

Bedeutende Viren an Birke – Fallbeispiele aus Deutschland, Finnland und den USA

Virus diseases of birch – occurrence and consequences

Dr. Martina Bandte, Dr. Susanne von Bargaen, Nick Arndt, B.Sc. Elise Grubits, Dr. Risto Jalkanen, Prof. Dr. Carmen Büttner

Zusammenfassung

Pflanzenpathogene Viren an der Gattung *Betula* nehmen an Bedeutung zu. Dieser Beitrag berichtet über das Auftreten und die Verbreitung von *Apple mosaic virus* (ApMV), *Arabid mosaic virus* (ArMV) und *Cherry leaf roll virus* (CLRV) sowie den Befunden an den Standorten in Berlin, Finnland und der Ostküste der USA. Die Untersuchungen fokussieren auf Bäume als Straßenbegleit- und Landschaftsgrün. CLRV und ArMV sind häufig in Birken nachzuweisen.

Summary

Viral plant pathogens infecting the genus *Betula* gain increasing importance. This article is concerned with the wide distribution of the viruses and the infection by *Apple mosaic virus* (ApMV), *Arabid mosaic virus* (ArMV) and *Cherry leaf roll virus* (CLRV). Recent studies on the occurrence of virus-infected birch trees from different selected stands in Berlin, Finland and the east coast of the USA are presented. The investigations focus on trees along roadsides and in landscapes. CLRV and ArMV were often detected.

1 Einleitung

An Birken sind bisher verschiedene pflanzenpathogene Viren beschrieben worden. Am häufigsten wird über die zu den Nepoviren gehörenden *Cherry leaf roll virus* und *Arabid mosaic virus* berichtet sowie über das den Ilarviren zugehörige *Apple mosaic virus* (GRÜNTZIG et al., 1996, POLAK et al., 1990). Aus eigenen Beobachtungen und Untersuchungen können wir das Auftreten der Viren bestätigen. Die Befunde an den Standorten in Berlin, Finnland und der Ostküste der USA und Daten aus der Literatur sollen hier dargestellt werden. Tabelle 1 gibt eine Übersicht zu den charakteristischen Eigenschaften.

2 Fallbeispiele aus Deutschland, Finnland und den USA

2.1 Deutschland: Straßenbegleitgrün

In Deutschland gehört die Sandbirke (*Betula pendula*) in vielen Regionen zum natürlichen Baumartenspektrum. Sie stellt eine sehr gute Pionier- und Mischbaumart dar, die zur Erhöhung der biologischen Vielfalt und zur Strukturierung ein- und mehrschichtiger Mischbestände waldbaulich effektiv genutzt werden kann. Die Wüchsigkeit und die Konkurrenzstärke basiert dabei auf dem schnellen Jugendwachstum der Wurzeln, der hohen Anpassungsfähigkeit auf Wasser- und Nährstoffangebot und dem geringen Nährstoffbedarf. Direkte wirtschaftliche Bedeutung hat die Birke in Deutschland als Furnierholz, zu dem nur die wertvollsten Hölzer verarbeitet werden. Die Birke hat mit 12 % nach der Buche mit 25 % den zweithöchsten Marktanteil an den etwa 235.000 Kubikmeter jährlich

Tabelle 1: Charakteristische Eigenschaften von *Betula* spp. infizierenden Viren

Virus	Genus	Genus	Symptome an <i>Betula</i> spp.	Übertragung
<i>Arabid mosaic virus</i>	ArMV	Nepovirus	Adernvergilbung Chlorosen Scheckung Nekrosen	mechanisch vegetativ Nematoden
<i>Apple mosaic virus</i>	ApMV	Ilarvirus	Chlorosen Scheckung	mechanisch vegetativ (Samen)*
<i>Cherry leaf roll virus</i>	CLRV	Nepovirus	Chlorosen chlorotische Linienmuster Kleinblättrigkeit Blattrollen	mechanisch vegetativ Samen, Pollen Wasser

* in Abhängigkeit von der Wirtspflanze

in Deutschland produzierten Furnierholz (FLEMMING und KNOLL, 2006).

