Express – PRA[1)] zu *Candidatus* Liberibacter solanacearum

erstellt von: Julius Kühn-Institut, Institut für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit am: *28.01.2020 (ersetzt Fassung vom: 11.06.2019)*. Zuständige Mitarbeiter: Dr. Anne Wilstermann, Dr. Eva Fornefeld, Dr. Gritta Schrader, Dr. Petra Müller

Anlass für die Überarbeitung: *Regulierung als geregelter Nicht-Quarantäneschadorganismus an Pflanzkartoffeln.*

Express-Risikoanalyse (PRA)	***Candidatus* Liberibacter solanacearum**
Phytosanitäres Risiko	*Einstufung nicht mehr anwendbar, da Lso in VO (EU) 2019/2072 als geregelter Nicht-Quarantäneschadorganismus an Pflanzkartoffeln gelistet ist.*
	Das Bakterium *Candidatus* Liberibacter solanacearum (Lso) kommt in Europa, Nord- und Zentralamerika, Nordafrika und Ozeanien vor. Die Verbreitung einzelner Haplotypen ist allerdings jeweils geographisch begrenzt und an die Verbreitung des spezifischen Vektors gekoppelt. Der Vektor *Bactericera cockerelli* und die für Nachtschattengewächse (Solanaceae) schädlichen Haplotypen **A**, **B** und **F** (Lso**A**, Lso**B**, Lso**F**) sind bisher aus Nord- und Mittelamerika sowie Neuseeland und Australien bekannt, aber nicht in Europa angesiedelt. Die Haplotypen C, D und E befallen Doldenblütler und sind wie ihre Vektoren in Europa etabliert. Lso befindet sich seit 2012 auf der EPPO A1-Liste. *Das Bakterium ist in der VO (EU) 2019/2072 als geregelter Nicht-Quarantäneschadorganismus an Pflanzkartoffeln gelistet. Der Vektor B. cockerelli ist als Unionsquarantäneschädling gelistet.* Es ist anzunehmen, dass sich Lso (Lso**A**, Lso**B**, Lso**F**) sowie der Vektor *Bactericera cockerelli* aufgrund geeigneter Klimabedingungen in Deutschland im Freiland ansiedeln können. Eine Ansiedlung in anderen EU-Mitgliedstaaten ist ebenfalls möglich. Wegen seines hohen Schadpotenzials vor allem für Kartoffeln stellt die Lso und der Vektor *B. cockerelli* ein erhebliches phytosanitäres Risiko für Deutschland und andere EU-Mitgliedstaaten dar. Mit Lso infiziertes Saatgut von Apiaceen weist nach bisherigen Erkenntnissen kein oder ein vernachlässigbares phytosanitäres Risiko auf. Aufgrund dieser Risikoanalyse besteht Anlass zur Annahme, dass sich der Vektor *Bactericera cockerelli* und die Haplotypen **A**, **B** und **F** von *Candidatus* Liberibacter solanacearum in Deutschland und in anderen Mitgliedstaaten ansiedeln und nicht unerhebliche Schäden an Solanaceae verursachen können. *Eine Verbreitung aller Haplotypen von Lso mit Pflanzkartoffeln ist daher zu verhindern.*
Taxonomie[2)]	Reich: Bacteria; Phylum: Proteobacteria; Klasse: Alphaproteobacteria; Gattung: Liberibacter; Art: *Candidatus* Liberibacter solanacearum Sieben Haplotypen (genetisch leicht abweichende Formen) des Bakteriums (**A**, **B**, C, D, E, **F** und U) sind derzeit bekannt. Hier werden alle Haplotypen berücksichtigt, der Fokus liegt allerdings auf den Haplotypen **A**, **B** und **F**, die an Nachtschattengewächsen (Solanaceae) auftreten und diese schädigen können.
Trivialname	Zebra chip disease; Abkürzung: Lso (LsoA, LsoB, LsoC, …)

<table>
<tr><th>Express-Risikoanalyse (PRA)</th><th>Candidatus Liberibacter solanacearum</th></tr>
<tr><td>Synonyme</td><td>Candidatus Liberibacter psyllaurous</td></tr>
<tr><td>Biologie</td><td>Lso ist ein obligater Parasit an seinen Wirtspflanzen und Vektoren und kann bisher nicht auf Nährmedien in Kultur gehalten und vermehrt werden (daher der Namenszusatz Candidatus).

