



JKI Datenblätter

Pflanzenkrankheiten und Diagnose



Photo: NVWA, Niederlande

Dirk Jan van der Gaag, Melanie Camilleri, Makrina Diakaki,
Martijn Schenk, Sybren Vos

Schadorganismensteckbrief für ***Ralstonia solanacearum***

Impressum

Die Open-Access-Publikationsreihe „JKI Datenblätter – Pflanzenkrankheiten und Diagnose“ beinhaltet deutschsprachige strukturierte Steckbriefe zu allen biotischen Ursachen von Krankheiten und Schädigungen von Kulturpflanzen. Diese umfassen Viruserkrankungen, Nematoden, Pilze und Bakterien sowie tierische Schaderreger und Unkräuter.

Die Reihe ist ebenfalls in englischer Sprache verfügbar als „JKI Data Sheets – Plant Diseases and Diagnosis“ (<https://ojs.openagrar.de/index.php/dsPDD>).

„JKI Datenblätter – Pflanzenkrankheiten und Diagnose“ is a German series publishing structured fact sheets about all biotic causes of plant diseases and damages, including viruses, nematodes, fungi, bacteria, pests and weeds.

This series is available in English, too: "JKI data Sheets - Plant Diseases and Diagnosis" (<https://ojs.openagrar.de/index.php/dsPDD>).

Herausgeber
Editor-in-Chief

Präsident und Professor
Prof. Dr. Frank Ordon
Julius Kühn-Institut
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
Erwin-Baur-Str. 27
06484 Quedlinburg, Germany

Schriftleitung
Managing Editor

Dr. Anja Hühnlein
Informationszentrum und Bibliothek
Julius Kühn-Institut
Erwin-Baur-Str. 27
06484 Quedlinburg
anja.huehnlein@julius-kuehn.de

Einreichung von Beiträgen unter
Manuscript submission via

<https://ojs.openagrar.de/index.php/dbPKD>



ISSN

2191-138X

DOI

<https://doi.org/10.5073/20190528-081950>

Diese Ausgabe zitieren als
Cite this issue as

Dirk Jan van der Gaag ... et. al, 2019: Schadorganismensteckbrief für *Ralstonia solanacearum*. JKI Datenblätter – Pflanzenkrankheiten und Diagnose 2019 (5), 1-18, DOI: 10.5073/20190528-081950.



Alle Ausgaben dieser Zeitschrift werden unter den Bedingungen der Creative Commons Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitung 4.0 International Lizenz (CC-BY-NC-ND) zur Verfügung gestellt (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de>).

All issues of this journal are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (CC-BY-NC-ND) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>).

Dirk Jan van der Gaag, Melanie Camilleri, Makrina Diakaki, Martijn Schenk, Sybren Vos

Schadorganismensteckbrief für *Ralstonia solanacearum*

Pest survey card on *Popillia japonica*

European Food Safety Authority (EFSA),

Übersetzung ins Deutsche: Elke Vogt-Arndt, Julius Kühn-Institut, Braunschweig

Zusammenfassung

Dieser Schadorganismensteckbrief wurde im Rahmen des Mandats zur Überwachung von Schadorganismen von Pflanzen (EFSA-Q-2017-00831) auf Ersuchen der Europäischen Kommission erstellt. Die Zielsetzung dieses Dokumentes ist, die Mitgliedstaaten bei der Planung der jährlichen Erhebungsaktivitäten zu Quarantäneschadorganismen zu unterstützen, indem ein statistisch fundierter und risikobasierter Ansatz zu Schadorganismenerhebungen in Übereinstimmung mit gültigen internationalen Standards angewendet wird. Die erforderlichen Daten für diese Tätigkeit umfassen die Verbreitung des Schadorganismus, seinen Wirtspflanzenkreis, seine Biologie, Risikofaktoren sowie verfügbare Methoden zum Nachweis und zur Identifikation. Dieses Dokument ist Bestandteil eines Toolkits, das aus Schadorganismen-spezifischen Dokumenten wie dem Schadorganismensteckbrief und exemplarischen Dokumenten besteht, die für alle zu überprüfenden Schadorganismen relevant sind, einschließlich der allgemeinen Erhebungsrichtlinien und der statistischen Software wie RiBESS+.

Abstract

This pest survey card was prepared in the context of the mandate on plant pest surveillance (EFSA-Q-2017-00831), upon request by the European Commission. The purpose of this document is to assist the Member States in planning annual survey activities of quarantine organisms using a statistically sound and risk-based pest survey approach, in line with the current international standards. The data requirements for such activity include the pest distribution, its host range, its biology, risk factors as well as available detection and identification methods. This document is part of a toolkit that consists of pest-specific documents, such as the pest survey cards and generic documents relevant for all pests to be surveyed, including, the general survey guidelines and statistical software such as RiBESS+.

Stichwörter: Schadorganismus von Pflanzen, Erhebung, risikobasierte Überwachung, *Ralstonia solanacearum*, Braunfäule der Kartoffel

Keywords: plant pest, survey, risk-based surveillance, *Ralstonia solanacearum*, brown rot of potato

Die wissenschaftlichen Veröffentlichungen der EFSA werden unter einer Creative Commons Lizenz (CC by-nc-nd = Namensnennung, keine kommerzielle Nutzung, keine Bearbeitung) veröffentlicht, die die freie Weiterverteilung und Wiederveröffentlichung erlaubt, vorausgesetzt, dass (i) EFSA als Quelle angegeben wird, (ii) der Inhalt nicht verändert wird (oder die Erlaubnis von EFSA eingeholt wird, eine geänderte Version zu reproduzieren) und (iii) das Arbeitsergebnis vollständig in allen wissenschaftlichen Veröffentlichungen aufgeführt wird.

Hinsichtlich Übersetzungen gestattet EFSA nationalen Behörden und Einrichtungen anderer Mitgliedstaaten, die wissenschaftlichen Arbeitsergebnisse zu übersetzen, sofern (i) die englische Version, die im EFSA Journal oder den EFSA Supporting Publications veröffentlicht wird, das offizielle legale Dokument bleibt und (ii) EFSA nicht verantwortlich für Fehler oder Bedeutungsverschiedenheiten gemacht wird, die durch den Übersetzungsvorgang oder jegliche Aktionen durch das Nutzen des übersetzten Dokuments auftreten können. Die Verwendung des Inhalts wird unter der Voraussetzung genehmigt, dass die Quelle genannt wird:

EFSA (European Food Safety Authority), van der Gaag DJ, Camilleri M, Diakaki M, Schenk M and Vos, S, 2019. Pest survey card on potato brown rot, *Ralstonia solanacearum*. EFSA supporting publication 2019:EN-1567. 20 pp. doi:10.2903/sp.efsa.2019.EN-1567

