

Jahrbuch der Baumpflege

Yearbook of Arboriculture

2013

Themenschwerpunkte

- Naturschutz
- Baumstatik und Baumpflege
- Baumkrankheiten und Baumkontrolle

Herausgeber:
Dirk Dujesiefken

Ein neuartiges Virus in *Sorbus aucuparia* L.: Nachweis und Verbreitung des *European mountain ash ringspot-associated virus* (EMARaV)

A novel virus in *Sorbus aucuparia* L.: Detection and distribution of *European mountain ash ringspot associated virus* (EMARaV)

von Jenny Robel, Martina Bandte, Hans-Peter Mühlbach,
Susanne von Barga und Carmen Büttner

Zusammenfassung

Wir beschäftigen uns mit der Charakterisierung und der epidemiologischen Bedeutung des neuen Gehölzvirus *European mountain ash ringspot-associated virus* (EMARaV) an der Eberesche (*Sorbus aucuparia* L.). Es repräsentiert ein neues Genus der RNA-Viren. Da die ökologische und ökonomische Bedeutung des Virus noch weitgehend ungeklärt ist, untersuchen wir in umfangreichen Forschungsarbeiten die geographische Verbreitung des Virus und mögliche Vektoren. Die Kenntnis der Übertragungswege ist die Grundlage für die Einschätzung des Wirtspflanzenkreises sowie für die Entwicklung von phytosanitären Maßnahmen.

Summary

Our studies focus on the characterization of the *European mountain ash ringspot-associated virus* (EMARaV) in rowan trees (*Sorbus aucuparia* L.). It represents a novel genus of RNA viruses called *Emaravirus*. Currently the ecological and economical importance of EMARaV is unknown. Therefore, we are investigating the geographical distribution and potential vectors of this virus. It is essential to elucidate the modes of virus transmission, to estimate the possible host range, and to develop control mechanisms against virus spread.

1 Einleitung

Die Eberesche (*Sorbus aucuparia* L.) ist als heimisches Gehölz in weiten Teilen Europas verbreitet. Als wichtige Pionierbaumart wächst sie auf nährstoffarmen Standorten und ist für die Sanierung kontaminierter oder zu rekultivierenden Böden von großer ökologischer Bedeutung (HAMBERG et al. 2009). Zudem wird sie aufgrund ihres hohen Zierwerts zunehmend in der Landschaftspflege verwendet. Seit 1960 werden Symptome wie chlorotische Ringflecken und Scheckungen an Blättern der Eberesche (Abbildung 1) sowie die Degeneration der Gehölze in der Literatur beschrieben. Das Krankheitsbild mit dem Namen „Ringfleckigkeit der Eberesche“ wurde 1960 von KEGLER eingeführt. Erst 2005 konnten diese Symptome

mit einem neuartigen Gehölzvirus assoziiert werden (BENTHACK et al. 2005).

2 Ein neuartiges Virus an der Eberesche: Geschichte und Genomorganisation

30 Jahre nach der ersten Beschreibung virusverdächtiger Symptome an der Eberesche gelang EBRAHIMNESBAT und IZADPANA (1992) die Darstellung von Tospovirus-ähnlichen Partikeln aus Präparaten von Blättern mit Ringflecken im Elektronenmikroskop. Ein weiteres Indiz für die virale Natur dieses Agens lieferten FÜHRLING und BÜTTNER (1995) indem sie zeigten, dass durch Pfropfung eine Übertragung des Krank-

heitserregers auf eine nicht-infizierte Pflanze erfolgen kann. Der Nachweis von vier virusspezifischen, doppelsträngigen Ribonukleinsäure (dsRNA)-Molekülen ausschließlich in Blattmaterial von Ebereschen mit Ringflecken und Scheckungen unterstützte die These einer Virusinfektion (BENTHACK et al. 2005).

Die vollständige Sequenzierung der vier dsRNAs zeigte, dass es sich bei diesem Erreger um ein neuartiges, multipartites RNA-Virus mit negativer Orientierung handelt (MIELKE & MÜHLBACH 2007). Jede der vier Genomkomponenten (RNA1 bis RNA4) besitzt einen offenen Leserahmen, der für ein Protein (p1 bis p4) kodiert. Sequenzvergleiche dieser kodierenden Bereiche der vier EMARaV-RNAs mit den in der Datenbank NCBI (*National Center for Biotechnology Information*) hinterlegten Sequenzen ermöglichten die Zuweisung einer potentiellen Funktion der Proteine p1, p2 und p3.

