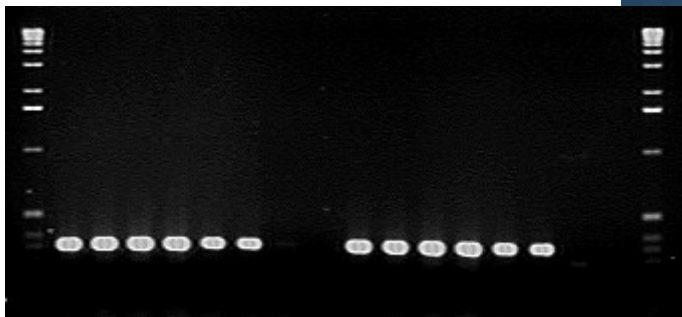
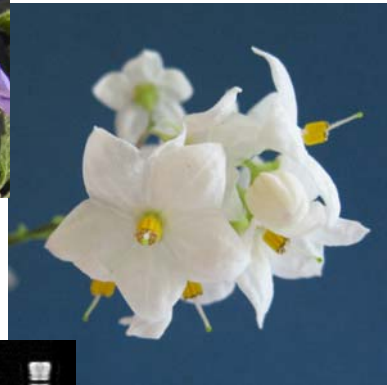


# Kartoffelspindelknollen-Viroid (Potato spindle tuber viroid)

## Eine neue Gefahr für Solanaceen-Zierpflanzen



## Das Kartoffelspindelknollen-Viroid

Das Kartoffelspindelknollen-Viroid (Potato spindle tuber viroid = PSTVd) ist ein submikroskopisch kleiner Schaderreger, der – wie alle Viroide – ausschließlich aus seinem Erbmateriale (zirkuläre, einzelsträngige Ribonukleinsäure = RNA) besteht. Im Gegensatz zu Viren ist keine Eiweißhülle vorhanden. Das PSTVd kann sich nicht selbständig vermehren und ist für seine Vervielfältigung auf Wirtspflanzen angewiesen. Der natürliche Wirtspflanzenkreis ist relativ klein. Natürliche Wirtspflanzen stammen vor allem aus der Familie der Nachtschattengewächse (*Solanaceae*); als wichtige Beispiele sind Kartoffeln und andere *Solanum*-Arten sowie Tomate zu nennen. Bei Befall an Kartoffeln und Tomaten können in Abhängigkeit von der Sorte, den Umwelt- und Anbaubedingungen sowie dem PSTVd-Stamm mehr oder weniger massive Schädigungen auftreten. Teilweise sind gravierende Ertragsverluste zu verzeichnen. An Kartoffeln kann es zu gestörtem Wachstum und einer Reduktion der Pflanzengröße kommen. Ferner können die typischen kleinen, spindel- oder hantelförmigen Knollen mit auffälligen Augen entstehen. Die Stärke der Symptome kann von Generation zu Generation zunehmen. An Tomate sind neben der charakteristischen Verbüschelung ("bunchy top") auch Verzweigung, Vergilbung der Blätter sowie Blattverdrehungen und -kräuselungen besonders im oberen Bereich zu beobachten. Die Früchte bleiben klein oder die Fruchtausbildung kann bei frühzeitiger Infektion im Jugendstadium der Pflanze sogar vollständig unterbleiben. Des Weiteren können Unkräuter aus der Familie der *Solanaceae*, z. B. der Schwarze Nachtschatten (*Solanum nigrum*), mit PSTVd infiziert sein. Experimentell, d. h. nach künstlicher Inokulation in Versuchen, kann das Viroid auf 94 Pflanzenarten aus 31 Familien übertragen werden.

## Aktuelle Problematik

Das PSTVd ist zwar weltweit verbreitet, wurde jedoch in den Jahren vor 2006 in verschiedenen Mitgliedstaaten der EU nur gelegentlich in Kartoffel- und Tomatenkulturen nachgewiesen. In einer bundesweiten Erhebung in den Jahren 2004 und 2005 an Kartoffelzuchtmaterial wurde in keiner einzigen von über 1000 Proben PSTVd gefunden.