Ausgenommen sind die folgenden Abbildungen, deren Reproduktion verboten ist. Eine Genehmigung muss direkt beim Inhaber des Urheberrechts eingeholt werden:

Abb. 1: © EPPO global database; Abb. 2: © Eurostat; Abb. 3: © NVWA, the Netherlands; Abb. 4: © NVWA, the Netherlands

Einleitung

Die Informationen in diesem Schadorganismensteckbrief sind eine Zusammenfassung von Richtlinie 98/57/EC¹ und anderen Dokumenten wie dem Datenblatt für *Ralstonia solanacearum* (CABI, 2018) des "Centre for Agriculture and Bioscience International" (CABI), der Europäischen Pflanzenschutzorganisation für Europa und den Mittelmeerraum (EPPO), dem Diagnoseprotokoll für *Ralstonia solanacearum* (EPPO, 2018a), dem EPPO-Datenblatt, das bei der EPPO Global Database (EPPO, 2018b) verfügbar ist, Internationalen Standards für Pflanzengesundheitliche Maßnahmen (ISPMs) und anderen wissenschaftlichen Dokumenten.

Zielsetzung dieses Schadorganismensteckbriefes ist, die relevanten biologischen Informationen zur Verfügung zu stellen, die für die Erstellung von Erhebungen für *Ralstonia solanacearum* in der Kartoffelerzeugungskette in EU Mitgliedstaaten erforderlich sind. Dieses Dokument ist Bestandteil eines Toolkits, das entwickelt wird, um Mitgliedstaaten bei der Planung eines statistisch fundierten und risikobasierten Ansatzes zur Schadorganismenerhebung entsprechend dem Internationalem Pflanzenschutzübereinkommen (IPPC) (FAO,

¹ Richtlinie des Rates 98/57/EG vom 20. Juli 1998 zur Bekämpfung von *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al. OJ L 235, 21.8.1998, p. 1–39.

2016) zu unterstützen. Das Toolkit besteht aus Schadorganismen-spezifischen und allgemeineren Dokumenten, die relevant für alle zu erhebenden Schadorganismen sind:

- i. Schadorganismen-spezifische Dokumente:
 - a. Der Schadorganismensteckbrief für die Braunfäule der Kartoffel *Ralstonia solanacearum*.²
- ii. Allgemeine Dokumente:
 - a. Die allgemeinen Richtlinien für Erhebungen (sollen 2019 fertig gestellt werden)
 - b. Das Online-Handbuch RiBESS+³
 - c. Die online⁴ verfügbaren statistischen Tools RiBESS+ und SAMPELATOR, mit freiem Zugang nach Registrierung.

Der Schadorganismus und seine Biologie

Taxonomie

Wissenschaftlicher Name: *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) Yabuuchi et al. 1996 emend. Safni et al. 2014

Klasse: Betaproteobacteria Ordnung: Burkholderiales Familie: Ralstoniaceae Gattung: *Ralstonia* Art: *Ralstonia solanacearum*

Synonyme: *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) Yabuuchi et al. 1996; *Burkholderia solanacearum* (Smith 1896) Yabuuchi et al. 1992; *Pseudomonas solanacearum* (Smith 1896) Smith 1914

Trivialname: Braunfäule der Kartoffel, Schleimkrankheit der Kartoffel

Vor kurzem wurde der Artenkomplex *R. solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al. neu klassifiziert und in eindeutige Arten eingeteilt (Safni et al., 2014), wie in Tabelle 1 dargestellt: *R. solanacearum*, *R. pseudosolanacearum* und *R. syzygii*. Dieser Schadorganismensteckbrief betrifft die Braunfäule der Kartoffel und den neu klassifizierten Erreger dieser Krankheit *R. solanacearum*, insbesondere den Genotyp, der Phylotype IIB sequevar⁵ 1 (PIIB-1) zugeordnet wird und vormals als *R. solanacearum* race 3 Biovar 2 bezeichnet wurde.

² Der Inhalt dieser Veröffentlichung der EFSA ist als Live-Dokument einzusehen unter:

<https://efsa.maps.arcgis.com/apps/MinimalGallery/index.html?appid=f91d6e95376f4a5da206eb1815ad1489> wo es aktualisiert wird, sobald neue relevante Informationen vorliegen.

³ <https://zenodo.org/record/2541541/preview/ribess-manual.pdf>

⁴ https://websso-efsa.openanalytics.eu/auth/realms/efsa/protocol/openid-connect/auth?response_type=code&client_id=shiny-efsa&redirect_uri=https%3A%2F%2Fshiny-efsa.openanalytics.eu%2Ffso%2Flogin&state=d6f7f997-d09f-4bb0-afce-237f192a72d5&login=true&scope=openid

⁵ Eine Sequenz wird als eine Gruppe genetischer Stämme definiert, die durch eine spezifische DNA-Sequenz charakterisiert wird.

Tab. 1: Überblick über die Neuregelung des Artenkomplexes von *Ralstonia solanacearum* durch Safni et al. (2014), einschließlich Informationen zu dem Wirtspflanzenkreis der verschiedenen Phylotypen/Arten (gemäß EFSA Panel on Plant Health, Kategorisierung von Schadorganismen zu *Ralstonia solanacearum*, in Bearbeitung)

Vor 2014	Nach der Revision von Safni et al. (2014)	Hauptwirtspflanzen
<i>R. solanacearum</i> phylotype I	<i>R. pseudosolanacearum</i>	<i>Solanum</i> spp., Maulbeere (<i>Morus</i> spp.) und viele andere Wirtspflanzen
<i>R. solanacearum</i> phylotype II	<i>R. solanacearum</i>	<i>Solanum</i> spp. (einschließlich <i>S. tuberosum</i>, befallen mit Braunfäule der Kartoffel), <i>Anthurium</i>, <i>Heliconia</i>, <i>Musa</i> spp. und viele andere Wirtspflanzen
<i>R. solanacearum</i> phylotype III	<i>R. pseudosolanacearum</i>	<i>Solanum</i> spp., <i>Nicotiana</i> spp. und viele andere Wirtspflanzen
<i>R. solanacearum</i> phylotype IV	<i>R. syzygii</i> subsp. <i>celebensis</i>	Bananen (<i>Musa</i> spp.)
	<i>R. syzygii</i> subsp. <i>indonesiensis</i>	<i>S. tuberosum</i> , <i>S. lycopersicon</i> , <i>Capsicum annuum</i> , <i>Syzygium aromaticum</i>
<i>R. syzygii</i>	<i>R. syzygii</i> subsp. <i>syzygii</i>	Clove (<i>Syzygium</i> spp.)

