

Heiko Ziebell

## Die Virusepidemie an Leguminosen 2016 – eine Folge des Klimawandels?

The virus epidemic on legumes 2016 – an effect of climate change?

### Zusammenfassung

Im Jahr 2016 kam es deutschlandweit zu einem Auftreten von Viruserkrankungen an Leguminosen mit teilweise erheblichen Schäden. Im gesamten Bundesgebiet wurde das Nanovirus *Pea necrotic yellow dwarf virus* (PNYDV) nachgewiesen, erstmals auch an Ackerbohnen, Linsen und Wicken. Bislang war die Verbreitung des Virus auf Gemüseerbsen in wenigen Befallsgebieten beschränkt. Da PNYDV und andere Leguminosen befallende Pflanzenviren hauptsächlich durch Blattläuse übertragen werden, ist mit milderen Wintern in Deutschland infolge des Klimawandels und der damit einhergehenden längeren Flugperiode und anholozyklischen Überwinterung von Blattläusen zukünftig mit einem vermehrten Auftreten von Viren an Leguminosen zu rechnen.

**Stichwörter:** Nanovirus, *Pea necrotic yellow dwarf virus*, Klimawandel, Viruserkrankungen, Virusvektoren, Blattläuse

### Abstract

In 2016, a country-wide virus outbreak was observed on legumes in Germany. Severe yield losses were reported in some cases. For the very first time, *Pea necrotic yellow dwarf virus* (PNYDV), a nanovirus, was not only found nationwide on peas in Germany but also infected faba beans, lentils and vetch. PNYDV was so far only found in few geographic regions of Germany. PNYDV as well as other legume-infecting viruses are mainly aphid-borne. It

is expected that climate change will lead to milder winters in Germany therefore aphid flight periods will be extended. Furthermore, more aphids can overwinter as adults thus potentially enhancing virus incidences on legumes.

**Key words:** Nanovirus, *Pea necrotic yellow dwarf virus*, climate change, viral diseases, virus vector, aphids

### Einleitung

Im Zuge des Klimawandels werden nicht nur höhere globale Durchschnittstemperaturen und höhere CO<sub>2</sub>-Werte in der Atmosphäre erwartet sondern auch eine Zunahme von Extremwetterereignissen, wie Sturm, Hitzewellen, Starkregen und Trockenperioden (C. ROSENZWEIG et al., 2001; R. JONES and M. BARBETTI, 2012). Dieses hat nicht nur direkte Auswirkungen auf Pflanzen und ihre Kulturführung sondern auch auf die Verbreitung und Auswirkung von Schaderregern dieser Kulturpflanzen. So ist zu erwarten, dass sich bekannte Schaderreger in Gebiete ausbreiten können, in denen sie sich aufgrund der klimatischen Bedingungen bislang nicht etablieren konnten (P.K. ANDERSON et al., 2004). Desweiteren können Phytopathogene insbesondere durch ihre Insektenvektoren in neue Habitate verschleppt werden und bei erfolgreicher Etablierung ein großes Gefahrenpotenzial erreichen. Dieses gilt vor allem für Viren, die für ihre Verbreitung zwingend auf Vektoren angewiesen sind (T. CANTO et al., 2009; J. NAVAS-CASTILLO et al., 2011). Für Mitteleuropa zeichnet sich deutlich ab, dass Blattläuse im Jahr infolge

### Institut

Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, Braunschweig

### Kontaktanschrift

Dr. Heiko Ziebell, Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, E-Mail: heiko.ziebell@julius-kuehn.de

### Zur Veröffentlichung angenommen

21. Dezember 2016

milderer Winter länger fliegen und auch virustragende Alttierte zunehmend anholozyklisch überwintern, was zu erhöhtem Infektionsdruck im Frühjahr führt (A. HABEKUSS et al., 2009b). Nicht zuletzt hat die Temperatur auch einen großen Einfluss auf die Virus-Wirt-Interaktion; die Symptomausprägung virusbefallener Pflanzen oder die Funktion von Resistenzgenen können unter wechselnden Temperaturbedingungen dramatisch verändert werden (J.A. DEBOCK and P.G.M. PIRON, 1977; J. MALAMY et al., 1992; K.M. WRIGHT et al., 2000; Y. ZHU et al., 2010).