Im Kalenderjahr 2008 wurden Proben von Bäumen zweier Birkenalleen im Südwesten Berlins entnommen. Die Straßenbäume wurden im Sommer und Frühherbst beprobt. Viele Bäume zeigten Absterberscheinungen, Blattrollen und Chlorosen, deren Ausprägung vermutlich durch die Sommertrockenheit (ANONYMUS, 2008a) begünstigt wurde (Abbildung 1). Vier von 23 getesteten Bäumen einer zweispurigen Allee weisen eine Infektion mit CLRV, zwei weitere eine Infektion mit ArMV auf. Vier von zehn der in die



Abbildung 1: Kirschenblattrollvirus-infizierte *B. pendula* mit Chlorosen, Kleinblättrigkeit und Verkahlen der Äste

Untersuchungen einbezogenen Bäume einer vierspurigen Allee sind CLRV-infiziert.

2.2 Finnland: Straßenbegleitgrün, Landschaftsgrün und Forst

Die Gattung *Betula* gehört zu den in Finnland am häufigsten auftretenden Laubbäumen. Dabei dominieren die Sand- und Moorbirke etwa 20 % der Waldfläche des Landes und finden darüber hinaus im öffentlichen Grün, insbesondere dem Straßenbegleitgrün ihre Verwendung. Innerhalb der subarktischen Vegetationszone sind *B. pubescens* ssp. *czerepanovi* (*B. nana* × *B. pub.*, Bergbirke), *B. pubescens* var. *appressa* (Kiilopää-Birke) und *B. nana* (Zwergbirke) von besonderer ökologischer Bedeutung. Sie dienen beispielsweise als Erosionsschutz und Nahrungsquelle der Rentiere. Wirtschaftliche Bedeutung kommt den Birken für die Papier- und Sperrholzindustrie zu; die Karelische Birke (*Betula pendula* var. *carelica*) liefert ein sehr beehrtes Möbelholz.

In Finnland treten seit 2003 virusverdächtige Symptome an Birken auf. Die Birken entwickeln Blattsymptome wie chlorotische Ringflecken, Blattrollen und weisen einen deutlichen Vitalitätsverlust auf, der meist mit Absterberscheinungen einhergeht. Umfangreiche visuelle Bonituren, die landesweit vorgenommen wurden, zeigen, dass etwa 10 bis 20 % der

Moor- und Sandbirken virusverdächtige Symptome aufweisen. Erste Untersuchungen bestätigten eine CLRV-Infektion in 18 von 20 Proben, die in der Region um Rovaniemi am Polarkreis entnommen wurden (JALKANEN et al., 2007). Eine Infektion mit ArMV war zunächst nicht nachweisbar. Von den 2007 zwischen Inari (Norden), Helsinki (Süden), Vaasa (Westen) und Lieksa (Westen) entnommenen Proben waren nach Testung mittels IC-RT-PCR (immunocapture-reverse transcriptase-polymerase chain reaction) 57 % der 77 Proben CLRV-infiziert (GRUBITS et al., 2008).

Die innerhalb der letzten fünf Jahre schnelle landesweite Verbreitung des CLRV wirft die Frage nach neuen Erkenntnissen zu den Übertragungswegen des Virus auf und welche Faktoren die Infektion und Symptomausprägung begünstigen.

Als eine der Hypothesen für die Ursache ist die Übertragbarkeit des CLRV durch Wasser zu diskutieren. Ein besonderes Charakteristikum der naturräumlichen Gliederung Finnlands ist der Wasserreichtum. Oberflächengewässer nehmen etwa 10 % der Gesamtfläche Finnlands ein; in Mittelfinnland sogar 18 %. Die Kontamination von Oberflächenwasser wie Seen, Bäche und Flüsse mit pflanzenpathogenen Viren wurde von KOENIG (1986) zusammenfassend dargestellt. Die bisher in Wasser nachgewiesenen Pflanzenviren haben aber einige gemeinsame Kennzeichen, auch wenn sie verschiedenen Virusgattungen angehören. Sie können ihren Wirt alle über die Wurzel infizieren, haben einen großen Wirtspflanzenkreis und kommen in hohen Konzentrationen im Pflanzengewebe vor. Die meisten sind darüber hinaus relativ stabil, das heißt sie haben eine hohe Beständigkeit *in vitro* und bleiben somit auch außerhalb ihrer Wirtspflanze lange infektiös. Eine Übertragung des CLRV durch Wasser ist grundsätzlich möglich, wie BANDTE et al. (2007) an krautigen Testpflanzen in einem hydroponischen System zeigten. Erste Untersuchungen von Wasserproben aus der Region um Jyväskylä (Mittelfinnland) bestätigen eine Kontamination des Wassers aus Seen mit CLRV.