Lso wird von Blattflöhen (Triozidae) beim Saugen an einer infizierten Wirtspflanze aufgenommen und wandert über die Hämolymphe (Körperflüssigkeit wirbelloser Tiere, die Gewebe und Organe umgibt) unter anderem in die Speicheldrüsen. Im Vektor findet eine Vermehrung von Lso statt. Erst nach dem Aufbau einer ausreichend hohen Bakterienpopulation im Vektor, wird dieser infektiös (Latenzzeit etwa 2 Wochen). Das Bakterium kann von weiblichen Blattflöhen an die Nachkommen weitergegeben werden (HANSEN et al., 2018). Beim Saugen des infektiösen Vektors am Phloem der Wirtspflanze wird Lso wieder in die Pflanze übertragen und verbreitet. In der Pflanze findet erneut eine Vermehrung von Lso statt und es kommt bei ausreichend hohen Konzentrationen des Bakteriums zu den typischen Krankheitssymptomen (HAAPALAINEN, 2014). Infizierte Kartoffelknollen keimen nicht oder führen zu schwachen Keimlingen, die sehr früh absterben (MUNYANEZA, 2015). In bisherigen Untersuchungen an Tomaten und Kartoffeln konnte keine Übertragung des Bakteriums von infizierten Mutterpflanzen auf Samen beobachtet werden (EPPO, 2017).

In einer infizierten Pflanze können mehrere Haplotypen auftreten (BEN OTHMEN et al., 2018). Bei unterschiedlichen Haplotypen im selben Verbreitungsgebiet gab es keine Hinweise auf einen genetischen Austausch zwischen diesen Haplotypen. Das deutet auf eine stabile biologische Trennung der Haplotypen hin (NELSON et al., 2011).

Lso ist sehr empfindlich gegenüber Hitze und toleriert keine Temperaturen über 32°C. Unter 17°C entwickelt sich Lso nur langsam (MUNYANEZA, 2015).

In Experimenten wurde auch eine Übertragbarkeit von Lso durch den pflanzlichen Parasiten Cuscuta campestris (Nordamerikanische Seide) auf Catharanthus roseus (Madagaskar-Immergrün) und andere Kräuter festgestellt. Die Pflanze dringt mit Saugorganen in das Phloem ihrer Wirtspflanze ein und schmarotzt bei ihr.</td></tr>
<tr><td>Ist der Schadorganismus ein Vektor?[3)]</td><td>nein</td></tr>
<tr><td>Benötigt der Schadorganismus einen Vektor?[4)]</td><td>Ja. Die Vektoren sind Blattflöhe (Überfamilie: Psylloidea; Ordnung: Hemiptera; Familie: Triozidae), die am Phloem der Pflanzen saugen. Sie sind auf bestimmte Wirtspflanzenfamilien spezialisiert.
<table>
<tr><th>Haplotypen</th><th>Vektor</th></tr>
<tr><td>A, B</td><td>Bactericera cockerelli (Amerikanischer Kartoffelblattsauger)
Wirtspflanzen: Relativ polyphag, kommt an Arten aus 20 Pflanzenfamilien vor, überwiegend an</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Express-Risikoanalyse (PRA)	*Candidatus* Liberibacter solanacearum	
		Nachtschattenartigen (Solanales; Nachtschattengewächse (Solanaceae) und Windengewächse (Convolvulaceae)), sowie Lippenblütlerartigen (Lamiales); Verbreitung: Kanada, USA, Guatemala, Honduras, Mexiko, westliches Australien, Neuseeland, Norfolkinsel (OUVRARD, 2019), El Salvador, Nicaragua (EPPO, 2019b)
	C	*Trioza apicalis* (Möhrenblattfloh) Wirtspflanzen: Doldenblütler (Apiaceae); Verbreitung: Europa (Österreich, Tschechische Republik, Slowakei, Dänemark, Finnland, Deutschland, Frankreich, UK, Ungarn, Italien, Polen, Slowenien, Schweden, Ukraine), Schweiz, Norwegen, Weißrussland, Russland, Mongolei (OUVRARD, 2019)
	D, E	*Bactericera trigonica* Wirtspflanzen: Doldenblütler (Apiaceae); Verbreitung: Europa (Zypern, Tschechische Republik, Frankreich, Griechenland, Ungarn, Italien, Malta, Portugal, Spanien, Kanarische Inseln, Slowakei), Schweiz, Türkei, Asien (Iran, Israel), Afrika (Tunesien, Marokko, Ägypten, Algerien) (OUVRARD, 2019), Serbien (EPPO, 2019a)
	F	Vermutlich *Bactericera cockerelli* (s.o), der Beweis steht allerdings noch aus.
	U	Vermutlich *Trioza urticae* (Nachweis für erfolgreiche Übertragung steht noch aus) Wirtspflanzen: Brennesselgewächse (Urticaceae); Verbreitung: Europa (Deutschland, Österreich, Tschechische Republik, Dänemark, Finnland, Frankreich, UK, Griechenland, Ungarn, Irland, Litauen, Polen, Slowakei, Slowenien, Schweden, Madeira), Norwegen, Weißrussland, Türkei, Tadschikistan, Russland, Mongolei, Japan, Indien, China, Israel, Iran, Afghanistan, Algerien, Libanon (OUVRARD, 2019)
	Lso wurde in weiteren Triozidae nachgewiesen: *Bactericera tremblayi*, *Bactericera nigricornis*, *Trioza anthrisci*. Es gibt keine Nachweise für eine erfolgreiche Übertragung des Bakteriums auf eine Wirtspflanze durch diese potentiellen Vektoren. *Bactericera tremblayi* ist nicht in der Lage, Lso zu übertragen (ANTOLINEZ et al., 2017). *Trioza apicalis* ist nicht fähig, LsoC auf Kartoffeln zu übertragen (HAAPALAINEN et al., 2018a). Es ist nicht auszuschließen, dass weitere bisher unbekannte Vektoren, die in Europa etabliert sind, das Bakterium übertragen können.	
	Da die Vektoren auf einzelne Pflanzenfamilien spezialisiert sind, ist eine Übertragung des Bakteriums auf andere Pflanzenfamilien im Freiland sehr unwahrscheinlich (ANTOLINEZ et al., 2017; MUNYANEZA et al., 2016).	
	Haplotypen	Wirtspflanzen