Im Jahr 2016 kam es in Deutschland zu einem epidemieartigen Auftreten von Viruserkrankungen an Leguminosen, die in diesem Maße in den vorherigen Jahren nicht beobachtet wurden. Dabei spielten insbesondere Viren eine Rolle, die für ihre Verbreitung hauptsächlich auf Blattlausvektoren angewiesen sind.

### Virusuntersuchungen an Leguminosen in Deutschland

**Ergebnisse von Stichprobenuntersuchungen 2012–2015**  
Im Zeitraum 2012–2015 wurden am Julius Kühn-Institut (JKI) Stichprobenuntersuchungen auf Virusbefall vor allem an Gemüseerbsen durchgeführt. Hintergrund war das Auftreten einer neuen Viruserkrankung mit Nanoviren im Jahre 2009 (I. GRIGORAS et al., 2010), deren Verbreitung innerhalb Deutschlands untersucht wurde. Im Probezeitraum wurden symptomtragende Pflanzen mittels ELISA auf das Vorkommen von Enamo-, Luteo-, Polero- Carla-, Nano- und Potyviren untersucht. Dominierendes Virus in den Gemüseerbsen war mit Abstand das Enamovirus *Pea enation mosaic virus* (PEMV), welches in fast allen Proben zu finden war. Die zweitwichtigste Gruppe stellten die Luteo- und Poleroviren, insbesondere *Bean leafroll virus*, *Turnip yellows virus* und *Soybean dwarf virus* dar. Sie waren in ca. einem Drittel der Proben zu finden. Die Verbreitung von Nanoviren blieb bis 2015

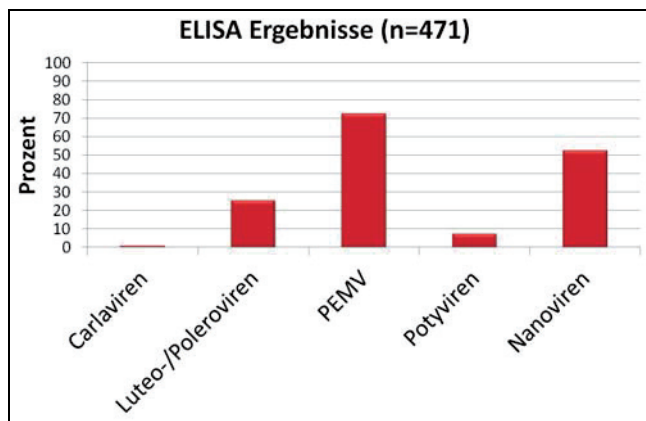
auf das Erstfundgebiet in Sachsen-Anhalt sowie auf die Gemüseerbsenproduktionsgebiete in Sachsen beschränkt, mit jeweils nur wenigen infizierten Pflanzen. Eine Untersuchung von Ackerbohnen in Niedersachsen im Jahr 2013 zeigte ein ähnliches Bild. Am häufigsten konnte das PEMV nachgewiesen werden, gefolgt von Luteo- und Polero- sowie in einem geringen Umfang Potyviren; ein Befall mit Nanoviren konnte nicht bestätigt werden. Insgesamt traten jedoch Viruserkrankungen an Ackerbohnen in einem nur geringen Maße auf.