Ein weiterer Ansatzpunkt für epidemiologische Untersuchungen besteht in der Prüfung des Saat- und Pflanzgutes in Genbanken und Vermehrungsbetrieben. Der Nachweis von CLRV in Sämlingen einer Samenspenderanlage in Lappland (VON BARGEN et al.,

Manuskript eingereicht) gilt als bedeutender Hinweis, dass der phytosanitäre Status von Samen und Jungpflanzen nicht zu unterschätzen ist und ebenso eine wichtige Voraussetzung für gesunde Baumbestände darstellt wie seit den 70er Jahren für Obstbaumkulturen. Im Jahr 2008 wurden landesweit knapp 300 Proben entnommen, um die Verbreitung des Erregers zu dokumentieren und darüber hinaus Übertragungswege zu ermitteln. Diese Proben, zu denen auch 22 Saatgutchargen, 30 Samenspenderbäume (Klone) und aus verschiedenen Seen und Regenwasserbecken von Vermehrungsbetrieben entnommene Wasserproben zählen, werden derzeit mit Hilfe serologischer und molekularbiologischer Arbeitsmethoden geprüft.

2.3 USA: Straßenbegleitgrün

In den gemäßigten Klimaregionen Nordamerikas sind die Birkenarten *B. alleghaniensis* (Gelbbirke), *B. lenta* (Zuckerbirke), *B. papyrifera* (Papierbirke) und *B. populifolia* (Graubirke) von wirtschaftlicher Bedeutung (CASSENS, 2007). Allein von der Gelbbirke werden in den USA jährlich etwa 1,5 Mio Festmeter geschlagen und zu Spanplatten verarbeitet (ANONYMUS, 2008b). Das Holz der Gelb- bzw. Zuckerbirke findet im Wesentlichen als Bauholz und Furnier für die Möbelindustrie seine Verwendung. Aus der Papierbirke werden bewegliche Teile wie Spulen und Rollen, aber auch Spielzeug, Zahnstocher und Zellstoff hergestellt. Graubirken sind häufig anzutreffende, kurzlebige Pioniergehölze auf Freiflächen und auf von Waldbränden betroffenen Landstrichen. Das Holz der Graubirken wird als Brennholz eingeschlagen. Sandbirken (*B. pendula*) sind in Nordamerika auf Grund ihrer auffälligen weißen Rinde und den herabhängenden Zweige in Privatgärten und dem öffentlichen Grün beliebt.

Im Kalenderjahr 2008 wurden in den drei US-amerikanischen Bundesstaaten Pennsylvania, Delaware und Virginia Blattproben von Straßenbäumen der Gattung *Betula* spp. entnommen und auf eine Infektion mit CLRV, ApMV und ArMV getestet. Alle Bäume wiesen virusverdächtige Blattsymptome auf wie Aderchlorosen, Chlorosen, Scheckung, Nekrosen und Blattrollen. Die Testungen wurden mit Hilfe des DAS-ELISA vorgenommen. Alle zehn untersuchten Proben

wiesen eine Infektion mit dem ArMV auf. Zwei dieser Bäume waren zudem mit ApMV mischinfiziert. Eine Infektion mit CLRV konnte in keiner der Proben festgestellt werden.