Das größte RNA-Molekül (RNA1) kodiert für eine putative RNA-abhängige RNA-Polymerase. Das RNA2-kodierte Protein stellt möglicherweise einen Glycoproteinprecursor dar, dessen zwei Glycoproteine in die Membranhülle des Virus eingebaut werden. Die RNA3 kodiert für das Nucleocapsidprotein des Virus. Die Funktion für das RNA4-kodierte p4-Protein ist bislang noch aufzuklären. Es existiert keine Sequenzhomologie zu Proteinen mit bekannter Funktion. Mit dieser molekularen Charakterisierung erfolgte die Namensgebung *European mountain ash ringspot-associated virus* (EMARaV) (MIELKE & MÜHLBACH 2007).

EMARaV weist Ähnlichkeiten zu Mitgliedern der Familie *Bunyaviridae* auf. Diese Homologien sind sowohl in den Sequenzen als auch in der Organisation des EMARaV als segmentiertes, negativ orientiertes RNA-Virus zu finden. Allerdings unterscheidet sich EMARaV durch die Anzahl der vorhandenen Genprodukte grundlegend von Vertretern der Familie *Bunyaviridae*. Daraus folgend wurde 2011 das neue Genus *Emaravirus* mit der Typspezies EMARaV vom *International Committee on Taxonomy of viruses* eingeführt (MÜHLBACH & MIELKE-EHRET 2011). Das *Fig mosaic virus* (FMV) und das *Rose rosette virus* (RRV) weisen Ähnlichkeiten bezüglich der Sequenz- bzw. Genomstruktur zum EMARaV auf, und wurden bereits in das Genus *Emaravirus* eingegliedert. Als weitere mögliche Mitglieder dieses Genus gelten das Maize red

stripe virus (MRSV), Pigeon pea sterility mosaic virus (PPSMV) und Raspberry leaf blotch virus (RLBV) (MIELKE-EHRET & MÜHLBACH 2012).

3 Verbreitung des Virus

3.1 Symptome

Auf die Erstbeschreibung der Symptome der Ringfleckigkeit der Eberesche in Deutschland (KEGLER 1960) folgte eine sporadische Dokumentation in anderen Ländern Europas (Tabelle 1) wie Finnland, Tschechien, Schweden und Großbritannien (JAMALAINEN 1957, POLÁK et al. 1990, COOPER 1993, VON BARGEN et al. 2013).

Das Syndrom der Ringfleckigkeit der Eberesche umfasst mehrere Symptome (Abbildung 1). Zu diesen zählen makroskopisch sichtbare Farb- und Formveränderungen sowie Absterbeerscheinungen. Sehr häufig treten Blattsymptome wie Scheckung (Abbildung 1A, 1B) und chlorotische Ringflecken (Abbildung 1D, 1E) auf, die je nach Standort, Vegetationszeitpunkt und Pflanzenart sehr unterschiedlich ausgeprägt sein können. Zudem treten weitere virus-verdächtige Blattsymptome, wie Adernvergilbung (Abbildung 1C), Schmalblättrigkeit von Blattfiedern (Abbildung 1G), Blattkräuselung (Abbildung 1H) sowie Eichenblattmuster (Abbildung 1I) an Blättern von Ebereschen auf, die vermutlich ebenfalls mit einer EMARaV-Infektion in Zusammenhang stehen.

Die beschriebenen charakteristischen Symptome treten dabei nicht an allen Blättern eines erkrankten Baumes auf, sie können unregelmäßig in der Baumkrone verteilt sein. Häufig weist beispielsweise nur eine Hälfte des Fiederblattes chlorotische Ringflecken und Scheckungen auf (Abbildung 1F, 2).

Zum Ende der Vegetationsperiode können die Symptome zudem durch eine virusinduzierte vorzeitige Seneszenz der Blätter bzw. durch Schäden maskiert werden, die durch andere biotische oder abiotische Faktoren verursacht sind. Eine visuelle Bonitur und der reproduzierbare Nachweis des Virus mittels eines zuverlässigen Diagnoseverfahrens sind daher notwendige Voraussetzungen für ein Monitoring.

