

# Trichodoriden und TRV bedrohen den Ackerbau

Die viröse Eisenfleckigkeit, verursacht durch das Tobacco Rattle Virus (TRV), bereitete in den letzten Jahren bundesweit große Probleme im Kartoffelbau. Als Symptome treten Eisenfleckigkeit und Pfropfenbildung in der Knolle sowie Ringnekrosen auf der Knollenoberfläche auf. Dr. Marianne Benker, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, und Prof. Dr. Johannes Hallmann, Julius Kühn-Institut, stellen diese Gefahr – nicht nur für Kartoffeln – vor.

Je früher die Infektion mit dem TRVirus stattfindet, umso deutlicher können sich die Symptome ausprägen. In anfälligen Sorten werden erste Symptome Mitte/Ende Juli gefunden, wobei der Befall bis zur Ernte sowie auch noch im Lager weiter zunimmt. In Starkbefallsjahren weisen viele Partien über 50 % eisenfleckige Knollen auf. Hohe Qualitätsabzüge bis zur Weigerung der Annahme und Entsorgung befallener Partien und damit verbundene hohe wirtschaftliche Verluste sind die Folgen. Übertragen wird TRV durch die im Boden frei lebenden Nematoden der Gattungen Trichodorus und Paratrichodorus (Trichodoriden). Bei hohen Bodenfeuchten und warmen Temperaturen können sich diese Nematoden optimal entwickeln, die Kartoffelpflanzen befallen und das Virus übertragen. Bei Starkbefall sind Wurzelschäden und Auflaufprobleme möglich. Zurzeit gibt es keine chemischen oder biologischen Bekämpfungsmöglichkeiten.

## ► Mögliche Ursachen der Zunahme

Die deutliche Zunahme von Trichodoriden und TRV über die letzten Jahre erklärt sich mit dem Wegfall der Bodenentseuchungsmittel, einer intensiveren Nutzung der Flächen zum Beispiel durch Gemüsebau, engen Fruchtfolgen und dem Anbau anfälliger Kartoffelsorten. Aber auch durch die geforderten Wasser- und Erosionsschutzmaßnahmen,

wie zum Beispiel Gründüngung, Zwischenfruchtanbau und reduzierte Bodenbearbeitung, werden die Trichodoriden stark gefördert. Sie schädigen nicht nur die Kartoffeln. Auch an zahlreichen Acker- und Gemüsebaukulturen können sie leichte bis schwere Schäden verursachen, wie an Möhren. Bislang fand diese Problematik im Ackerbau aber nicht so viel Beachtung, weil Schäden durch Trichodoriden, zum Beispiel an Gerste oder Mais, in der Regel nicht eindeutig zuzuordnen sind. Ein Nachweis an den Pflanzen ist nicht möglich, da die Trichodoriden von außen an den Wurzeln saugen und sich von den Wurzeln lösen, sobald die Pflanzen aus dem Boden gezogen werden. Somit muss der Nachweis über eine Bodenuntersuchung erfolgen.

Aufgrund der zunehmenden Probleme mit der virösen Eisenfleckigkeit hat die Landwirtschaftskammer NRW das umfangreiche Projekt Defent-TRV initiiert und in Kooperation mit dem Julius Kühn-Institut und den Kartoffelzüchtern von 2016 bis 2019 durchgeführt. Ziel war es, umweltschonende und praxisorientierte Lösungen zur Bekämpfung zu erarbeiten. Die erzielten Ergebnisse sind neu und richtungsweisend, aber teilweise auch ernüchternd.

