dr. W. Jarausch (2007)