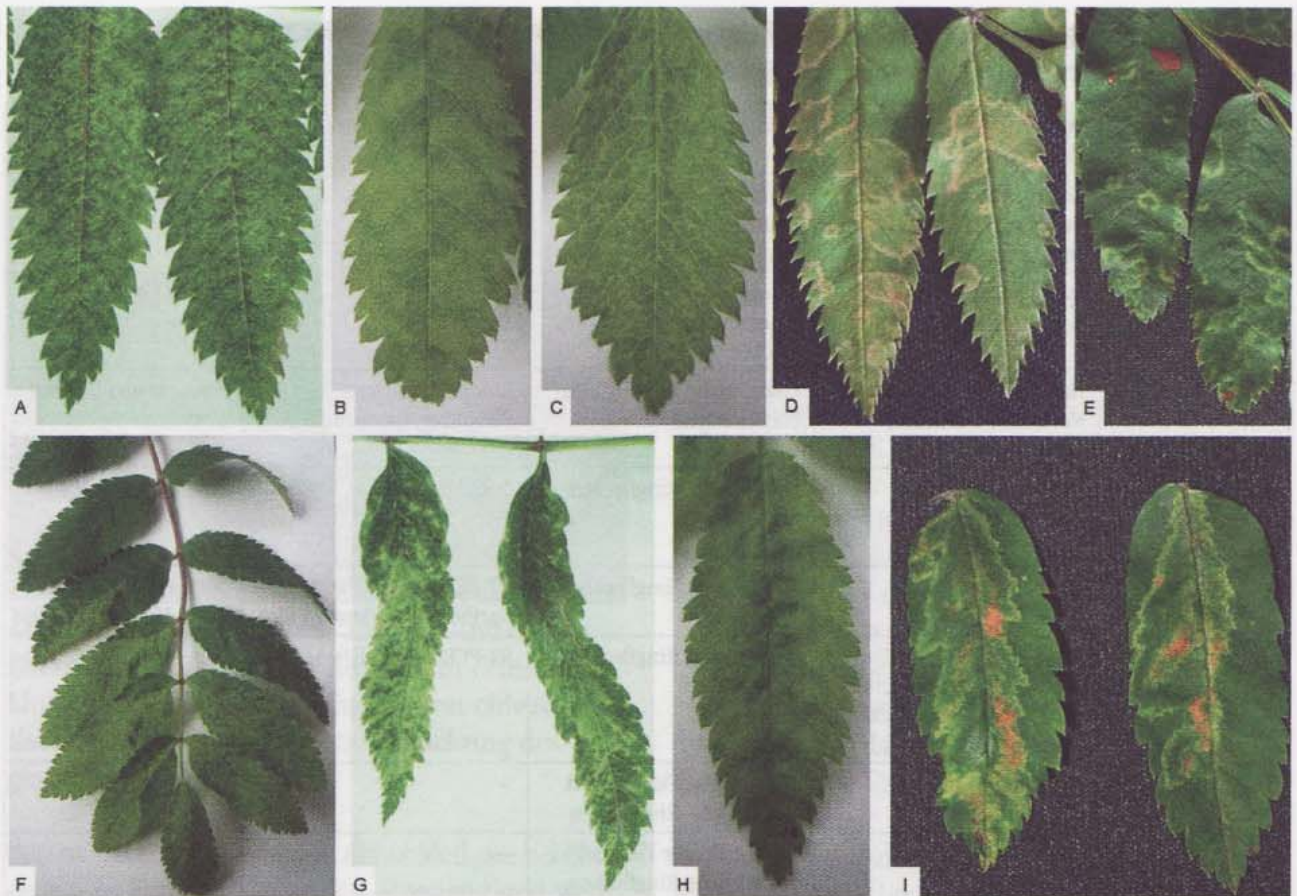


Abbildung 1: Symptome an Blättfiedern von *Sorbus aucuparia* A, B: Scheckung; C: Adernvergilbung; D: chlorotische Ringflecken auf hellem Grün; E: chlorotische Ringflecken auf dunklem Grün; F: Fiederblatt mit Ringflecken und Scheckungen; G: Scheckungen, Schmalblättrigkeit, Deformation der Blättfiedern; H: Blattkräuselung und Scheckungen; I: Eichenblattmuster und nekrotische Läsionen

3.2 Nachweis des EMARaV

Mit den Studien zur Charakterisierung des EMARaV ergaben sich verschiedene Möglichkeiten für die Detektion des Virus in der Eberesche (Tabelle 1).