Regelungsstatus des Schadorganismus in der EU

Der Artenkomplex *R. solanacearum* (*R. solanacearum* (Smith 1896) Yabuuchi et al. 1996) ist durch die Richtlinie des Rates 2000/29/EC⁶ Anhang I, Teil A geregelt, in dem Schadorganismen aufgeführt sind, deren Einschleppung und Verbreitung in allen Mitgliedstaaten verboten ist. Die verschiedenen Arten innerhalb des Artenkomplexes werden in der Richtlinie nicht genannt. Das Bakterium tritt bekanntermaßen in der EU auf.

Die Einfuhr von Pflanzkartoffeln aus Drittländern (außer der Schweiz) ist gemäß Richtlinie 2000/29/EC Anhang III Teil A verboten. Die Einfuhr von anderen Kartoffeln ist ebenfalls verboten, ausgenommen einer begrenzten Anzahl von Ländern in Europa und dem Mittelmeerraum. Außerdem gibt es besondere Anforderungen in Anhang IV, Teil A, Abschnitt I für die Einfuhr aus Drittländern von Knollen von *Solanum tuberosum* und Pflanzen von *Capsicum annuum* L., *Solanum lycopersicum* L., *Musa* L., *Nicotiana* L. und *Solanum melongena* L., zum Anpflanzen bestimmt, ausgenommen Samen. Besondere Anforderungen sind in Anhang IV, Teil A, Abschnitt II enthalten, um die Ausbreitung des Bakteriums innerhalb der EU zu verhindern.

Darüber hinaus sind Maßnahmen, die innerhalb der EU gegen *R. solanacearum* ergriffen werden müssen, in der Richtlinie des Rates 98/57/EC (geändert durch Richtlinie der Kommission 2006/63/CE⁷) zur Bekämpfung von *R. solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al.

⁶ Richtlinie des Rates 2000/29/EG vom 8. Mai 2000 über Maßnahmen zum Schutz der Gemeinschaft gegen die Einschleppung und Ausbreitung von Schadorganismen der Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse. OJ L 169, 10.7.2000, p. 1–112. Konsolidierte Fassung vom 01/04/2018.

⁷ Richtlinie der Kommission 2006/63/CE vom 14. Juli 2006 zur Änderung von Anhang II bis VII von Richtlinie des Rates 98/57/EC zur Bekämpfung von *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al. OJ L 206, 27.7.2006, p. 36–106

aufgeführt. Diese Maßnahmen beinhalten das Durchführen von jährlichen systematischen amtlichen Erhebungen in Bezug auf den Organismus. Die Mitgliedstaaten müssen einen zielgerichteten Erhebungsplan entwerfen, der auf einer Risikoanalyse für den Schadorganismus basiert. Die Richtlinie beinhaltet detaillierte Protokolle für den Nachweis und die Identifizierung des Krankheitserregers. Wo relevant, bezieht sich dieser Schadorganismensteckbrief auf die Richtlinie. Die Richtlinie 98/57/EG fordert auch die Durchführung einer Erhebung für Tomaten, dieser Schadorganismensteckbrief umfasst jedoch nur Erhebungen für Kartoffeln und Kartoffelanbauflächen.

Verbreitung des Schadorganismus

Der Schadorganismus hat seinen Ursprung in Südamerika und hat sich durch den Transport von befallenen Kartoffelknollen in der ganzen Welt verbreitet (EPPO, 2018a). Er tritt mittlerweile in vielen Mitgliedstaaten der EU auf, jedoch mit einer eingeschränkten Verbreitung oder wenigen Vorkommen (Abbildung 1).

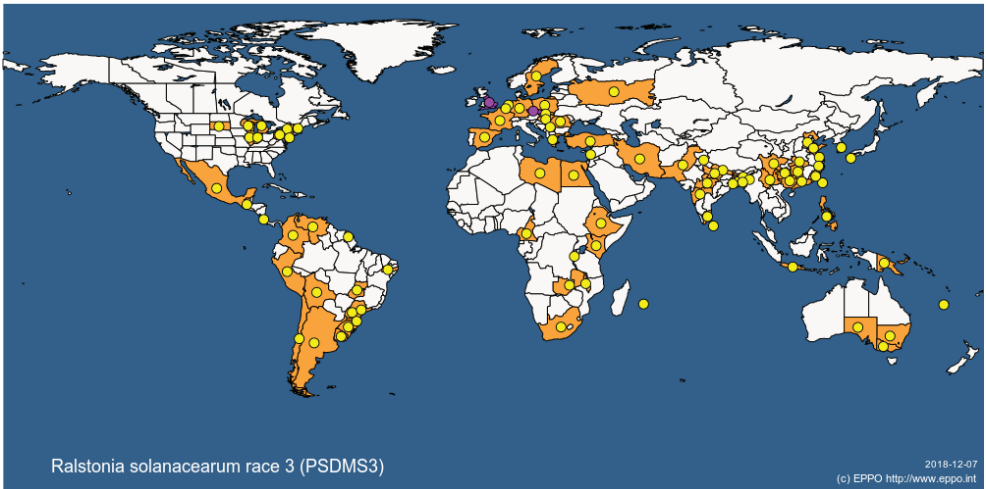


Abb. 1: Verbreitungskarte für *Ralstonia solanacearum* Rasse 3 (als äquivalent zu *R. solanacearum* PIIB-1, Verursacher der Braunfäule der Kartoffel, betrachtet). Der Schadorganismen-Status des Bakteriums in Ländern oder Staaten wird als auftretend (gelbe Punkte) oder vorübergehend auftretend (lila Punkte) gekennzeichnet (Quelle: EPPO Global Database, www.eppo.int)

Lebenszyklus

Das Bakterium kann in Erde, Wasser und/oder mehrjährigen Pflanzen überleben und überwintern, wobei die letzteren anscheinend am wichtigsten sind (Elphinstone, 1996; Wenner et al., 1999; EPPO, 2018a).

Im Boden hat das Bakterium eine begrenzte Überlebenszeit. Unter Versuchsbedingungen lag die längste Überlebenszeit bei 200 Tagen; eingebettet in das Pflanzengewebe von Wirtspflanzen kann *R. solanacearum* längere Zeiträume überleben (Tomlinson et al., 2011; Messiha, 2006). Jedoch scheint unter gemäßigten Bedingungen bodenbürtiges Inokulum

keine große Rolle beim Überleben und Überwintern des Bakteriums zu spielen (Wenneker et al., 1999).

