

Dr. Ute Kastirr, Dr. Angelika Ziegler, Dr. Annette Niehl

Schlussbericht zum Vorhaben  
Monitoring zum Vorkommen  
bodenbürtiger Viren in Weizen,  
Triticale und Roggen in den wichtigsten  
Getreideanbaugebieten  
Deutschlands

Berichte aus dem Julius Kühn-Institut

198



## **Kontaktadresse/ Contact**

Julius Kühn-Institut  
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen  
Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik  
06484 Quedlinburg  
Erwin-Baur-Straße 27

E-Mail: [ep@julius-kuehn.de](mailto:ep@julius-kuehn.de)  
Telefon +49 (0) 0 39 46 47-0  
Telefax +49 (0) 0 39 46 47-500

Wir unterstützen den offenen Zugang zu wissenschaftlichem Wissen.  
Die Berichte aus dem Julius Kühn-Institut erscheinen daher als OPEN ACCESS-Zeitschrift.  
Alle Ausgaben stehen kostenfrei im Internet zur Verfügung:  
<http://www.julius-kuehn.de> Bereich Veröffentlichungen – Berichte.

We advocate open access to scientific knowledge. Reports from the Julius Kühn Institute are therefore published as open access journal. All issues are available free of charge under <http://www.julius-kuehn.de> (see Publications – Reports).

## **Herausgeber / Editor**

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Braunschweig, Deutschland  
Julius Kühn Institute, Federal Research Centre for Cultivated Plants, Braunschweig, Germany

## **Vertrieb**

Saphir Verlag, Gutsstraße 15, 38551 Ribbesbüttel  
Telefon +49 (0) 5374 6576  
Telefax +49 (0) 5374 6577  
[verlag@saphirverlag.de](mailto:verlag@saphirverlag.de)

**ISSN 1866-590X**

**DOI 10.5073/berjki.2018.198.000**



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons – Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen – 4.0 Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

This work is licensed under a [Creative Commons – Attribution – ShareAlike – 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

# Schlussbericht

## zum Vorhaben

### Monitoring zum Vorkommen bodenbürtiger Viren in Weizen, Triticale und Roggen in den wichtigsten Getreideanbaugebieten Deutschlands

Zuwendungsempfänger und ausführende Stelle:

Julius Kühn-Institut  
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen  
Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik  
06484 Quedlinburg  
Erwin-Baur-Straße 27

Projektpartner:

Amtliche Pflanzenschutzdienste der deutschen Bundesländer

Förderkennzeichen:

EP-2290 Haushaltsprojekt

Laufzeit:

01. 01. 2016 bis 31. 03. 2018

Monat der Erstellung:

August 2018

Datum der Veröffentlichung:

2018

Abschlussbericht von:

Dr. Ute Kastirr, Dr. Angelika Ziegler, Dr. Annette Niehl

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Abkürzungsverzeichnis

### *Institutionen*

JKI	Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen
EP	Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik
PZO	Pflanzenzucht Oberlompurg

### *Getreidekulturen*

Di	Dinkel
DW	Durumweizen
WG	Wintergerste
WR	Winterroggen
WT	Wintertriticale
WW	Winterweizen
BBCH-Code	zitiert das Entwicklungsstadium der Pflanze, benannt nach den ursprünglich beteiligten Organisationen, nämlich der <b>B</b> iologischen Bundesanstalt, dem <b>B</b> undessortenamt sowie für die <b>chemische</b> Industrie dem Industrieverband

### *Pathogene*

SBCMV	<i>Soil-borne cereal mosaic virus</i>
SBWMV	<i>Soil-borne wheat mosaic virus</i>
SBWMV-N	SBWMV-Stamm Nebraska
SBWMV-NY	SBWMV-Stamm New York
SBBMV	Soil-borne barley mosaic virus
WSSMV	<i>Wheat spindle streak mosaic virus</i>
"type strain"	typischer Vertreter der Virusgruppe
<i>Polymyxa graminis</i>	
	Ribotyp I - <i>temperata</i>
	Ribotyp II - <i>tepida</i>
f. sp.	formae speciales
wpi	'week post inoculation' - Wochen nach der Inokulation

### *serologischer Virusnachweis*

DAS-ELISA	Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbent Assay Antikörper basiertes Nachweisverfahren
mAK	monoklonale Antikörper
IgG	Immunglobulin G (IgG)- oder Gammaglobulin-Antikörper
Konjugat	IgG gekoppelt mit alkalischer Phosphatase

### *Molekularbiologische Nachweisverfahren*

RT-PCR	Reverse Transkriptase-Polymerase-Kettenreaktion
Real-Time qPCR	quantitative Echtzeit-PCR
DNS	Desoxyribonukleinsäure
cDNS	komplementäre <i>Desoxyribonukleinsäure</i>
RNS	Ribonukleinsäure

Tabelle	Inhalt	Seite
Tabelle 1:	Verbreitung der <i>Polymyxa graminis</i> formae speciales in verschiedenen Befallsgebieten Europas	9
Tabelle 2:	Serologische und molekularbiologische Methoden zum Nachweis und zur Differenzierung von bodenbürtigen Getreideviren	12
Tabelle 3:	Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den Befallsregionen in <b>Dänemark</b> bis 2018	24
Tabelle 4:	Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den Befallsregionen in <b>England</b> 1999 bis 2006	25
Tabelle 5:	Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den Befallsregionen in <b>Belgien</b> bis 2018	28
Tabelle 6:	Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den Befallsregionen in <b>Polen</b> bis 2018	29
Tabelle 7:	Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den Befallsregionen der <b>Ukraine</b> 2004 bis 2005	30
Tabelle 8:	Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den Befallsregionen in <b>Frankreich</b> bis 2018 AWMV- Hariri et al., 2001	31
Tabelle 9:	Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den Befallsregionen in <b>Italien</b> bis 2012	32
Tabelle 10:	Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den Befallsregionen in der <b>Türkei</b> bis 2018	33
Tabelle 11:	Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in den Landkreisen in <b>Schleswig-Holstein</b> bis 2018	36
Tabelle 12:	Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Schleswig-Holstein bis 2018	36
Tabelle 13:	Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in den Landkreisen in <b>Mecklenburg-Vorpommern</b> bis 2018	37
Tabelle 14:	Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Mecklenburg-Vorpommern bis 2018	37
Tabelle 15:	Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in den Landkreisen in <b>Niedersachsen</b> bis 2018	38
Tabelle 16:	Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Niedersachsen bis 2018	39
Tabelle 17:	Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in <b>Sachsen-Anhalt</b> bis 2018	40
Tabelle 18:	Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den entsprechenden geografischen Regionen von Sachsen-Anhalt bis 2018	41
Tabelle 19:	Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in <b>Brandenburg</b> bis 2018	42
Tabelle 20:	Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Brandenburg bis 2018	43
Tabelle 21:	Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in <b>Nordrhein-Westfalen</b> bis 2018	43
Tabelle 22:	Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Nordrhein-Westfalen bis 2018	44
Tabelle 23:	Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in <b>Thüringen</b> bis 2018	44
Tabelle 24:	Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Thüringen bis 2018	45
Tabelle 25:	Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in <b>Sachsen</b> bis 2018	45
Tabelle 26:	Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Sachsen bis 2018	46
Tabelle 27:	Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in <b>Rheinland-Pfalz</b> bis 2018	46
Tabelle 28 :	Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Rheinland-Pfalz bis 2018	47
Tabelle 29:	Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in <b>Baden-Württemberg</b> bis 2018	47
Tabelle 30:	Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Baden-Württemberg bis 2018	48
Tabelle 31:	Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in <b>Bayern</b> 1996	48
Tabelle 32:	Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Bayern bis 2018	48
Tabelle 33:	Verbreitung bodenbürtiger Viren in <b>Deutschland</b> bis 2018	49
Tabelle 34:	Verbreitung bodenbürtiger Viren in deutschen Anbaugebieten mit unterschiedlichen Bodentypen (2016/18)	50

Abbildung	Inhalt	Seite
Abbildung 1:	Virusvektor <i>Polymyxa graminis</i> in Epidermiszellen der Wurzeln,	9
Abbildung 2:	Probenbegleitschein für die Datenerhebung zur Lokalisierung von Befallsflächen	11
Abbildung 3:	Phylogenetische Beziehung von SBCMV- Isolaten aus Europa [Deutschland	13
Abbildung 4 :	Phylogenetische Beziehung von 2 SBWMV-N - Isolaten und verschiedenen SBCMV-Isolaten auf Basis der Aminosäuresequenz des Movmentproteins	13
Abbildung 5:	Phylogenetische Beziehung von 14 SBCMV-Isolaten auf Basis der Aminosäuresequenz des Movmentproteins (Götz, 2006)	14
Abbildung 6:	Phylogenetischer Stammbaum von Getreide-Furoviren auf Basis eines RNA2-Nukleotidsequenzbereiches	14
Abbildung 7:	Geografische Verbreitung des O-Typ und C-Typ von SBCMV-Isolaten	15
Abbildung 8:	Phylogenetischer Stammbaum nach Analyse der partiellen SBCMV-Sequenzen. Vergleich der Coatproteinsequenz auf RNA 2	16
Abbildung 9:	Phylogenetischer Stammbaum nach Analyse von Furovirusisolaten auf Nukleinsäurebasis	17
Abbildung 10:	Phylogenetischer Baum der evolutionären Beziehung zwischen verschiedenen Furoviren	18
Abbildung 11:	Phylogenetische Analyse der SBWMV Sequenzen	19
Abbildung 12:	Analyse der phylogenetischen Beziehungen des französischen und japanischen SBBMV-Isolates in den Bereichen des zu anderen Furoviren Nachweis des SBBMV und der Gerstengelmosaikviren und Resistenz-	20
Abbildung 13:	prüfung in Wintergerste am Standort Bornum am Elm	21
Abbildung 14:	Phylogenetische Beziehung von 12 WSSMV-Isolaten auf Basis der Aminosäuresequenz des Coatproteins	22
Abbildung 15:	Partielle Aminosäure-Sequenzen von verschiedenen Isolaten des WSSMV	22
Abbildung 16:	Nachweis bodenbürtiger Getreideviren in Weizen, Roggen und Triticale in Europa bis 2018	23
Abbildung 17:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Dänemark bis 2018	24
Abbildung 18:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Großbritannien bis	25
Abbildung 19:	Phylogenetische Beziehung der englischen Furovirusisolate nach Sequenzierung der SBCMV-Isolate aus England	26
Abbildung 20:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Belgien bis 2018	27
Abbildung 21:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Polen bis 2018	28
Abbildung 22:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in der Ukraine bis 2008	29
Abbildung 23:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Frankreich bis 2018	30
Abbildung 24:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Italien bis 2012	32
Abbildung 25:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in der Türkei bis 2018	33
Abbildung 26:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Deutschland bis 2018	34
Abbildung 27:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Schleswig-Holstein bis 2018	35
Abbildung 28:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Mecklenburg-Vorpommern bis 2018	37
Abbildung 29:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Niedersachsen bis 2018	38
Abbildung 30:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Sachsen-Anhalt bis 2018	40
Abbildung 31:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Brandenburg bis 2018	42
Abbildung 32:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Nordrhein-Westfalen bis 2018	43
Abbildung 33:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Thüringen bis 2018	44
Abbildung 34:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Sachsen bis 2018	45
Abbildung 35:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Rheinland-Pfalz bis 2018	46
Abbildung 36:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Baden-Württemberg bis 2018	47
Abbildung 37:	Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Bayern 1996	48

## I. Ziele des Forschungsvorhabens

Das Ziel des Forschungsvorhabens bestand darin, in den wichtigsten Getreideanbaugebieten Deutschlands an Winterweizen, Wintertriticale und Winterroggen vorkommende bodenbürtige Viren zu erfassen. Der Vektor dieser Viren, *Polymyxa graminis*, bildet Dauersporen, die Jahrzehnte im Boden überleben und eine kontinuierlich Infektionsgefahr darstellen. Durch Bodenerosion, anhaftende Erde, z. B. an Pflanzkartoffeln, durch Wasser, Wind und die übliche maschinelle Bodenbearbeitung breitet sich der Virusvektor immer weiter aus und bilden neue Infektionsherde. Die Virus-Vektor-Populationen zeigen unterschiedliche Aggressivität für verschiedene Getreidearten. Ein wesentlicher Schritt für die Züchtung neuer Virus resistenter Getreidesorten ist die Etablierung von effektiven Resistenzprüfmethoden. Dabei ist die Auswahl wirtsspezifischer Pathogene von besonderer Bedeutung. Deshalb musste geklärt werden, welche Viren in welchen Anbauregionen vorkommen und mit welcher Aggressivität sie die genannten Getreidearten infizieren. Aus diesem Grund sollte in Zusammenarbeit mit den amtlichen Pflanzenschutzdiensten der Bundesländer ein Monitoring zum Vorkommen bodenbürtiger Getreideviren in Deutschland durchgeführt werden.