Das Problem „PSTVd“ wurde aber akut, als im Juni 2006 in den Niederlanden erstmals an Zierpflanzen aus der Familie der *Solanaceae* Infektionen entdeckt wurden. Zwischenzeitlich wurde in anderen EU-Mitgliedstaaten ebenfalls PSTVd an Solanaceen-Zierpflanzen festgestellt. Es handelt sich dabei vor allem um *Solanum jasminoides*, *S. (Lycianthes) rantonnetii* und *Brugmansia (Datura)*-Arten.

PSTVd-infizierte Zierpflanzen zeigen keine Symptome, d. h. der Befall ist latent und mit dem Auge nicht erkennbar. Diese Pflanzen sind eine gefährliche, unerkannte Infektionsquelle für andere Solanaceen im Betrieb.

Auch ohne sichtbare Schäden an Solanaceen-Zierpflanzen wird die Gesamtsituation als bedrohlich eingestuft, denn das Übergreifen des PSTVd-Befalls auf Kartoffel- und Tomatenbestände und daraus resultierende wirtschaftliche Verluste können nicht ausgeschlossen werden. Deshalb ist strikt darauf zu achten, eine mögliche Verschleppung des Viroids in Tomaten- und Kartoffelkulturen zu unterbinden.

Insgesamt kann die Befallslage in Deutschland derzeit nicht vollständig beurteilt werden. In Anbetracht der Vorkommnisse in anderen EU-Staaten und der bisher aus Deutschland vorliegenden Ergebnisse ist davon auszugehen, dass die Lage prekär ist. Zur Abklärung der Verbreitung des PSTVd wurde ein Monitoring-Programm aufgenommen, in das neben Zierpflanzen auch Wildpflanzen und Unkräuter der Familie der *Solanaceae* einbezogen werden.

## **Nationale und international geltende Regelungen**

Um eine weitere Gefährdung durch PSTVd auszuschließen, sind spezielle Maßnahmen zu ergreifen, die in der deutschen Pflanzenbeschau-Verordnung, basierend auf der Richtlinie 2000/29/EG, geregelt sind. PSTVd ist im Anhang I A I (d) Nr. 2 (e) dieser Richtlinie aufgeführt und unterliegt demzufolge strengen Quarantänebestimmungen. Diese sind unabhängig von bestimmten Wirtspflanzen und Warenkategorien einzuhalten. Die Regelungen betreffen folglich nicht nur Vermehrungs-, sondern auch Endverbrauchsware. Der Schaderreger darf weder in die EU eingeführt noch verbreitet werden, woraus ein Handels- und Verbringungsverbot für alle Pflanzen und Pflanzenteile resultiert, die mit PSTVd infiziert sind. Bei der Einfuhr von Solanaceen-Pflanzen aus Drittländern, die zum Anbau bestimmt sind, greifen darüber hinaus weitere Anordnungen, die in Anhang IV der Richtlinie 2000/29/EG beschrieben sind. Die Mitgliedstaaten sind verpflichtet, alle notwendigen Maßnahmen zu ergreifen, um einen bestehenden Befall zu tilgen.

Die Abgabe von Pflanzen, Stecklingen, Stammstücken oder Saatgut von *Brugmansia* spp. und *S. jasminoides* aus Vermehrungs- und Jungpflanzenbetrieben ist nur zulässig, wenn diese vorher getestet wurden oder direkt von untersuchten Mutterpflanzen abstammen und eine nachträgliche Infektion mit PSTVd ausgeschlossen werden kann. Befallene Pflanzen und Bestände müssen umgehend vernichtet werden, so dass keine weitere Gefahr von ihnen ausgeht.

### **Meldepflicht**

Beim Auftreten von PSTVd besteht Meldepflicht. Wird PSTVd-Befall oder Verdacht darauf festgestellt – dabei kann es sich auch um Untersuchungsergebnisse eines Privatlabors handeln – ist dies in jedem Fall dem jeweiligen Pflanzenschutzdienst mitzuteilen. In Bayern ist das Institut für Pflanzenschutz der LfL die zuständige Einrichtung.