## ► Wege der Virusübertragung

Die Virusübertragung erfolgt bei der Nahrungsaufnahme. Die Trichodoriden



stechen mit ihrem Mundstachel in die Epidermiszellen der Wurzel und saugen den flüssigen Zellinhalt auf. Wenn die Zelle dabei abstirbt, können sich die übertragenen Viruspartikel nicht weiter ausbreiten. Oftmals ist der Saugvorgang aber unvollständig und in 5 bis 10 % der Fälle wird nur ein Probestich durchgeführt, sodass die Wurzelzelle intakt bleibt und sich das Virus ausbreiten kann. Trichodoriden können auch die Lentizellen in der dünnen Kartoffelaußenschicht junger Kartoffeln anstechen. Vom Ort der Infektion wird TRV systemisch in Wurzeln, Tochterknollen und Blätter weiterverbreitet. Einmal mit Virus beladen, kann ein Trichodori- de mehrere Pflanzen infizieren. Während der Häutung werden die anhaftenden Viruspartikeln abgestreift, das heißt, frisch gehäutete Nematodenstadien müssen sich erst wieder an einer infektiösen Pflanze mit TRV beladen. Adulte Tiere häuten sich nicht mehr und bleiben zeitlebens, bis zu einem Jahr, Überträger. Über verseuchte Erde, die am Erntegut, an Geräten, Maschinen oder Reifen anhaftet, ist eine weiträumige Verschleppung von Trichodoriden und TRV auf andere Flächen möglich. Deswegen ist Vorsicht geboten bei überbetrieblicher Maschinennutzung.

**Typisches TRV-Symptom: Pfropfenbildung im Knollenfleisch.**

Foto:  
Dr. Marianne Benker

## ► Tabelle 1: Auftreten von Trichodoriden und TRV in NRW in Abhängigkeit von der Bodenart\*

Bodenart	Sand (S)	lehmgiger Sand (IS)	stark sandiger Lehm (ssl)	sandiger Lehm (sL)	schluffiger Lehm (uL)
Anzahl Flächen	52	18	6	35	3
Flächen mit Trichodoriden %	63,46 %	55,56 %	83,33 %	88,57 %	100 %
Flächen mit TRV %	61,54 %	38,89 %	100 %	62,86 %	33,33 %

\*Bodenmonitoring 2016 bis 2019; auf acht der 122 Flächen fehlen die Daten

► **Tabelle 2: Auftreten von Trichodoriden und TRV in NRW in Abhängigkeit von der Kultur\***

	Ackerbohnen/ Erbsen/ Buschbohnen	Kartoffeln	Mais	Möhren	Spargel	Weißkohl	W-Gerste	W-Roggen	W-Triticale	W-Weizen	Zucker- rüben	Zwiebeln
Anzahl Flächen	3	32	19	3	1	1	3	7	11	10	8	3
Flächen mit Trichodoriden %	100 %	65,63 %	63,16 %	100 %	0 %	100 %	66,67 %	71,43 %	90,91 %	90 %	75 %	33,33 %
Flächen mit TRV %	33,33 %	50 %	63,16 %	66,67	100 %	0 %	66,67 %	71,73	72,73 %	50 %	50 %	33,33 %

\*Bodenmonitoring 2016 bis 2019

► **Herausforderungen bei der Bodenprobennahme**

Die Beprobung auf Trichodoriden gestaltet sich nicht ganz so einfach. Bislang wird in Deutschland nur in einer Tiefe von maximal 30 cm beprobt. In eigenen Versuchen wurden 2010 in dieser Tiefe aber nur wenige oder keine Trichodoriden gefunden, obwohl die Kartoffeln auf diesen Flächen stark mit viröser Eisenfleckigkeit befallen waren. Deswegen wurde die Probenahmetiefe in NRW sukzessiv erhöht. Es zeigte sich, dass sich die Trichodoriden vermehrt in den tieferen Bodenschichten aufhalten und mit der bisherigen Probenahmetiefe häufig nicht erfasst werden. Dies bestätigten auch die dreijährigen Projektergebnisse. Etwa die Hälfte der Trichodoriden wurde Ende 2016 (52,05 %) und Anfang 2018 (49,61 %) in 60 bis 90 cm Tiefe gefunden und jeweils etwa nur ein Viertel in den Schichten 30 bis 60 cm und 0 bis 30 cm. Anfang 2019 traten, aufgrund der über einen langen Zeitraum anhaltenden hohen Bodenfeuchte, fast die Hälfte der Trichodoriden (48,70 %) in der mittleren Bodenschicht auf und jeweils etwa ein Viertel in der obersten und untersten Schicht. Die Landwirtschaftskammer NRW empfiehlt schon seit 2012, mindestens bis zu 60 cm (Bewurzelungshorizont der Kartoffel), möglichst aber bis 90 cm Tiefe zu beproben.