### 1. Aufgabenstellung

Das Monitoring zum Vorkommen bodenbürtiger Viren trägt zur Aufklärung des Pathogenspektrums in unterschiedlichen Anbauregionen bei und kann deren wirtschaftliche Bedeutung für verschiedene Getreidearten bewerten.

Für das Monitoring zum Vorkommen bodenbürtiger Viren wurden drei Ziele gesetzt:

#### 1.1. Erhebungen zum Vorkommen von bodenbürtigen Viren in Weizen, Roggen und Triticale

Im Rahmen der Analyse von Pflanzenproben aus Befallsgebieten konnte die Verbreitung bodenbürtiger Viren in den Getreideanbauregionen und deren Aggressivität für verschiedenen Getreidearten bewertet werden.

##### 1.1.1. Pathogenkomplex bodenbürtiger Getreideviren

##### 1.1.2. Erhebungen zur Verbreitung bodenbürtiger Getreideviren

#### 1.2. Virusdiagnose und Differenzierung von SBCMV-Typen und SBWMV-Stämmen

Die nachgewiesenen Furovirusisolate wurden den SBCMV-Typen bzw. den SBWMV-Stämmen zugeordnet, um die Bedeutung unterschiedlicher Viren für Getreidearten zu erkennen.

##### 1.2.1. Nachweismethoden

##### 1.2.2. Charakterisierung von Virusisolaten

#### 1.3. Kartierung der Befallsflächen in den einzelnen Bundesländern

Die erkannten Befallsregionen wurden für die Bundesländer spezifisch kartiert.

##### 1.3.1. Verbreitung bodenbürtiger Getreideviren in Europa

##### 1.3.2. Kartierung von Befallsflächen in den deutschen Bundesländern

### Planung des Vorhabens

Auf Grund der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Virose stellte sich das Institut für Epidemiologie und Pathogendagnostik des JKI (JKI-EP) die Aufgabe, für die Züchtung Virus resistenter Getreidesorten effektive Resistenzprüfmethoden zu etablieren, die die Charakterisierung von Pathogenpopulationen und deren spezifische Virulenz gegen verschiedene Getreidearten einschließt.

In konstruktiver Zusammenarbeit mit den Pflanzenschutzdiensten der Bundesländer wurde deutschlandweit ein Monitoring zum Vorkommen bodenbürtiger Viren in Winterweizen, Wintertriticale und Winterroggen durchgeführt.

Im Rahmen der allgemeinen Schaderregerüberwachung beobachten die Mitarbeiter der Pflanzenschutzdienste das Auftreten dieser Viren in Getreidekulturen. Der Virusnachweis in verdächtigen Pflanzenproben und die Kartierung von Befallsstandorten erfolgt im JKI-EP. Für die Datenerfassung wurde ein Probenbegleitschein erstellt, in dem die Merkmale zur Getreidekultur und der geografischen Lage von Befallsflächen mit bodenbürtigen Viren dokumentiert wurden.

Um die räumliche Verbreitung der bodenbürtigen Viren in den Getreideanbaugebieten zu registrieren, ihre Ausbreitung zu beobachten und die wirtschaftliche Bedeutung für den Getreideanbau diskutieren zu können, musste eine einheitliche und vergleichbare Erfassung folgender Daten erfolgen:

- Dokumentation der beprobten Flächen, wenn möglich GPS gestützt
- Erfassung des Bodentyps und der Bodenpunkte
- Erfassung der Getreidekultur und Sorte
- Einschätzung der Symptomstärke

### Beschreibung des Forschungs- und Technikstandes

Furo- und Bymoviren sind wirtschaftlich relevante Schaderreger und ihr Vorkommen wird seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts weltweit dokumentiert (in Amerika durch McKinney, 1925; Brakke and Langenberg, 1988; Hunger et al., 1991; Myers et al., 1993, in Japan durch Saitoro et al., 1961 und Miyanishi et al., 2002, in China durch Cai et al., 1983 und Chen et al., 1994, in Afrika durch Kapooria et al., 2000, in Brasilien durch Barbosa et al., 2001, in Argentinien und Ägypten (CIMMYT-Report), in Neuseeland durch Gill, 2004 und Lebas et al., 2009).

In Europa wurden seit den 60-er Jahren die bodenbürtigen Viren SBCMV und WSSMV im Getreide nachgewiesen (Kühne, 2009).

In **Italien** beobachteten Dijkstra und Grancini 1960 Mosaiksymptome im Weizen und wiesen Viruspartikel in den infizierten Pflanzen nach. Seit den 80-er Jahren wurden das SBCMV und WSSMV weit verbreitet im Land bis nach Sizilien gefunden (Vallega, Rubies-Autonell, 1985; Rubies-Autonell, Vallega, 1987), Ertragsverluste bis 70% nachgewiesen und die Züchtung Virus resistenter Sorten intensiv betrieben (Budge et al., 2008b). Claudio Ratti und C. Rubies-Autonell kartierten im Zeitraum von 1985 bis 2012 die Befallsgebiete Italiens.

In **Deutschland** erfolgte 1981 der Erstnachweis bodenbürtiger Viren in Sachsen-Anhalt (Proeseler et al., 1982; 1983). Huth und Lesemann berichteten 1996 über das Vorkommen dieser Viren seit 1994 in Niedersachsen, Rheinland-Pfalz und Bayern und vergleichen das Vorkommen in Deutschland und Europa (Hut, 2000). In Zusammenarbeit mit den Pflanzenschutzdiensten, Züchtern und dem JKI-EP wurden 2001 Befallsflächen in Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen, und 2002 in Brandenburg lokalisiert. Koenig und Huth (2003) wiesen 2002 erstmals in Europa das SBWMV-N in Baden-Württemberg nach. Seit 2006 wurden bodenbürtige Viren (WSSMV, SBCMV, SBWMV-NY) in Schleswig-Holstein (Golecki et al. 2012; Kastirr et al. 2012) beobachtet. Ab 2008 gab es Berichte aus Nordrhein-Westfalen (WSSMV, SBCMV) und aus Thüringen seit 2002 zum Vorkommen dieser Viren (SBCMV, SBWMV-N). Im Jahr 2010 wurde in Niedersachsen erstmals für Deutschland ein weiteres Furovirus an Wintergerste nachgewiesen (Rabenstein et al., 2011), welches sich in einigen biologischen Eigenschaften von den Furoviren SBCMV und SBWMV unterscheidet. Vorläufig benennen wir dieses Virus Soil-borne barley mosaic virus (SBBMV).

In **Frankreich** wurden die bodenbürtigen Weizenviren durch Lapierre et al. (1984 und 1985) erstmals nachgewiesen. Das Auftreten des auf Hafer spezialisierte *Oat golden stripe virus* (OGSV) und andere Furoviren in Weizen wird durch Hariri und Lapierre, 1985 beschrieben. Die Weizenviren sind besonders in Zentral-Frankreich südlich von Paris verbreitet. Seit 1999 berichtet Hariri über das Auftreten eines neuen Samen übertragbaren Weizenvirus im östlichen Pariser Beckens, welches sich serologisch von den Furoviren unterscheidet und dem Bedford-Virus in England (Clover et al., 1999a) serologisch verwandt ist, und definierte es als *Aubian wheat mosaic virus* (AWMV). Im Jahr 2007 wurde in Frankreich ein Furovirus an Wintergerste nachgewiesen (Hariri und Meyer, 2007), welches sich von SBCMV und SBWMV biologisch unterscheidet.

In **Dänemark** wiesen Nielsen et al. 1999 erstmals das SBCMV in Winterroggen in West Zealand nach. In Kooperation zwischen dem JKI-EP mit dem Landwirt Kristian Lauritsen aus Stubbum wiesen wir 2010 in der Kolding Kommune das SBCMV in Weizen nach und führten 2011 in diesem Feld Resistenzprüfungen in verschiedenen Getreidearten durch (unveröffentlicht). Weiterhin wurde das SBCMV 2013 in einem Winterroggenfeld bei Karise (East Zealand) und 2014 auf der Insel Als in Winterweizenfeldern nachgewiesen (mdl. Mitteilung, Ghita Cordsen Nielsen).

In **Großbritannien** erfolgte der Erstnachweis des SBCMV und SBWMV 1999 in Südengland (Clover et al., 1999, 2001). Im Zeitraum von 1999 bis 2006 wurden in den Regionen South East England (Kent, Insel Wigth), South West England (Wiltshire), East of England (Bedfordshire) und East Midlands (Northampton) Befallsflächen nachgewiesen (Budge and Henry, 2002; 2008 a/b). Auf ein mögliches Vorkommen des *Aubian wheat mosaic virus* (AWMV) in East of England wird 2003 von Kanyuka hingewiesen. Von Clover et al. (1999a) wurde dieses Virus als SBWMV ähnliches 'Bedfordvirus' beschrieben, welches den Eigenschaften des in Frankreich durch Hariri (1999) erkannten AWMV nahe kommt, Winterweizen infiziert und Ertragsverluste von 24% verursachen kann. Seit 1967 ist das Vorkommen des *Oat golden stripe virus* (OGSV), ein Furovirus in Hafer, und des *Oat mosaic virus* (OMV), ein Bymovirus in Hafer, in Süd-West England und Wales bekannt (Plumb et al., 1977).

In **Polen** wurde das SBCMV 1992 in Winterroggen und -triticale nachgewiesen (Jezewska, 1994). Von da an wurde ein Monitoring zur Verbreitung der bodenbürtigen Viren durchgeführt (Jezewska 1995, 2005). Das WSSMV wurde in Polen erstmals 2007 sporadisch in Weizen verbunden mit schwacher Symptomausprägung entdeckt (Jezewska, Trzmiel, 2007, 2008, 2010). Das SBWMV wurde 2010 in Western Poland in Wintertriticale nachgewiesen (Trzmiel et al., 2012).

In der **Ukraine** wurden im Zeitraum von 2002 bis 2007 in sieben Agrarregionen Erhebungen zum Vorkommen bodenbürtiger Viren in mehr als eintausend Symptom tragenden Pflanzen durchgeführt (Snihur et al., 2008). In den Regionen Kiew, Tscherkassy, Mironovska und Winnyzia wurden einzelne Infektionen mit dem SBCMV und WSSMV nachgewiesen.