Die Isolierung von virusspezifischer dsRNA aus Blattmaterial von Ebereschen ausgewählter urbaner und forstlich genutzter Standorte führte zum Nachweis von EMARaV in Schleswig-Holstein, Hamburg, Berlin und Baden-Württemberg (BENTHACK et al. 2005). Große Probenmengen sind erforderlich und das Verfahren ist recht aufwändig, so dass diese Methode für die routinemäßige Untersuchung ungeeignet ist.

Mit Kenntnis der Nukleotidsequenzen von EMARaV konnten *Primer* zum Nachweis der vier viralen

RNAs für den routinemäßigen Einsatz in der RT-PCR (Reverse Transkription-Polymerase-Kettenreaktion) entwickelt werden (MIELKE et al. 2008). Mit diesen *Primern* gelang der Nachweis von EMARaV in Blättern und Rinde von Ebereschen, die virusverdächtige Symptome zeigten. EMARaV konnte dabei zu unterschiedlichen Vegetationszeitpunkten in Ebereschen aus dem Raum Hamburg und einer Plantage in Tirol (Österreich) nachgewiesen werden. In Untersuchungen in Finnland wurden Ebereschen mit EMARaV-typischen Symptomen mittels Dot-Blot, bei dem die virale RNA durch Einsatz einer spezifischen Hybridisierungssonde nachgewiesen wird, untersucht (KALLINEN et al. 2009). Diese Methode zum Nachweis von EMARaV ist im Vergleich zur RT-PCR weniger sensitiv. Zum routinemäßigen Nachweis von EMARaV wird deshalb die RT-PCR bevorzugt eingesetzt. Eine Infek-

Tabelle 1: Auftreten von EMARaV-verdächtigen Symptomen und Nachweis des Virus in erkrankten Ebereschen in Europa

Land	Vorkommen (Bundesland/Region)	Symptombeschreibung	Nachweisverfahren	Referenz
Deutschland	Einzelbefunde bei Gartenvarietäten von <i>Sorbus aucuparia</i>	Buntblättrigkeit (gelbe Blattränder, gelbfleckige Blattspreiten)	Rindenschildchen-Pfropfung	BAUR 1907
	östliche Bundesländer	chlorotische Ringflecken, Linienmuster, chlorotische Flecken	Rindenschildchen-Pfropfung	KEGLER 1960
	Hamburg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Schleswig Holstein	chlorotische Ringflecken, Scheckungen	Rindenschildchen-Pfropfung, Okulation	FÜHLING und BÜTTNER 1998
	Hamburg, Schleswig Holstein, Berlin, Baden-Württemberg	chlorotische Ringflecken, Scheckungen	dsRNA-Analyse	BENTHACK et al. 2005
	Hamburg	chlorotische Ringflecken, Scheckungen	RT-PCR (RNA1-RNA4), Northern Blot, Western Blot	MIELKE und MÜHLBACH 2007, MIELKE et al. 2008
	Berlin, Mecklenburg-Vorpommern (Einzelbefund: Usedom), Bayern (Einzelbefund: Fichtelgebirge)	chlorotische Ringflecken, Scheckungen	RT-PCR (RNA2, RNA3)	diese Arbeit
Finnland	landesweit	chlorotische Flecken und chlorotische Ringflecken	–	JAMALAINEN 1957
	landesweit	Weiß-gelbliche Flecken, chlorotische Ringflecken, Linienmuster	–	COOPER 1993
	Mittel- und Südfinnland	chlorotische Ringflecken, Scheckungen, Nekrosen	RT-PCR (RNA3), Dot-Blot Hybridisierung (RNA3)	KALLINEN et al. 2009
	Rovaniemi	chlorotische Ringflecken, Scheckungen	RT-PCR (RNA2, RNA3)	diese Arbeit
Großbritannien	landesweit	Weiß-gelbliche Flecken, chlorotische Ringflecken, Linienmuster	–	COOPER 1993
Schottland	Perth and Kinross	Eichenblattmuster	–	unveröffentlicht
	Highland, Perth and Kinross, Stirling	chlorotische Ringflecken, Scheckungen	RT-PCR (RNA2, RNA3)	diese Arbeit
Österreich	Einzelbefund Plantage in Tirol	chlorotische Ringflecken, Scheckungen	RT-PCR (RNA1-RNA4)	MIELKE et al. 2008
Russland	Westkarelien (Viipuri)	chlorotische Ringflecken, Scheckungen	RT-PCR (RNA3), Dot-Blot Hybridisierung (RNA3)	KALLINEN et al. 2009
	Ostkarelien	chlorotische Ringflecken	RT-PCR (RNA3)	VALKONEN und RÄNNÄLI 2010
Schweden	Nord- und Mittelschweden	chlorotische Ringflecken, Scheckungen	RT-PCR (RNA1-RNA4)	VON BARGEN et al. eingereicht
	Südschweden (Köping, Stockholm)	chlorotische Ringflecken, Scheckungen	RT-PCR (RNA2, RNA3)	diese Arbeit
Tschechien	Mittel-Böhmen	chlorotische Ringflecken und chlorotische Flecken	–	POLAK et al. 1990
	Böhmisches Tiefland	chlorotische Ringflecken, Linienmuster, Panaschierung	–	POLAK und ZIEGLEROVA 1996
	Prag	chlorotische Ringflecken	RT-PCR (RNA1-RNA4)	GRIMOVÁ et al. 2011