<table>
<tr><th>Express-Risikoanalyse (PRA)</th><th>Candidatus Liberibacter solanacearum</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><td>A, B</td><td>Solanaceen: Solanum tuberosum, S. lycopersicum, Capsicum annuum, Nicotiana sp.</td></tr>
<tr><td>C</td><td>Apiaceen: bisher nur an Karotten (Daucus carota)</td></tr>
<tr><td>D, E</td><td>Apiaceen: Karotten (Daucus carota), Sellerie (Apium graveolens), Fenchel (Foeniculum vulgare), Pastinake (Pastinaca sativa), Kerbel (Anthriscus cerefolium), Petersilie (Petroselinum crispum)</td></tr>
<tr><td>F</td><td>Bisher nur einmalig an einer einzigen Kartoffelknolle in den USA nachgewiesen (SWISHER GRIMM & GARCZYNSKI, 2019)</td></tr>
<tr><td>U</td><td>Brennnessel (Urtica dioica) (HAAPALAINEN et al., 2018b)</td></tr>
</table>
Ausnahmen: LsoB konnte einmalig in einem Laborversuch mit B. cockerelli auf wenige Karottenpflanzen übertragen werden, unter Feldbedingungen ist das Risiko einer solchen Übertragung vernachlässigbar (MUNYANEZA et al., 2016). LsoE wurde in Spanien in einigen symptomatischen Kartoffeln nachgewiesen (EPPO, 2017). LsoC wurde an symptomlosen Kartoffeln neben Möhren in Finnland festgestellt. Die Infektion wurde nicht an die nächste Generation der Pflanzen weitergegeben (HAAPALAINEN et al. 2018a).
</td></tr>
<tr><td>Symptome[5)]</td><td>
<u>An Solanaceen</u>:

Infizierte Kartoffeln weisen im Inneren dunkle Streifen auf, die nach dem Frittieren besonders stark zutage treten („zebra chips"). In der Knolle verfärbt sich der Gefäßbündelring braun, nekrotische Flecken treten auf (Abb. 1b). Die Kartoffelknollen sind kleiner, treten aber in höherer Zahl auf. Oft sind sie deformiert und keimen nicht oder verfrüht ohne Ruhephase. Die Keimlinge sind kümmerlich und sehr schwach. An oberirdischen Pflanzenteilen kommt es zu Symptomen, die einer Phytoplasma-Infektion ähneln: Wachstumsstörungen (verkürzte und verdickte Internodien, Rosettenbildung), Chlorosen oder lila Färbung der Blätter, Blattrollen, Blattverwelkung und Nekrosen gefolgt vom Absterben der Pflanzen (MUNYANEZA, 2015; Abb. 1a).

Die oberirdischen Symptome an Capsicum sp. (Abb. 1c) und Tomaten entsprechen denen an Kartoffelpflanzen. Die Pflanzen können ebenfalls absterben. Infizierte Tomatenpflanzen (Abb. 1d) können zusätzlich deformierte (erdbeerenartige) Früchte ausbilden.