### Ergebnisse der Stichprobenuntersuchungen 2016

Ende Juni/Anfang Juli 2016 erreichten das JKI zahlreiche Anfragen von Pflanzenzüchtern, Pflanzenschutzdiensten und Beratern bezüglich symptomtragender Pflanzen in Ackerbohnenbeständen. Es waren Befallsnester mit stark vergilbten und gestauchten Pflanzen beobachtet worden (Abb. 1). Aufgrund der Symptomatik wurde eine Infektion mit Nanoviren vermutet. Einem Aufruf zur Probeneinsendung wurde deutschlandweit Folge geleistet, so dass über 460 Proben von Ackerbohnen, Protein- und Gemüseerbsen bestehend aus gepoolten Einzelpflanzen serologisch auf typische Leguminosenviren getestet werden konnten (Abb. 2). In einem sehr geringen Umfang wurden auch Linsen und Lupinen in die Untersuchungen einbezogen. Wie in den vorherigen Jahren wurde auch 2016 das PEMV in der Mehrzahl der Proben nachgewiesen (Abb. 2). Auch die Gruppe der Luteo- und Poleroviren war in einem guten Viertel der Einsendungen nachweisbar. Darüber hinaus wurde erstmals ein deutschlandweiter Befall mit einem Nanovirus an Ackerbohnen, Erbsen und Linsen registriert (Abb. 2). Weiterführende molekularbiologische Untersuchungen bestätigten, dass es sich bei dem in Deutschland auftretenden Nanovirus um das *Pea necrotic yellow dwarf virus* (PNYDV) handelte (Y. GAAFAR et al., 2016).



**Abb. 1.** Einsendungen von Ackerbohnen, in denen ein Befall mit *Pea necrotic yellow dwarf virus* nachgewiesen wurde. Typische Symptome eines Befalls mit diesem Nanovirus sind starke Vergilbungen und Verkrüppelungen der Blätter, insbesondere an den Triebspitzen; Pflanzen können stark verzweigt wirken und können im weiteren Infektionsverlauf komplett absterben.



**Abb. 2.** Ergebnisse der Stichprobenuntersuchungen an Leguminosen 2016. Untersucht wurden 471 Proben, die sich zum größten Teil aus Ackerbohnen und Erbsen (461 Proben) zusammensetzten. Zusätzlich wurden Linsen und Lupinen untersucht. Größtenteils wurden mehrere Einzelpflanzen für eine Probe gepoolt. In der Mehrzahl der Proben wurde ein Befall mit *Pea enation mosaic virus* (PEMV) nachgewiesen; in mehr als der Hälfte der Proben wurde ein Befall mit Nanoviren gefunden. In einem Viertel der Proben wurden Luteo-/Polveroviren festgestellt. Nur wenige Proben waren mit Poty- oder Carlaviren infiziert. Leguminosenviren können auch als Mischinfektionen in Einzelpflanzen vorkommen. Abbildung erstellt von Yahya Gaafar, Julius Kühn-Institut, Braunschweig.

## Nanoviren

### Geografische Verbreitung

Nanoviren sind seit langem als Schaderreger an Leguminosen bekannt. Über ihr Auftreten wurde vor allem aus Australien, Asien, dem Mittleren Orient und dem Mittelmeer-Raum berichtet (H.J. VETTEN et al., 2012; H. ZIEBELL, 2014, 2015). Insbesondere in Nordafrika richteten sie in der Vergangenheit verheerende Schäden bei Ackerbohnen an, mit Ertragsverlusten von 80 bis 90% (K.M. MAKKOUK et al., 1994; K. MAKKOUK et al., 2012). Nach dem Erstnachweis eines Nanovirus in Deutschland im Jahr 2009 wurden auch in Schweden, Serbien, Ungarn und Österreich Nanoviren nachgewiesen (I. GRIGORAS et al., 2014). In Österreich nahmen die Ausbreitung und die Nanovirus-bedingten Ernteausfälle an Gemüseerbsen in den letzten Jahren insbesondere im Ökolandbau erheblich zu (N. FRIEDRICH, pers. comm., H. ZIEBELL und N. FRIEDRICH, 2014).