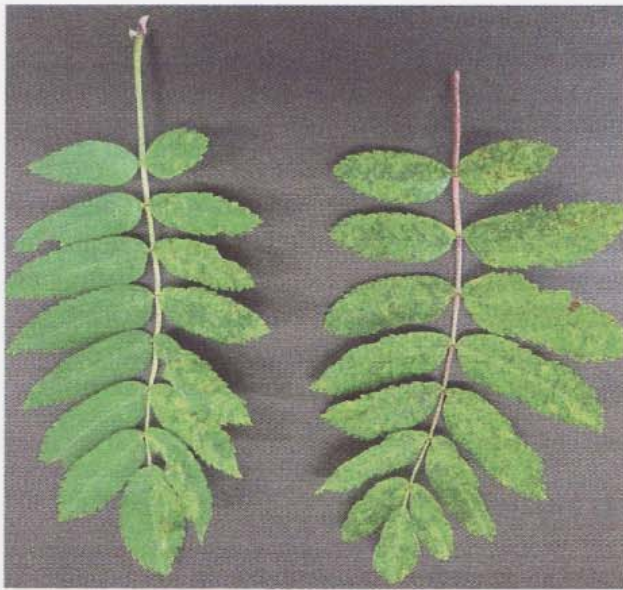


Abbildung 2: Blätter einer EMARaV-infizierten Eberesche vom Standort Rovaniemi (Finnland). Links: rechtsseitige Ausprägung von chlorotischen Ringflecken. Rechts: Scheckung des gesamten Fiederblattes

tion mit EMARaV konnte mit dieser Methode bei Ebereschen in Finnland, Schweden, Russland und weiteren Standorten in Deutschland nachgewiesen werden.

In neuesten Studien hat sich gezeigt, dass sich die virale RNA2 und RNA3 des Virus als Zielregion der Nukleinsäure-basierten Methode der RT-PCR besonders eignet. Zum einen, weil die virale RNA2 in höherer Kopienzahl im Ebereschengewebe vorliegt als die anderen Genomsegmente des EMARaV (SCHLATERMUND

2008), zum anderen weil durch die verwendeten *Primer* (MIELKE et al. 2008) lediglich kurze Fragmente in der RT-PCR generiert werden.

Beide *Primer*-Paare wurden 2011 und 2012 zur Untersuchung von Gesamt-RNA aus 19 Blattproben von Ebereschen mit Ringflecken und Scheckungen verschiedener Standorte in Schottland (Corrieshalloch Gorge, Dunvegan, Kinlochleven, Ullapool), Schweden (Köping, Stockholm), Finnland (Rovaniemi) und Deutschland (Berlin, Fichtelgebirge, Usedom) in der RT-PCR eingesetzt.

EMARaV konnte in 18 der 19 untersuchten Proben mit virusverdächtigen Symptomen nachgewiesen werden. In 14 Proben waren sowohl vRNA2 als auch vRNA3 nachweisbar, während in jeweils zwei Proben aus Schottland bzw. Deutschland lediglich eines der beiden Genomsegmente nachgewiesen wurde (Abbildung 3). Diese Ergebnisse dokumentieren, dass das Virus mit hoher Sicherheit mittels RT-PCR in Proben unterschiedlicher geographischer Herkunft nachgewiesen werden kann, wenn mindestens zwei verschiedene Ziel-RNAs (Genomsegmente) parallel amplifiziert werden.

