



---

# Jahrbuch der Baumpflege

Das aktuelle Nachschlagewerk  
für die Baumpflege

# 2004

Themenschwerpunkte:

- Krankheiten und Schädlinge •
- Pflanzung – Standort – Unterhaltung •
- Naturschutz und Baumkontrolle •

Wissenschaftliche Kurzberichte

Verbände und Forschungseinrichtungen

Adressverzeichnis Baumpflege

Beilage: Gesamtregister 1997-2004

Herausgeber:  
Dr. Dirk Dujesiefken  
Petra Kockerbeck



THALACKER MEDIEN

## 1.5 Viruserkrankungen im öffentlichen Grün

– Erkennen von Symptomen, Bedeutung und Handlungsbedarf

*Dr. Martina Bandte, Prof. Dr. Carmen Büttner*

### Zusammenfassung

Viruserkrankungen sind an Gehölzen des öffentlichen Grüns weit verbreitet. In dem vorliegenden Übersichtsartikel werden die am häufigsten auftretenden Viren genannt und die charakteristischen Eigenschaften der Viren kurz beschrieben. Eine tabellarische Übersicht gibt eine Zuordnung der virusinduzierten typischen Symptome zu den Erkrankungen an ausgewählten Gehölzarten. Die Abbildungen stellen eine Auswahl der virusbedingten und zu verwechselnden Krankheitsbilder dar. Die Bedeutung der Viruserkrankungen wird erläutert und ein Handlungsbedarf formuliert, der die Ermittlung der Schadursache, die Prüfung/Bewertung der Ausbreitungsgefahr sowie die einzuleitenden Maßnahmen wie beispielsweise die Vernichtung von Pflanzen oder Desinfektion von Schnittwerkzeugen umfasst.

### Einleitung

Schon seit Anfang des letzten Jahrhunderts wird von Viruserkrankungen in Laubgehölzen berichtet. Die ersten Beobachtungen erfolgten durch BAUR (1904, 1907) und ATANASOFF (1935). Diese Arbeiten basieren zumeist auf Einzelbefunden. Später konnten Viren auf krautige Pflanzen übertragen (SCHMELZER, 1962) und elektronenoptisch dargestellt werden (BRCÁK & BLATTNY 1962). Mit Erhebungen zur Ausbreitung der Erkrankungen und Untersuchungen zur Epidemiologie der Krankheitserreger (BÜTTNER & NIENHAUS 1989 a, b) wurde schnell deutlich, dass pflanzenpathogene Viren weiter verbreitet sind als zunächst vermutet (NIENHAUS & CASTELLO 1989). Häufig ist die Epidemiologie von Viren an Gehölzen, vor allem der nicht obstbaulich genutzten Laubgehölze, nur teilweise oder gar nicht bekannt. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass Schäden aufgrund mangelnder Kenntnisse falsch

zugeordnet werden und/oder das Zusammenwirken von Viren und anderen Stressoren nicht erkannt wird. Umso bedeutsamer sind umfassende Kenntnisse, damit Schäden der richtigen Ursache zugeordnet und entsprechende Maßnahmen zur Kontrolle und Bekämpfung eingeleitet werden können.

### Pflanzenpathogene Viren

Der Begriff *Virus* (lat. Gift) wurde vor mehr als 100 Jahren für solche Krankheitserreger geprägt, die bakteriendichte Filter passieren und demnach kleiner sind als Bakterien. In lebenden Zellen können sie sich sehr zahlreich vermehren und dabei ihre Wirtspflanze schädigen. Bisher sind in Mitteleuropa etwa 1200 pflanzenpathogene Viren bekannt (VAN REGENMORTEL et al. 2000).

Da sie nicht über einen normalen Stoffwechsel und eine eigenständige Reproduktion verfügen, sind Viren vollständige Parasiten. Die Morphologie der Viren ist ausschließlich elektronenmikroskopisch erkennbar. Die Partikeln sind einfach in ihrem Aufbau und bestehen aus einer infektiösen Nukleinsäure mit niedrigem Molekulargewicht und einem Proteinmantel (Kapsid). Das genetische Material, die Nukleinsäure, liegt dabei entweder als RNS (Ribonukleinsäure) oder DNS (Desoxyribonukleinsäure) vor. Das vollständige Viruspartikel wird als Virion bezeichnet.

Diese parasitären Krankheitserreger sind von ihrer Wirtspflanze abhängig und vermehren sich besonders im vitalen Pflanzengewebe. Außerhalb lebender Zellen versteht man Viren als Makromoleküle mit unterschiedlicher Beständigkeit der Infektiosität.

Viren haben unterschiedliche Formen und Größen. Nach ihrer Struktur werden drei Grundformen unterschieden: isometrische, stäbchenförmige und flexible Partikeln. Die kleinsten isometrischen Viren aus der

Gruppe der Geminiviren weisen einen Durchmesser von etwa 20 nm auf, die längsten fadenförmigen aus der Gruppe der Closteroviren sind etwa 1200 nm lang. Die Größe der Viren liegt damit unterhalb des Auflösungsbereichs eines Lichtmikroskops, zur optischen Darstellung ist ein Transmissions-Elektronenmikroskop (TEM) erforderlich.

## Übertragung und Ausbreitung von Viren

Viren können nicht wie Pilze und zahlreiche Bakterien aktiv in den Wirt eindringen. Die Epidermis der Pflanze setzt sich aus schützenden Wachsen und Pektinen zusammen. Darüber hinaus ist jede Zelle von einer dicken Zellwand aus Zellulose umgeben, die die Zytoplasmamembran umschließt. Bisher sind keine pflanzenpathogenen Viren bekannt, die ähnlich den tier- oder humanpathogenen Viren in der Lage sind, spezifische zelluläre Rezeptoren zu nutzen, um an eine Zelle zu binden. Vielmehr sind die Pflanzenviren darauf angewiesen, einen mechanischen Bruch der Zellwandintegrität zu nutzen, um in die Pflanzenzelle einzudringen. Dieses Eindringen der Viruspartikeln kann entweder durch mechanische Verletzungen an der Pflanze erfolgen oder aber mit Unterstützung von Vektoren.