## **Übertragungswege**

Eine Verbreitung von PSTVd über weite Entfernungen hinweg erfolgt durch den Handel PSTVd-infizierter Pflanzen oder Pflanzenteile (z. B. Stecklinge) und Knollen. Wird PSTVd erst einmal in einen Betrieb eingeschleppt, so ist davon auszugehen, dass der Befall ohne Vorsichtsmaßnahmen rasch alle Solanaceen-Bestände erfasst. PSTVd-infizierte Pflanzen stellen eine gefährliche Infektionsquelle im Betrieb dar. Das Viroid wird sehr effektiv durch vegetative Vermehrung - beispielsweise bei der Stecklingsproduktion - von der Mutterpflanze auf die Nachkommenschaft weitergegeben. Eine äußerst wichtige Rolle spielt ferner die mechanische Verschleppung. Bei allen Kulturarbeiten besteht demzufolge ein überaus großes Risiko, bislang gesunde Pflanzen zu verseuchen. Die Verbreitung von PSTVd durch kontaminierte Maschinen, Schneidewerkzeuge und andere Gerätschaften, aber auch über kontaminierte Kleidung oder durch bloße Berührung mit der Hand ist vielfach nachgewiesen. Zudem kann der Kontakt infizierter Pflanzen mit gesunden zu Neuinfektionen führen. Obwohl die meisten Untersuchungen zur Übertragung von PSTVd bislang an Kartoffeln

und Tomaten durchgeführt wurden, ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse auch auf Solanaceen-Zierpflanzen zutreffen. Jüngste Versuche der LfL ergaben, dass PSTVd mechanisch leicht von infizierten *S. jasminoides*-Pflanzen auf Tomatenpflanzen zu übertragen ist und diese in der Folge unter Ausbildung von Symptomen erkranken (gestauchter Wuchs, Chlorosen, Blattaufwölbungen): So führte das Aufbringen von PSTVd-haltigem *S. jasminoides*-Pflanzensaft auf verletzte Tomatenblätter wie auch das Abreiben der Blattoberfläche mit der Hand bzw. den Fingern, mit denen unmittelbar davor über PSTVd-infizierte *S. jasminoides*-Blätter gestrichen worden war, zur Erkrankung der gesamten Pflanze.

PSTVd kann bei Kartoffel und anderen Kulturen über den Samen weitergegeben werden. Der Anteil infizierter Samen kann bis zu 100 % betragen. Außerdem können auch Pollen und Eizellen mit PSTVd beladen sein.

In Experimenten wurde gezeigt, dass PSTVd zu einem geringen Anteil durch Blattläuse verbreitet werden kann, sofern eine gleichzeitige Infektion mit dem Kartoffelblattroll-Virus (Potato leafroll virus = PLRV) vorliegt. An der LfL konnte in einer *S. jasminoides*-Pflanze eine Doppelinfektion mit PSTVd und PLRV nachgewiesen werden. Welche Bedeutung der Blattlausübertragung von PSTVd in der Praxis tatsächlich zukommt, kann derzeit nicht beurteilt werden. Das davon ausgehende Risiko wird als relativ gering eingeschätzt.

## **Infektionsquellen - nach derzeitigem Kenntnisstand**

- PSTVd-infizierte Samen, Pflanzen, Pflanzenteile und Knollen von Solanaceen
- Reste PSTVd-infizierter Pflanzen, die unmittelbar mit kultivierten Pflanzen in Berührung kommen
- kontaminierte Werkzeuge und Messer
- kontaminierte Hände und Kleidung
- verseuchte Maschinen und Gerätschaften, die mit gesunden Pflanzen direkt in Kontakt gelangen (z. B. Pflanzenschutzgeräte, Dünge- und Gießeinrichtungen)
- geringere Bedeutung: kontaminierte Pflanzenreste im Substrat, Pflanzgefäße, Stellflächen, Lagereinrichtungen, Nährlösungen und Wasser

## **Schutzmaßnahmen**

Eine direkte biologische oder chemische Bekämpfung des PSTVd ist nicht möglich und resistente Sorten sind derzeit nicht vorhanden. Die beste Waffe gegen das PSTVd ist deshalb, eine Einschleppung in den Betrieb von vorneherein zu verhindern. Generell sollten ausschließlich Pflanzen zugekauft werden, deren Befallsfreiheit amtlich festgestellt wurde. Umfassende Vorbeugemaßnahmen, die nachfolgend erläutert werden, schützen die Bestände in einem Betrieb. Sollte der Erreger dennoch auftreten, so verhindern eine frühzeitige Diagnose und entsprechende Vorkehrungen, dass sich der Befall in einem Betrieb weiter manifestiert.