Die Überlebenszeit in Wasser wird stark beeinflusst durch Mikrobiota. In sterilem Wasser kann das Bakterium mehrere Jahre überleben, aber in Wassergräben kann die Überlebenszeit abhängig von physikalischen und biotischen Faktoren wie Temperatur, chemischer und mikrobieller Zusammensetzung und Belastung unter einem Monat liegen (Elsas et al., 2001; Álvarez et al., 2007; Tomlinson et al., 2011). Jedoch kann das Bakterium in Oberflächenwasser für längere Zeiträume vorhanden sein, wenn Unkräuter wie *S. dulcamara*, die natürliche Wirtspflanzen des Bakteriums sind, entlang des Wasserlaufs wachsen, ihre Wurzeln bis ins Wasser reichen und Bakterienzellen in das Wasser gelangen. Solche Pflanzen können als Reservoir für das Bakterium dienen (Wenneker et al., 1999; Janse et al., 2009; EPPO, 2018c), deshalb spielt das Vorkommen von mehrjährigen Wirtspflanzen eine große Rolle für das Überleben und die Etablierung des Bakteriums.

Es gibt begrenzte Informationen zum Überleben des Bakteriums auf Oberflächen. Unter Versuchsbedingungen kann *R. solanacearum* auf Holz mehrere Tage überleben, 14 Tage lang auf Metall und länger als 87 Tage auf Gummi (Wenneker et al., 1998). Fortnum and Gooden (2008) ermittelten das Überleben für bis zu 5 Stunden auf Klingen von mechanischen Schneidewerkzeugen, die in einer mit *R. solanacearum* infizierten Tabakkultur benutzt wurden.

Das Bakterium tritt durch Pflanzenwunden, Risse oder natürliche Öffnungen wie Stomata ein. Innerhalb der Pflanze bewegt sich das Bakterium mithilfe der vaskulären Bündel (CABI, 2018). Die optimale Temperatur für das Bakterium beträgt ungefähr 27°C.

Wirtspflanzenkreis und Hauptwirtspflanzen

Solanum tuberosum (Kartoffel), *S. lycopersicum* (Tomate), *S. melongena* (Aubergine), *Pelargonium*, und verschiedene Nachtschattengewächse sind die hauptsächlichen Wirtspflanzen des Verursachers der Braunfäule der Kartoffel, *R. solanacearum* PIIB-1. Die Gewächse umfassen die Arten *S. nigrum* (Schwarzer Nachtschatten) und *S. dulcamara* (Bittersüßer Nachtschatten) (CABI, 2018; EPPO, 2018a).

Wie in Abschnitt 1.1 erwähnt, fokussiert dieses Dokument auf die Braunfäule der Kartoffel. In diesem Zusammenhang sind die verschiedenen Wirtspflanzen relevant, die zu den Epidemien in Kartoffelkulturen beitragen und daran beteiligt sind. Insbesondere ist dies der Fall für die Wirtspflanzenarten *S. nigrum* (Schwarzer Nachtschatten) und *S. dulcamara* (Bittersüßer Nachtschatten) (CABI, 2018; EPPO, 2018a), die oftmals in oder in der Nähe von Kartoffelfeldern wachsen.

Die Kartoffel ist von großer wirtschaftlicher Bedeutung für die EU (Abbildung 2). Jährliche amtliche Erhebungen für Kartoffel und Tomate sind gemäß Richtlinie 98/57/EG Pflicht.

Geeignete Umweltbedingungen

Ralstonia solanacearum kann sich in verschiedenen Klimazonen etablieren. Es tritt bereits auf allen Kontinenten außer der Antarktis auf. Es kann sich wahrscheinlich in allen Gebieten der EU etablieren, wo Kartoffeln angepflanzt werden. Gebiete mit dem höchsten Risiko sind die, wo Oberflächenwasser für die Bewässerung genutzt wird und wo mehrjährige Wirtspflanzen wie *S. nigrum* und *S. dulcamara* an den Rändern des Wasserlaufs vorkommen. In Gebieten, wo kein Oberflächenwasser benutzt wird oder keine mehrjährigen Wirtspflanzen auftreten, kann der Schadorganismus alljährlich durch Verwendung von (latent) infizierten Pflanzkartoffeln neu eingeschleppt werden.

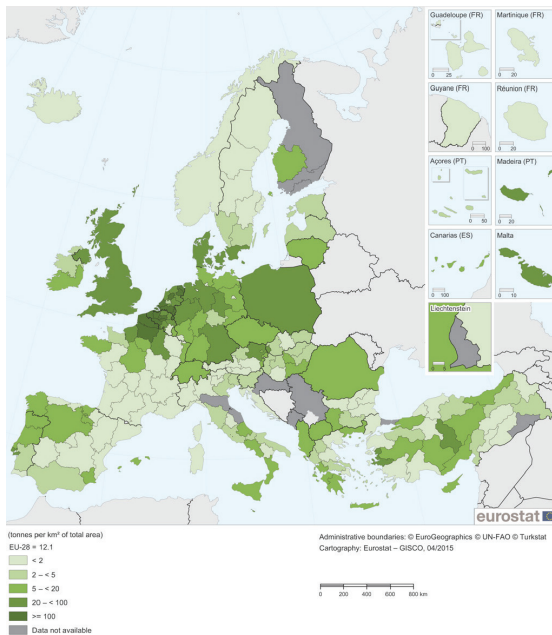


Abb. 2: Kartoffelernte im Jahr 2013 (NUTS Region Ebene 2, in Tonnen pro km² der Gesamtfläche). Für Deutschland nur verfügbar für Regionen der NUTS Ebene 1. Tschechische Republik, Dänemark, Polen, Rumänien, Vereinigtes Königreich, Norwegen, Schweiz und Albanien: nur auf nationaler Ebene verfügbar. Kroatien: Verhältnis errechnet unter Einbeziehung der Landfläche und nicht der Gesamtfläche. Norwegen, Albanien und Türkei: 2012. Bulgarien: 2011 (Quelle: Eurostat Regional Yearbook 2015 ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7018888/KS-HA-15-001-EN-N.pdf; Aufgerufen 16. Juli 2018)

Ausbreitungskapazität

Natürliche Ausbreitung

In Feldern, in denen mit *R. solanacearum* befallene Pflanzen wachsen, ist die natürliche Ausbreitung sehr begrenzt. Befallene Knollen können als eine Quelle des Inokulums für den nächsten Infektionszyklus dienen, wenn sie als Pflanzkartoffeln benutzt werden. Das Bakterium kann auch in einem Feld mit nicht geernteten Kartoffelknollen (z. B. Durchwuchs oder im Boden verbleibende Kartoffelreste) oder nicht kompostiertem Pflanzenmaterial über Zeiträume von bis zu einem Jahr überdauern.