3.3 Übertragung des EMARaV

Die natürlichen Übertragungswege des Virus sind bisher ungeklärt. In Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass das Virus durch Pflöpfung von EMARaV-

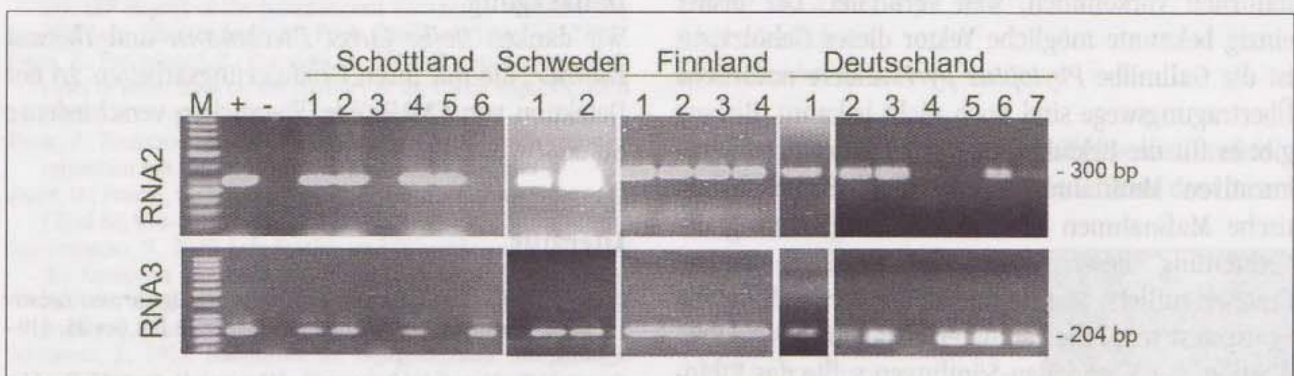


Abbildung 3: Nachweis von EMARaV aus Blättern von Ebereschen verschiedener europäischer Standorte durch Amplifikation eines 300 bp langen Fragmentes der viralen RNA2 (oben) bzw. eines 204 bp langen Fragmentes der viralen RNA3 (unten) in der RT-PCR, die im 1 %igen Agarosegel aufgetrennt wurden. (M) 50 bp DNA Ladder (Thermo Scientific); (+) Positivkontrolle: EMARaV-infizierte Eberesche; (-) Negativkontrolle: nicht EMARaV-infizierte Eberesche

infizierten Reisern auf eine nicht-infizierte Unterlage übertragen werden kann (FÜHRLING & BÜTTNER 1995). Eine krautige Indikatorpflanze konnte bisher nicht identifiziert werden. Eine vertikale Übertragung von EMARaV durch Samen und Pollen ist bisher nicht bekannt.

Für die EMARaV-verwandten Viren FMV, PPSMV, MRSV, RRV und RLBV konnte eine Übertragung durch Gallmilben (*Eriophyidae*) gezeigt werden (MIELKE-EHRET & MÜHLBACH 2012). Da EMARaV-infizierte Ebereschen häufig einen Befall mit Gallmilben aufweisen, sind diese bezüglich ihrer potentiellen Funktion als Vektor von Interesse. Die Gallmilben wurden als *Phytoptus pyri* identifiziert. Sie entwickeln sich in Gallen auf der Blattunterseite von Ebereschen. Innerhalb einer Galle finden sich unterschiedliche Entwicklungsstadien. Durch Immunofluoreszenz-Mikroskopie wiesen MIELKE-EHRET et al. (2010) das virale p3 Protein von EMARaV in 80 % der Gallmilben aus einer Galle nach. Zudem konnten neben den genomischen RNAs von EMARaV auch Kopien dieser RNAs im Vektor nachgewiesen werden. Daher wird eine propagative Übertragung des Virus durch die Gallmilbe angenommen (MIELKE-EHRET et al. 2010).

4 Wirtschaftliche Bedeutung/ Maßnahmen für die Bekämpfung

EMARaV ist in Ebereschen, die im Unterholz von Wäldern sowie in Anpflanzungen des öffentlichen Grüns natürlich vorkommen, weit verbreitet. Der bisher einzig bekannte mögliche Vektor dieses Gehölzvirus ist die Gallmilbe *Phytoptus pyri*. Andere natürliche Übertragungswege sind noch nicht bekannt. Bislang gibt es für die Bekämpfung von Pflanzenviren keine kurativen Maßnahmen. Ausschließlich prophylaktische Maßnahmen können zur Eindämmung der Verbreitung dieser Gehölzvirose ergriffen werden. Eine wesentliche Maßnahme ist die Verwendung von virusgetestetem Pflanzenmaterial. Bereits bei der Produktion von Ebereschen-Sämlingen sollte das Pflanzenmaterial mit regelmäßigen Stichproben auf eine Infektion mit EMARaV mittels RT-PCR untersucht werden. Eine visuelle Bonitur ergänzt das Verfahren. Infizierte Bäume sollten aus dem Bestand entfernt

werden, da eine weitere Verbreitung des Virus im Bestand nicht ausgeschlossen werden kann.