Die meisten Viren treten über Wunden in die Pflanze ein, wobei Kleinstwunden als Eintrittspforte für die Erreger ausreichen. Diese Wunden entstehen schon durch Wachstum der Wurzeln im Boden, welches immer mit kleinsten mechanischen Verletzungen einhergeht. Die viralen Krankheitserreger können somit beispielsweise durch Wasser aus der Bodenlösung, natürlichen Gewässern oder rezirkulierenden Nährlösungssystemen an die Pflanzenwurzel transportiert werden und die Pflanze über die Kleinstwunden infizieren. Eine Übertragung durch den Boden wird beispielsweise für das *Petunia asteroid mosaic virus* und *Carnation Italien ringspot virus* an Süßkirschen beschrieben (KEGLER & KEGLER 1981). Die zur Gruppe der Tombusviren zählenden Krankheitserreger gelangen dabei durch Wurzelexudate oder verrotten Pflanzenteile in den Boden, bleiben dort infektiös, werden durch Bodenpartikel oder Bodenwasser verbreitet und können von Pflanzenwurzeln aufgenommen werden.

Eine Adsorption der Viren an Tonminerale ermöglicht eine Überdauerung der Erreger im Boden (KEGLER et al. 1995). Dabei steht die Stabilität der Viren in Abhängigkeit vom pH-Wert und der Ionenkonzentration der Bodenlösung, der Art und des Gehalts an organischer Substanz und Tonmineralen sowie den spezifischen Eigenschaften des jeweiligen viralen Krankheitserregers. Mechanische Verletzungen erfolgen ebenfalls häufig durch Schnitt- und Pflegemaßnahmen im Bestand. Tritt Pflanzensaft aus den virusinfizierten Pflanzen aus und enthält dieser Viren, können die Erreger gesunde Pflanzen über mechanische Verletzung infizieren. Organismen, die Viren übertragen können werden als Vektoren bezeichnet. Vektoren für Pflanzenviren sind Pilze, Insekten, Milben oder Nematoden. Bei der Nahrungsaufnahme können bestimmte Insekten Pflanzenviren über die Mundwerkzeuge aufnehmen und diese Viren bei einer nachfolgenden Nahrungsaufnahme in die Pflanze injizieren. Nematoden (Fadenwürmer) übertragen Viren, wenn sie die Wurzeln gesunder Pflanzen befallen. Ein exakter reproduzierbarer Nachweis gelang bisher nur bei wenigen Gehölzen. So wird für das mechanisch übertragbare *Arabis mosaic virus* an Rosen neben einer Samenübertragbarkeit auch von einer solchen durch die Nematodenart *Xiphinema diversicaudatum* berichtet.

Einige Pflanzenviren sind durch Samen oder Pollen übertragbar (BÜTTNER & BANDTE 2000). Diese Art der Verbreitung ermöglicht dem Pathogen eine schnelle und weite Ausbreitung. Eine horizontale Übertragung führt dazu, dass infizierte Samen weitere Infektionsherde etablieren können und ggf. andere Arten infizieren (OBERMEIER et al. 2003). Felduntersuchungen zur vertikalen Übertragung zeigten am Beispiel des *Cherry leaf roll virus* (CLRV) an Birke, dass 3 % der Sämlinge in einer 3 m Zone um den infizierten Mutterbaum ebenfalls infiziert waren (COOPER et al. 1984). Eine Samenübertragbarkeit besteht darüber hinaus für das *Prunus necrotic ringspot virus* an *Prunus* spp., das *Prune dwarf virus* an *Prunus pennsylvanica* (L.) und das *Elm mottle ilarvirus* an *Ulmus glabra* (HUDS.).

In Untersuchungen zur Übertragung von Viren durch Böden und Gewässer konnten zahlreiche Viren aus verschiedenen Forstgebieten isoliert werden (BÜTTNER

& NIENHAUS 1989a, b). Bemerkenswert ist hierbei, dass die Boden- und Gewässerproben sowohl aus landwirtschaftlich unbeeinflussten Gebieten als auch solchen ohne Siedlungseinfluss stammen. So verdeutlichen die Ergebnisse, dass Böden und Gewässer als weitere mögliche Übertragungswege von gehölzinfizierenden Viren beachtet werden müssen. Auch umfangreiche Versuche zur Virusausbreitung in geschlossenen Bewässerungssystemen haben bestätigt, dass Viren aus infizierten Pflanzen an die Nährlösung abgegeben, über diese transportiert werden und so an gesunde Pflanzen gelangen und diese infizieren (BÜTTNER et al. 1995).

## Viruserkrankungen im öffentlichen Grün

An Gehölzen im öffentlichen Grün deutscher Standorte ist vielfach das samen- und pollenübertragbare *Cherry leaf roll virus* (CLRV) und *Apple mosaic virus* (AMV) sowie das stabile und leicht übertragbare *Tobacco mosaic virus* (TMV) und *Tobacco necrosis virus* (TNV) nachzuweisen. Darüber hinaus tritt das *Robinia mosaic virus* (RoMV), das *Poplar mosaic virus* (PopMV) und das *Aesculus mosaic virus* (AeMV) auf. Eine Infektion mit dem aus obstbaulichen Kulturen bekannten *Prunus necrotic ringspot virus* (PNRV) kann an Rosen – meist als Mischinfektion mit dem *Apple mosaic virus* (ApMV) und/oder *Arabis mosaic virus* (ArMV) – auftreten und ist bekannt als Rosenmosaik-Viruskomplex (*Rose mosaic virus complex*).

Untersuchungen von HETSCH (1998) in Baumschulen zeigten eine weite Verbreitung des *Prune dwarf virus* (PDV); eine Infektion mit dem aus obstbaulichen Kulturen bekannten *Prunus necrotic ringspot virus* (PNRV) konnte nur in 0,1 % der untersuchten Vogelkirschen (*Prunus avium*) gezeigt werden. Die häufig auftretende Ringfleckigkeit der Stieleiche und Eberesche mit ihren charakteristischen chlorotischen Ringflecken wird nach bisherigen Untersuchungen durch einen viralen Krankheitserreger induziert (BÜTTNER & FÜHRLING 1996, BENTHACK 2001). Seit zwei Jahren beobachten wir eine Ringfleckigkeit der Ulme, die sich durch virusverdächtige Symptome wie Scheckung, chlorotische Ringflecken und Läsionen,

Nekrosen sowie Chlorosen entlang der Blattadern zeigt. Aus Blattmaterial erkrankter Ulmen unterschiedlicher Standorte und Alters ließen sich fadenförmige Viruspartikeln nachweisen (BANDTE et al. 2003). Eine serologische und molekulare Charakterisierung des Erregers steht noch aus.