Eine zweite Herausforderung ist der optimale Probenahmetermin. Hintergrund ist, dass die Trichodoriden in den Sommer- und Herbstmonaten (eigene Versuche 2010 bis 2012), trotz eines hohen Ausgangsbefalls im Frühjahr, kaum wiedergefunden wurden. Der optimale Termin für eine Probenahme ist in der kühlen Jahreszeit von November bis März, hier werden die höchsten Besatzdichten gefunden. Deswegen erfolgten die Bodenprobenahmen im Projekt Ende 2016, Anfang 2018 und Anfang 2019. Dies ist sicherlich nicht optimal, da zum Zeitpunkt der Probenahme das neu ausgesäte Getreide schon auf den Flächen stand, die Flächen mit den Sommerkulturen aber schon geräumt waren.

► **Fangen mit Tabakpflanzen**

Die Erfassung der Besatzdichte der Trichodoriden in den Bodenproben erfolgte für jede einzelne Bodenschicht nach dem Baermann-Verfahren. Angegeben wird hierbei die Anzahl an Trichodoriden/100 ml Boden je Fläche. Der Nachweis von TRV im Boden erfolgte über den Tabak-Fangpflanzentest mit anschließender Untersuchung der Tabakwurzeln (RT-PCR). Dazu wurde pro Fläche jeweils eine Mischprobe aus den drei Bodenschichten eingesetzt. In diese Bodenprobe wurde eine anfällige Tabaksorte ausgesät. Virusbeladene Trichodoriden übertragen während des Saugens an der Wurzel das Virus, das dann in den Tabakpflanzen nachgewiesen werden kann. Der Tabak-Fangpflanzentest hat sich als sehr zuverlässig erwiesen. Er wird den Landwirten in NRW seit 2010 als Hilfestellung angeboten.

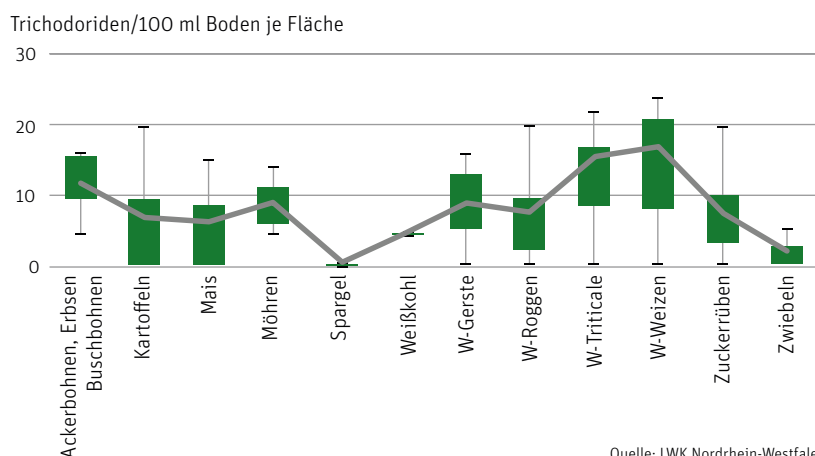
Bislang wurde angenommen, dass, wenn keine Trichodoriden im Boden gefunden werden, es in der Regel auch zu keiner Infektion mit TRV kommt. Allerdings hat die Landwirtschaftskammer NRW schon im Zeitraum von 2010 bis 2013 in 14,29 % der Bodenproben (eigene Versuche und Praxisflächen) keine Trichodoriden gefunden, obwohl der anschließende Tabaktest positiv war. Diese Beobachtung wurde durch das Projekt bestätigt. Hier wurden auf

14,75 % der Flächen keine Trichodoriden gefunden, obwohl der Tabak-Fangpflanzentest positiv ausfiel. Im Projektverlauf zeigte sich, dass das eingesetzte Baermann-Verfahren speziell für die Extraktion von Trichodoriden weniger geeignet ist als andere Verfahren. Untersuchungen am JKI zeigten, dass mit dem Oostenbrink-Elutriator ein im Durchschnitt siebenfach höherer Besatz an Trichodoriden im Vergleich zum Baermann-Verfahren nachweisbar ist. Um die verschiedenen Versuche und Versuchsjahre miteinander vergleichen zu können, wurde aber auf einen Wechsel zu einer anderen Untersuchungsmethode innerhalb der Projektlaufzeit verzichtet. Für die amtliche Diagnostik von Bodenproben auf Trichodoriden scheint eine Umstellung auf effizientere Verfahren aber zwingend angeraten.