In der **Türkei** wurden bodenbürtige Viren in der Provinz Eskisehir und im Anatolischen Landesteil beobachtet (Köse und Ertung, 1999; Ilbagi und Citir, 2004; Kutluk, 2011). Umfangreiche Untersuchungen an 300 Erdproben von 14 Provinzen aus dem Anatolischen Landesteil mit mikroskopischen, serologischen und molekularbiologischen Nachweismethoden durch Kutluk Yilmaz et al. (2011) zeigten jedoch, dass in dieser Großregion weder *Polymyxa* noch die bekannten bodenbürtigen Viren vorkommen.

In **Belgien** berichteten Vaïanopoulos et al. (2005; 2006) über den Nachweis bodenbürtiger Weizenviren in Fangpflanzen aus 104 Erdproben aus Getreideanbauflächen verschiedener Walonischer Regionen. Erstmals für Belgien wurde in 32% der untersuchten Erdproben das WSSMV nachgewiesen. Furoviren traten vereinzelt mit niedriger Signalintensität in der RT-PCR auf.

#### Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Amtliche Pflanzenschutzdienste:

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein,

Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt

Ämter für Landwirtschaft, Flurneuordnung und Forsten, Sachsen-Anhalt

Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Regierungspräsidium Gießen, Hessen

Diverse Landwirte der Bundesländer

Pflanzenzüchter

## 1. Ergebnisse

### 1. Wissenschaftliche Ergebnisse des Vorhabens

#### 1.1. Erhebungen zum Vorkommen von bodenbürtigen Getreideviren

##### Pathogenkomplex bodenbürtiger Getreideviren

Das Auftreten bodenbürtiger Viroser im Getreide ist an einen Pathogenkomplex bestehend aus Virusvektor und Viren gebunden. Die Viren werden durch einen wurzelparasitären Protisten der Art *Polymyxa graminis* Ledingham übertragen. Er ist in den meisten Kulturfleichen verbreitet und besiedelt die Wurzeln von Süßgräsern (Abb. 1), zu denen auch Gerste, Weizen, Triticale und Roggen gehören. *P. graminis* existiert in Form mehrerer Subspezies (formae speciales), von denen zwei (*P. g. temperata* und *P. g. tepida*) in unserer mitteleuropäischen Region vorkommen. *Polymyxa* selbst ist kein Getreidepathogen, sondern fungiert nur als Virusvektor. Er dringt aktiv in die Epidermiszellen der Wurzeln ein, in die er das Virus freisetzt bzw. aus denen er Virus aufnehmen kann. In den Wurzelzellen werden unter anderem Dauersporenballen des Protisten gebildet (Abb. 1/1), die als dunkelbraune Strichel (Abb. 1/2) unter der Lupe erkennbar sind.

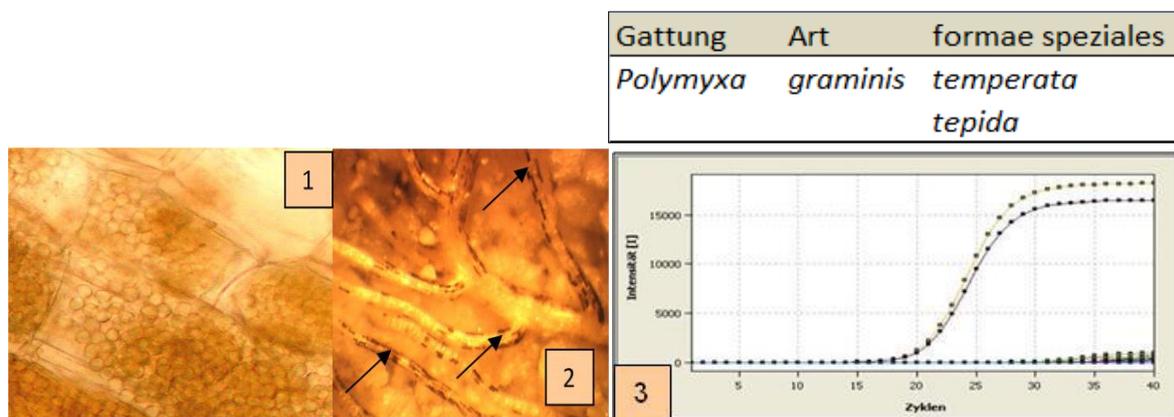


Abb. 1: Virusvektor *Polymyxa graminis* in Epidermiszellen der Wurzeln,  
 1- Dauersporenballen 2- braune, strichelartige Nekrosen  
 (Fotos: U. Kastirr)

3- Differenzierung der formae speciales in der real time qPCR (A. Ziegler)

Eingehende Untersuchungen zur Verbreitung der Subspezies und deren Fähigkeit zur Virusübertragung bewiesen, dass *P. g. temperata* und *P. g. tepida* nicht auf die unterschiedlichen Getreidearten und die verschiedenen bodenbürtigen Viren spezialisiert sind (Ziegler, 2016a). Tabelle 1 informiert über das Vorkommen der beiden formae speciales in verschiedenen Regionen Europas, die mit bodenbürtigen Viren kontaminiert sind.

Tabelle 1: Verbreitung der *Polymyxa graminis* formae spezialae in verschiedenen Befallsgebieten Europas

Land	Bundesland	Ort	<i>Polymyxa</i> <i>formae spezialae</i>	
			<i>tepida</i>	<i>temperata</i>
Deutschland	Schleswig-Holstein	Westerrade	+	+
		Cashagen (Bormkoppel)	+	+
	Niedersachsen	Schladen	+	+
		Eickeloh	+	-
		Wietze	-	+
		Bornum am Elm	-	+
	Sachsen-Anhalt	Lindau	+	+
		Gödnitz	+	+
		Walternienburg	+	-
		Schleesen	-	+
Baden-Württemberg	Heddesheim	+	+	
England	South West	Wiltshire	+	+
	South East	Kent	+	+
Dänemark	Kolding Kommune	Stubbum	+	-
Frankreich	Languedoc-Roussillon	Mas-Saintes-Puelles	+	-
	Centre	Chambon-sur-Cisse	+	-
		Guilly	+	-
		Lucay-le-Libre	+	+
		Pray	+	-
		Vatan	+	-
Italien	Emilia-Romagna	Bologna	+	-

Durch beide Vektorformen werden folgende Viren an Winterweizen, -triticale und -roggen übertragen:

#### Furoviren

Bodenbürtiges Getreidemosaikvirus - *Soil-borne cereal mosaic virus* (SBCMV)

Bodenbürtiges Weizenmosaikvirus - *Soil-borne wheat mosaic virus* (SBWMV)  
mit den Stämmen Nebraska (N) und New York (NY)

Bodenbürtiges Gerstenmosaikvirus - *Soil-borne barley mosaic virus* (SBBMV)

#### Bymovirus

Weizenspindelstrichelmosaikvirus - *Wheat spindle streak mosaic virus* (WSSMV)

Diese Viren gehören unterschiedlichen taxonomischen Virusgruppen an (Furo- und Bymoviren). Sie unterscheiden sich u.a. in der Partikelmorphologie. Furoviren haben Partikel in Form von starren Stäbchen mit Zentralkanal und Bymoviren flexibel gebogene Partikel. Weiterhin unterscheiden sie sich in ihren biologischen Eigenschaften hinsichtlich der Temperaturempfindlichkeit. Furoviren können sich unter den Bedingungen eines breiteren Temperaturspektrums vermehren und ausbreiten und sind bis in den Juni hinein gut in der Pflanze nachweisbar. Bymoviren hingegen entwickeln sich unter kühleren Temperaturbedingungen und sind ab Mitte April kaum noch nachweisbar, auch nicht in Pflanzen, die bis zur Temperaturerhöhung WSSMV-Infektion zeigten.

Die kontinuierliche Ausbreitung des Virus-Vektor-Komplexes erfolgt durch Bodenerosion, anhaftende Erde, z. B. an Pflanzkartoffeln, Wasser, Wind und die übliche maschinelle Bodenbearbeitung.

Die Dauersporen des Vektors können in Wurzelresten im Boden Jahrzehnte überdauern und stellen ein beständiges Infektionspotential dar, welches durch ackerbauliche Maßnahmen und chemischen Pflanzenschutz nicht einzuschränken ist.

### Erhebungen zur Verbreitung bodenbürtiger Getreideviren

Die Erhebungen zum Vorkommen bodenbürtiger Getreideviren erfolgten in enger Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern der Pflanzenschutzdienste der Bundesländer, mit interessierten und betroffenen Landwirten und Getreidezüchtern.

Als Informationsblatt für die Partner wurde ein Flyer (Kastirr, Ziegler; 2016a) 'Erfassung des Vorkommens bodenbürtiger Viren in Weizen, Triticale und Roggen' und ein Probenbegleitschein zur Dokumentation der für die Lokalisierung von Befallsflächen wichtigen Daten zur Verfügung gestellt. (Abb. 2.)

Im Vegetationszeitraum nach der Überwinterung des Wintergetreides von März bis Juni wurden verdächtige Pflanzenproben an das JKI-EP eingeschickt, wo die Pathogenanalyse und Erregerdifferenzierung durchgeführt wurde.

Bundesland	
Landeseinrichtung	
Adresse	
An	Von
Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen Institut für Epidemiologie und Pathogeniagnostik z.Hd. Dr. Ute Kastirr Erwin-Baur-Straße 27 <b>06484 Quedlinburg</b>	Bearbeiter: Datum: Durchwahl: E-Mail:
<b>Monitoring zum Vorkommen bodenbürtiger Viren im Getreide 2018</b>	
Besteht der Verdacht, dass bodenbürtige Viren vorkommen, sollten aus den befallenen Arealen der Schläge an drei unterschiedlichen Stellen fünf Symptom tragende Pflanzen mit den Wurzeln ausgegraben und zur Analyse an das JKI geschickt werden. Nach Möglichkeit sollten die Pflanzen so versandt werden, dass sie so schnell und frisch wie möglich im JKI ankommen und nicht über das Wochenende auf dem Postweg liegen bleiben.	
Probenbegleitschein für die Erhebung folgender Daten:	
Getreideart:	
Sorte:	
Datum Probenahme:	
Fundort (GPS-Koordinaten):	
Bodentyp, Bodenpunkte:	
Größe der Befallsareale im Schlag:	
Name, Adresse und E-Mail des Einsenders:	
Sonstiges:	

Abbildung 2: Probenbegleitschein für die Datenerhebung zur Lokalisierung von Befallsflächen

## 1.2. Virusdiagnose

### 1.2.1. Nachweismethoden

Für die Diagnose und die Differenzierung der bodenbürtigen Viren stehen verschiedene Nachweismethoden zur Verfügung (Tab. 2).

Für die Furoviren SBWMV, SBCMV und das Bymovirus WSSMV wurden im Labor Dr. Rabenstein polyklonale Antiseren (PAS) entwickelt, die für die Routinetestung mittels DAS-ELISA eingesetzt werden. Für das CWMV und das SBBMV stehen uns noch keine eigenen PAS zur Verfügung. Die Furoviren zeigen jedoch eine enge serologische Verwandtschaft, die zu Kreuzreaktionen der PAS zwischen verschiedenen Furoviren führt. Deshalb können das CWMV und SBBMV auch mit dem PAS des SBCMV nachgewiesen werden, deren Vorkommen muss aber durch Einsatz spezifischer Primer mittels RT-PCR bestätigt werden. Somit ist es notwendig, für die einzelnen Befallsgebiete eine exakte Differenzierung der auftretenden Viren durchzuführen. Hierfür stehen uns für das SBWMV, SBCMV und das WSSMV Virus spezifische monoklonale Antikörper (mAK) zur Verfügung (Rabenstein et al., 2005), die die Furoviren deutlich voneinander differenzieren und auch bei Einsatz in elektronenmikroskopische Untersuchungen die Viruspartikel spezifisch dekorieren. Weiterhin wurden Virus spezifische Primer für die RT-PCR entwickelt (Kühne, 1999, unveröffentlicht; Fomitcheva, 2008; Kastirr, Ziegler, 2017), die für alle Viren differenzierende Fragmente amplifizieren und auch für den Multiplex-Nachweis genutzt werden können.