3 Virusinfektionen in *Betula* spp.

3.1 *Cherry leaf roll virus* (CLRV)

Der natürliche Wirtspflanzenkreis des Erregers *Cherry leaf roll virus* (CLRV) ist groß und umfasst 17 Gehölzgenera sowie zahlreiche krautige Pflanzen. Zu den weit verbreiteten Wirtspflanzen zählen Birken, Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), Süßkirsche (*Prunus avium*) und Walnuss (*Juglans regia*). Mit der weiten Verbreitung des viralen Krankheitserregers ist sein Auftreten in vielen Ländern Europas, der früheren UDSSR und Nordamerika sowie in Neuseeland, Japan und Chile bekannt (JONES, 1986, REBENSTORF et al., 2006).

Die Übertragung des Virus erfolgt mechanisch, durch Samen, Pollen und Wasser sowie bei der vegetativen Vermehrung. An Birken induziert der Erreger makroskopisch sichtbare Symptome an Blättern wie Chlorosen und chlorotische Linienmuster, Kleinblättrigkeit und Blattrollen, eine Verkahlung der Äste sowie im weiteren Verlauf der Pathogenese die Degeneration der Bäume (Abbildung 2). Die Blattsymptome werden vermutlich durch eine Schädigung der Chloroplasten verursacht (QUADT, 1994).

Zur wirtschaftlichen Bedeutung des CLRV an Birken liegen bisher nur vereinzelte Untersuchungen vor. COOPER und MASSALSKI (1984) zeigten, dass sowohl Sämlinge als auch Stecklinge von virusinfizierten Birken geringere Zuwachsraten aufweisen als solche von CLRV-freien Mutterpflanzen. Diese Reduktion kann durch weitere Stressoren – beispielsweise abiotische – verstärkt werden. KONTZOG et al. (1990) zeigten an durch eine CLRV-Infektion prädisponierten Birken eine Wachstumsreduktion bei zusätzlicher Luftschadstoff-Exposition. Der Jahreszuwachs der exponierten virusinfizierten Sämlinge war gegenüber den ausschließlich virusinfizierten Sämlingen um 65 % reduziert. Für Vermehrungsbetriebe ist ferner bedeutsam, dass Saatgut von CLRV-infizierten Pflanzen häufig nur eine

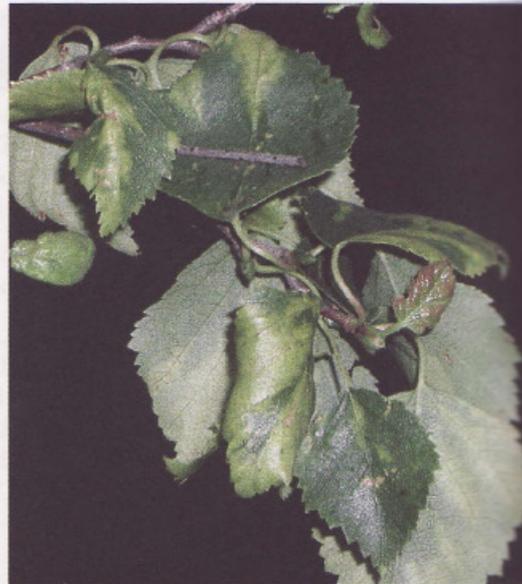


Abbildung 2: Chlorosen und chlorotische Linienmuster an Blättern von *B. pendula* induziert durch das *Cherry leaf roll virus* (CLRV)

Keimfähigkeit von 10 bis 20 % aufweist; die schlechte Bewurzelung von Stecklingen von CLRV-infizierten Mutterpflanzen führt zu niedrigen Vermehrungsraten.

Eine besondere Bedeutung kommt vermutlich Mischinfektionen mit weiteren viralen Krankheitserregern zu. So berichtet beispielsweise NÉMETH (1986), dass Mischinfektionen von CLRV mit *Prunus necrotic ringspot virus* (PNRSV) oder *Prune dwarf virus* (PDV) zu einem Absterben der betroffenen Obstgehölze innerhalb von ein bis zwei Jahren führen.