Ausbreitung durch den Menschen

Die hauptsächlichen Übertragungswege sind der Handel/Transport von (latent) befallenen Kartoffelknollen (insbesondere Pflanzkartoffeln) und kontaminiertes Oberflächenwasser. Beide Übertragungswege erfordern menschliches Zutun (Transport und Bewässerung). Oberflächenwasser kann kontaminiert werden, wenn die Kartoffelindustrie infizierte Kartoffeln nutzt und Abwasser ohne Behandlung in das Oberflächenwasser abgelassen wird (Janse et al., 2009). Oberflächenwasser kann auch dort kontaminiert werden, wo Wirtspflanzen wie *S. nigrum* und *S. dulcamara* vorkommen, zum Beispiel an Wasserläufen. Die Nutzung von kontaminiertem Oberflächenwasser war wahrscheinlich der Ursprung von vielen Ausbrüchen in Kartoffelkulturen in Europa (Messiha, 2006; Janse et al., 2009). Der Transport von anderen Pflanzen zum Anpflanzen von Wirtspflanzen kann auch ein Übertragungsweg sein. In der Vergangenheit wurde das Bakterium über infizierte Pflanzen von *Pelargonium zonale* in Baumschulen in Europa eingeschleppt (Janse et al., 2004).

Es gab viele Ausbrüche von *R. solanacearum* an Kartoffeln in der EU, von denen die meisten mit kontaminiertem Oberflächenwasser oder infizierten Pflanzkartoffeln zusammenhängen. Es wurden allerdings nur wenige Ausbrüche an Tomaten und Auberginen gemeldet (EPPO, 1997, 2010, 2016). In einem Fall war vermutlich die Nutzung von kontaminiertem Wasser für die Bewässerung (über Oberflächenwasser) der Ursprung (EPPO, 1997), während in den anderen beiden Fällen die potentielle Quelle nicht identifiziert wurde.

Um die Verbreitung über Pflanzkartoffeln zu vermeiden, können Mitgliedstaaten ein verbindliches Testprogramm einführen, das über die Verpflichtungen in Bezug auf initiale Stammselektion und Basispflanzkartoffeln gemäß Richtlinie 98/57/EC hinausgeht.

Identifikation von Risikofaktoren

Die Identifikation von Risikofaktoren und die Abschätzung des entsprechenden Risikos ist für die Durchführung von risikobasierten Erhebungen sehr wichtig. Ein Risikofaktor ist ein biotischer oder abiotischer Faktor, der die Wahrscheinlichkeit eines Befalls durch den Schadorganismus erhöht. Der Identifikationsvorgang muss auf die Situation des jeweiligen Mitgliedstaates zugeschnitten werden. Damit die Probengröße kalkuliert werden kann, muss jeder Mitgliedstaat für jeden Risikofaktor das Ausmaß der Zielpopulation kennen (oder schätzen). Dieser Abschnitt zeigt Beispiele von Risikofaktoren auf und ist nicht zwangsläufig vollständig. Die beiden unten genannten Beispiele beziehen sich auf

die hauptsächlichen Übertragungswege für die Einschleppung und Verbreitung von *R. solanacearum*.

Auf Grundlage des gültigen Rechts hinsichtlich Pflanzkartoffeln sind die hauptsächlichen Übertragungswege geschlossen (siehe Richtlinie 2000/29/EG, Anhang III). Auf alle Fälle erfordert der Übertragungsweg Pflanzkartoffel weiterhin besondere Aufmerksamkeit aufgrund des Vorkommens des Bakteriums auf dem Hoheitsgebiet der EU.

Beispiel 1: Ursprung von Pflanzkartoffeln

Die Verwendung von Pflanzkartoffeln aus Gebieten (von Ländern), in denen das Bakterium auftritt, ist ein potentieller Risikofaktor, insbesondere in Mitgliedstaaten, in denen das Bakterium derzeit nicht auftritt. Angesichts dessen, dass der Ursprung der Pflanzkartoffeln nicht immer a priori bekannt ist (im Lauf der Zeit können sich Handel oder Befallsstatus des Ursprungsgebietes verändern), kann es sein, dass dieser Faktor manchmal nicht bekannt oder geeignet ist, um eine risikobasierte Erhebung zum Beweis der Befallsfreiheit durchzuführen.

Auf alle Fälle müssen verschiedene Informationsquellen bei der Abschätzung der relativen Risiken in Bezug zu dem Ursprung der Kartoffeln berücksichtigt werden, wie z. B.:

- Die Datenbank für Beanstandungen (EUROPHYT) in Bezug auf Anzahl und Ursprung der Beanstandungen des Schadorganismus
- Der jährliche Bericht über die Erhebungen zur Braunfäule (Europäische Kommission, 2017), falls der Ursprung der Pflanzkartoffeln in der EU bekannt ist.

Beispiel 2: Nutzung von Oberflächenwasser für die Bewässerung

Die Nutzung von Oberflächenwasser für die Bewässerung von Kartoffelfeldern ist ein Risikofaktor. Innerhalb dieses Risikofaktors kann es verschiedene Risikoebenen geben. Dies hängt zum Beispiel davon ab, ob es Industrieanlagen gibt, in denen Verbrauchs- und Stärkekartoffeln aus kontaminierten Gebieten verarbeitet werden (mit oder ohne Behandlung von Abwasser) oder dem Vorkommen von wilden Wirtspflanzen entlang Gewässern. Das Vorkommen von wilden Wirtspflanzen erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass sich das Bakterium im Oberflächenwasser etabliert.

Nachweis und Identifikation

Visuelle Untersuchung

Krankheitssymptome an Pflanzen

Für die visuelle Untersuchung wird auf Richtlinie 98/57/EG, Anhang II Abschnitt II (geändert durch Richtlinie der Kommission 2006/63/EG) verwiesen. In diesem Abschnitt werden Symptome an Kartoffeln, Tomaten und einigen anderen Wirtspflanzen beschrieben. Vor kurzem wurde das Diagnoseprotokoll der EPPO für *R. solanacearum* überarbeitet (EPPO, 2018a), welches auch eine Beschreibung der Symptome anhand von Fotos enthält. Die wichtigsten Symptome werden nachstehend zusammengefasst.

Symptome an *S. tuberosum* (Kartoffel):

- Welke von Blättern und Trieben zur heißesten Tageszeit (Abbildung 3). Pflanzen können sich nachts erholen. (Das Bakterium kann auch ohne Ausbildung von Symptomen vorhanden sein. Pflanzen können in kühlem Klima auch gar keine Symptome zeigen.)
- Manchmal erholen sich Pflanzen nicht. Sie werden nekrotisch und sterben ab.
- Abgeschnittene Stängel zeigen eine braune Verfärbung des vaskulären Systems.
- Oft tritt eine weiße schleimige Bakterienmasse (Bakterienschleim) aus geschnittenen Stängeln aus.

Symptome an *S. dulcamara* (Bittersüßer Nachtschatten) und *S. nigrum* (Schwarzer Nachtschatten):

- Unter natürlichen Bedingungen ist das Verwelken selten, außer wenn die Bodentemperatur 25°C überschreitet oder es einen extrem hohen Inokulumlevel gibt.
- Abgeschnittene Stängel können innen hellbraune Verfärbungen des vaskulären Systems zeigen.