## Erkennen von virusinduzierten Symptomen

Die durch Pflanzenviren verursachten makroskopisch sichtbaren Symptome umfassen Farb- und Formveränderungen der Gehölze, die neben dem Gesamthabitus die Blätter, Blüten, Früchte sowie den kambialen Stammbereich betreffen. Der Grad der Schädigung wird von verschiedenen Faktoren wie beispielsweise der Wirtspflanzenart und Jahreszeit sowie dem Pflanzenalter/Entwicklungszustand, Virusstamm und allgemeinen Gesundheitszustand der Pflanze beeinflusst.

Mit der Symptomatologie wird zur Bestimmung der Viruserkrankungen zunächst eine visuelle Bonitur der Bäume bzw. Sträucher vorgenommen. Die Beschreibung der äußeren Symptome erfolgt dabei nach den in der Symptomatologie üblichen Kriterien der Farb- und Formveränderungen (NIENHAUS 1985) und bedient sich einer entsprechenden Terminologie. Chlorosen, d. h. Gelbverfärbungen entstehen durch Chlorophylldefekte oder Chloroplastendegeneration. Rotverfärbungen treten durch eine Anthozyanreicherung oder durch einen Chlorophyllabbau auf. Oxydierte Phenole sind durch Melaninbildung verantwortlich für Braunfärbungen. Die Verfärbungen können dabei partiell als Punkte, Flecken, Ringe, Linien oder auch großflächig ausgebildet werden. Verformungen umfassen Abweichungen in der Form der Organe ebenso wie im Habitus. So zeigen Blätter Blattrollen und -kräuseln durch unregelmäßige Entwicklung der Blattspreite. Ein Blattrollen muss aber keineswegs immer virusinduziert sein. Auch bei Trockenheit (Wassermangel) rollen viele Pflanzenarten ihre Blätter, um Transpirationsverluste zu minimieren.

In Tabelle 1 werden ausgewählte virusinduzierte Symptome an Laubgehölzen zusammenfassend beschrieben und in den Abbildungen 1–3 dargestellt. So kann eine

Tabelle 1: Virusinduzierte Symptome an Laubgehölzen des öffentlichen Grüns

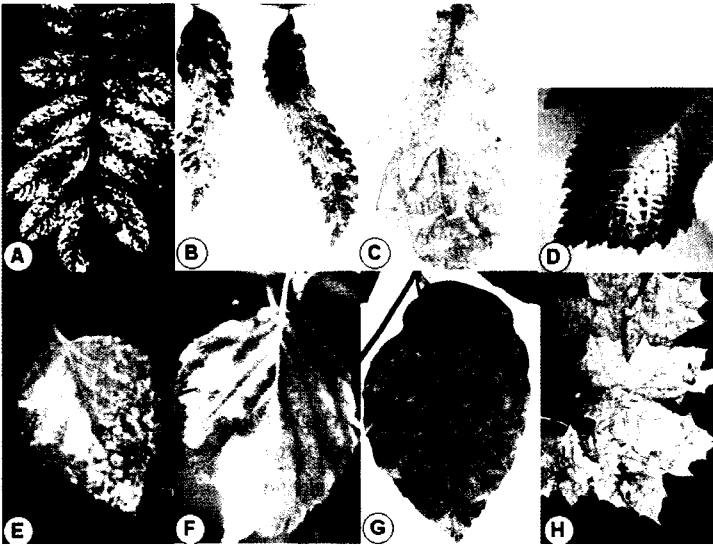
Virusinduzierte Symptome		Baumart – Krankheitserreger	Abb.
Farbveränderungen	Scheckung	<i>Sorbus aucuparia</i> – ApMV	1a
		<i>Sorbus aucuparia</i> – Ringfleckigkeit der Eberesche	1b
		<i>Quercus robur</i> – Ringfleckigkeit der Stieleiche	1c
		<i>Carpinus betulus</i> – CLRV	1d
		<i>Betula</i> sp. – ApMV	1e
		<i>Betula</i> sp. – CLRV	1f
		<i>Fagus sylvatica</i> – BMV	1g
		<i>Acer</i> sp. – Potyviren	1h
	Chlorotische Ringflecken	<i>Sambucus nigra</i> – CLRV	2b
		<i>Betula pendula</i> – CLRV	2c
<i>Quercus robur</i> – Ringfleckigkeit der Stieleiche		2g	
<i>Sorbus aucuparia</i> – Ringfleckigkeit der Eberesche		2e	
Chlorotische Linienmuster	<i>Ulmus laevis</i> – Ringfleckigkeit der Ulme	2f	
	<i>Fagus sylvatica</i> – CLRV	2a	
	<i>Rhamnus frangula</i> – CLRV	2h	
	<i>Rosa</i> – Mischinfektion ApMV und PNRV	2d	
Nekrotische Läsionen	<i>Salix</i> sp. – TNV	3a	
Mosaik	<i>Daphne</i> sp. – Potyviren	3c	
	<i>Robinia pseudoacacia</i> – RoMV	3g	
	<i>Laburnum</i> sp. – Goldregenmosaikvirus	3d	
Formveränderungen	Blattdeformationen	<i>Sorbus aucuparia</i> – Ringfleckigkeit der Eberesche	1b
		<i>Prunus</i> sp. – PNRV	3b
	Kleinblättrigkeit	<i>Betula</i> sp. – CLRV	3h
		<i>Populus</i> sp. – PopMV	
	Verkahlung	<i>Daphne</i> sp. – Potyviren	3e
		<i>Robinia pseudoacacia</i> – RoMV	3g
	<i>Populus</i> sp. – PopMV	3f	

Scheckung an Birken sowohl durch das *Apple mosaic virus* (ApMV) als auch durch das *Cherry leaf roll virus* (CLRV) induziert werden. Eine Kleinblättrigkeit wird häufig nach Infektionen von Pappeln mit dem *Poplar mosaic virus* (PopMV) sowie Birken mit CLRV beobachtet.

Mit fortschreitender Vegetationsperiode erfolgt eine Maskierung der zu beobachtenden virusinduzierten Symptome durch Schadbilder anderer biotischer oder abiotischer Ursachen, die eine exakte Bestimmung erschweren. Unabhängig von der Vegetationszeit und dem Entwicklungszustand der Pflanze können – auch bei Verwendung von Farbtafeln und Farb-

atlanten – virusbedingte Symptome mit solchen nicht-virusinduzierten verwechselt werden (HARTMANN 1995, BUTIN et al. 2003). Im Gegensatz zu abiotisch bedingten Schadursachen treten die virusinduzierten Veränderungen zumeist nicht flächig im Bestand auf, sondern breiten sich nesterweise aus und sind am Gehölz meist unregelmäßig verteilt zu beobachten.