Tabak (Nicotiana tabacum) zeigt eine Infektion mit starken Blattchlorosen, deformiertem Wuchs und Welkeerscheinungen (Abb. 1d).

Durch den Vektor Bactericera cockerelli kommt es zur Pflanzenvergilbung.

<u>An Apiaceen</u>:

Möhren: Blattrollen; gelbliche, bronzefarbene oder lila Verfärbungen der Blätter; verkürzte Triebe und Wurzeln; vermehrte Ausbildung von Seitenwurzeln. Diese Symptome
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Express-Risikoanalyse (PRA)</th><th>Candidatus Liberibacter solanacearum</th></tr>
<tr><td></td><td>ähneln einem Befall mit dem Bakterium Spiroplasma citri oder Phytoplasmen (IPPC, 2017).

Sellerie: Mit Lso infizierter Sellerie bildet ungewöhnlich viele Triebe aus und weist verdrehte Stämme auf (IPPC, 2017).</td></tr>
<tr><td>Vorkommen der Wirtspflanzen in DE[6)]</td><td>Weit verbreitet</td></tr>
<tr><td>Vorkommen der Wirtspflanzen in den MS[7)]</td><td>Weit verbreitet</td></tr>
<tr><td>Bekannte Befallsgebiete[8)]</td><td>
<table>
<tr><th>Haplotypen</th><th>Verbreitung</th></tr>
<tr><td>A</td><td>USA, Mexiko, Zentralamerika, Neuseeland (SWISHER GRIMM & GARCYNSKI, 2019; EPPO, 2017), Kanada (HENRICKSON et al., 2019)</td></tr>
<tr><td>B</td><td>Mexiko, südliche USA (EPPO, 2017)</td></tr>
<tr><td>C</td><td>Österreich, Estland, Finnland, Norwegen, Schweden, Großbritannien, Deutschland (HAAPALAINEN et al., 2018a)</td></tr>
<tr><td>D</td><td>Spanien, Frankreich, Marokko, Griechenland, Italien, Belgien, Tunesien, Israel</td></tr>
<tr><td>E</td><td>Spanien, Frankreich, Marokko, Italien, Portugal, Tunesien</td></tr>
<tr><td>F</td><td>Oregon (USA) (SWISHER GRIMM & GARCYNSKI, 2019)</td></tr>
<tr><td>U</td><td>Finnland (HAAPALAINEN et al., 2018b)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Ein- oder Verschleppungswege[9)]</td><td><u>Haplotyp A, B, F</u>:

- Einschleppung infizierter Bactericera cockerelli (alle Stadien, inklusive der Eier);

- Früchte von Solanaceen (Tomaten, Capsicum spp., Aubergine, Tamarillo, Physalis); grüne Pflanzenteile begünstigen die Einschleppung von B. cockerelli;

- Solanaceen zum Anpflanzen (außer Samen) aus Drittländern in dem der Vektor und der Schadorganismus vorkommen

- Die Einfuhr von Saatkartoffeln sowie Pflanzen zum Anpflanzen von Solanaceen inklusive Kartoffeln und Tomaten (ausgenommen Samen) ist aus den bisher bekannten Befallsgebieten in die EU verboten.

<u>Haplotyp C, D, E:</u>

Entgegen einer Studie von BERTOLINI et al. (2014) konnten in mehreren weiteren Experimenten aus infiziertem Apiaceen-Saatgut keine infizierten Pflanzen gezogen werden. Eine Übertragung von Lso durch Apiaceen-Saatgut ist unwahrscheinlich und kommt nicht oder nur extrem selten vor (LOISEAU et al., 2017). Mögliche Ein- und Verschleppungswege sind Pflanzen zum Anpflanzen (außer Samen), infizierte Vektoren (Trioza apicalis, Bactericera trigonica) und grüne Pflanzenteile (Möhrenlaub, Sellerie mit Laub).</td></tr>
</table>