Abb. 3: Kartoffelpflanze mit welkenden Blättern und abgebrochenen Triebe (Foto: NVWA, Niederlande)

Krankheitssymptome an Knollen

Laut Richtlinie 98/57/EG kann Bakterien Schleim aus den Augen und dem letzten Ausläuferende von befallenen Knollen austreten, aber oftmals zeigen Knollen keine äußeren Symptome. Beim Aufschneiden von kranken Knollen zeigt sich ein brauner Ring und meistens erscheint ein paar Minuten nach dem Aufschneiden ein cremiges flüssiges Sekret auf dem vaskulären Ring auf der Schnittfläche (Abbildung 4).

Die Symptome können mit denen der Ringfäule verwechselt werden, die durch *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* hervorgerufen werden. Allerdings muss die Knolle bei Bakterienringfäule zusammengedrückt werden, um eine schleimige Masse auszupressen und es erscheint nicht spontan ein flüssiges Sekret auf der Schnittfläche.



Abb. 4: Eine Kartoffelknolle im Querschnitt, die einen braun verfärbten Ring und cremigen weißen Bakterien-schleim zeigt, der aus dem vaskulären Ring austritt (Foto: NVWA, Niederlande)

Probenahme

Obwohl die visuelle Inspektion von Knollen wichtig für die Überwachung ist, sind Labortests an Knollen notwendig, um latente Infektionen nachweisen zu können. Durch Richtlinie 98/57/EG werden die notwendigen Schritte für die Probenahme und den Umgang mit symptomatischen und asymptomatischen Knollen standardisiert. Für jede Kartoffelpartie ist die Standardgröße 200 Knollen. Jede Partie muss überprüft und verdächtige Knollen müssen genauer untersucht werden. Ohne verdächtige Knollen muss eine repräsentative Probe von 200 asymptomatischen Knollen aus der Partie entnommen werden. Der Kartoffelextrakt aus den entnommenen Kartoffelproben kann auch für den Nachweis von *Clavibacter michiganensis subsp. sepedonicus* genutzt werden.

Der Nachweis von *R. solanacearum* ist am zuverlässigsten, wenn die Wassertemperatur über 15°C liegt. Proben von Oberflächenwasser müssen in einem von bis zu zwei Metern vom Ufer entfernt entnommen werden. Wenn Wirtspflanzen (insbesondere Nachtschattengewächse) vorkommen, müssen Proben von Oberflächenwasser in ihrer Nähe entnommen werden. Gemäß Richtlinie 98/57/EG werden Probengrößen von bis zu 500 ml pro Probenahme empfohlen.

Labortests und Identifizierung des Schadorganismus

Für den Nachweis und die Identifizierung von *R. solanacearum* in Pflanzen und Kartoffelknollen verweisen wir auf das Testschema in den Abschnitten I bis III in Anhang II der Richtlinie 98/57/EG (geändert durch Richtlinie der Kommission 2006/63/EG), die für die Mitgliedstaaten der EU verbindlich ist. Es gibt vier separate Testschemata für symptomatisches Pflanzenmaterial, asymptomatische Knollen, asymptomatische Pflanzen und gegebenenfalls Wasserproben.

Das Testverfahren für Kartoffelknollen oder Pflanzen mit Symptomen umfasst einen schnellen Screeningtest, die Isolierung des Krankheitserregers aus infiziertem vaskulärem Gewebe und im Fall eines positiven Tests, Identifizierung der Kultur als *R. solanacearum* durch sowohl einen Identifizierungs- als auch einen Pathogenitätstest (an Tomatenpflanzen).

Für asymptomatische Kartoffelknollen erfordert das Testverfahren die Anwendung von zwei Screeningtests (Immunofluorescence IF, Polymerase Chain Reaction PCR oder Fluoreszenz in situ Hybridisation FISH basierte oder selektive Isolation). Dieses muss durch die Isolation des Krankheitserregers, gefolgt von einem Identifizierungs- und Pathogenitätstest, ergänzt werden, wenn Kolonien mit der typischen Morphologie gefunden werden.

Für Proben von asymptomatischen Wirtspflanzen erfordert das Testverfahren eine Extraktion und Proben von asymptomatischen Wirtspflanzen. Im ersten Schritt erfordert das Testverfahren Extraktion und Konzentration, gefolgt von zwei Screening Tests (Immunofluoreszenz IF, Polymerase Chain Reaction PCR oder Fluoreszenz in situ Hybridisation FISH basierte oder selektive Isolation). Auch hier erfolgt eine Ergänzung durch Isolation des Krankheitserregers, gefolgt von einem Identifizierungs- und Pathogenitätstest, wenn Kolonien mit der typischen Morphologie gefunden werden.

Wasserproben werden auf einem selektiven Medium plattiert (nach einem optionalen Anreicherungsschritt). Wenn typische Kolonien beobachtet werden, müssen die Kulturen gereinigt werden, gefolgt von einem Identifizierungs- und Pathogenitätstest für die endgültige Bestätigung.

Zusätzlich beschreibt der EPPO Standard PM 7/59 auch Diagnoseprotokolle für den Nachweis und die Identifizierung von *R. solanacearum* (und *R. pseudosolanacearum* und *R. syzygii*).

Gutarra et al. (2017) beschreiben ihre Forschung zur Diversität der Art und Schlüsselinformationen für die Identifikation von Art/Stamm/Biovar/Phylotyp/ Sequevar.

Li et al. (2014) geben Details zur Sensitivität und Spezifität der Methoden, die zum Vergleich von Laborversuchen zum Nachweis und zur Identifikation für das Testen von Kartoffelproben auf Vorhandensein des Verursachers der Braunfäule der Kartoffel genutzt

werden.

Schlüsselemente für das Erhebungsdesign

Auf Grundlage der Informationen zu dem Schadorganismus-Wirtspflanzen-System müssen die verschiedenen Einheiten, die für das Erhebungsdesign nötig sind, definiert und auf die Situation jeden Mitgliedstaates zugeschnitten werden. Die Größe der definierten Zielpopulation und ihre Struktur in Bezug auf die Anzahl von epidemiologischen Einheiten muss bekannt sein. Wenn mehrere Schadorganismen in der gleichen Kultur überwacht werden müssen, wird empfohlen, die gleichen epidemiologischen und Inspektionseinheiten für jeden Schadorganismus zu nutzen, um das Erhebungsprogramm so weit wie möglich zu optimieren.