In die Schutzmaßnahmen einzubeziehen sind

- alle Züchtungsarbeiten
- die Produktion von Mutterpflanzen
- die Produktion von Vermehrungsmaterial (z. B. Stecklinge, Stammstücke)
- die Produktion von Jungpflanzen
- die Produktion von Halbfertig- und Endverbrauchsware

## **Aufbau PSTVd-freier Pflanzenbestände**

Die Bereitstellung PSTVd-freier Mutterpflanzen und die ausschließliche Verwendung dieser Pflanzen für den Aufbau gesunder Vermehrungsbestände haben oberste Priorität. Da es gilt, PSTVd aus allen Betrieben vollständig zu entfernen, muss die gesamte nachfolgende Produktionskette bis hin zur Erzeugung der Endverbrauchsware wie auch der Handel in die Schutzmaßnahmen eingebunden werden.

## **Räumliche Trennung einzelner Kulturbereiche**

Zuchtmaterial, Mutterpflanzen, Jungpflanzenbestände sowie Halbfertig- oder Endverbrauchsware sind getrennt voneinander zu kultivieren, um einen eventuellen Befall zu begrenzen und den wirtschaftlichen Schaden möglichst gering zu halten.

## **Betriebshygiene**

Die Betriebshygiene spielt eine maßgebliche Rolle sowohl bei der Vorbeugung als auch bei der Bekämpfung des Befalls. Regelmäßige gründliche Reinigung und Desinfektion sind dringend anzuraten.

Die Desinfektionsmaßnahmen müssen einschließen

- Werkzeuge, z. B. Messer und andere Schneidwerkzeuge
- Maschinen und Gerätschaften wie Pflanzenschutzgeräte, Dünge- und Bewässerungseinrichtungen
- Pflanzgefäße
- Stellflächen
- Lagereinrichtungen

Die primäre Gefahr geht – abgesehen von infizierten Pflanzen und kontaminierten Händen – von verseuchten, direkt mit gesunden Pflanzen in Kontakt kommenden Werkzeugen und Gerätschaften aus. Das von kontaminierten Pflanzgefäßen sowie Stellflächen und Lagereinrichtungen ausgehende Übertragungsrisiko wird als geringer eingeschätzt. Dennoch sollte prinzipiell auf Sauberkeit sowie regelmäßige Desinfektionsmaßnahmen im gesamten Betrieb geachtet werden. Ebenso wird die Verwendung hygienisch einwandfreier Substrate und die Reinhaltung der Nährlösungen nachdrücklich empfohlen.

Für die Desinfektion steht das Pflanzenschutzmittel Menno Florades zur Verfügung. Bei der Anwendung von Menno Florades muss unbedingt der für die Wirkung ausschlaggebende saure pH-Bereich eingehalten werden. Im alkalischen Bereich ist die desinfizierende Wirkung nicht vorhanden.

Es ist stets zu berücksichtigen, dass Desinfektionsmittel nur wirken können bzw. ihre volle Wirkung nur dann entfalten, wenn sie auf gereinigten Oberflächen ausgebracht werden. Zudem wird durch die Reinigung und das gründliche Abwaschen bereits ein Teil der PSTVd-Partikel entfernt.