Express-Risikoanalyse (PRA)	*Candidatus* Liberibacter solanacearum
natürliche Ausbreitung[10)]	Vektoren (siehe oben)
Erwartete Ansiedlung und Ausbreitung in DE[11)]	Bei Einschleppung des infizierten Vektors ist eine Ausbreitung und schnelle Ansiedlung von Lso**A**, Lso**B** und Lso**F** zu erwarten.
Erwartete Ansiedlung und Ausbreitung in den MS[12)]	Bei Einschleppung des infizierten Vektors ist eine Ausbreitung und schnelle Ansiedlung von Lso**A**, Lso**B** und Lso**F** zu erwarten.
Bekannte Schäden in Befallsgebieten[13)]	In Kartoffelknollen eingelagerte Stärke wird durch das Bakterium in löslichen Zucker umgewandelt. Infizierte Kartoffelknollen können nicht mehr für die Verarbeitung verwendet werden und eignen sich auch nicht für eine anderweitige Vermarktung. Infizierte Knollen produzieren schwache Keimlinge, daher sind sie auch als Pflanzkartoffeln unbrauchbar. Bis zum Jahr 2004 trat die Erkrankung an Kartoffeln in Nordamerika sporadisch ökonomisch bedeutend auf, verursachte aber seitdem Millionenschäden im amerikanischen Kartoffelbau. Ganze Felder wurden für den Kartoffelanbau unbrauchbar. 2008 wurde Lso in Neuseeland nachgewiesen und hat dort innerhalb weniger Jahre zu verheerenden Schäden im Kartoffelanbau geführt (MUNYANEZA, 2015). Lange wurden in Europa LsoC, LsoD und LsoE übersehen. Untersuchungen alter Samenbestände von kommerziellen und wilden Apiaceen haben gezeigt, dass bereits in den 1970er Jahren eine große Anzahl von Samen das Bakterium trug, Lso wurde allerdings erst 2010 in Finnland erstmalig an Möhren nachgewiesen. Die beobachteten Schadereignisse durch das Bakterium an Apiaceen sind vermutlich vor allem auf zunehmend günstige Bedingungen für den jeweiligen Vektor zurückzuführen (MONGER & JEFFRIES, 2018).
Eingrenzung des gefährdeten Gebietes in DE	<u>Nachtschattengewächse</u>: Gemüseanbaubetriebe in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen (südwestlicher Teil), Freilandkulturen (Kartoffeln) und Gewächshaus- bzw. Tunnelkulturen (Tomaten, Paprika). Freilandkulturen (Kartoffeln) in Sachsen und im südlichen Sachsen-Anhalt. Teile Unter- und Mittelfrankens (Würzburg, Schweinfurt, Nürnberg). Rheintal (Karlsruhe bis Worms und der östliche Teil der Pfalz). <u>Karotten und Möhren</u>: Karotten-/Möhrenanbaugebiete: das feuchtere Tiefland in Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen. Risiken bestehen auch für den östlichen Teil von Rheinland-Pfalz
Erwartete Schäden in gefährdetem Gebiet in DE[14)]	Lso kann sehr schwere Infektionen oder sogar Epidemien an Kartoffeln und Tomaten hervorrufen, mit anschließenden ökonomischen Verlusten, sowohl im Freiland als auch in Gewächshäusern. Die Schäden bestehen insbesondere in der Minderung der Qualität der Früchte bis hin zur Marktunfähigkeit. Symptomentwicklung und Ertragsverlust sind von der Anzahl der Psylliden abhängig.
Erwartete Schäden in gefährdetem Gebiet in MS[15)]	Die für Deutschland zu erwartenden Schäden sind auch in anderen Mitgliedstaaten, die Wirtspflanzen anbauen zu erwarten (s.o.).