Tabelle 2: Serologische und molekularbiologische Methoden zum Nachweis und zur Differenzierung von bodenbürtigen Getreideviren

Virusnachweis:	serologisch			molekularbiologisch	
	DAS-/TAS-ELISA	Elektronenmikroskopischer Partikelnachweis	spezifische Primer	RT-PCR	Fragment-Größe (bp)
	PAS	mAK	ISEM/Goldmarkierung		
<b>SBWMV-N/NY</b>	69	4G4	stäbchenförmig, Zentralkanal, 125-340 nm	PGRV4a-5'CTGCGACTCACGCTTACATA3', PGRV4b-5'TAACCGCTTTGGGATGATAG3' (T. Kühne, 1999)	680
<b>SBCMV</b>	92	4G11	stäbchenförmig, Zentralkanal, 180-300 nm	SBCMVfwr_RNA2-5'ACTTACCCATTTAGGTGTAA3' SBCMVrev_RNA2-5'TTATAATCACGCAAGTACCT3' (V.Fomitcheva, 2008)	978
<b>CWMV</b>	Kreuz-Reaktion		stäbchenförmig, Zentralkanal, 130-270 nm	CWMVfwd 5' GTG AAA GGA CAT CCA GAG T 3' CWMVrev 5' TAT CGC AAA GAC CGC GTC A 3' (A. Ziegler, 2015)	527
<b>SBBMV</b>	92	-	stäbchenförmig, Zentralkanal, 180-300 nm	FBMVfwdB 5' AGC GAG TTT TGA CGA CGT GT- 3' FBMVrevB 5' TCA CAG CCG CGA AGC CTG TC 3' (A. Ziegler, 2015)	316
<b>WSSMV</b>	2 (F.Rabenstein, 2005)	5C4A6D3	flexibel, 300-600 nm	PGRV 7a 5'CAACCGTTTTCTCAGTT3' PGRV 7b 5'GCTTTCTCATTCCAACCTATCG3' (T. Kühne, 1999)	817

### 1.2.2. Charakterisierung von Virusisolaten

#### **Soil-borne cereal mosaic virus (SBCMV)**

Die weite Verbreitung der bodenbürtigen Viren in Europa und anderen Kontinenten erforderte auch eine Charakterisierung der vorkommenden Isolate einzelner Viren hinsichtlich ihrer Aggressivität für verschiedenen Getreidearten und ihrer Unterschiede in verschiedenen geografischen Regionen. Diese Charakterisierung der Virusisolate erfolgte durch die Analyse ihrer Ribonukleinsäuren (RNS/RNA) und Aminosäuren und wurde in Form von Abstammungsbäumen (Diagramme der phylogenetischen Beziehung) dokumentiert.

Für die phylogenetische Zuordnung unterschiedlicher SBCMV-Isolate lagen Ergebnisse aus den deutschen Arbeitsgruppen von Prof. R. Koenig (2000), Dr. R. Götz (2006) vor und

wurden durch Dr. A. Ziegler (2017), Dr. A. Niehl (2018, unveröffentlicht) und durch Trzmiel (2010; 2018) aus Polen ergänzt.

Koenig et al. (1999) und Goetz und Huth (2005) berichteten über das Auftreten verschiedener Varianten (Typen) von SBCMV-Sequenzen.

Koenig und Huth (1999) zeigten mittels Sequenzanalysen in Teilabschnitten der RNA1 und RNA2, dass die europäischen Isolate des SBCMV (früher als Soil-borne rye mosaic virus - SBRMV bezeichnet) in die Virustypen -O, -C und -G unterteilt werden können (Abb. 3). Das *European wheat mosaic virus* (EWMV) zeigte sich eng verwandt mit dem französischen SBCMV-Isolat und die Furoviren SBWMV und CWMV differenzieren sich deutlich als eigene Viren von den SBCMV-Isolaten.

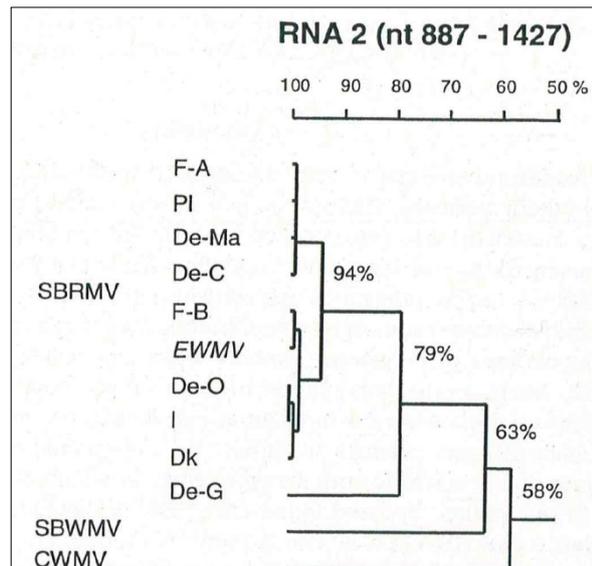


Abbildung 3: Phylogenetische Beziehung von SBCMV- Isolaten aus Europa [Deutschland (De-Ma, De-C, De-O, De-G), Frankreich (F-A, F-B), Italien (I), Polen (PI) und Dänemark (Dk)] und den Furoviren EWMV, SBWMV und CWMV im Bereich der RNA 2 (nt 887-1427), (Prof. R. Koenig, 2000)

Auf Basis der Aminosäuresequenzen des Movementproteins (MP), welches funktionell den Resistenzfaktor (Translokationsresistenz) beeinflusst, verglich Dr. Götz Isolate des SBWMV-N mit SBCMV-Isolaten aus Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Frankreich (Abb. 4).

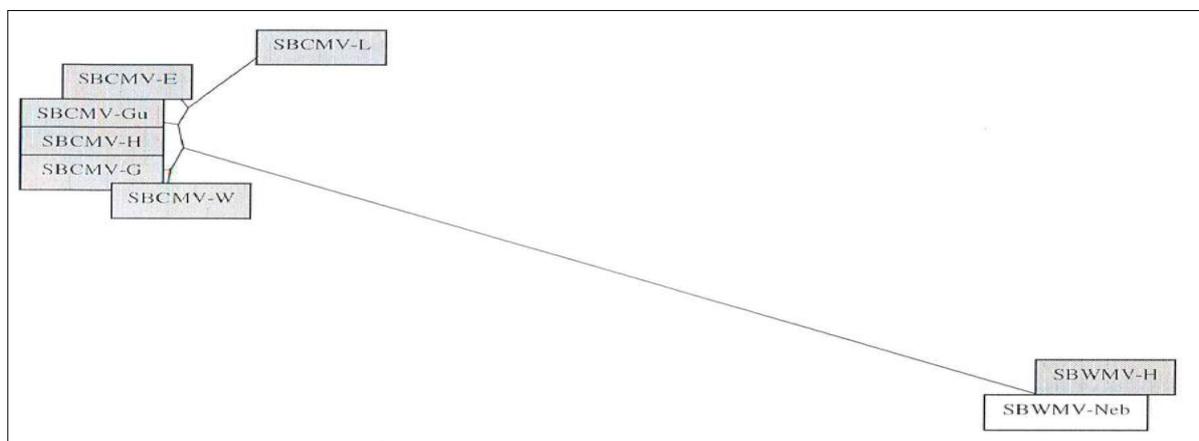


Abbildung 4 : Phylogenetische Beziehung von 2 SBWMV-N - Isolaten und verschiedenen SBCMV-Isolaten auf Basis der Aminosäuresequenz des Movementproteins (Götz, 2006)

Zwischen den SBCMV- und SBWMV-Isolaten ist eine deutliche Distanz erkennbar. Die Virusisolate des SBWMV-N (H) von Heddeshheim, die von Weizen, Triticale, Roggen und Gerste gewonnen wurden, zeigten keine Unterschiede im Sequenzbereich des MP. Dieser Befund wurde auch für den Abschnitt des Virus-Genoms, der das Hüllprotein und einen Teil des sogenannten „read-through“ Proteins einnimmt, durch Ziegler (2017) bestätigt (Isolate SBW-HH 4-4,4-3, 5-5, 5-6 in Abb. 8).

Beim Vergleich von 14 SBCMV-Isolaten aus verschiedenen geografischen Regionen zeigte Götz (2006), dass alle Isolate auf Aminosäure-Ebene eine Übereinstimmung von 93% haben. Trotzdem waren Unterschiede im Grad der Übereinstimmung nachweisbar, die die Bildung von drei Clustern in Abhängigkeit von der geografischen Lage ermöglichte (Abb. 5). Eine deutlich abgegrenzte Gruppe bilden Isolate aus Frankreich, England und Italien. Es wurden Cluster spezifische Aminosäureaustausche nachgewiesen.

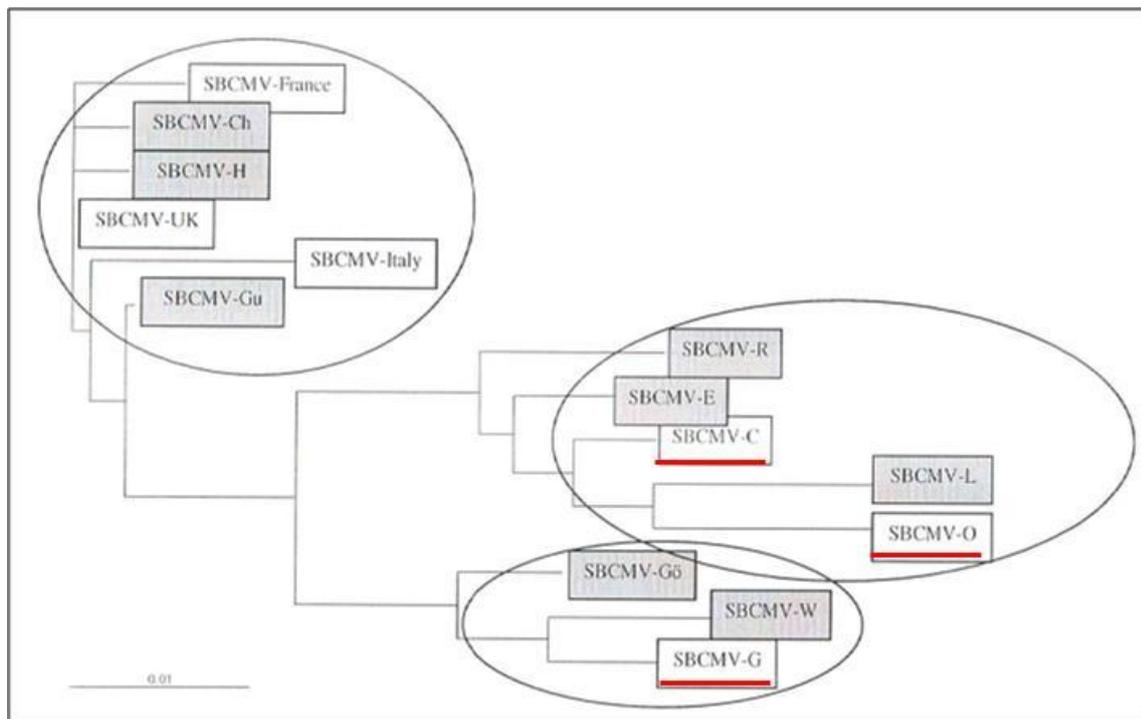


Abbildung 5: Phylogenetische Beziehung von 14 SBCMV-Isolaten auf Basis der Aminosäuresequenz des Movementproteins (Götz, 2006)

Im Ergebnis der Untersuchungen zu den in Polen vorkommenden SBCMV-Isolaten zeigten Jezewska und Trzmiel (2010), dass die polnischen Isolate in enger Beziehung zum SBCMV C-Typ stehen (Abb. 6).