- AeMV: *Aesculus mosaic virus* (Kastanienmosaikvirus)
- ApMV: *Apple mosaic virus* (Apfelmosaikvirus)
- BMV: *Brome mosaic virus* (Trespenmosaikvirus)
- CLRV: *Cherry leaf roll virus* (Kirschenblattrollvirus)
- PopMV: *Poplar mosaic virus* (Pappelmosaikvirus)
- Potyviren: Viren der Potyvirusgruppe
- RoMV: *Robinia mosaic virus* (Robienienmosaikvirus)
- TNV: *Tobacco necrosis virus* (Tabaknekrosevirus)

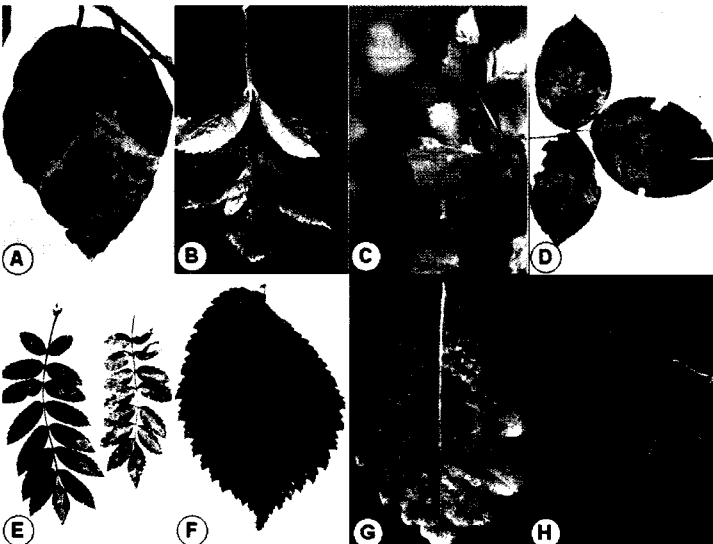


**Abbildung 1: Virusinduzierte Farbveränderungen an Laubgehölzen**

- A) Scheckung induziert durch das *Apple mosaic virus* (ApMV) an *Sorbus aucuparia* L.
- B) Scheckung und Blattdeformationen an *Sorbus aucuparia* durch die Ringfleckigkeit der Eberesche
- C) Scheckung an *Quercus robur* durch die Ringfleckigkeit der Eiche
- D) Chlorosen induziert durch das *Cherry leaf roll virus* (CLRV) an *Carpinus betulus*
- E) Scheckung induziert durch das *Apple mosaic virus* (ApMV) an *Betula pendula*
- F) Chlorosen entlang der Blattnervatur induziert durch das *Cherry leaf roll virus* (CLRV) an *Betula pendula*
- G) Scheckung induziert durch das *Brome mosaic virus* (BMV) an *Fagus sylvatica*
- H) Scheckung induziert durch Potyviren an *Acer pseudoplatanus*

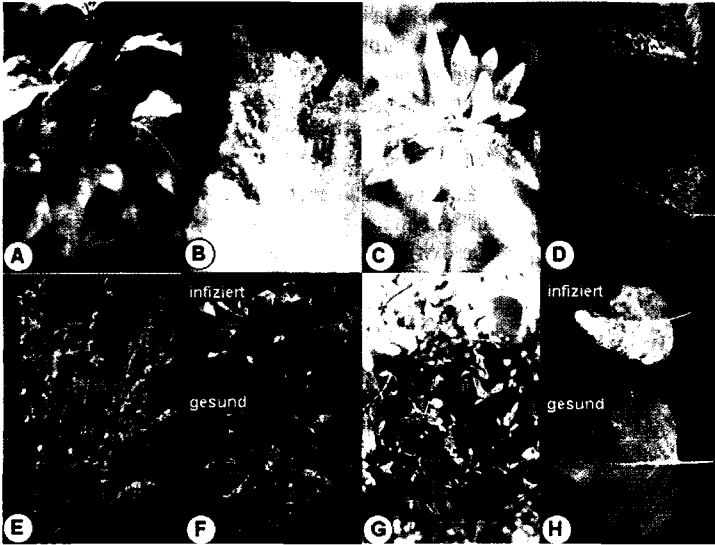
Virusinduzierte Symptome können leicht verwechselt werden mit Symptomen wie sie beispielsweise durch Fraßschäden, Temperaturextreme oder Nährstoffmangel entstehen (Abbildung 4, Seite 67). So induziert der Luftschadstoff Ozon an vielen Pflanzenarten Nekrosen oder nekrotische Läsionen. Chlorosen und Scheckung treten ebenfalls nicht nur virusinduziert

auf, sondern können auch durch Nährstoffmangel oder Saugtätigkeit von Insekten bedingt sein. Genetisch bedingte Farbveränderungen wie das Mosaik – eine Farbveränderung die visuell durch drei scharf abgegrenzte Grüntöne gekennzeichnet ist – konnten wir an *Aesculus* sp., *Acer* sp. und *Quercus robur* beobachten.



**Abbildung 2: Virusinduzierte Farbveränderungen an Laubgehölzen**

- A) Chlorosen und Linienmuster entlang der Blattnervatur an *Fagus sylvatica* induziert durch das *Cherry leaf roll virus* (CLRV)
- B) Chlorotische Ringflecken an *Sambucus nigra* induziert durch das *Cherry leaf roll virus* (CLRV)
- C) Chlorotische Ringflecken an *Betula pendula* induziert durch das *Cherry leaf roll virus* (CLRV)
- D) Chlorotische Linienmuster an *Rosa* induziert durch eine Mischinfektion von *Apple mosaic virus* (ApMV) und *Prunus necrotic ringspot virus* (PNRV)
- E) Chlorotische Ringflecken induziert durch die Ringfleckigkeit der Eberesche an *Sorbus aucuparia*
- F) Chlorosen z. T. entlang der Blattnervatur induziert durch die Ringfleckigkeit der Ulme an *Ulmus laevis*
- G) Chlorotische Ringflecken induziert durch die Ringfleckigkeit der Stieleiche an *Quercus robur*
- H) Chlorotische Linienmuster induziert durch das *Cherry leaf roll virus* an *Rhamnus frangula*