### Übertragungswege

Nanoviren werden ausschließlich über Blattläuse, nicht aber mit dem Saatgut übertragen (H.J. VETTEN et al., 2012). Bislang konnte die Grüne Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum*) als Hauptüberträgerin identifiziert werden. Weniger effiziente Vektoren des PNYDV sind die Schwarze Bohnenlaus (*Aphis fabae*), die Kunderbohnenlaus (*Aphis craccivora*) sowie die Wickenblattlaus (*Megoura viciae*) (unveröffentlichte Arbeiten). Die Übertragung findet persistent-zirkulativ statt, was bedeutet, dass die Blattläuse mehrere Stunden bis Tage an infizierten Pflanzen saugen müssen, um die Viruspartikel aufneh-

men zu können. Die Viruspartikel müssen dann innerhalb der Blattläuse zirkulieren, bevor sie in den Speicheldrüsen akkumulieren und an gesunde Pflanzen abgegeben werden können (A. FRANZ et al., 1998). Auch PEMV sowie Luteo- und Poleroviren werden persistent-zirkulativ übertragen. Durch die langen Saugzeiten, die zur erfolgreichen Infektion notwendig sind, könnte ein rechtzeitiger Insektizideinsatz mit systemischen Mitteln die Infektionskette unterbrechen; eine Option, die dem ökologischen Landbau nicht zur Verfügung steht und im konventionellen Anbau aufgrund der geringen Verfügbarkeit geeigneter Pflanzenschutzmittel sowie auftretender Insektizidresistenzen immer schwieriger erscheint. Es ist bislang unklar, ob Nanoviren in Winterformen von Blattläusen (Adulte, Eier) überdauern können.

### Wirtspflanzen

Der Wirtskreis von Nanoviren beschränkt sich bislang ausschließlich auf Mitglieder der Familie der Schmetterlingsblütler (*Fabaceae*). Unter experimentellen Bedingungen wurden zahlreiche Wirtspflanzen identifiziert, wie z.B. Erbse, Ackerbohne, Sommerwicke, Platterbse, Kichererbse, Linse sowie einige Steinkleearten. Als nicht-anfällig gelten bislang *Phaseolus*-Bohnen, Kuh- und Mungbohnen, Weiß- und Rotklee sowie Lupinen. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass es sich hierbei um einen Vektoreffekt handelt, da die Übertragungversuche bislang ausschließlich mit *Acyrtosiphon pisum* durchgeführt wurden; diese Blattlausart ist an Erbse und Ackerbohne adaptiert.

Die Nutzung von PNYDV-anfälligen Leguminosenarten in Zwischenfrucht- und Gründüngungsmischungen ist nach den Erkenntnissen des Jahres 2016 sehr kritisch zu sehen. Entsprechende Bestände können Virusreservoir darstellen und damit die Produktion von Erbsen und Ackerbohnen erheblich gefährden. Noch Ende September 2016 wurde ein starker Blattlausbefall auf Zwischenfruchtflächen mit Sonnenblumen, Ackerbohnen, Erbsen, Sommerwicken, Lupinen, *Phacelia* und anderen Pflanzenarten beobachtet (Abb. 3). Virus-typische Symptome traten an Ackerbohnen, Erbsen und Sommerwicken auf; eine Überprüfung des Virusstatus mittels ELISA bestätigte auch hier einen starken Befall mit PEMV und PNYDV. Daher muss grundsätzlich beachtet werden, dass von virusanfälligen Zwischenfrüchten eine Infektionsgefahr für verschiedenste Kulturpflanzen ausgehen kann.

### Ausblick

Durch veränderte klimatische Bedingungen ist mit einem vermehrten Auftreten von Virusvektoren, vor allem Blattläusen, zu rechnen. Die relativ milden Winter der letzten Jahre sowie die starke Ausweitung des Leguminosenanbaus (Tab. 1) in Deutschland mögen dazu beigetragen haben, dass blattlausübertragene Leguminosenviren ausreichend Vektoren und Wirtspflanzen zur Verfügung hatten, um einen massiven Befall in 2016 hervorzurufen. Für Getreidekulturen wurde in der Vergangenheit bereits ein



**Abb. 3.** Links: Erbsenpflanze in einer Zwischenfruchtmischung mit starkem Befall mit der Grünen Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum*). Rechts: Sommerwicke befallen von der Wickensblattlaus (*Megoura viciae*). In diesen Beständen wurde ein Befall mit *Pea enation mosaic virus* und *Pea necrotic yellow dwarf virus* nachgewiesen.