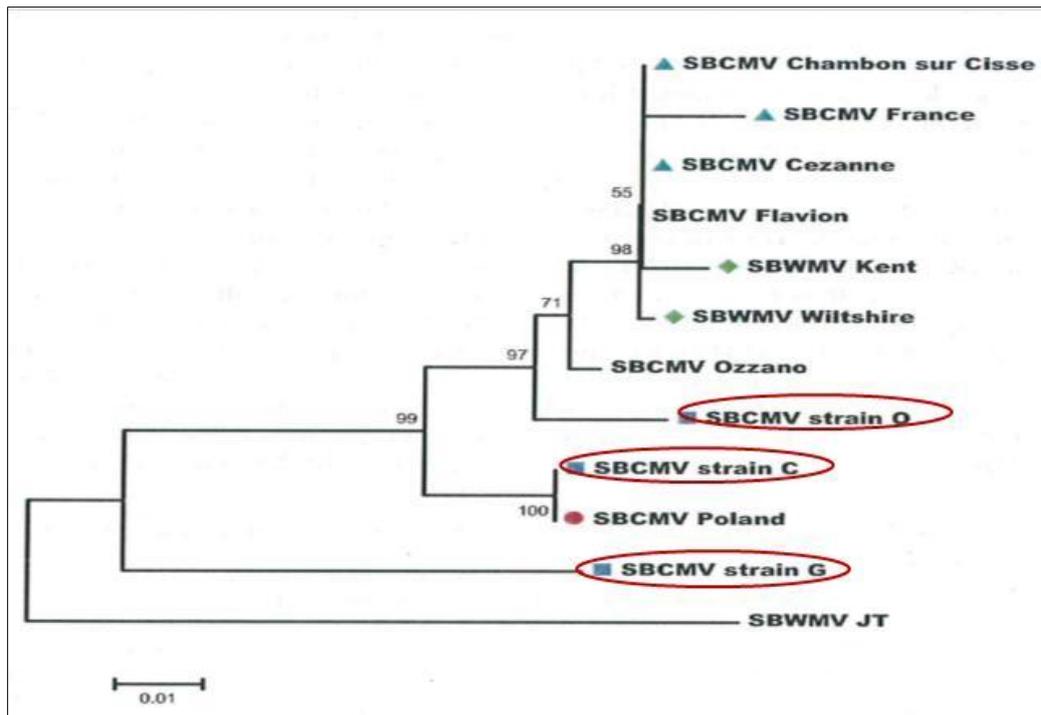


Abbildung 6: Phylogenetischer Stammbaum von Getreide-Furoviren auf Basis des RNA2-Nukleotidsequenzbereiches 276-1410bp (Jezewska, Trzmiel, 2010)

Sie weisen wiederholt darauf hin, dass diese Isolate schwache Symptome hauptsächlich in Roggen und Triticale verursachen und Weizen kaum infizieren.

Die in die Untersuchung einbezogenen Isolate aus Italien, Belgien, England und Frankreich stehen auf Basis des RNA2- Nukleotidsequenzbereiches 276-1410bp dem O-Typ des SBCMV näher und infizieren Weizen sehr gut. Für das polnische SBWMV-Pol1 wurde eine schwache Symptomausprägung beschrieben (Trzmiel et al., 2018). Es wurde die Nukleotidsequenz-Variabilität in den Genombereichen des Replikasefragmentes (REP), des cysteinreichen Proteins, des Coatproteins (CP) und des Movementproteins (MP) in den sich in ihrer Aggressivität unterscheidenden SBWMV-Isolate (SBWMV-N-Pol1, SBWMV-N-Heddesheim, SBWMV-NY-Cashagen) analysiert. In dem polnischen Isolat wurden im MP Punktmutationen nachgewiesen, die Einfluss auf die Eigenschaft der Symptomentwicklung haben können.

Untersuchungen von Kastirr und Ziegler (2017) an SBCMV-infiziertem Material verschiedener Standorten zeigten deutliche Diversität bezüglich der Aggressivität in Weizen und Roggen/Triticale zwischen diesen Virusisolaten (Abb. 7).

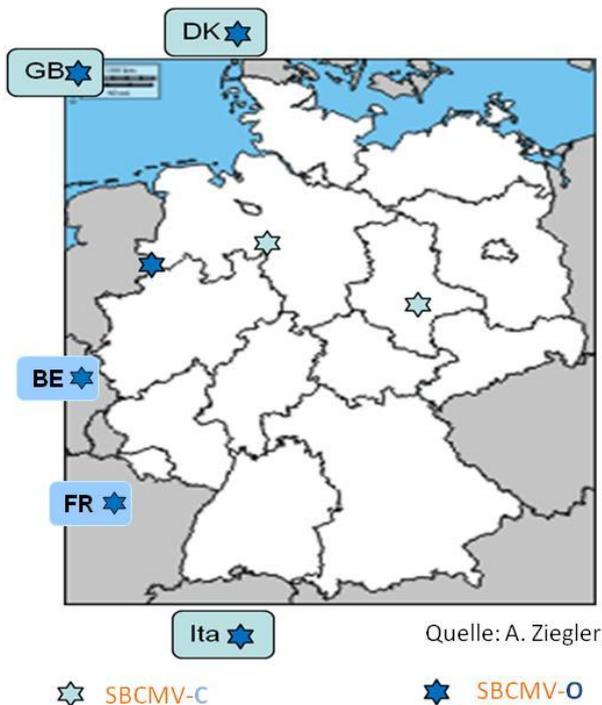


Abbildung 7: Geografische Verbreitung des O-Typ und C-Typ von SBCMV-Isolaten

Sequenzen der Isolate von Befallsflächen aus Niedersachsen (Eickeloh, Negenborn, Lohe) und Sachsen-Anhalt (Gödnitz, Walternienburg) wurden dem C-Stamm zugeordnet. Sequenzen der SBCMV-Isolate anderer europäischer Standorte in Dänemark (Stubbum), England, Frankreich (Vatan, Lucay, Echalyse), Italien gehören zum O-Typ (Abb.8).

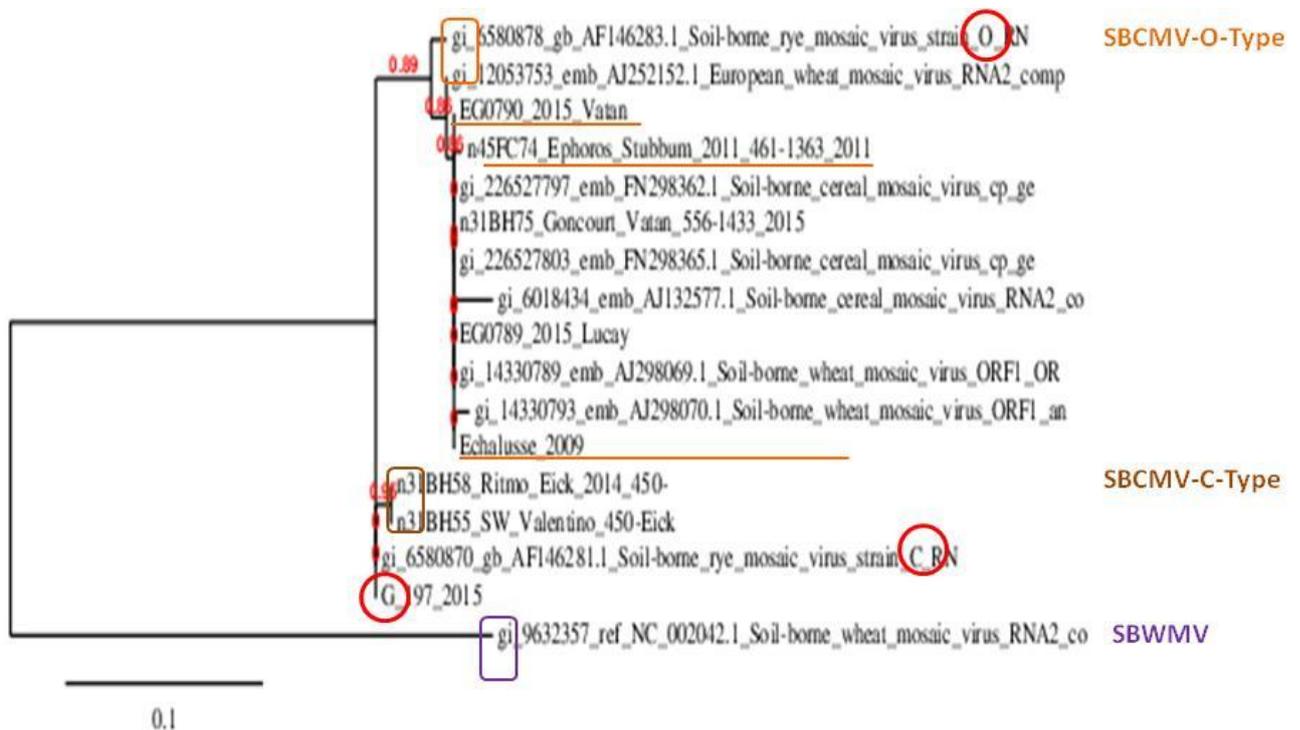


Abbildung 8: Phylogenetischer Stammbaum nach Analyse der partiellen SBCMV-Sequenzen. Vergleich der Coatproteinsequenz auf RNA 2 (Kastirr, Ziegler, 2017)