**Abbildung 3: Virusinduzierte Farbveränderungen an Laubgehölzen**

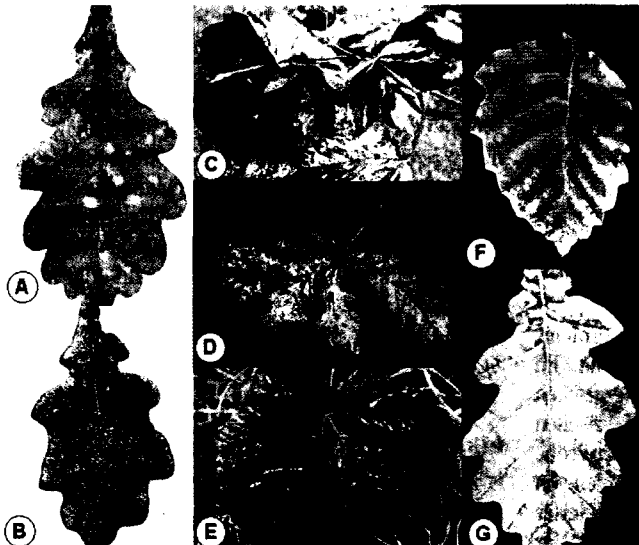
- A) Nekrosen an *Salix* sp. induziert durch das *Tobacco necrosis virus* (TNV)
- B) Enationen (Pfeil) – blattähnliche Ausstülpungen an der Blattunterseite – an *Prunus* sp. induziert durch das *Prunus necrotic ringspot virus* (PNRV)
- C) Mosaik an *Daphne* sp. induziert durch eine Infektion mit *Polytiren*
- D) Scheckung an *Laburnum* sp. induziert durch das Goldregenmosaikvirus
- E) Verkahlung der Triebe an *Daphne* sp. induziert durch eine Infektion mit *Polytiren*
- F) Verkahlung der Triebe an *Populus* sp. induziert durch das *Poplar mosaic virus* (PopMV)
- G) Kleinblättrigkeit und Verkahlung an *Robinia pseudoacacia* induziert durch das *Robinia mosaic virus* (RoMV)
- H) Kleinblättrigkeit und Scheckung an *Betula pendula* induziert durch das *Cherry leaf roll virus* (CLRV)

Besteht nach visueller Bonitur der Verdacht auf eine Viruserkrankung, sollte eine Laboruntersuchung mit geeigneten Diagnosemethoden vorgenommen werden.

Diese Testungen können beispielsweise von den Pflanzenschutzämtern vorgenommen oder von diesen vermittelt werden.

### Nachweis von Viren

Der Nachweis von Viren kann mit Hilfe eines Biotests, elektronenmikroskopischen, serologischen oder molekularbiologischen Methoden erfolgen (BÜTTNER & FÜHRING 1999). Beim Biotest werden die Pflanzenviren mit dem Pflanzenrohextrakt auf Testpflanzen



**Abbildung 4: Nicht-virusinduzierte Farbveränderungen an Laubgehölzen**

- A) Chlorosen an *Quercus robur* induziert durch Saugtätigkeit der Zwerglaus (*Phylloxera coccinea*)
- B) Chlorotische Läsionen an *Quercus robur* induziert durch Saugtätigkeit der Zwergzikarde (*Typhlocyba quercus*)
- C) Genetisch bedingte Panaschierung (Mosaik) an *Acer pseudoplatanus*
- D) Genetisch bedingte Panaschierung (Mosaik) an *Quercus robur*
- E) Genetisch bedingte Panaschierung (Mosaik) an *Aesculus* sp.
- F) Nekrotische Läsionen an *Fagus sylvatica* induziert durch den Luftschadstoff Ozon
- G) Scheckung an *Quercus robur* durch Nährstoffmangel

mechanisch übertragen. Dazu wird das Probenmaterial in einem Puffer homogenisiert und nach Zusatz eines Schleifmittels auf die Blätter von Testpflanzen abgerieben.

Als Testpflanze kann zum einen die Pflanzenart verwendet werden, von der die Probe entnommen wurde oder zum anderen eine Indikatorpflanze. Indikatorpflanzen wurden für viele Viren empirisch ermittelt. Sie reagieren häufig innerhalb weniger Tage mit der Entwicklung von charakteristischen Lokalläsionen.

In der elektronenmikroskopischen Routinetestung von pflanzenpathogenen Viren werden Präparate im Verfahren der Negativkontrastierung hergestellt. Dazu werden die Viren aus Pflanzenpresssaft an einen Objektträger gebunden und mit einer Flüssigkeit getränkt, die Elektronen stark streut wie beispielsweise Uranylphosphat. Nach Eintrocknung der Lösung entstehen Abdrücke des elektronentransparenten biologischen Materials. In diesen Bereichen verschiedener Massendicke streuen die Elektronen unterschiedlich. So kann die Morphologie der Viren, isometrisch, stäbchen- oder fadenförmig bestimmt und nach einem Vermessen der Partikel häufig schon eine erste Zuordnung zu einer Virusgruppe getroffen werden.

Der enzyme-linked-immunosorbent assay (ELISA) ist das in der Routinetestung am häufigsten eingesetzte serologische Nachweisverfahren. Dabei handelt es sich um einen zur Bestimmung festphasengebundener Antigene modifizierten immunologischen Test. Das Verfahren basiert auf einer spezifischen Bindung zwischen dem jeweiligen spezifischen Antikörper und dem Antigen (hier jeweiliges pflanzenpathogenes Virus), denen das Schlüssel-Schloss-Prinzip zugrunde liegt. Demnach passen bestimmte Bereiche des Antikörpers, die Paratope, zu Oberflächenstrukturen des Antigens, den Epitopen.

Die Bestimmung des immobilisierten viralen Proteins erfolgt nach dem Prinzip des Sandwich-ELISA. Im ersten Schritt findet die Sorption des spezifischen Antikörpers an Mikrotiterplatten statt. Im zweiten Schritt wird bei Vorhandensein des Virus in der Probe dieser von dem Antikörper spezifisch gebunden. Im dritten Reaktionsschritt wird ein enzymmarkierter spezifischer Antikörper an das Antigen gebunden. Der Nachweis des so gebildeten Komplexes erfolgt im vier-

ten Schritt in einer Enzym-Substrat-Reaktion. Dabei wird das farblose Substrat in ein gefärbtes Produkt umgewandelt. Das enzymatische Spaltprodukt kann visuell bewertet bzw. dessen optische Dichte photometrisch gemessen werden.