## **Vorsicht bei Kulturmaßnahmen**

Bei allen Kulturmaßnahmen muss äußerst überlegt und mit Sorgfalt vorgegangen werden. Mutterpflanzen und Vermehrungsbestände sind mit besonderer Vorsicht zu behandeln. Die Infektion kann, wie erwähnt, sehr leicht mit verseuchten Gerätschaften und Werkzeugen mechanisch übertragen werden. Die Reinigung und Desinfektion der benutzten Werkzeuge während der Kulturarbeiten sind ein wirksamer Schutz; sie sind beim Übergang von einem Pflanztisch zum nächsten, spätestens aber beim Wechsel zwischen verschiedenen Partien

bzw. Sorten unbedingt notwendig. Bei der Benutzung von Messern mit Wechselklingen muss darauf geachtet werden, dass die Messerschäfte gründlich gesäubert und desinfiziert werden. Auch die Berührung mit kontaminierten Händen kann zu Infektionen führen. Aus diesem Grund ist das Tragen von Einmal-Handschuhen, die während der Kulturarbeiten systematisch gewechselt werden, äußerst ratsam und zweckmäßig. Da schon der alleinige Kontakt mit kontaminierter Kleidung für eine Verschleppung von PSTVd ausreichen kann, ist das routinemäßige Wechseln und die regelmäßige intensive Reinigung der Arbeitsmittel unumgänglich.

### **Umgang mit infizierten Pflanzen**

Infizierte Pflanzen, d. h. im Labor positiv auf PSTVd getestete Pflanzen, und diejenigen, die aus derselben Partie stammen oder mit den infizierten Pflanzen während des Transports oder im Betrieb direkt oder indirekt in Kontakt gekommen sind, sind umgehend zu vernichten, so dass keine weitere Gefahr von ihnen ausgeht. Ebenso sollten zur Sicherheit benachbart stehende Pflanzen entfernt werden. Beim Räumen des Gewächshauses muss sichergestellt sein, dass die zu entsorgenden Pflanzen oder kontaminierte Gegenstände und Hände nicht mit gesunden Pflanzen in Berührung kommen. Die Beseitigung jeglicher infizierter Pflanzenreste ist unverzichtbar. Die Entsorgung erfolgt am besten über die Müllverbrennung. Kompostierung führt nicht zur Inaktivierung des Viroids und stellt deshalb keine Entsorgungsmöglichkeit dar. Die geräumten Stellflächen sowie die bei der Räumaktion möglicherweise kontaminierten Flächen und Bereiche sind umgehend gründlich zu reinigen und zu desinfizieren.

## **Diagnose von PSTVd**

Regelmäßige Laboruntersuchungen mit anerkannten Methoden auf PSTVd sind notwendig, um latenten Befall in einem Betrieb frühzeitig aufzudecken und nicht weiter zu verbreiten. Routinemäßige Labortests von Solanaceen-Pflanzen werden deshalb allen Betrieben empfohlen. Für die Kultur von *S. jasminoides* und *Brugmansia*-Arten ist die Testung jeder einzelnen Mutterpflanze vorgeschrieben, die in Abständen wiederholt werden muss. Alternativ ist jede Partie, bevor sie in den Handel kommt, zu untersuchen. Vermehrungs- und Jungpflanzenbestände müssen erneut beprobt werden, selbst wenn sie von PSTVd-freien Mutterpflanzen abstammen, sofern die Einschleppung von PSTVd nicht ausgeschlossen werden kann. Vor Lieferungen in andere Länder sollten stets Untersuchungen durchgeführt werden und die Befallsfreiheit offiziell bescheinigt sein.

### **Probenahme und Untersuchung**

Es ist davon auszugehen, dass das PSTVd gleichmäßig in den infizierten Pflanzen verteilt ist, dennoch aber höhere PSTVd-Konzentrationen in aktiv wachsenden Pflanzenteilen vorliegen. Bei einer Beprobung von *Brugmansia* spp. sind deshalb junge Blätter bis zu einer Länge von maximal 5 cm zu entnehmen. Bei *S. jasminoides* bzw. *S. rantonnetii* werden ausgewachsene Blätter junger Triebe gewählt.

Die gezogene Probe muss repräsentativ für den Bestand sein. Zu diesem Zweck wird bei der Untersuchung einer Partie oder Sorte in der Regel von 200 zufällig ausgewählten Pflanzen oder Stecklingen je ein Blatt genommen. Diese Blätter werden zu einer Probe zusammengefasst, die dann im Labor in Form von acht Teilproben, bestehend aus jeweils 25 Blättern, analysiert werden.