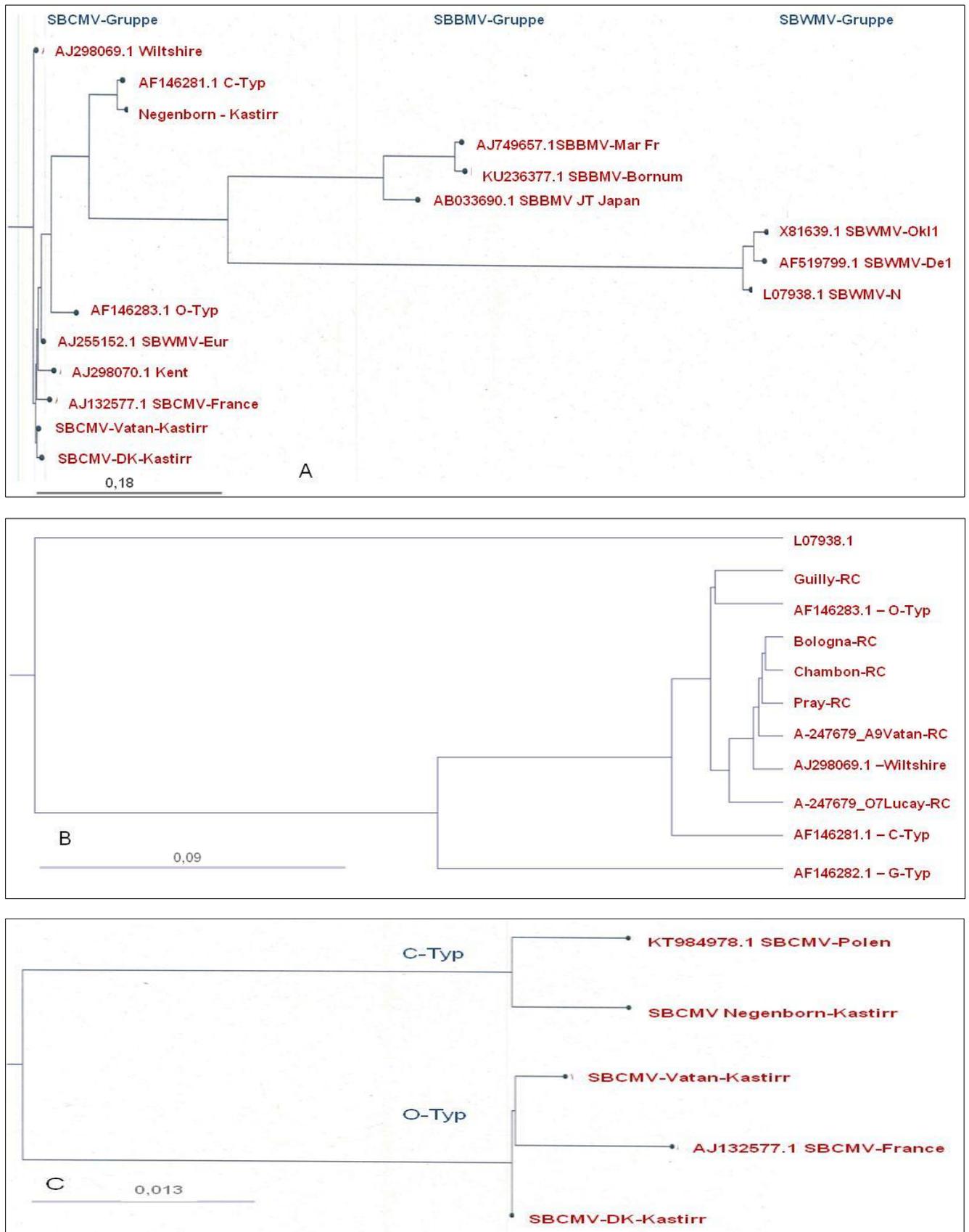


Abbildung 9: Phylogenetischer Stammbaum (A. Niehl 2017/18) nach Analyse von Furovirusisolaten auf Nukleinsäurebasis mit der UPGMA-Methode (RNA2, in CT-RT Region), A: Gruppierung der SBCMV-, SBBMV- und SBWMC-Isolate, B: Zuordnung der SBCMV-Isolate zum C- und O-Typ, C: Differenzierung des polnischen und niedersächsischen SBCMV-Isolates (C-Typ) von den O-TYP-Isolaten aus Frankreich und Dänemark.

Für die phylogenetische Zuordnung der SBCMV-Isolate durch Niehl (2017/18, unveröffentlicht) wurden PCR-Produkte eigener Isolate gereinigt, die Sequenzierung der Amplikons (RNA2, in CT-RT Region) durchgeführt und mit vorhandenen Datenbankeinträgen verglichen (Abb. 9). Der Sequenzvergleich verschiedener Furoviren auf Nukleinsäurebasis mit der UPGMA-Methode mit Jukes-Cantor Algorithmus für die Distanzberechnung zeigte, eine deutliche Gruppierung zwischen den SBWMV-, SBBMV- und SBCMV-Isolaten (Abb.9)

Diese Analysen bestätigten, dass die SBCMV-Isolate aus Dänemark (Stubbum), England (Kent, Wiltshire), Frankreich (Vatan, Guilly, Lucay, Chambon, Pray) und Italien (Bologna) dem O-Typ des Virus ähnlich sind, während Isolate aus Niedersachsen (Negenborn) und Polen (Chorын) dem C-Typ ähneln (A. Niehl, 2018, unveröffentlicht).

Zu den Aggressivitätsunterschieden zwischen dem O-Typ und C-Typ an Weizen gibt es noch keine gesicherten Ergebnisse. Trotzdem ist es wichtig, bei der Durchführung von Feldversuchen die spezifischen Pathogen-Populationen des jeweiligen Standorts zu kennen, um die Ergebnisse der Resistenzbewertung richtig einordnen zu können.

### Soil-borne wheat mosaic virus (SBWMV)

In Amerika und Asien wurden für das SBWMV eine Vielzahl von Virusstämmen ( Nebraska-, New York-, Illinois-, Oklahoma-, JP-Stamm) differenziert (Shiako et al., 1986, 1993, 1998, 2000).

Prof. Koenig (2002) nahm eine Gruppierung unterschiedlicher Furovirusisolate hinsichtlich ihrer Nukleotidsequenz-Identität auf RNA1 (MP) und RNA2 (CP) und den abgeleiteten Aminosäuresequenzen vor (Abb. 10). Auf Grund deutlicher Distanzen werden das SBWMV, SBCMV und CWMV als separate Viren eingestuft.

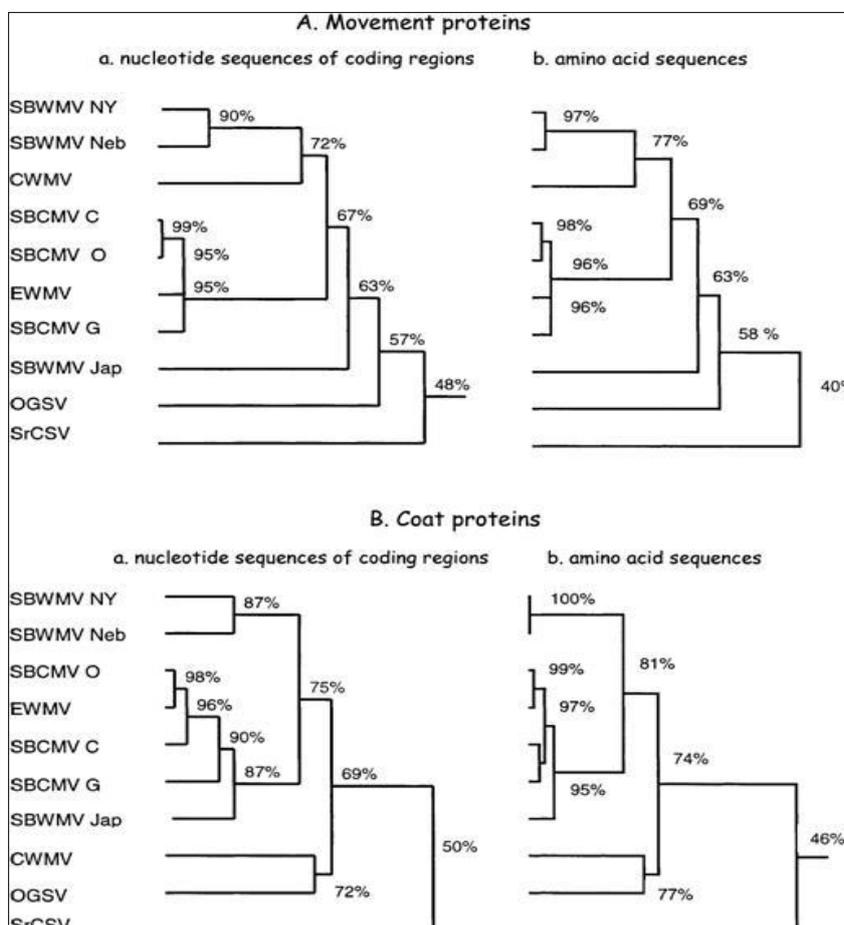


Abb. 10: Phylogenetischer Baum der evolutionären Beziehung zwischen verschiedenen Furoviren

Nach dem Erstnachweis des SBWMV-N in Deutschland durch Koenig und Huth (2003) wurde 2012 in Schleswig-Holstein (SBW-SH1-1 bis 1-4) das SBWMV-NY (Ziegler et al., 2013) und 2016 ein weiteres SBWMV-N in Thüringen (Kastirr et al., 2016b) nachgewiesen.

In eigenen Untersuchungen zur Identität der in Deutschland vorkommenden SBWMV-Isolate wurde der Abschnitt des Virus-Genoms, der das Hüllprotein und einen Teil des sogenannten „read-through“ Proteins umfasst, kloniert und sequenziert (Nukleotide 386-967 der genomischen RNA 2 des SBWMV). Ein Vergleich der Isolate durch phylogenetische Analyse (Abb.11) zeigt, dass keine Unterschiede in der Aminosäure-Sequenz zwischen den SBWMV-Sequenzen aus Weizen, Gerste sowie der ursprünglich von Koenig et al. (2003) publizierten Sequenz für SBWMV De (Nebraska-Stamm des SBWMV) bestehen. Das ist besonders interessant, da es wahrscheinlich das „read-through“ Protein ist, welches mit *P. graminis* interagieren muss, damit das Virus übertragen wird.

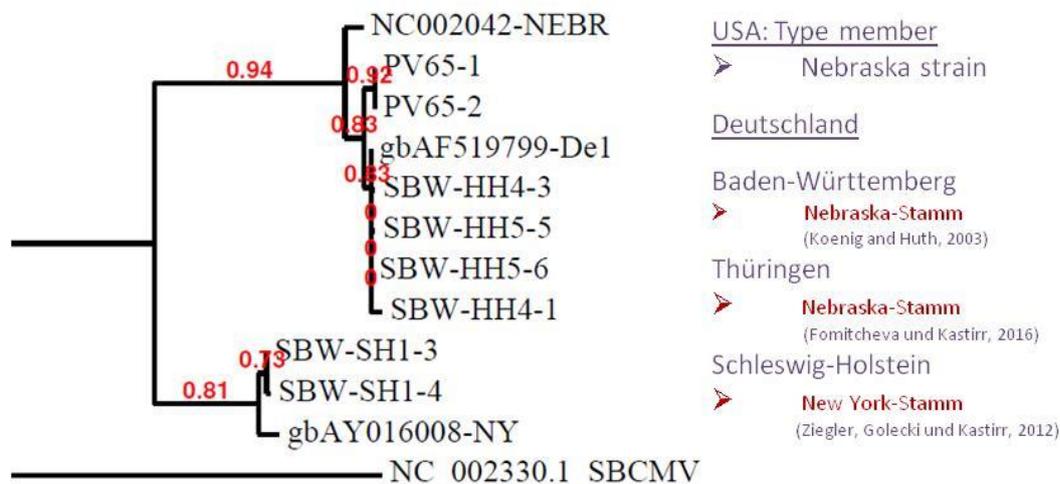


Abbildung 11: Phylogenetische Analyse der SBWMV Sequenzen. Die Nebraska- und New York-Gruppe sind deutlich erkennbar. SBW-HH 4-3/1 - von Wintergerste und SBW HH 5-5/6 - von Winterweizen sind identisch mit dem SBW-De 1- Isolat. (Kastirr, Ziegler, 2017)

Die SBWMV-Isolate infizieren wenige Kultursorten und Wildformen der Wintergerste (Kastirr et al. 2008).

### Soil-borne barley mosaic virus (SBBMV)

Neben den beschriebenen Furoviren in Weizen, Triticale und Roggen wurde 2010 in Deutschland/Niedersachsen im Landkreis Helmstedt ein weiteres Furovirus nachgewiesen (Rabenstein et al., 2011), welches Wintergerste infiziert und starke Virosen in dieser Kultur verursacht. Wir bezeichnen dieses Virus bisher als Soil-borne barley mosaic virus. Bis 2018 wurde keine weitere Befallsregion mit diesem Virus nachgewiesen.

Ein ähnliches Gersten-Furovirus wurde in Japan, bezeichnet als SBWMV-JT (Shirako et al., 2000) und in Frankreich, bezeichnet als Marne (F) (Hariri und Meyer, 2007) nachgewiesen.