3.2 *Arabis mosaic virus* (ArMV)

Der Wirtskreis des ArMV umfasst holzige und krautige Pflanzen. Außer Birken gehören dazu die weit verbreiteten Landschaftsgehölze Schwarzer Holunder und Esche (*Fraxinus excelsior*). Der Erreger tritt weltweit auf und wird mechanisch, bei der vegetativen Vermehrung sowie durch einen Vektor – Nematoden der Gattung *Xiphinema* – übertragen. Die Nematoden nehmen ArMV beim Saugen an Wurzeln infizierter Pflanzen auf. Währenddessen verbleibt die Infektiosität für einen Zeitraum von etwa 15 Monaten



Abbildung 3: Adernvergilbung an Blattgewebe von *B. pendula* induziert durch das *Arabis mosaic virus* (ArMV)

im Nematoden (ANONYMUS, 2006). In etwa 20 Pflanzenarten aus 14 Familien konnte eine Übertragung durch Samen gezeigt werden (MURANT, 1983). Bei Straßengeleitgrün, Grünanlagen und im Forst erfolgt die Verbreitung des Erregers vermutlich zunächst über Samen und erst nachrangig – vor allem über kürzere Distanzen – durch Nematoden.

ArMV induziert an Birken häufig eine charakteristische Adernvergilbung (Abbildung 3), es können aber auch Chlorosen, Scheckungen oder Nekrosen auftreten.

Der Erreger wird von der NAPPO (North American plant protection Organization) als Quarantäneorganismus eingestuft. So können beispielsweise an Weinreben Ertragsverluste bis zu 50 % auftreten, die aus einem verminderten Wachstum, Absterbeerscheinungen und ausgeprägtem Fruchtfall resultieren. An Birken liegen bisher keine entsprechenden Untersuchungen vor.

Da die wirtschaftlich bedeutenden Wirtspflanzen – Beerenobst und Weinrebe – nicht als Saatgut gehandelt werden, fokussieren die phytosanitären Maßnah-

men bzw. die amtliche Kontrolle auf der Unterbindung einer weiteren Verbreitung des Erregers. Dieses wird mit einer strengen Zertifizierung von ArMV-freiem Pflanzenmaterial und der Nematodenbekämpfung vor Neuanpflanzungen erreicht (EPPO, 2003).

3.3 *Apple mosaic virus* (ApMV)

ApMV ist in den USA und Europa besonders an Rosaceen weit verbreitet. Der Wirtspflanzenkreis beschränkt sich dabei nicht auf die namensgebende Gattung *Malus*, sondern umfasst weitere Gattungen aus 19 Familien. Zu diesen gehören neben der Birke noch weitere im öffentlichen Grün und Landschaftsbau häufig verwendete Gehölze aus den Gattungen *Corylus*, *Prunus* und *Rosa*.

Der Nachweis von ApMV in Birken gelang erstmals GRÜNTZIG et al. (1996). Die Autoren zeigten, dass 2 % der getesteten Park- und Alleebäume mit dem ApMV infiziert waren. Die infizierten Birken entwickeln makroskopisch sichtbare Chlorosen und eine Scheckung der Blätter (Abbildung 4). Die Symptomausprägung wird wesentlich beeinflusst durch die Arten-/Sorten-



Abbildung 4: Scheckung an Blattgewebe von *B. populifolia* induziert durch das *Apple mosaic virus* (ApMV)

anfälligkeit, dem Virusisolat und den Umweltbedingungen. So treten an Haselnusspflanzen (*Corylus avellana*) der Sorte 'Negret' nur bei moderaten Temperaturen im Mai Symptome wie Chlorosen, chlorotische Linienmuster und Ringflecken auf (Kobyłko et al., 2005). Schon GILMER et al. (1971) berichteten, dass die Symptome durch steigende Temperaturen im Sommer maskiert werden können.