► **Aufschlussreiches Bodenmonitoring**

Innerhalb der Projektzeit wurden auf 122 Befalls- oder Verdachtsflächen in den Kartoffelanbauregionen Kleve/Wesel, Heinsberg/Viersen, Borken, Warendorf, Gütersloh und Paderborn Bodenproben gezogen. Die Probenahme erfolgte durch die Firma Kerkenpass mit einem vollautomatischen Probenehmer zur N<sub>min</sub>-Beprobung in drei Schichten bis 90 cm Tiefe. Von den untersuchten Flä-

► **Trichodoriden abhängig von der Hauptkultur**



Quelle: LWK Nordrhein-Westfalen

chen waren durchschnittlich 70,79 % positiv auf Trichodoriden und durchschnittlich 57,87 % positiv auf TRV, wobei Jahresunterschiede zu beobachten waren. Von den 122 Flächen wurden 45,08 % positiv auf Trichodoriden und TRV getestet. Auf 26,23 % traten Trichodoriden auf, TRV wurde aber nicht gefunden. Auf 14,75 % Flächen traten, wie zuvor erwähnt, keine Trichodoriden auf, obwohl sie positiv auf TRV getestet wurden. Nur 13,93 % wiesen weder Trichodoriden noch TRV auf. Diese Befallszahlen sind einerseits alarmierend, andererseits aber auch nicht verwunderlich, da von den Kartoffelberatern und Landwirten bevorzugt Befalls- oder Verdachtsflächen ausgewählt wurden. Trotzdem geben diese hohen Werte zu denken.

Auf den Befallsflächen wurden durchschnittlich 11,8 Trichodoriden/100 ml Boden festgestellt. Die höchste im Projektzeitraum gefundene Anzahl an Trichodoriden in NRW waren 53 Trichodoriden/100 ml Boden. Ab etwa 50 Trichodoriden/100 ml Boden wurden in NRW deutliche Auflaufprobleme von Kartoffeln beobachtet. Die höchste auf einem der bundesweiten Züchterstandorte ermittelte Besatzdichte lag bei 100 Trichodoriden/100 ml Boden. Bedenkt man, dass sich mit dem Oostenbrink-Elutriator deutlich mehr Trichodoriden nachweisen lassen, ist insgesamt von einer noch höheren Besatzdichte auszugehen. Auch ist damit zu rechnen, dass negativ getestete Flächen möglicherweise doch belastet waren.

Nach Aussagen der Fachliteratur tritt die viröse Eisenfleckigkeit besonders ausgeprägt beim Anbau von Kartoffeln auf sandigen Böden und in Getreidefruchtfolgen auf und das besonders in feuchten Jahren. Im vorliegenden Projekt traten Trichodoriden und TRV in NRW nicht nur auf Sandböden, sondern auf allen untersuchten Bodenarten, also Sand, lehmigem Sand, stark sandigem Lehm, sandigem Lehm und schluffigem Lehm, auf. Diese Erkenntnis wird schon seit 2009 in NRW beobachtet, ist für Deutschland aber weitgehend neu. Ein Grund hierfür könnte sein, dass zahlreiche anfällige Industrie- oder Speisesorten in NRW bevorzugt auf sogenannten schweren Böden angebaut werden. Die höchste Anzahl an Trichodoriden/100 ml Boden je Fläche wurde auf schluffigem Lehm (durchschnittlich 33,33) gefunden, dann folgten stark lehmiger Sand und sandiger Lehm (jeweils durchschnittlich zehn) und Sand (durchschnittlich 7,25). Die niedrigste Anzahl an Trichodoriden/100 ml Boden je Fläche