Dieses Furovirus der Gerste ist serologisch eng verwandt mit dem SBWMV und SBCMV und kann mit dem PAS des SBCMV nachgewiesen werden. Es unterscheidet sich jedoch im Sequenzbereich des Coatproteins (RNA2) deutlich von diesen Furoviren (Abb. 12). Eine Differenzierung zwischen beiden Viren ist nur durch Einsatz spezifischer Primer möglich. Es wurde ein Primerpaar für die RT-PCR erstellt (Ziegler, 2015 nicht publiziert, Tab. 2), welches für die Resistenzprüfung eingesetzt wurde.

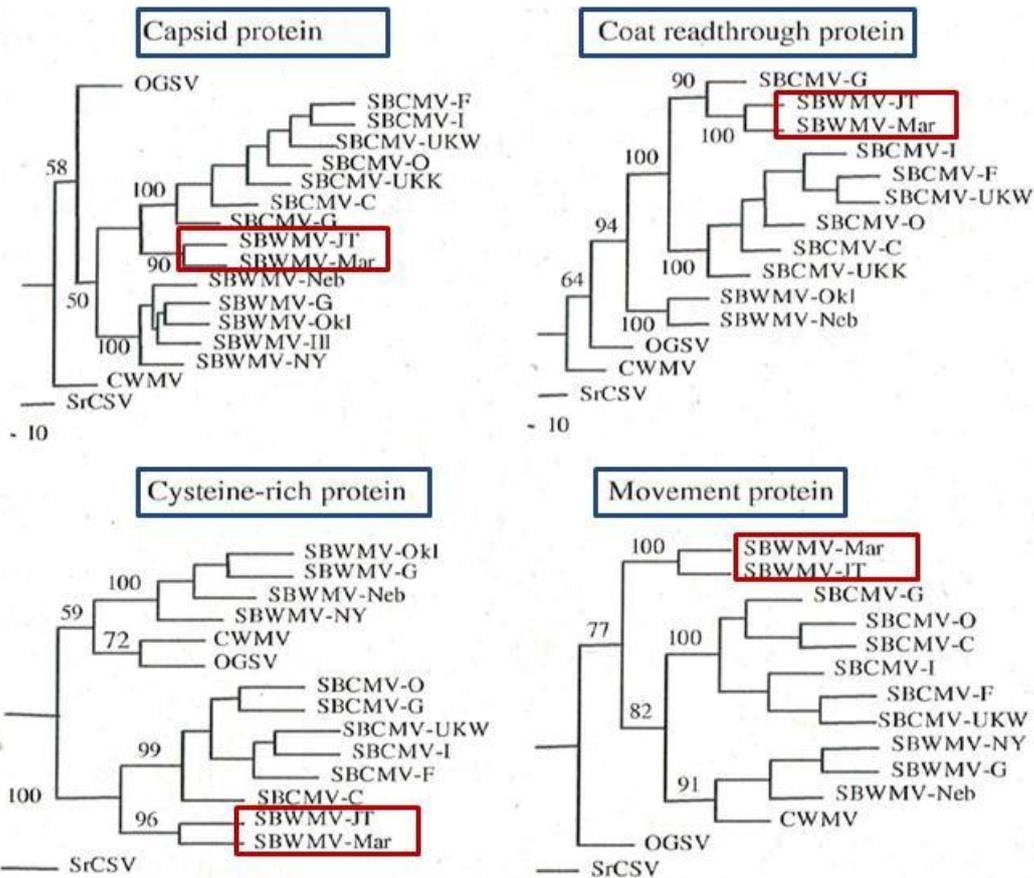


Abbildung 12: Analyse der phylogenetischen Beziehungen des französischen und japanischen SBBMV-Isolates in den Bereichen verschiedener Proteinregionen zu anderen Furoviren

Die SBBMV-Befallsfläche in Niedersachsen ist mischkontaminiert mit einem Resistenz (rym5) brechenden Stamm des BaMMV und den BaYMV-Stämmen 1 und 2.

Resistenzprüfungen in diesem Feld zeigten, dass Kultursorten der Wintergerste, die resistent gegen die Gerstengelbmosaikviren sind und Sorten ohne Resistenz gegen diese Bymoviren gleichermaßen mit dem SBBMV infiziert werden (Abb. 13). Während das SBWMV bisher nur an Wildformen der Gerste und deren Kreuzungsnachkommenschaften nachgewiesen wurde (Kastirr und Ziegler: Schlussbericht: Vorkommen und Schädigung des SBWMV, 2017).

Auf Grund der hohen Schädigung des SBBMV in Gerste sollte dieses Virus in das Monitoring zum Vorkommen bodenbürtiger Getreideviren aufgenommen werden. Hierbei sollte besonders auf Symptom tragende Gerstensorten, die Resistenz gegen die Gerstengelbmosaikviren haben, geachtet werden.

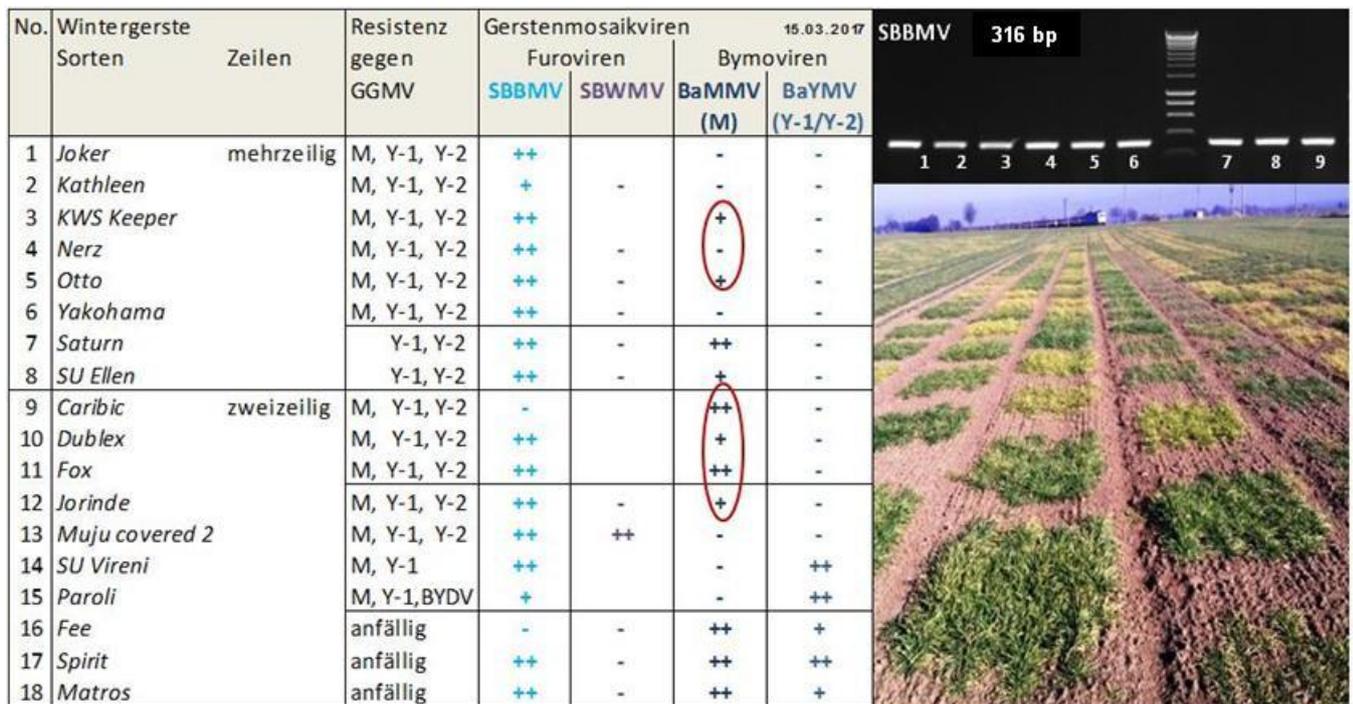


Abbildung 13: Nachweis des SBBMV und der Gerstengelbmosaikviren (GGMV) und Resistenzprüfung in Wintergerste im Landkreis Helmstedt, Niedersachsen

### **Aubian wheat mosaic virus (AWMV)**

Das Vorkommen des AWMV wird in Frankreich seit 1999 an seinem einzigen natürlichen Wirt, dem Weizen, beobachtet (Hariri et al., 2001). Infizierte Pflanzen zeigen im Frühjahr bis Juni Mosaiksymptome und leichte Wuchsdepressionen. Dieses Virus hat stäbchenförmige Partikel in einer Länge von 150nm bis 700nm und unterscheidet sich serologisch von Beny-, Bymo-, Furo-, Peclu- und Pomoviren. Eine einzige Ähnlichkeit wurde mit dem Bedfordvirus in East of England beobachtet, so dass angenommen wird, dass beide Viren Isolate eines Virus sind. Die Übertragung des Virus erfolgt durch Samen (20% Übertragungsrate) und durch infektiöse Erde. Eine Übertragung durch *Polymyxa graminis* ist nicht nachgewiesen.

Beim Monitoring zum Vorkommen bodenbürtiger Getreideviren, sollte bei Anzeige solcher Symptome, die durch vorhandene Detektionsmethoden nicht zuzuordnen sind, Beachtung geschenkt werden.

### **Wheat spindle streak mosaic virus (WSSMV)**

Der Vergleich von Nukleotid-Sequenzen beim WSSMV war dadurch erschwert, dass nur ein eingeschränkter Sequenzbereich des 3'-Endes der RNA1 (CP-Bereich) bekannt war.

Später konnte Götz (2006) komplette Sequenzen beider RNA-Stränge (RNA1-7570 nt, RNA2-4093nt) des französischen WSSMV-Isolates (Hariri 2) für die Untersuchung phylogentischer Beziehungen zwischen 12 WSSMV-Isolaten aus den USA (USA1-3), Frankreich (Hariri1-2 und Guilly), Kanada (Ca), Italien und Deutschland (Aschersleben, Walternienburg) nutzen (Abb. 14).

Diese Analysen im Bereich der CP-Sequenzen und der VPg-Sequenzen ergaben eine hohe Übereinstimmung (96%) zwischen den geografisch unterschiedlichen Isolaten. Beim Vergleich der Aminosäuresequenzen wurden nur einzelne nicht gesicherte (zufällige) Aminosäure-Austausche beobachtet.