**Tab. 1.** Anbaufläche ausgewählter Leguminosenarten in Deutschland (in 1.000 ha). (ANONYM, 2016)

Kulturart	2012	2016 (vorl.)
Ackerbohne	15,8	40,5
Körnererbse (ohne Gemüseerbse)	44,8	86,5
Süßlupine	17,9	28,9
Summe	78,5	155,9

Zusammenhang zwischen milden Wintern, dem Auftreten von Blattläusen und erhöhtem Virusbefall bestätigt (A. HABEKUSS et al., 2009a); ein ähnliches Bild ist für blattlausübertragene Leguminosenviren zu erwarten. Die Erfahrungen aus dem nordafrikanischen Raum sowie aus Österreich zeigen, dass sich die Virusproblematik in den kommenden Jahren noch verschärfen kann. Da die Vektorbekämpfung aufgrund der geringen Anzahl zugelassener Pflanzenschutzmittel nur bedingt möglich und im Ökolandbau ohnehin nicht erlaubt ist und virusresistente Sorten von Erbse, Ackerbohne oder anderen Leguminosen nicht vorhanden sind, muss zukünftig mit einem verstärkten Auftreten von Viruserkrankungen an diesen Kulturen gerechnet werden.

### Danksagung

Ich bedanke mich bei Petra LÜDDECKE, Petra BAUER, Angelika SIEG-MÜLLER, Oriana KÖHLER, Lisa HUSMANN sowie Yahya GAUFAR für exzellente technische Assistenz und Thomas KÜHNE und Wolfgang MAIER für intensive Diskussionen.

### Literatur

- ANDERSON, P.K., A.A. CUNNINGHAM, N.G. PATEL, F.J. MORALES, P.R. EPSTEIN, P. DASZAK, 2004: Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers. *Trends in Ecology and Evolution* **19**, 535-544.
- ANONYM, 2016: Eiweißpflanzenstrategie. [http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Ackerbau/\\_Texte/Eiweisspflanzenstrategie.html](http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Pflanzenbau/Ackerbau/_Texte/Eiweisspflanzenstrategie.html). (Stand: 06.12.2016).
- CANTO, T., M.A. ARANDA, A. FERERES, 2009: Climate change effects on physiology and population processes of hosts and vectors that influence the spread of hemipteran-borne plant viruses. *Global Change Biology* **15**, 1884-1894.
- DEBOKX, J.A., P.G.M. PIRON, 1977: Effect of temperature on symptom expression and relative virus concentration in potato plants infected with potato virus Y<sup>N</sup> and Y<sup>0</sup>. *Potato Research* **20**, 207-213.
- FRANZ, A., K.M. MAKKOUK, H.J. VETTEN, 1998: Acquisition, retention and transmission of faba bean necrotic yellows virus by two of its aphid vectors, *Aphis craccivora* (Koch) and *Acyrtosiphon pisum* (Harris). *Journal of Phytopathology* **146**, 347-355.
- GAUFAR, Y., S. GRAUSGRUBER-GRÖGER, H. ZIEBELL, 2016: *Vicia faba*, *V. sativa*, and *Lens culinaris* as new hosts for *Pea necrotic yellow dwarf virus* in Germany and Austria. *New Disease Reports* **34**, 28.
- GRIGORAS, I., A.I.D. GINZO, D.P. MARTIN, A. VARSANI, J. ROMERO, A.C. MAMMADOV, I.M. HUSEYNOVA, J.A. ALIYEV, A. KHEYR-POUR, H. HUSS, H. ZIEBELL, T. TIMCHENKO, H.J. VETTEN, B. GRONENBORN, 2014: Genome diversity and evidence of recombination and reassortment in nanoviruses from Europe. *Journal of General Virology* **95**, 1178-1191.
- GRIGORAS, I., B. GRONENBORN, H.J. VETTEN, 2010: First report of a nanovirus disease of pea in Germany. *Plant Disease* **94**, 642.