Die Polymerasekettenreaktion ist eine *in-vitro* Methode zur enzymatischen Synthese von definierten DNA (Desoxyribonukleinsäure)-Sequenzen. Die genetische Information und gleichzeitig der infektiöse Teil liegt bei über 90 % der pflanzenpathogenen Viren in Form von RNA (Ribonukleinsäure) vor. Daher muss in einem ersten Reaktionsschritt die RNA in DNA transkribiert, d. h. enzymatisch umgeschrieben werden. Die Reaktion nutzt zwei spezifische Oligonukleotid-Primer, die an den gegenläufigen Strang hybridisieren und das zu amplifizierende DNA-Segment flankieren. Die Kettenverlängerung der Primer wird katalysiert durch eine thermostabile DNA-Polymerase, die *Taq*-Polymerase, die aus dem Eubacterium *Thermus aquaticus* isoliert wurde. Die aus der Denaturierung der DNA, der Primeranlagerung und der Kettenverlängerung bestehenden Reaktionszyklen führen zu einer exponentiellen Vermehrung des jeweils spezifischen DNA-Fragmentes, das sich im elektrischen Feld in einem Gel der Größe nach auftrennen und anfärben lässt.

Eine sichere Diagnose des Virus in den Gehölzen und erst recht im Samen ist aufgrund der geringen Viruskonzentration und einer unregelmäßigen Verteilung in der Pflanze häufig sehr schwierig (FUCHS & GRÜNTZIG 1994). Aus diesem Grunde ist ein hochsensitives Nachweisverfahren, das einen Nachweis des Virus in mehreren vereinigten Proben, einer Mischprobe, eines Baumes erlaubt, von Vorteil. Die Untersuchung der Saatgutproben kann in Abhängigkeit vom Virus und des zu prüfenden Wirtes mit einem serologischen (enzyme-linked-immunosorbent assay, ELISA) und/oder molekularbiologischen Nachweisverfahren (immunocapture-reverse transkriptase Polymerasekettenreaktion, IC-RT PCR) erfolgen (BÜTTNER & FÜHRLING 1999).

## Bedeutung

Viruserkrankungen sind an Laubgehölzen des öffentlichen Grüns häufig zu beobachten. Viren verändern die Prädisposition des Baumes und bewirken eine



vorzeitige Seneszenz, weil durch parasitierende Viren die Syntheseleistung der infizierten Bäume bedeutend reduziert wird (BÜTTNER et al. 1996). Durch die meist eingeschränkte Vitalität und Widerstandskraft der Bäume kommt es unter Einfluss weiterer abiotischer und / oder biotischer Stressoren zu Absterbeerscheinungen bis hin zum Ausfall des gesamten Baumes (NIENHAUS & CASTELLO 1989). Die virusinfizierten Pflanzen stellen in dem jeweiligen Ökosystem ein Virusreservoir dar, das in Abhängigkeit von dem Virusstamm und der im Ökosystem vergesellschafteten Pflanzen die Bestandeszusammensetzung sowie den ökonomischen und ökologischen Nutzen der einzelnen Pflanzenarten maßgeblich beeinflusst. In eigenen Erhebungen und Untersuchungen konnten wir das Auftreten von Viruserkrankungen an Jungpflanzen aus Baumschulen zeigen und eine Beeinträchtigung der Pflanzenqualität darstellen (BANDTE et al. 2002).

Viruserkrankungen können sich in einem Bestand schnell ausbreiten. Erhebungen von UYEMOTO et al. (2003) in Pfirsichplantagen zeigten, dass sich die Anzahl virusinfizierter Gehölze bezüglich der beiden Erreger *Prune dwarf virus* und *Prunus necrotic ringspot virus* rapide anstieg. So war auf einer Fläche ein Anstieg von 0 auf 72 % zu verzeichnen, eine weitere Fläche ließ einen Anstieg von 27 auf 94 % erkennen.

Virusinfizierte Samen weisen häufig eine verminderte Keimfähigkeit auf. Darüber hinaus kann ein vermehrtes Absterben junger Sämlinge nach der Samenkeimung beobachtet werden. Kontrollierte Bestäubungen an gesunden und CLRV-infizierten Birken zeigten, dass die Keimrate am niedrigsten ist, wenn die Mutterpflanze CLRV-infiziert ist (COOPER et al. 1984). In Abhängigkeit von den Versuchsbedingungen lag die Virusübertragung bei 17–30 %. Inwieweit die niedrige Keimrate der Samen von virusinfizierten Pflanzen durch die Viruspräsenz im Samen oder aber durch die Krankheitssymptome und ihre Auswirkungen auf die Mutterpflanze hervorgerufen werden, ist noch zu untersuchen.

Bei der Verwendung von virusinfizierten Reisern bei der Stecklingsvermehrung ist davon auszugehen, dass alle daraus gewonnenen Stecklinge ebenfalls virusinfiziert sind. So sollte beispielsweise das bei der Vermehrung von Pappeln verwendete Ausgangsmaterial

zuvor auf eine Infektion mit dem *Poplar mosaic virus* (PopMV) geprüft werden. Die Infektion führt an den Pflanzen zu vermindertem Wuchs, Verkahlung der Äste, Kleinblättrigkeit und Farbveränderungen. Dieser Erreger wird auch bei der Vermehrung *in-vitro* an die nachfolgenden Sprosskulturen weitergegeben. Eine regelmäßige Kontrolle der Klonlinien auf Virusfreiheit ist somit erforderlich.

Zunächst nur vereinzelte Infektionsquellen im Forst, im öffentlichen Grün oder in Baumschulen stellen langfristig ein sich weit ausbreitendes Infektionspotenzial dar. Um so wichtiger ist, dass im Hinblick auf die lange Kultivierung der Laubgehölze im öffentlichen Grün gesunde Pflanzenbestände angelegt werden. Erst eine Selektion auf virusfreies bzw. virusgetestetes Saatgut und Pflanzenmaterial in Baumschulen kann die Voraussetzung für langfristig gesunde Pflanzenbestände schaffen.

## Handlungsbedarf

### Schadursache ermitteln/ Diagnose der Viruserkrankung

Eine sichere Diagnose des Virus in den Gehölzen und im Samen ist aufgrund der geringen Viruskonzentration und einer unregelmäßigen Verteilung in der Pflanze häufig recht schwierig (FUCHS & GRÜNTZIG 1994). Aus diesem Grunde ist ein hochsensitives Nachweisverfahren, das einen Nachweis des Virus in mehreren vereinigten Proben, einer Mischprobe, eines Baumes erlaubt von Vorteil. Die Untersuchung der Saatgutproben kann in Abhängigkeit vom Virus und des zu prüfenden Wirtes mit einem serologischen (enzyme-linked-immunosorbent assay, ELISA) und/oder molekularbiologischen Nachweisverfahren (immunocapture-reverse transkriptase Polymerasekettenreaktion, IC-RT PCR) erfolgen.