Die Gallmilbe *Phytoptus pyri* besiedelt neben *Sorbus aucuparia* weitere Mitglieder der Familie *Rosaceae*. Adulte Stadien der Gallmilbe können die Gallen verlassen und über große Entfernungen mit dem Wind verbreitet werden (SCHLIESSKE 1995). Eine Übertragung des EMARaV auf wirtschaftlich bedeutende Obstgehölze wie *Malus* spp. und *Pyrus communis* ist denkbar und bleibt zu untersuchen.

5 Fazit

EMARaV ist an *Sorbus aucuparia* in Nord- und Mitteleuropa sowohl im Forst als auch im öffentlichen Grün sehr weit verbreitet. Die Aufklärung der Übertragungswege ist von besonderer Bedeutung, um das Ausmaß der Verbreitung des Virus und die wirtschaftliche Bedeutung einschätzen und kontrollieren zu können. Neben der Übertragung durch den vermutlichen Vektor *Phytoptus pyri* müssen weitere Wege für die Verbreitung dieses Virus, wie zum Beispiel das Inverkehrbringen infizierter Pflanzen, die Verbreitung durch Saatgut, Pollen und andere Vektoren untersucht werden. Die Eberesche ist bisher die einzig bekannte Wirtspflanze des Virus. Eine Übertragung von EMARaV durch die Gallmilbe auf andere, zum Teil wirtschaftlich sehr bedeutende *Rosaceae* wie die Obstgehölze Apfel und Birne, ist unbedingt aufzuklären.

Danksagung

Wir danken Heike Luisa Dieckmann und Theresa Büttner, die mit ihren Graduierungsarbeiten an der Detektion von EMARaV in Ebereschen verschiedener Standorte beteiligt waren.

Literatur

- BAUR, E., 1907: Über infektiöse Chlorosen bei *Ligustrum*, *Laburnum*, *Fraxinus*, *Sorbus* und *Ptelea*. Ber Dt Bot Ges 25, 410–413.
- BENTHACK, W.; MIELKE, N.; BÜTTNER, C.; MÜHLBACH, H.-P., 2005: Double-stranded RNA pattern and partial sequence data indicate plant virus infection associated with the ringspot disease of European mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.). Arch Virol 150, 37–52.
- COOPER, J. L., 1993: Virus diseases of trees and shrubs, Chapman & Hall, London, 213 S.