► **Tabelle 3: Vermehrung und Schäden an wichtigen Kulturen**

	Frei lebende Nematoden				Virus
	Paratrichodorus pachydermus	Paratrichodorus teres	Trichodorus primitivus	Trichodorus similis	Tobacco Rattle Virus
Zwiebeln	–	**	***	?	***s
Zucker-/Futterrüben	***	***	**	***	**s
Kartoffeln	***	*	**	***	**s
Mais	?	***	?	**	***
Ackerbohnen	?	?	?	?	?
Bohnen	***	**	***	?	***s
Erbsen	?	*	*	*	*
Möhren	**	**	**	*	**s
Gerste	***	**	**	?	**s
Weizen	***	**	***	?	***s
Roggen	***	***	?	?	**
Triticale	?	?	?	?	?
Kohl (inkl. Broccoli + Blumenkohl)	?	***	***	?	**
Spinat	***	*	*	?	***
Spargel	?	?	?	?	?

Quelle: [www.best4soil.eu](http://www.best4soil.eu)

Schaden: □ unbekannt, ■ kein Schaden, ■ leicht (0 bis 15 %), ■ mittel (16 bis 35 %), ■ schwer (36 bis 100 %)

Vermehrung:

? = unbekannt, – = kein Wirt, \* = schlechter Wirt, \*\* = moderater Wirt, \*\*\* = guter Wirt, s = serotypabhängig

che wurde auf lehmigem Sand (durchschnittlich 3,78) nachgewiesen.

### ► Einfluss der Kulturen

Im Bodenmonitoring zeigte sich, dass die Flächen aller untersuchten Hauptkulturen mit Trichodoriden hoch belastet waren. Lediglich die Zwiebeln waren nur zu einem Drittel betroffen und die Spargelfläche war befallsfrei. Die Anzahl an Trichodoriden/100 ml Boden je Fläche war bei Spargel, Weißkohl und Zwiebeln am niedrigsten. Die höchsten Werte wurden in W-Weizen, W-Triticale und Ackerbohnen/Erbsen/Buschbohnen gefunden. Die Anzahl an Flächen mit TRV war zwar insgesamt niedriger, aber auch hier war der Boden fast aller Hauptkulturen hoch belastet. Lediglich die Flächen mit Zwiebeln und Ackerbohnen/Erbsen/Buschbohnen waren nur zu einem Drittel betroffen und die Weißkohlfäche war befallsfrei.

Hierbei muss berücksichtigt werden, wie zuvor schon erwähnt, dass zum Zeitpunkt der Probenahme das neu ausgesäte Getreide schon auf den Flächen stand, die Flächen mit den Sommerkulturen aber schon geräumt waren. Für die Auswertungen der Hauptkulturen wurden deswegen nur die Flächen mit Sommerkulturen einbezogen, auf denen an den Probenahmetermen keine Zwischenfrüchte, Grünroggen oder Gras standen. Bei Betrachtung der Ergebnisse muss weiterhin berücksichtigt wer-

den, dass durch die Ernteverfahren bei Kartoffeln, Zuckerrüben oder Möhren viel Boden mechanisch bewegt wird, die Trichodoriden aber sehr empfindlich auf mechanischen Stress und Austrocknung reagieren, sodass hier vermutlich höhere Besatzdichten auftreten.

Eine solch hohe Belastung mit Trichodoriden und TRV über alle Kulturen hinweg war unerwartet und erschreckend. Ein weiteres unerwartetes Ergebnis war der positive Nachweis von TRV in den Wurzeln von Ausfallgetreide. Dies wurde 2013 erstmalig festgestellt und im Projekt erneut beobachtet. Getreide kann als Wirtspflanze also nicht nur die Trichodoriden vermehren, sondern ist auch ein gutes Reservoir für das Virus. Interessant, aber nicht unerwartet, waren die Ergebnisse zum Vergleich von Mulch- und Pflugsaat (durchschnittlich über alle Kulturen und Jahre). Bei der Mulchsaat war die Anzahl an Trichodoriden mit 12,07 Trichodoriden/100 ml Boden je Fläche deutlich höher als bei der Pflugsaat mit 7,04 Trichodoriden/100 ml Boden je Fläche.