Express-Risikoanalyse (PRA)	*Candidatus* Liberibacter solanacearum
Bekämpfbarkeit und Gegenmaßnahmen[16)]	Die Verhinderung der Einschleppung des Vektors und der Einbringung befallener Pflanzen/Pflanzenteile ist die wirksamste Gegenmaßnahme. Zurzeit sind Einfuhren von Solanaceen aus Befallsgebieten mit Lso**A**, Lso**B** und Lso**F** in die EU verboten, sodass dieses Risiko als gering einzuschätzen ist. Früchte, die für die Verarbeitungsindustrie gedacht sind, werden gekocht, erhitzt oder anderweitig behandelt, so dass weder der Schadorganismus noch sein Vektor überleben können. Die Bekämpfung der Vektoren, die sich in der Regel unterseits der Blätter befinden, ist schwierig (Monitoring mit Gelbfangtafeln und massive Anwendung spezifischer Insektizide für unterschiedliche Stadien). Die Psylliden sollten in der Zuflugphase regelmäßig bekämpft werden. Die Insektizide können zwar weitestgehend gegen eine Besiedlung durch die Psylliden schützen, jedoch können bereits wenige Blattflöhe die Wirtspflanzen mit Lso infizieren. Gegen das Bakterium sind keine wirksamen Mittel verfügbar.
Nachweisbarkeit und Diagnose[17)]	An Kartoffelknollen ist das Auftreten der typischen „Zebra chip"-Symptome vor allem nach dem Frittieren der Kartoffeln zu beobachten. Der Nachweis von Lso sowie die Haplotypenbestimmung erfolgt durch eine molekulare Untersuchung via real-time PCR bzw. PCR (LI et al., 2009; TERESANI et al., 2014; RAVINDRAN et al., 2011; MUNYANEZA et al., 2009; JAGOUEIX et al., 1996). Es sollten mehrere Proben mit symptomatischen Pflanzenteilen genommen werden, da das Bakterium sehr heterogen in der Pflanze verteilt sein kann (FAO, 2017). Eine Haplotypenbestimmung ist nicht immer möglich, wenn die Bakterienkonzentration im Pflanzenmaterial niedrig ist. *Bactericera cockerelli* ist morphologisch bestimmbar. Entsprechende Bestimmungsschlüssel sind verfügbar (OSSIANNILSSON, 1992; CARNEGIE et al., 2017). Ein Diagnostisches Protokoll für Lso ist verfügbar (FAO, 2017). Derzeit erstellt die EPPO ein neues diagnostisches Protokoll für den Nachweis von Lso. Von der EFSA wurde eine „Survey card" erstellt, in der Informationen zum Bakterium und Vektor einschließlich Nachweis- und Diagnoseverfahren gegeben werden (EFSA, 2019).
Bemerkungen	
Literatur	ANTOLINEZ, C. A., A. FERERES, A. MORENO, 2017: Risk assessment of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' transmission by the psyllids *Bactericera trigonica* and *B. tremblayi* from Apiaceae crops to potato. Scientific Reports 7: 45534. doi: 10.1038/srep45534 https://www.nature.com/articles/srep45534#supplementary-information BEN OTHMEN, S., F. E. MORÁN, I. NAVARRO, S. BARBÉ, C. MARTINEZ, E. MARCO-NOALES, B. CHERMITI, M. M. LÓPEZ, 2018: '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' haplotypes D and E in carrot plants and seeds in Tunesia. Journal of Platnt Patholgy 100: 197-207.

BERTOLINI, E., G. R. TERESANI, M. LOISEAU, F. A. O. TANAKA, S. BARBÉ, C. MARTÍNEZ, P. GENTIT, M. M. LÓPEZ, M. CAMBRA, 2014: Transmission of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' in carrot seeds. Plant Pathology, https://doi.org/10.1111/ppa.12245

CARNEGIE, M., A. GREENSLADE, D. OUVARD, 2017: A Simple Key to the Potential Vectors of CaLsol. https://www.ponteproject.eu/wp-content/uploads/2017/08/PONTE-Psyllid-Identification-Key.pdf (aufgerufen am: 28.05.2019)

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY), M. LOISEAU, G. SCHRADER, M. CAMILLERI, M. DIAKAKI, S. VOS, 2019: Pest survey card on *Candidatus* Liberibacter solanacearum. EFSA supporting publication 2019:EN-1632. 26 pp. doi:10.2903/sp.efsa.2019.EN-1632

EPPO, 2013: ‚*Candidatus* Liberibacter solanacearum'. EPPO Data Sheets on pests recommended for regulation. EPPO Bulletin 43((2), 197-201.

EPPO, 2017: PM 9/25 (1) *Bactericera cockerelli* and '*Candidatus* Liberibacter solanacearum'. EPPO Bulletin 47(3), 513-523. doi: 10.1111/epp.12442

EPPO, 2019a: EPPO Global Database. https://gd.eppo.int/taxon/BCTCTR/distribution (aufgerufen am: 17.04.2019; zuletzt aktualisiert am 31.01.2019)

EPPO, 2019b: EPPO Global Database. https://gd.eppo.int/taxon/PARZCO/distribution (aufgerufen am: 17.04.2019; zuletzt aktualisiert am 16.04.2019)

FAO, 2017: DP 21: ‚*Candidatus* Liberibacter solanacearum'. ISPM 27, Diagnostic protocols for regulated pests, 18S.

HAAPALAINEN, M., 2014: Biology and epidemics of *Candidatus* Liberibacter species, psyllid-transmitted plant pathogenic bacteria. Annals of Applied Biology 165, 172-198.

HAAPALAINEN, M., S. LATVALA, M. RASTAS, J. WANG, A. HANNUKKALA, M. PIRHONEN, A. I. NISSINEN, 2018a: Carrot Pathogen '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' Haplotype C Detected in Symptomless Potato Plants in Finland. Potato Research 61(1), 31-50. doi: 10.1007/s11540-017-9350-3.