Die Übertragung des Erregers erfolgt mechanisch, bei der vegetativen Vermehrung und in einigen Pflanzenarten auch durch Samen. So konnte eine Samenübertragbarkeit in Haselnuss dargestellt werden (CAMERON und THOMPSON, 1986). Von den etwa 1000 untersuchten Sämlingen aus kontrollierten Kreuzungen von ApMV-infizierten und gesunden Haselnusspflanzen der Sorte 'Negret' entwickelten 2 % der Pflanzen an den Blättern ein charakteristisches Mosaik. In der Hälfte dieser Pflanzen war das ApMV mit Hilfe eines ELISA nachweisbar. Wirtschaftlich bedeutende Schäden treten beispielsweise an Haselnuss und Apfel auf. So zeigten ARAMBURU und ROVIRA (1998), dass ApMV-infizierte Haselnusssträucher um bis zu 75 % niedrigere Erträge im Vergleich zu virusfreien Pflanzen aufweisen. An hochanfälligen Apfelsorten wie beispielsweise 'Jonathan' können die Ertragsverluste bis zu 40 % betragen (DESIGNES, 1999). Über das wirtschaftliche Ausmaß der Schäden an Birken durch ApMV liegen bisher keine Untersuchungen vor.

4 Fazit

Zunächst vereinzelte Infektionsquellen im Forst, im öffentlichen Grün oder in Baumschulen stellen langfristig ein Virusreservoir dar, welches zur immer weiteren Verbreitung des jeweiligen Erregers führen kann. Umso 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 Pflanzenmaterial in Baumschulen kann die Voraussetzung für langfristig gesunde Pflanzenbestände schaffen. Entsprechende Tests sind im Obstbau seit den 70er Jahren obligatorisch und sind inzwischen für Viren in vielen Laubbaumarten des öffentlichen Grüns notwendig geworden.

Literatur

- ANONYMUS, 2006: Grape Virus Diseases. <http://www.agf.gov.bc.ca/cropprot/grapeipm/virus.htm> (Zugriff 29.10.2008).
- ANONYMUS, 2008a: Deutschlandwetter im Sommer 2008. Pressemitteilung des Deutschen Wetterdienstes vom 29.08.2008. http://www.waldundklima.net/archiv_2008/meldung_080908_02.php (Zugriff 31.10.2008).
- ANONYMUS, 2008b: Current industrial reports – MA321T – Lumber Production and Mill Stocks. U.S. Census Bureau, Manufacturing and Construction Division. <http://www.census.gov/cir/www/321ma321t.html> (Zugriff 31.10.2008).
- ARAMBURU, J.; ROVIRA, M., 1998: The effects of apple mosaic ilarvirus (ApMV) on hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 73, 97–101.
- BANDTE, M.; ECHEVARRIA LAZA, H. J.; PASCHKE, U.; ULRICH, CH.; PESTENIG, W.; SCHWARZ, D.; BÜTTNER, C., 2007: Transmission of plant pathogenic viruses by water. In: FISCHER, G.; MAGNITSKIY, S.; FLÓREZ, L. E.; MIRANDA, D.; MEDINA, A. (Eds.) *Societas Columbiana de Ciencia Horticolas. 2do Congreso Colombiano de Horticultura*, 31–43.
- VON BARGEN, S.; GRUBITS, E.; JALKANEN, R.; BÜTTNER, C.: Cherry leaf roll virus – an emerging virus in Finland. Eingereicht.
- CAMERON, H. R.; THOMPSON, M., 1986: Seed transmission of apple mosaic virus in hazelnut. *Acta Horticulturae* 193, 53–55.
- CASSENS, D. L., 2007: Birch. <https://secure.agriculture.purdue.edu/store/item.asp?itemID=18170> (Zugriff 31.10.2008).
- COOPER, J. I.; MASSALSKI, P. R., 1984: Viruses and virus-like diseases affecting *Betula* spp. *Proc. R. Soc. Edinburgh Sect. B* 85: 183–195.
- DESIGNES, J. C., 1999: *Virus diseases of fruit trees*. Ctif, Paris.
- EPP0, 2003: Data Sheets on Quarantine Pests: Arabis mosaic nepovirus. http://www.eppo.org/QUARANTINE/virus/Arabis_mosaic_nepovirus/ARMOVO_ds.pdf (Zugriff 29. Oktober 2008).
- GILMER, R. M.; MINK, G. I.; SHAY, J. R.; STOFFER, R. E.; MCCRUM, R. C., 1971: Latent viruses of apple: I. Detection with woody indicators. *New York Agricultural Experimental Station* 1, 1–9.
- GRUBITS, E.; VON BARGEN, S.; JALKANEN, R.; BÜTTNER, C., 2008: Verbreitung des Cherry leaf roll virus, CLRV, in finnischen Birkenbeständen. *Mitt. Julius Kühn-Institut* 417, 159.
- GRÜNTZIG, M.; FUCHS, E.; HENTSCH, T., 1996: Zur Verbreitung und zum serologischen Nachweis von *cherry leaf roll virus* (CLRV) und *apple mosaic virus* (ApMV) in *Betula* spp. *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz* 103, 571–581.
- FLEMMING, J.; KNOLL, M., 2006: Basisstudie I: Ist-Analyse Wald und Holz in Deutschland. http://www.holzwerke2020.de/custom/user/Basis-Studie/IST-Analyse_FoHo.pdf (Zugriff 31.10.2008).
- JALKANEN, R.; BÜTTNER, C.; VON BARGEN, S., 2007: *Cherry leaf roll virus* abundant on *Betula pubescens* in Finland. *Silva Fennica* 41(4), 755–762.
- JONES, A. T., 1986: Cherry leaf roll *nepovirus*. In: A. A. BRUNT, K. CRABTREE, M. J. DALLWITZ, A. J. GIBBS, L. WATSON, and E. J. ZURCHER. (eds.) (1996 onwards). *Plant Viruses Online: Descriptions and Lists from the VIDE Database*. Version: 20th August 1996. URL: <http://biology.anu.edu.au/Groups/MES/vide/>
- KOBYŁKO, T.; NOWAK, B.; URBAN, A., 2005: Incidence of Apple mosaic virus (ApMV) on hazelnut in south-east Poland. *Folia Horticulturae* 17, 153–161.
- KOENIG, R., 1986: Plant viruses in rivers and lakes. *Advances in Virus Research* 31, 321–333.
- KONTZOG, H. G.; KLEINHEMPEL, H.; MATSCHKE, J., 1990: Combined effects on environmental stress and virus infections on the growth of forest trees. *Arch. Phytopathol. Pflanzenschutz* 26, 359–362.