- EBRAHIM-NESBAT, F.; IZADPANAH, K., 1992: Viruslike particles associated with ringfleck mosaic of mountain ash and a disease of raspberry in the Bavarian Forest. *Eur J For Pathol* 22, 1–10.
- FÜHRLING, M.; BÜTTNER, C., 1995: Transmission experiments of viruses to woody seedlings (*Quercus robur* L. and *Sorbus aucuparia* L.) by grafting and mechanical inoculation. *Eur J For Pathol* 25, 129–135.
- FÜHRLING, M.; BÜTTNER, C., 1998: Studien zum Auftreten der Ringfleckigkeit und Scheckung der Blätter von Ebereschen (*Sorbus aucuparia* L.). *Forstw Cbl* 117, 327–338.
- GRIMOVÁ, P.; RYSÁNEK, P.; ZOUHAR, M., 2011: First report of European mountain ash ringspot-associated virus in Czech Republic. *J Plant Pathol* 93, S4.86
- HAMBERG, L.; MALMIVAARA-LÄMSÄ, M.; LEHVÄVIRTA, S.; KOTZE, D., 2009: The effects of soil fertility on the abundance of rowan (*Sorbus aucuparia* L.) in urban forests. *Plant Ecol* 204, 21–32.
- JAMALAINEN, E. A., 1957: On plant virus diseases and viruslike diseases in Finland. *Publ Finnish State Agric Res Board* 158, 58.
- KALLINEN, A. K.; LINDBERG, I. L.; TUGUME, A. K.; VALKONEN, J. P. T., 2009: Detection, Distribution, and Genetic Variability of European mountain ash ringspot-associated virus. *Phytopathol* 99, 344–352.
- KEGLER, H., 1960: Das Ringfleckenmosaik der Eberesche (*Sorbus aucuparia* L.). *Phytopathol Z* 37, 214–216.
- MCGAVIN, W. J.; MITCHELL, C.; COCK, P. J. A.; WRIGHT, K. M.; MACFARLANE, S. A., 2012: Raspberry leaf blotch virus, a putative member of the genus Emaravirus, encodes a novel genomic RNA. *J Gen Virol* 93, 430–437.
- MIELKE, N.; MUEHLBACH, H.-P., 2007: A novel, multipartite, negative-strand RNA virus is associated with the ringspot disease of European mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.). *J Gen Virol* 88, 1337–1346.
- MIELKE, N.; WEBER, M.; KHAN, S.; MUEHLBACH, H.-P., 2008: Detection of European mountain ash ringspot-associated virus (EMARAV) in *Sorbus aucuparia* L. by a specific antiserum and reserve transcription-PCR. *For Path* 38, 371–380.
- MIELKE-EHRET, N.; THOMA, J.; SCHLATERMUND, N.; MÜHLBACH, H.-P., 2010: Detection of European mountain ash ringspot-associated virus-specific RNA and protein P3 in the pear leaf blister mite *Phytotus pyri* (Eriophyidae). *Arch Virol* 155 (6), 987–991.
- MIELKE-EHRET, N.; MÜHLBACH, H.-P., 2012: Emaravirus: A novel genus of multipartite, negative strand RNA plant viruses. *Viruses* 4, 1515–1536.
- MÜHLBACH, H.-P.; MIELKE-EHRET, N., 2011: Emaravirus. In: KING, A.; LEFKOWITZ, E.; ADAMS, M. J.; CARSTENS, E. B. (Hrsg.): *Virus Taxonomy: IXth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Elsevier Academic Press, San Diego/USA, 767–770.
- POLÁK, Z.; PROCHÁZKOVÁ, Z.; BRANIŠOVÁ, H., 1990: Recent findings of viruses of forest trees on the territory of the Czech Republic. *Arch Phytopathology and Plant Protect* 26, 389–393.
- POLÁK, Z.; ZIEGLEROVÁ, J., 1996: Towards ringspot and variegation in mountain ash leaves. *J Plant Dis Prot* 103, 432–435.
- RASPÉ, O.; FINDLAY, C.; JACQUEMART, A.-L., 2000: *Sorbus aucuparia* L. *J Ecol* 88, 910–930.
- SCHLATERMUND, N., 2008: Lokalisation und Quantifizierung der RNAs des European mountain ash ringspot-associated virus (EMARAV) in der Eberesche (*Sorbus aucuparia* L.). Universität Hamburg, Dissertation.
- SCHLISSKE, J., 1995: Gallmilben an Obstgewächsen: Morphologie und Symptomatologie. *Schriftenreihe der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft* 5, 288.
- VALKONEN, J. P. T.; RÄNNÄLI, M., 2010: First Report of European mountain ash ringspot-associated virus in *Sorbus aucuparia* from Eastern Karelia, Russia. *Plant Disease* 94, 921.
- VON BARGEN, S.; ARNDT, N.; ROBEL, J.; JALKANEN, R.; BUETTNER, C., 2013: Detection and genetic variability of European mountain ash ringspot-associated virus (EMARAV) in Sweden, im Druck.

Autoren

Dipl. Biol. Jenny Robel ist Doktorandin und Dr. rer. nat. Susanne von Barga und Dr. rer. nat. Martina Bandte sind wissenschaftliche Mitarbeiterinnen im Fachgebiet Phytomedizin. Prof. Dr. agr. Carmen Büttner ist Leiterin des Fachgebietes Phytomedizin.



Humboldt-Universität zu Berlin
 Department für Nutzpflanzen-Tierwissenschaften
 Fachgebiet Phytomedizin
 Lentzeallee 55/57
 14195 Berlin
 Tel. (0 30) 2 09 34 64 44
 phytomedizin@
 agrar.hu-berlin.de

Prof. Dr. rer. nat. Hans-Peter Mühlbach ist Professor (i. R.) für Botanik/Molekulare Genetik an der Universität Hamburg.

Biozentrum Klein Flottbek
 Obnborststr. 18
 22609 Hamburg
 Tel. (0 40) 4 28 16-5 18
 muehlbach@botanik.
 uni-hamburg.de