HAAPALAINEN, M., J. WANG, S. LATVALA, M. T. LEHTONEN, M. PIRHONEN, A. I. NISSINEN, 2018b: Genetic Variation of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' Haplotype C and Identification of a Novel Haplotype from *Trioza urticae* and Stinging Nettle. Phytopathology 108(8): 925-934.

HANSEN, A. K., J. T. TRUMBLE, R. STOUTHAMER, T. D. PAINE, 2008: A new huanglongbing species,"*Candidatus* Liberibacter psyllaurous," found to infect tomato and potato, is vectored by the Psyllid *Bactericera cockerelli* (Sulc). Appl. Environ. Microbiol., 74(18), 5862-5865.

HENRICKSON, A. M. KALISCHUK, J. LYNN, S. MEERS, D. JOHNSON, L. KAWCHUK, 2019: First Report of Zebra Chip on Potato in Canada. Plant Disease 103 (5), 1016.

JAGOUEIX, S., J. M. BOVÉ, M. GARNIER, 1996: PCR detection of two 'Candidatus Liberobacter species' associated with greening disease of citrus. Molecular and Cellular Probes 10: 43–50

LI, W., J. A. ABAD, R. D. FRENCH-MONAR, J. RASCOE, A. WEN, N. C. GUDMESTAD, G. A. SECOR, I. M. LEE, Y. DUAN, L. LEVY, 2009: Multiplex real-time PCR for detection, identification and quantification of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' in potato plants with zebra chip. J Microbiol Methods 78(1): 59-65.

LOISEAU, M., I. RENAUDIN, P. COUSSEAU-SUHARD, P. LUCAS, A. FORVEILLE, P. GENTIT, 2017: Lack of Evidence of Vertical Transmission of ‚*Candidatus* Liberibacter solanacearum' by Carrot Seeds Suggests That Seed is not a Major Transmission Pathway. Plant Disease 101(12), 2104-2109.

MONGER, W. A., C. J. JEFFRIES, 2018: A survey of ‚*Candidatus* Liberibacter solanacearum' in historical seed from carrot and related Apiaceae species. European Journal of Plant Pathology, 150(3), 803-815.

MUNYANEZA, J. E., V. G. SENGODA, J. M. CROSSLING, G. ROSA-LOZANO, A. SANCHEZ, 2009: First report of '*Candidatus* Liberibacter psyllaurous' in potato tubers with zebra chip disease in Mexico. Plant Disease 93, 552.

MUNYANEZA, J., 2015: Zebra Chip Disease, *Candidatus* Liberibacter, and Potato Psyllid: A Global Threat to the Potato Industry. Am. J. Potato Research (2015) 92, 230-235.

MUNYANEZA, J., T. MUSTAFA, T. W. FISHER, V. G. SENGODA, D. R. HORTON, 2016: Assessing the Likelihood of Transmission of *Candidatus* Liberibacter solanacearum to Carrot by Potato Psyllid, *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae). PLoS One 11 (8), 16 S. | DOI:10.1371/journal.pone.01610

NELSON, W. R., T. W. FISHER, J. E. MUNYANEZA, 2011: Haplotypes of "*Candidatus* Liberibacter solanacearum" suggest long-standing separation. European Journal of Plant Pathology 130: 5-12.

OSSIANNILSSON, F, 1992: The Psylloidea (Homoptera) of Fennoscandia and Denmark. Fauna Entomologica Scandinavica 26, Brill, Leiden, The Netherlands: 347 S.

OUVRARD, D., 2019: Psyl'list - The World Psylloidea Database. http://www.hemiptera-databases.com/psyllist - (aufgerufen am: 17.04.2019) doi:10.5519/0029634

RAVINDRAN, A., J. LEVY, E. PIERSON, D. C. GROSS, 2011: Development of Primers for improved PCR Detection of the Potato Zebra Chip Pathogen, '*Candidatus* Liberibacter solanacearum'. Plant Disease 95(12), 1542-1546.

SWISHER GRIMM, K. D., S. F. GARCZYNSKI, 2019: Identification of a New Haplotype of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum' in

Solanum tuberosum. Plant Dis: PDIS06180937RE. doi: 10.1094/PDIS-06-18-0937-RE.

TERESANI, G. R., E. BERTOLINI, A. ALFARO-FERNÁNDEZ, C. MARTÍNEZ, F. A. O. TANAKA, E. W. KITAJIMA, M. ROSELLÓ, S. SANJUÁN, J. C. FERRÁNDIZ, M. M. LÓPEZ, 2014: Association of '*Candidatus* Liberibacter solanacearum'with a Vegetative Disorder of Celery in Spain and Development of a Real-Time PCR Method for Its Detection. PHYTOPATHOLOGY 104(8): 804-811.