Die Tabellen 2, 3 und 4 zeigen Beispiele dieser Definitionen, die bei der Planung einer Erhebung für Pflanzkartoffeln oder gegebenenfalls für Felder, auf denen Speise- oder Stärkekartoffeln angebaut werden, und Oberflächenwasser angewendet werden sollten.

Tab. 2: Beispiele für Definitionen der Zielpopulation, epidemiologischen und Inspektionseinheiten für eine Erhebung zu *Ralstonia solanacearum* in Pflanzkartoffeln

	Definition	Einheit
Zielpopulation	Alle Partien von Pflanzkartoffeln, die in einem Mitgliedstaat erzeugt wurden	Gesamte Anzahl von Partien
Epidemiologische Einheiten	Partie Pflanzkartoffeln	Eine einzelne Partie
Inspektionseinheiten	Einzelne Knolle	Anzahl von Knollen*

* Die Standard-Probengröße ist 200 Knollen pro Test. Eine größere Anzahl von Knollen in der Probe führt zu Inhibitionsproblemen. Alle Nachweismethoden gemäß Richtlinie des Rates 98/57/EG basieren auf Proben von 200 Knollen.

Tab. 3: Beispiele für Definitionen der Zielpopulation, epidemiologischen und Inspektionseinheiten für eine Erhebung zu *Ralstonia solanacearum* in Flächen, auf denen Speise- oder Stärkekartoffeln erzeugt werden

	Definition	Einheit
Zielpopulation	Alle Erzeugungsflächen für Partien von Speise- oder Stärkekartoffeln in einem Mitgliedstaat	Gesamtzahl der Felder (oder Partien)
Epidemiologische Einheiten	Eine Erzeugungsfläche für eine Partie Speise- oder Stärkekartoffeln	Ein einzelnes Feld (oder Partie)

Inspektionseinheiten Einzelne Knolle

Eine Anzahl von Knollen*

* Die Standard-Probengröße ist 200 Knollen pro Test.

Tab. 4: Beispiel für Definitionen der Zielpopulation, epidemiologischen und Inspektionseinheiten für eine Erhebung zu *Ralstonia solanacearum* in Oberflächenwasser

	Definition	Einheit
Zielpopulation	Das gesamte Oberflächenwasser innerhalb von 2 m an einem Ufer/ einer Landseite in Kartoffelanbaugebieten*	Gesamtlänge oder Anzahl von Land an Wasserläufen
Epidemiologische Einheiten	Einheit der Länge der Wasserläufe in Kartoffelanbaugebieten (im Fall der Unterteilung in Untereinheiten, z. B. bei Gräben und anderen Wasserläufen, kann die Einheit ein Graben bzw. eine Längenangabe sein)	1 km Wasserlauf oder ein einzelner Wasserlauf (ein einzelner Graben)
Inspektionseinheiten	Oberflächenwasser	30–500 ml Wasser pro Probestelle**

* Die 'Population Oberflächenwasser' kann in Unterpopulationen aufgeteilt werden wie Feldgräben, Kanäle und Flüsse oder Teiche und Seen (aber nur das Wasser innerhalb von 2 m vom Ufer).

** Richtlinie 1998/57/EG: 'Probengrößen bis zu 500 ml pro Probenentnahmestelle werden empfohlen. Falls kleinere Proben bevorzugt werden, ist es ratsam, bei mindestens drei Gelegenheiten Proben pro Entnahmestelle zu nehmen, bei denen jede Probe aus zwei replizierten Unterproben von mindestens 30 ml besteht.'

Ralstonia solanacearum hat eine beschränkte Verbreitung innerhalb der EU. In einigen Gebieten hat sich das Bakterium in Oberflächenwasser etabliert und in diesen Gebieten ist das Ziel einer Erhebung, das Vorkommen des Schadorganismus in Oberflächenwasser zu überwachen und die Befallsfreiheit von Kartoffelkulturen festzustellen. In anderen Gebieten ist das Ziel der Erhebung, die Befallsfreiheit von Kartoffelkulturen und des Oberflächenwassers festzustellen.

Die Bekämpfung von *R. solanacearum* ist bereits durch Richtlinie des Rates 98/57/EG harmonisiert, die die Grenzen für das Erhebungsdesign vorgibt. Zur Festlegung eines Erhebungsdesigns für *R. solanacearum* an Kartoffeln muss Schritt für Schritt vorgegangen werden.

1/ Wahl der Art der Überwachung entsprechend der Zielsetzung der Überwachung. Für *R. solanacearum* hängt die Art der Überwachung in Kartoffeln (Befallsfreiheit oder Verbreitung des Schadorganismus) von dem Schadorganismus-Status in dem spezifischen Mitgliedstaat oder dem gegenwärtigen Vorkommen des Schadorganismus in der Kartoffel-Erzeugungskette ab. Für die Schadorganismus-Gebiete oder Erzeugungsketten sollte RiBESS+ angewendet werden.

2/ Beschreibung der Bestandteile der Überwachung, die erforderlich sind, um statistisch fundierte Probengrößen festzulegen. Jeder Mitgliedstaat muss aufgrund der spezifischen Situation in dem Land die verschiedenen Einheiten identifizieren, die nötig sind. Die Anzahl der epidemiologischen Einheiten in der definierten Zielpopulation müssen bekannt sein, um die geeignete Probengröße festzulegen. Ein klarer Unterschied zwischen Pflanz-

kartoffeln und Speise- und Stärkekartoffeln ist, dass eine Partie Pflanzkartoffeln jederzeit bis zu dem Feld zurückverfolgt werden kann, auf dem sie erzeugt wurde, während geerntete Partien von Speise- und Stärkekartoffeln mit anderen Partien gemischt werden können oder nicht länger zurück verfolgbar sind, nachdem sie das Feld verlassen haben, auf dem sie erzeugt wurden. Dies impliziert, dass eine Erhebung zu Speise- oder Stärkekartoffeln durchgeführt werden muss, solange sie sich noch auf dem Feld/ Ort der Erzeugung befinden. Wenn mehrere Schadorganismen in der gleichen Kultur überwacht werden müssen, wird empfohlen, die gleichen epidemiologischen und Inspektionseinheiten für jeden Schadorganismus zu nutzen, um das Erhebungsprogramm soweit wie möglich zu optimieren.

3/ Festlegung des geeigneten Levels für die statistische Sicherheit (95%), der angewendet werden muss, wenn die Erhebung durchgeführt wird und Ermittlung der geeigneten Probengröße. Bei Berücksichtigung der Risikofaktoren, die gemäß Abschnitt 1.8 identifiziert wurden, fokussiert die Erhebung hauptsächlich auf solche Felder, die am wahrscheinlichsten mit der Zielart befallen werden.

4/ Auswahl von Erhebungsorten aus der Liste der verfügbaren Orte.