### ► Das Netzwerk Best4Soil

Best4Soil ist ein neues, europaweites Netzwerk für Landwirte, Berater, Ausbilder und Forscher, das unter Federführung der Wageningen University von 24 Kooperationspartnern aus ganz Europa entwickelt wurde. Hier werden um-

fangreiche Informationen zu bodenbürtigen Krankheitserregern und Nematoden, für Ackerbau- und Gemüsekulturen sowie Zwischenfrüchten zusammengestellt, aufbauend auf [www.aaltjesschema.nl](http://www.aaltjesschema.nl). Diese Informationen können kostenfrei unter [www.best4soil.eu](http://www.best4soil.eu) abgefragt werden, um hierdurch geeignete Fruchtfolgen und innovative Bekämpfungsstrategien zu finden. In Tabelle 3 sind die bekanntesten Schäden durch Trichodoriden und TRV und ihre Vermehrung an den einzelnen Kulturen aufgeführt. Speziell zusammengestellt wurden die Kulturen aus dem Bodenmonitoring NRW. Dabei zeigte sich, dass die Trichodoriden nicht nur an Kartoffeln und Möhren deutliche Schäden verursachen können. Abhängig von Gattung und Art können an Zwiebeln, Zucker-/Futtermülsen mittlere bis schwere Schäden und an Mais, Ackerbohnen, Bohnen, Erbsen, Gerste leichte bis schwere Schäden auftreten; in der Tabelle dargestellt durch die unterschiedlichen Farben. Für Weizen, Triticale und Roggen wurden dort bislang keine Schäden beobachtet oder sie sind unbekannt. Die meisten der zuvor genannten Kulturen standen in Deutschland bislang nicht im Fokus. Recht erschreckend ist die Tatsache, dass so viele Kulturen als Wirtspflanzen für Trichodoriden fungieren, gekennzeichnet durch die schwarzen Punkte, auch wenn sie selbst keine Schäden aufweisen, was mit grüner Farbe dargestellt ist.

Für TRV gibt Best4Soil an, dass nur an Kartoffeln schwere Schäden verursacht werden. Allerdings fungieren auch hier unerwartet viele Hauptkulturen als Wirtspflanzen für das Virus. Die im Projekt erzielten Ergebnisse bestätigen und ergänzen die Erkenntnisse aus Best4Soil. Insgesamt führt dies dazu, dass keine gezielten Fruchtfolgeempfehlungen ausgesprochen werden können. Auch wenn Getreide die Trichodoriden und hieraus resultierend TRV besonders fördert, muss Getreide weiterhin ein fester Bestandteil der Fruchtfolge bleiben, zumal alternative Kulturen auch relativ häufig und stark belastet waren. Eine Änderung der Reihenfolge der Hauptkulturen ist auch nicht so einfach, da dies nicht immer in den betrieblichen Ablauf passt. Dies ist besonders schwierig im Hinblick auf die vielen Tausch- und Pachtflächen, die für den Kartoffelanbau in NRW genutzt werden. Da der Anbau von Zwischenfrüchten vor Kartoffeln weiterhin empfohlen wird, kann allein aus zeitlicher Abfolge nur Getreide vor den Zwischenfrüchten stehen.

### ► Es gibt Lösungen

In diesem Artikel sollte zunächst auf die Komplexität der Erreger, die Herausforderungen bei der Bodenprobenahme und den Laboranalysen, dem bisher nicht gekannten Einfluss der Kulturen sowie der erschreckend hohen Verseuchung der Flächen hingewiesen werden. Durch einen umfangreichen Maßnahmenkomplex, bestehend aus resistenten Kartoffelsorten, gezieltem Zwischenfruchtanbau unter

Berücksichtigung der Feldhygiene, konsequenter Unkrautbekämpfung, der Schwarzbrache auf Starkbefallsstandorten sowie routinemäßigen Bodenuntersuchungen, ist eine erfolgversprechende und nachhaltige Bekämpfung von Trichodoriden und TRV durchaus möglich. Das muss aber über die gesamte Fruchtfolge geplant und konsequent durchgeführt werden. Die weiteren Projektergebnisse zu den Zwischenfrüchten erscheinen in der kommenden LZ-Ausgabe. ◀