Abb.1 Von *Candidatus* Liberibacter solanacearum verursachte Symptome an Solanaceen: a) an einer Kartoffelpflanze; b) an Kartoffelknollen (links roh, rechts frittiert); c) an einer Paprikapflanze; d) an einer Tabakpflanze und e) an einer Tomatenpflanze (Quelle: Joseph Munyaneza, USDA)

Erläuterungen

1) Zusammenstellung der wichtigsten direkt verfügbaren Informationen, die eine erste, vorläufige Einschätzung des phytosanitären Risikos ermöglichen. Diese Kurzbewertung wird benötigt, um über eine Meldung an EU und EPPO sowie die Erstellung einer vollständigen Risikoanalyse zu entscheiden, um die Länder zu informieren und als Grundlage für die mögliche Einleitung von Ausrottungsmaßnahmen. Beim phytosanitären Risiko werden insbesondere die Wahrscheinlichkeit der Einschleppung und Verbreitung in Deutschland und den Mitgliedstaaten sowie mögliche Schäden berücksichtigt.

2) Taxonomische Einordnung, ggf. auch Subspezies; wenn taxonomische Zuordnung ungesichert, veranlasst JKI-Wissenschaftler taxonomische Bestimmung, soweit möglich.

3) Wenn ja, welcher Organismus (welche Organismen) werden übertragen und kommt dieser (kommen diese) in DE / MS vor?

4) Wenn ja, welcher Organismus dient als Vektor und kommt dieser in DE / MS vor?

5) Beschreibung des Schadbildes und der Stärke der Symptome/Schäden an den verschiedenen Wirtspflanzen

6) Vorkommen der Wirtspflanzen im geschützten Anbau, Freiland, öffentlichem Grün, Forst, ...
Wo (in welchen Regionen) kommen die Wirtspflanzen vor und in welchem Umfang?
Welche Bedeutung haben die Wirtspflanzen (ökonomisch, ökologisch, ...)?

7) Vorkommen der Wirtspflanzen im geschützten Anbau, Freiland, öffentlichem Grün, Forst, ...
Wo (in welchen Regionen) kommen die Wirtspflanzen vor und in welchem Umfang?
Welche Bedeutung haben die Wirtspflanzen (ökonomisch, ökologisch, ...)? evtl. Herkunft

8) z.B. nach CABI, EPPO, PQR, EPPO Datasheets

9) Welche Ein- und Verschleppungswege sind für den Schadorganismus bekannt und welche Bedeutung haben diese für die Wahrscheinlichkeit der Einschleppung? Es geht hier in erster Linie um die Verbringung des Schadorganismus über größere Distanzen, i.d.R. mit infizierten, gehandelten Pflanzen, Pflanzenprodukten oder anderen kontaminierten Gegenständen. Die natürliche Ausbreitung nach erfolgter Einschleppung ist hier nicht gemeint.

10) Welche Ausbreitungswege sind für den Schadorganismus bekannt und welche Bedeutung haben diese für die Wahrscheinlichkeit der Ausbreitung? In diesem Fall handelt es sich um die natürliche Ausbreitung nach erfolgter Einschleppung.

11) unter den gegebenen/vorherrschenden Umweltbedingungen

12) unter den gegebenen/vorherrschenden Umweltbedingungen (in den heimischen Gebieten sowie den Einschleppungsgebieten)

13) Beschreibung der ökonomischen, ökologischen/umweltrelevanten und sozialen Schäden im Herkunftsgebiet bzw. Gebieten bisherigen Vorkommens

14) Beschreibung der in Deutschland zu erwartenden ökonomischen, ökologischen/umweltrelevanten und sozialen Schäden, soweit möglich und erforderlich differenziert nach Regionen

15) Beschreibung der in der EU / anderen Mitgliedstaaten zu erwartenden ökonomischen, ökologischen/umweltrelevanten und sozialen Schäden, soweit möglich und erforderlich differenziert nach Regionen.

16) Ist der Schadorganismus bekämpfbar? Welche Bekämpfungsmöglichkeiten gibt es? Werden pflanzengesundheitliche Maßnahmen für diesen Schadorganismus (in den Gebieten seines bisherigen Auftretens bzw. von Drittländern) angewendet?

17) Beschreibung der Möglichkeiten und Methoden des Nachweises. Nachweisbarkeit durch visuelle Inspektionen? Latenz? Ungleichmäßige Verteilung in der Pflanze (Probenahme)?