### Ausbreitungsgefahr durch Bewertung der jeweiligen Übertragungsmöglichkeiten prüfen

Nach Identifizierung des viralen Krankheitserregers muss auf dem aktuellen Kenntnisstand zu den Übertragungsmodi der jeweiligen Viren und Einbeziehung dessen physikalischer Eigenschaften die Ausbreitungsgefahr ermittelt und eine Handlungsempfehlung

erstellt werden. Mit den physikalischen Eigenschaften eines viralen Krankheitserregers ist dessen Stabilität gegeben, d. h. die Zeitspanne in welcher das Virus seine Infektiosität auch ohne Wirt behält. So ist das *Tobacco mosaic virus* sehr stabil, die Infektiosität kann mehrere Jahre außerhalb der Wirtspflanze erhalten bleiben während das *Apple mosaic virus* schon nach wenigen Minuten seine Infektiosität verliert.

Alle pflanzenpathogenen Viren können vegetativ beispielsweise durch Veredlungen (Pfropfungen) oder bei der Stecklingsvermehrung übertragen werden. Eine besondere Wichtigkeit kommt deshalb der Auswahl von gesundem virusfreiem Ausgangsmaterial bei Konservierung und Anzucht der langlebigen Laubgehölze zu. Bei der größtenteils vegetativ vermehrten Pappel lassen sich immer wieder schon während der Anzucht auftretende hohe Ausfälle beobachten, die auf die Verwendung virusinfizierter Reiser bzw. Stecklinge zurückzuführen sind.

Ein geringer Teil der phytopathogenen Viren ist samenübertragbar und ermöglicht dem Pathogen eine Ausbreitung über die Zeit und geographische Distanz. Die Erreger werden dabei mit dem Samen verbreitet und können während der Samenkeimung die Pflanzen infizieren. Die Übertragungsrate ist vom Erregerstamm, der Wirtspflanze und ggf. der Sorte abhängig und liegt zwischen 0 und 90 %. Holzige Wirtspflanzen für samenübertragbare Viren sind beispielsweise *Betula* sp., *Juglans* sp., *Malus* sp., *Prunus* spp., *Rubus* spp. und *Sambucus* sp. Die Viren können entweder die Samenschale von außen kontaminieren oder innen im Endosperm oder im Embryo lokalisiert sein. Eigene Untersuchungen ergaben, dass Saatgut von infizierten Sandbirken oft nur eine Keimfähigkeit von 10–20 % aufweist.

Andere Viren hingegen werden durch Insekten übertragen. Das echte Robinienmosaikvirus (RoMV), eine Virose an *Robinia pseudoacacia* (Scheinakazie), wird durch die Blattläuse *Myzus persicae* und *Aphis craccivora* nicht-persistent übertragen (COOPER 1993). Dabei werden die Viren bereits nach einer kurzen Saugzeit von weniger als 10 Minuten aus den Epidermiszellen aufgenommen und haften im oder am Mundbereich der Blattläuse. Bei einem erneuten Sauganstich können diese Viren sofort übertragen werden; die Möglichkeit der Übertragung geht aller-

dings bereits nach einer kurzen Retentionszeit von wenigen Minuten bis vier Stunden verloren.

Eine Übertragung durch Bodenpilze ist bei dem *Tobacco necrosis virus* bekannt, welches *Fagus sylvatica*, *Fraxinus* sp., *Populus* sp., *Quercus* sp. und *Salix* sp. zu infizieren vermag. Dabei gelangen Viruspartikel über kontaminiertes Oberflächen- oder Bodenwasser an die Oberfläche der Zoosporenmembran von *Olpidium* spp. Die Viren gelangen vermutlich mit dem von der Zoospore nach Anheften an die Wurzelzellwand gebildeten Infektionskanal in die Pflanzenzelle.

### Pflanzen entfernen und vernichten

Nach Abwägung der Übertragungs- und Ausbreitungsmöglichkeiten der nachgewiesenen Krankheitserreger sind infizierte Pflanzen ggf. zu Entfernen und Vernichten. Eine Kompostierung des Pflanzenmaterials sollte nur im Einzelfall unter Berücksichtigung der Kompostierungsmethode, der erreichbaren Temperatur und vor allem der Beständigkeit des nachgewiesenen Erregers erfolgen.

### Einsatz von Desinfektionsmitteln

Desinfektionsmittel können zur Desinfektion von Werkzeugen, Stellflächen und Containern eingesetzt werden. Sie sind eine sinnvolle und empfehlenswerte prophylaktische Maßnahme bei der Bekämpfung von Viruskontamination und gehören in die allgemeine Betriebshygiene.

### Literatur

- ATANASOFF, D., 1935: Old and new diseases of trees and shrubs. *Phytopath. Z.* **8**, 197-223.
- BANDTE, M.; SCHRAUDNER, M.; BÜTTNER, C., 2002: Viruserkrankungen an Jungpflanzen aus Baumschulen. In: *Jahrbuch der Baumpflege 2002* (Eds. D. DUJESIEFKEN; P. KOCKERBECK), Thalacker Medien, 196-202.
- BANDTE, M.; ESSING, M.; OBERMEIER, C.; BÜTTNER, C., 2003: Investigations on virus-diseased *Ulmus laevis* PALL. in Eastern Germany. Im Druck.
- BAUR, E., 1904: Zur Aetiologie der infektiösen Panachierung. *Ber. dt. bot. Ges. Berlin* **22**, 453-460.
- BAUR, E., 1907: Über infektiöse Chlorosen bei *Ligustrum*, *Laburnum*, *Fraxinus*, *Sorbus* und *ptelea*. *Ber. dt. bot. Ges. Berlin* **25**, 410-413.
- BENTHACK, W., 2001: Klonierung und partielle Charakterisierung eines unbekannteren Erregers der Ringfleckigkeit der Eberesche (*Sorbus aucuparia* L.) anhand doppelsträngiger RNA. <http://www.sub.uni-hamburg.de/disse/403/Dissertation.pdf>, 3.11.2003