- HABEKUSS, A., C. RIEDEL, E. SCHLIEPHAKE, F. ORDON, 2009a: Breeding for resistance to insect-transmitted viruses in barley – an emerging challenge due to global warming. *Journal of Cultivated Plants* **61**, 53-61.
- HABEKUSS, A., E. SCHLIEPHAKE, M. JUERGENS, C. RIEDEL, R. THIEME, J. SCHUBERT, F. ORDON, 2009b: Virusvektoren und insektenübertragene Viren – Klimawandel und Züchtung. In: FREIBAUER, A., B. OSTERBURG (Eds.), *Aktiver Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel – Beiträge der Agrar- und Forstwirtschaft*, Braunschweig, p. 140.
- JONES, R., M. BARBETTI, 2012: Influence of climate change on plant disease infections and epidemics caused by viruses and bacteria. *CAB reviews* **7**, 1-31.
- MAKKOUK, K., H. PAPPU, S.G. KUMARI, 2012: Virus diseases of peas, beans, and faba bean in the Mediterranean region. *Viruses and virus diseases of vegetables in the Mediterranean basin* **84**, 367-402.
- MAKKOUK, K.M., L. RIZKALLAH, M. MADKOUR, M. EL-SHERBEENY, S.G. KUMARI, A.W. AMRITI, M.B. SOLH, 1994: Survey of faba bean (*Vicia faba* L.) for viruses in Egypt. *Phytopathologia Mediterranea* **33**, 207-211.
- MALAMY, J., J. HENNIG, D.F. KLESSIG, 1992: Temperature-dependent induction of salicylic acid and its conjugates during the resistance response to tobacco mosaic virus infection. *The Plant Cell* **4**, 359-366.
- NAVAS-CASTILLO, J., E. FIALLO-OLIVÉ, S. SÁNCHEZ-CAMPOS, 2011: Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. *Annual Review of Phytopathology* **49**, 219-248.
- ROSENZWEIG, C., A. IGLESIAS, X.B. YANG, P.R. EPSTEIN, E. CHIVIAN, 2001: Climate change and extreme weather events; implications for food production, plant diseases, and pests. *Global Change and Human Health* **2**, 90-104.
- VETTEN, H.J., J.L. DALE, I. GRIGORAS, B. GRONENBORN, R. HARDING, J.W. RANGLES, Y. SANO, J.E. THOMAS, T. TIMCHENKO, H.-H. YEH, 2012: Family *Nanoviridae*. In: King, A.M.Q., Adams, M.J., Carstens, E.B., Lefkowitz, E.J. (Eds.), *Virus Taxonomy – Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Amsterdam, Elsevier, pp. 395-404.
- WRIGHT, K.M., G.H. DUNCAN, K.S. PRADEL, F. CARR, S. WOOD, K.J. OPARKA, S.S. CRUZ, 2000: Analysis of the N gene hypersensitive response induced by a fluorescently tagged *Tobacco mosaic virus*. *Plant Physiology* **123**, 1375-1386.
- ZHU, Y., W. QIAN, J. HUA, 2010: Temperature modulates plant defense responses through NB-LRR proteins. *PLOS Pathogens* **6**, e1000844.
- ZIEBELL, H., 2014: Nanoviren – nun auch in Mitteleuropa. *Gemüsebaupraxis* **21** (3), 12-13.
- ZIEBELL, H., 2015: Kleines Virus – großer Schaden. *ForschungsReport spezial Ökologischer Landbau* **4**, 6-7.
- ZIEBELL, H., N. FRIEDRICH, 2014: Nanoviren sind auf dem Vormarsch. *Der Pflanzenarzt* **67** (4), 21-23.