- MURANT, A. F., 1983: Seed and pollen transmission of nematode-borne viruses. *Seed Sci. Technol.* 11, 973–987.
- NEMETH, M., 1986: Virus, Mycoplasma and Rickettsia diseases of fruit trees. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- POLAK, Z.; PROCHAZKOVA, Z.; BRANISOVA, H., 1990: Recent findings of viruses of forest trees on the territory of the Czech Republic. *Arch. Phytopathol. Pflanzensch.* 26, 389–393.
- QUADT, A., 1994: Untersuchungen an Laubbäumen unter Streifeinfluß durch Viren und abiotische Faktoren. Dissertation Universität Bonn, 163 S.
- REBENSTORF, K.; CANDRESSE, T.; DULICQ, M. J.; BÜTTNER, C.; OBERMEIER, CHR., 2006: Host Species-Dependent Population Structure of a Pollen-Borne Plant Virus, Cherry leaf roll virus. *Journal of Virology* 80, 2453–2462.

Autoren

Dr. Martina Bandle und *Dr. Susanne von Barga*n sind wissenschaftliche Mitarbeiterinnen in dem von *Prof. Carmen Büttner* geleiteten Fachgebiet Phyto-mezizin am Institut für Gartenbauwissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin. *Dr. Risto Jalkanen* ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter am Finnischen Institut für Waldforschung (METLA, Metsäntutkimuslaitos). *Elise Grubits* und *Nick Arndt* haben sich im Rahmen ihrer Graduiierungsarbeiten mit der Verbreitung des CLRV in Finnland beschäftigt.



Nick Arndt, Dr. Martina Bandle, Dr. Susanne von Barga, Prof. Dr. Carmen Büttner und *B. Sc. Elise Grubits* Humboldt-Universität zu Berlin
Fachgebiet Phyto-mezizin
Lentzeallee 55/57
14195 Berlin
phyto-mezizin@agrar.hu-berlin.de

Dr. Risto Jalkanen
Finnish Forest Research Institute
Rovaniemi Research Unit
P. O. Box 16
FI-96301 Rovaniemi