- BROOK, J.; BLATTNY, C., 1962: Electron microscopic investigation of poplar mosaic. *Phytopathology* **52**, 954-955.
- BÜTTNER, C.; NIENHAUS, F.; BÖHMER, B., 2003: Farbatlas Gehölzkrankheiten. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 287 S.
- BÜTTNER, C.; FÜHRING, M., 1999: Anwendung von Nachweisverfahren zur Diagnose von Viren in Laubgehölzen. In: *Jahrbuch der Baumpflege 1999*. Eds. D. DUJESIEFKEN; P. KOCKERBECK. Thalacker Medien, 242-248.
- BÜTTNER, C.; BANDTE, M., 2000: Virusübertragung bei Gehölzen durch Saatgut und vegetative Vermehrung. In: *Jahrbuch der Baumpflege 2000* (Eds. D. DUJESIEFKEN; P. KOCKERBECK), Thalacker Medien, 194-199.
- BÜTTNER, C.; FÜHRING, M., 1996: Studies on virus infection of diseased *Quercus robur* (L.) from forest stands in Northern Germany. *Ann. Sci. For.* **53**, 383-388.
- BÜTTNER, C.; FÜHRING, M.; WERNER, R.; MÜHLBACH, H. P.; LUCACS, N., 1996: Phytopathogene Viren in Laubbäumen des öffentlichen Grüns und Baumschulen sowie in Böden und Gewässern – eine diagnostische Vorgehensweise. *Gesunde Pflanzen*, **48**, 95-103.
- BÜTTNER, C.; MARQUARDT, K.; FÜHRING, M., 1995: Studies on transmission of plant viruses by recirculating nutrient solution such as ebb-flow. *Acta Horticulturæ* **396**, 265-272.
- BÜTTNER, C.; NIENHAUS, F., 1989 a: Virus contamination of soils in forest ecosystems of the Federal Republic of Germany. *Eur. J. For. Path.* **19**, 47-53.
- BÜTTNER, C.; NIENHAUS, F., 1989 b: Virus contamination of waters in two districts of the Rhineland area (FRG). *Eur. J. For. Path.* **19**, 206-211.
- COOPER, J. I.; MASSALSKI, P. R.; EDWARDS, M. L., 1984: *Cherry leaf roll virus* in the female gametophyte and seed of birch and its relevance to vertical virus transmission. *Ann. Appl. Biol.* **105**, 55-64.
- COOPER, J. I., 1993: *Virus diseases of trees and shrubs*. Chapman & Hall, London, 205 S.
- FUCHS, E.; GRÜNTZIG, M., 1994: Verteilungsmuster von Viren in holzigen Wirtspflanzen. *Kühn Archiv* **88**, 40-53.
- HARTMANN, G., 1995: Farbatlas Waldschäden. Diagnose von Baumkrankheiten. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 288 S.
- HETSCH, T., 1998: Untersuchungen zum Auftreten und zur Diagnose von Viren in Forstbaumschulen. Dissertation, Universität Halle-Wittenberg, 146 S.
- KEGLER, G.; KEGLER, H., 1981: Beiträge zur vektorlosen Übertragung pflanzenpathogener Viren. *Arch. Phytopath. Pflanzenschutz* **17**, 307-323.
- KEGLER, H.; FUCHS, E.; SPAAR, D.; KEGLER, J., 1995: Viren in Boden und Grundwasser (Übersichtsbeitrag). *Arch. Phytopath. Pflanzenschutz* **29**, 349-371.
- NIENHAUS, F., 1985: Viren, Mykoplasmen und Rickettsien – Parasiten an der Schwelle des lebendigen. UTB, Ulmer Verlag Stuttgart, 264 S.
- NIENHAUS, F.; CASTELLO, J. D., 1989: Viruses in forest trees. *Annu. Rev. Phytopathol.* **27**, 165-186.
- OBERMEIER, C.; REBENTORE, K.; BANDTE, M.; BÜTTNER, C., 2003: Bedeutung und Verbreitung des Kirschenblatrollvirus (CLR) in Zier- und Forsgehölzen. In: *Jahrbuch der Baumpflege 2000* (Eds. D. Dujesiefken und P. Kockerbeck), Thalacker Medien, 219-225.
- SCHMELZER, K., 1962: Untersuchungen an Viren der Zier- und Wildgehölze. 1. Mitteilung: Viren an *Viburnum* und *Ribes*. *Phytopath. Z.* **46**, 17-52.
- UYEMOTO, J. K.; BULLUCK, L. R.; PETHYBRIDGE, S.; MCCORKELL, B.; ASAI, W. K., 2003: Horizontal spread of ilarviruses in young trees of several peach cultivars. *Plant Dis.* **87**, 75-77.
- VAN REGENMORTEL, M. H. V.; FAUQUET, C. M.; BISHOP, D. H. L.; CARSTENS, E. B.; ESTES, M. K.; LEMON, S. M.; MANILOFF, J.; MAYO, M. A.; MCGEOCH, D. J.; PRINGLE, C. R.; WICKNER, R. B., 2000: *Virus taxonomy*. Seventh Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Academic press, San Diego, London, 1160 p.

## Autoren

*Dr. Martina Bandte* ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fachgebiet Phytomedizin der Humboldt-Universität zu Berlin. *Prof. Dr. Carmen Büttner* leitet das Fachgebiet Phytomedizin.

*Dr. Martina Bandte*  
*Prof. Dr. Carmen Büttner*  
*Humboldt-Universität zu Berlin*  
*Institut für Gartenbauwissenschaften*  
*Fachgebiet Phytomedizin*  
*Lentzeallee 55/57*  
*D-14195 Berlin*  
*Tel. (Sekt.) (0 30) 1 47 11 39*  
*Fax (0 30) 31 47 11 78*  
*martina.bandte@agr.ar.hu-berlin.de*  
*carmen.buettner@agr.ar.hu-berlin.de*

## Summary

### **Virus diseases of urban trees – Diagnosis of symptoms, economic importance and necessary measures**

Virus diseases are widespread in deciduous trees in public gardens and urban areas. This article describes viruses and their characteristic attributes which are often observed in deciduous trees. Virus-induced symptoms are summarized in a table and illustrated by coloured figures presenting these symptoms on selected trees as well as virus-like symptoms induced by abiotic or other biotic but not viral factors. The epidemic importance of viral diseases is discussed and a demand for action is formulated, calling for evaluation of disease distribution, cause of symptoms and mode of transmission. Subsequently preventive measures such as elimination of plants and disinfection of tools are necessary.