Sollten weniger als 200 Pflanzen zur Verfügung stehen oder werden Einzelpflanzen verschiedener Sorten oder Klone beprobt, wird von jeder Pflanze mindestens ein Blatt genommen. Diese Blätter werden zu Sammelproben aus maximal 25 Blättern vereinigt.

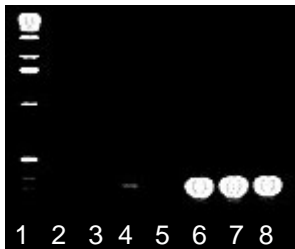
Bei der Testung von Mutterpflanzen muss unbedingt jede einzelne Pflanze beprobt werden, wobei Blätter von wiederum maximal 25 Mutterpflanzen zu einer Probe zusammengeführt werden können. Auch Einzelpflanzenuntersuchungen sind möglich.

Beim Vorliegen von Sammelproben muss sichergestellt sein, dass die untersuchten Pflanzen eindeutig zuzuordnen sind, um später, bei einem möglicherweise positiven Befund, gezielt Nachuntersuchungen anstellen zu können.

Damit das Ergebnis der Untersuchung offiziell anerkannt werden kann, muss die Probenahme von einem amtlichen Berater durchgeführt werden und die Untersuchung durch ein amtliches oder amtlich anerkanntes Labor erfolgen. In Bayern ist das Institut für Pflanzenschutz (IPS) der LfL in Kooperation mit den Beratern der Ämter für Landwirtschaft und Forsten für die Probeziehung und das virologische Labor des IPS für die Testung zuständig.

### **Nachweismethodik**

Da PSTVd bei Zierpflanzen keinerlei sichtbare Symptome verursacht, können nur Labortests eine Aussage über "Befall" oder "Nicht-Befall" liefern. Die Testung ist sehr aufwändig. Mit modernen molekularbiologischen Verfahren wie der RT-PCR (Reverse Transkriptase-Polymerase-Kettenreaktion), die an der LfL angewandt wird, ist ein sehr empfindlicher und spezifischer Nachweis möglich.



RT-PCR-Nachweis des PSTVd: Nachweissignale auf dem Elektrophoresegel (Spur 1: DNA-Vergleichsstandard; Spuren 2, 3, 5: negative Proben; Spur 4: schwach positive Probe; Spuren 6, 7, 8: stark positive Proben)

## **Kurz und bündig**

### **Wie kann man PSTVd-Befall vorbeugen?**

- Nur Ausgangsmaterial verwenden, das auf PSTVd-Freiheit getestet ist
- Aufbau PSTVd-freier Mutterpflanzen und Vermehrungsbestände
- wiederholte Testung der Mutterpflanzen und Vermehrungsbestände
- regelmäßige Laboruntersuchungen aller Solanaceen-Bestände im Betrieb
- äußerste Vorsicht bei Kulturarbeiten
- strikte Betriebshygiene
- Abgrenzung einzelner Kulturbereiche
- regelmäßige gründliche Reinigung und Desinfektion

### **Was ist zu tun bei Befall?**

- Einschalten des Pflanzenschutzdienstes und Befallsmeldung
- konsequentes Handeln
- Testung aller Wirtspflanzenbestände im Betrieb
- schnellst mögliche Entsorgung aller infizierten und möglicherweise infizierten Pflanzen
- umfassende Hygienisierungs- und Desinfektionsmaßnahmen

**Impressum:**

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan  
Internet: <http://www.LfL.bayern.de>

Redaktion: Institut für Pflanzenschutz (IPS)  
Lange Point 10, 85354 Freising  
E-Mail: [Pflanzenschutz@LfL.bayern.de](mailto:Pflanzenschutz@LfL.bayern.de)  
Tel.: 08161/715651

1. Auflage August / 2007

Druck:

© LfL

Fotos auf der Titelseite (von links oben nach rechts unten): Blüten von *Brugmansia* (Engelstrome), *Solanum (Lycianthes) rantonnetii* (Enzianstrauch) und *Solanum jasminoides* (Jasminblütiger Nachtschatten). Foto unten: RT-PCR-Nachweis des Kartoffelspindelknollen-Viroids (PSTVd) - Nachweissignale auf dem Elektrophoresegel