5/ Entwicklung eines Probenahmeverfahrens innerhalb der epidemiologischen Einheiten. In Richtlinie 98/57/EG, Anhang II wird bereits das Probenahmeverfahren für symptomatische und asymptomatische Kartoffelknollen und Wasserproben für den Nachweis und die Identifikation von *R. solanacearum* detailliert beschrieben. Bei der Untersuchung von Kartoffelpartien sollte eine Anzahl von Knollen unter Berücksichtigung aller verdächtig aussehenden Knollen genauer untersucht werden. Gemäß Richtlinie 98/57 ist die Standardgröße für Proben von asymptomatischen Knollen 200 [Knollen].

6/ Entscheidung, welche Angaben nötig sind und auf welche Art sie weitergegeben werden sollen.

Literatur

- Álvarez B, López MM and Biosca EG, 2007. Influence of native microbiota on survival of *Ralstonia solanacearum* phylotype II in river water microcosms. *Applied and Environmental Microbiology*, 73, 7210-7217.
- CABI (Centre for Agriculture and Biosciences International), 2018. *Ralstonia solanacearum* (bacterial wilt of potato) Datasheet 45009, CABI Crop Protection Compendium Last Modified 27 September 2018 Online erhältlich: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/45009> (aufgerufen 24-10-2018).
- Elphinstone JG, 1996. Survival and possibilities for extinction of *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith in cool climates. *Potato Research*, 39, 403-410. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02357946>
- Elsas JDv, Kastelein P, de Vries PM and van Overbeek LS, 2001. Effects of ecological factors on the survival and physiology of *Ralstonia solanacearum* bv. 2 in irrigation water. *Canadian Journal of Microbiology*, 47, 842-854.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 1997. *Ralstonia solanacearum* found on tomatoes in United Kingdom. EPPO Reporting Service 1997/167. Online erhältlich: <https://gd.eppo.int/reporting/article-3896>
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2010. *Ralstonia solanacearum* found on glass-house tomatoes in Sardegna (IT). EPPO Reporting Service 2010/101. Online erhältlich: <https://gd.eppo.int/reporting/article-517>
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2016. *Ralstonia solanacearum* found in *Solanum melongena* in the Netherlands. EPPO Reporting Service, 2016/136 Online erhältlich: <https://gd.eppo.int/reporting/article-5881>
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2018a. PM 7/21 (2) *Ralstonia solanacearum*, *R. pseudosolanacearum* and *R. syzygii* (*Ralstonia solanacearum* species complex). *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 48, 32-63. 10.1111/epp.12454
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2018b. EPPO Global Database [online database]. European Plant Protection Organization. Online erhältlich: <https://gd.eppo.int> (Aufgerufen: Januar - Oktober 2018)
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2018c. Data sheets on quarantine pests, *Ralstonia solanacearum*. EPPO Global database.
- European Commission, 2017. Potato Ring Rot and Brown Rot Surveys in the EU Annual Report 2016/2017. DG Health and Food Safety, European Commission, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 36 pp. Online erhältlich: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/ph_biosec_leg_annual_report_2016-7_potato-rot.pdf
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2016. Plant Pest Surveillance: A guide to understand the principal requirements of surveillance programmes for national plant protection organizations. Version 1.1. FAO, Rome, Italy. Online erhältlich: <https://www.ippc.int>
- Fortnum BA and Gooden D, 2008. Transmission and survival of *Ralstonia solanacearum* on tobacco machinery. *Beiträge zur Tabakforschung International*, 23, 137-143.

- Gutarra L, Herrera J, Fernandez E, Kreuze J and Lindqvist-Kreuze H, 2017. Diversity, pathogenicity, and current occurrence of bacterial wilt bacterium *Ralstonia solanacearum* in Peru. *Frontiers in Plant Sciences* 8, p 1-12.
- Janse J, Van den Beld H, Elphinstone J, Simpkins S, Tjou-Tam-Sin N and Van Vaerenbergh J, 2004. Introduction to Europe of *Ralstonia solanacearum* biovar 2, race 3 in Pelargonium zonale cuttings. *Journal of Plant Pathology*, 147-155.
- Janse JD, Bergsma-Vlami M, Beuningen Av, Derks H, Hendriks H, Horn N, Janssen F, Kavelaars J, Roenhorst A, Schoeman M, Steeghs M, Tjou-Tam-Sin NNS, Verdel M and Wenneker M, 2009. Brown rot in potato. *Gewasbescherming*, 40, 176-187.
- Li X, Nie J, Hammill D, Smith D, Xu H and De Boer S, 2014. A comprehensive comparison of assays for detection and identification of *Ralstonia solanacearum* race 3 biovar 2. *Journal of applied microbiology*, 117, 1132-1143.
- Messiha NAS, 2006. Bacterial wilt of potato (*Ralstonia solanacearum* race 3, biovar 2): disease management, pathogen survival and possible eradication (PhD thesis). Wageningen Universiteit, Wageningen, the Netherlands.
- Safni I, Cleenwerck I, De Vos P, Fegan M, Sly L & Kappler U, 2014. Polyphasic taxonomic revision of the *Ralstonia solanacearum* species complex: proposal to emend the descriptions of *Ralstonia solanacearum* and *Ralstonia syzygii* and reclassify current *R. syzygii* strains as *Ralstonia syzygii* subsp. *syzygii* subsp. nov., *R. solanacearum* phylotype IV strains as *Ralstonia syzygii* subsp. *indonesiensis* subsp. nov., banana blood disease bacterium strains as *Ralstonia syzygii* subsp. *celebesensis* subsp. nov. and *R. solanacearum* phylotype I and III strains as *Ralstoniapseudosolanacearum* sp. nov. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 64, 3087-3103.
- Tomlinson DL, Elphinstone JG, El-Fatah HA, Agag S, Kamal M, El-Aliem MA, El-Ghany HA, Soliman M, Fawzi F and Stead D, 2011. Limited survival of *Ralstonia solanacearum* Race 3 in bulk soils and composts from Egypt. *European Journal of Plant Pathology*, 131, 197-209.
- Wenneker M, Beuningen ARv, Nieuwenhuijze AEMv and Janse JD, 1998. Survival of brown rot and disinfection of surface water. The survival of the brown rot bacteria (*Pseudomonas solanacearum*) in several substrates and the efficiency of several methods for the disinfection of surface water. *Gewasbescherming*, 29, 7-11.
- Wenneker M, Verdel M, Groeneveld R, Kempenaar C, Van Beuningen A and Janse J, 1999. *Ralstonia* (*Pseudomonas*) *solanacearum* race 3 (biovar 2) in surface water and natural weed hosts: First report on stinging nettle (*Urtica dioica*). *European Journal of Plant Pathology*, 105, 307-315.

Das Julius Kühn-Institut ist eine Einrichtung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).