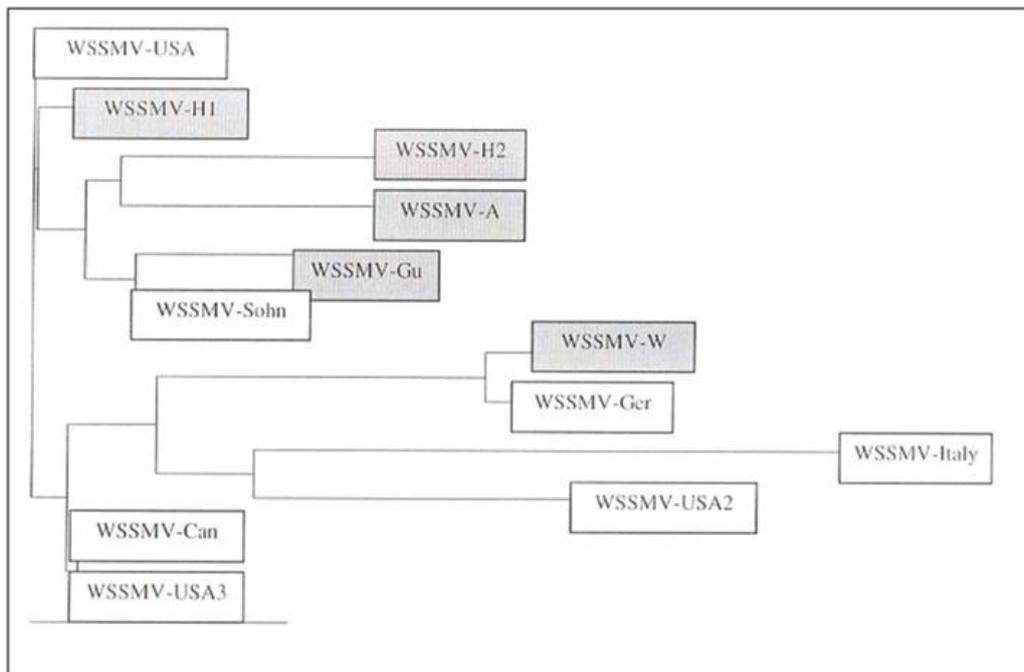


Abbildung 14: Phylogenetische Beziehung von 12 WSSMV-Isolaten auf Basis der Aminosäuresequenz des Coatproteins (Götz, 2006)

Für die Arbeiten zur Differenzierung von WSSMV-Isolaten durch A. Ziegler (2016) waren vom WSSMV noch keine vollständigen Sequenzdaten in Datenbanken hinterlegt; nur die 4646 Nukleotide der 3' Hälfte der RNS1 (Sohn et al., 1994) konnten eingesehen werden. Die bekannten Sequenzinformation konnten in eigenen Arbeiten um 253 Nukleotide der 5' Hälfte der RNS1 erweitern werden. Die Sequenz für einen Teil des Polyproteins wurde unter Accession Nummer KJ609243 in der NCBI Datenbank hinterlegt (Abb. 15).

<a href="#">WSSMV type (FR)</a>	LSYQVFQRWQSQVR-----RKKSSLNSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
USA	LSYQVFQRWQSQVR-----RKKSSLDSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
US5	LSYQVFQRWQSQVR-----RKKSSLDSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
US11	LSYQVFQRWQSQVR-----RKKSSLDSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
4-3	LSYQVFQRWQSQVR-----RKKSSLDSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
Cez2015	LSYQVFQRWQSQVR-----RKKSSLDSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
FR - Luc2015	LSYQVFQRWQSQVR-----RKKSSLDSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
DK 2-5	LSYQVFQRWQSQVR-----RKKSSLDSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
WSSKK1 Bülstringen	LSYQVFQRWQSQVR-----RKKSSLDSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
Schleesen5	LSYQVFQRWQHQVRRVRRKKS <del>Y</del> LNSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
Wietze1	LSYQVFQRWQHQVRRVRRKKS <del>Y</del> LNSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
Tulus Schleesen	LSYQVFQRWQHQVRRVRRKKS <del>Y</del> LNSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
WSS2	LSYQVFQRWQHQVRRVRRKKS <del>Y</del> LNSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
Lindau73	LSYQVFQRWQHQVRRVRRKKS <del>Y</del> LNSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
Wss3 Schleesen	LSYQVFQRWQHQVRRVRRKKS <del>Y</del> LNSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
Gödnitz	LSYQVFQRWQHQVRRVRRKKS <del>Y</del> LNSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM
Walternienburg	LSYQVFQRWQHQVRRVRRKKS <del>Y</del> LNSSDELSNTMPVSEGE GILKEVMQMSKEQRNQVKVDM

Abbildung 15: Partielle Aminosäure-Sequenzen von verschiedenen Isolaten des WSSMV. Die Unterschiede zur Aminosäure-Sequenz des „type strain“ sind rot markiert.

In den Vergleich von WSSMV-Herkünften wurden Isolate aus Deutschland von Niedersachsen (Wietze) und Sachsen-Anhalt (Bülstringen, Schleesen, Walternienburg, Gödnitz, Lindau), aus Frankreich (Lucay) und den USA (Cornell) einbezogen. Bei der Analyse von WSSMV-Sequenzen unterschiedlicher Herkunft wurde festgestellt, dass bei allen Sequenzen aus Deutschland (außer Bülstringen 1981; Proeseler und Stanarius,

1983) im 6K2 Protein eine Insertion von 3 Aminosäuren vorlag. In den Sequenzen von Versuchsfeldern aus den USA und Frankreich sowie auch im „type strain“ (Sohn et al., 1994; Isolat aus Frankreich) war dies nicht der Fall. Es ist noch nicht klar, welche biologische Auswirkung diese Insertion hat. So wie beim WYMV (*Wheat yellow mosaic virus*), einem nahen Verwandten des WSSMV in Asien, Pathotypen beschrieben wurden (Ohki et al., 2014), ist es möglich, dass auch beim WSSMV Pathotypen auftreten. Es ist noch nicht klar, ob eine Mutation zu der von uns beschriebenen Insertion geführt hat, oder ob die neue Sequenzvariante eingeschleppt wurde.

Aufgrund der Homologie zum eng verwandten WYMV kann geschlossen werden, dass die von Ziegler (2016b) analysierte WSSMV-Sequenz für das Protein 7K (6K2) und einen Teil des CI-Proteins kodiert.

### 1.3. Kartierung von Befallsflächen

#### 1.3.1. Verbreitung bodenbürtiger Getreideviren in Europa

Wie in der Beschreibung des Standes von Forschung und Technik (Seiten 6-7) zusammengefasst wurde, sind die bodenbürtigen Viren seit den 60-er Jahren in Europa in neun Ländern verbreitet und stellen ein wirtschaftlich wirksames Problem dar (Abb. 16).

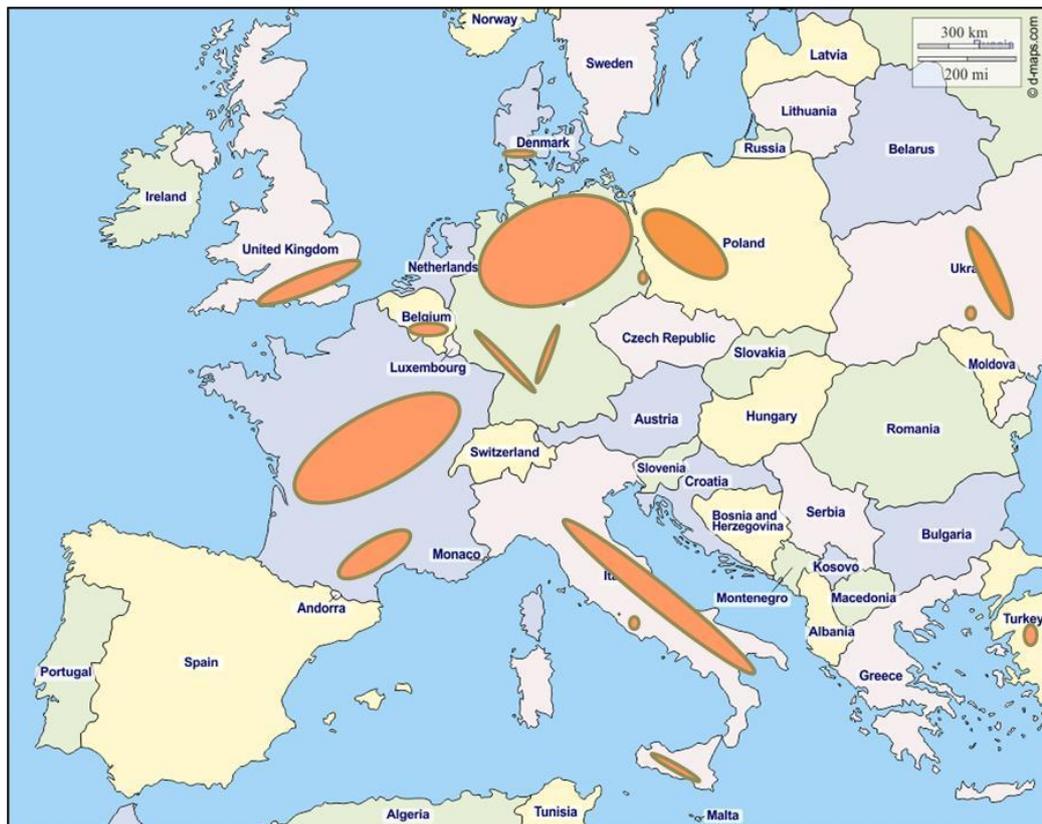


Abbildung 16: Nachweis bodenbürtiger Getreideviren in Weizen, Roggen und Triticale in Europa bis 2018 (Ute Kastirr)

In diesem Abschnitt werden die Hauptbefallsgebiete in Europa zusammengefasst und lokalisiert. Die tabellarisch erfassten GPS-Daten geben nur eine ungefähre Orientierung zur Lokalisation aus den Publikationen an, da aus der Literatur keine genauen Angaben zu GPS-Daten bekannt sind.

## Dänemark



Abbildung 17: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Dänemark bis 2018

In Dänemark wiesen Nielsen et al. 1999 erstmals das SBCMV in Winterroggen in West Zealand nach. In den Befallsflächen der Kolding Kommune wurde der SBCMV- O-Typ an Winterweizen (Kastirr, Ziegler, 2017) erstmals 2010 im Winterweizen 'Hereford' nachgewiesen (Abb. 17). In der kontaminierten Feldregion in Stubbum wurde in Kooperation mit dem Landwirt Kristian Lauritsen 2011/12 ein Differentialsortiment mit Winterweizen, -roggen, -triticale und -gerste kultiviert und die Aggressivität dieses SBCMV-Isolates in den Kulturen beobachtet. Weizen, Roggen und Triticale zeigten sehr hohe Virustiter, Gerste war nicht infiziert. In den anderen drei Standorten der Kolding Kommune wurde 2017 die Winterweizensorte 'Benchmark' mit hohen Virustitern infiziert (Tab. 3).

Tabelle 3: Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den Befallsregionen in Dänemark bis 2018

Herkunft			GPS-Koordinaten						Virusnachweis			
Land	Bundesland	Ort	N			O			Jahr	SBCMV	SBWMV	WSSMV
			°	'	"	°	'	"				
Dänemark	Kolding Kommune	Stubbum	55	20	57.90	09	33	10.73	2010	+	-	-
		Menggardvej	55	21	12.76	09	34	46.81	2017	+	-	-
		Søndermark	55	21	11.50	09	34	35.15	2017	+	-	-
		Lyngarger	55	21	25.98	09	34	19.40	2017	+	-	-
	Insel Als		54	58	15.47	9	55	08.06	2014	+	-	-
	West Zealand							1999	+	-	-	
	East Zealand	Karise	55	18	27.82	12	11	58.68	2013	+	-	-



Im Süden Englands wurden zahlreiche Befallsflächen mit bodenbürtigen Getreideviren an Winterweizen registriert. Auffällig ist, dass das WSSMV bisher nicht vorkam. Erstmals wurde 1969 in Wales das OGSV, ein Hafer-Furovirus, in schlecht entwässerten Feldern nachgewiesen (Plumb et al., 1977). Dieses Virus wurde auch in England, sehr oft vergemeinschaftet mit dem Hafer-Bymovirus (*Oat mosaic virus-OMV*), beobachtet. Weit verbreitet sind SBCMV-Isolate des O-Typs in England. Weiterhin wird über das Vorkommen des SBWMV South East und South West England berichtet (Abb. 18, Tab. 4).

Nach Einsaat der anfälligen Winterweizensorte 'Cezanne' in infektiöse Erde von den Befallsflächen in Wiltshire und Kent konnten wir jedoch nur das SBCMV isolieren. Es wurde eine Identifizierung dieser Isolate mittels mAK im DAS-ELISA und RT-PCR mit spezifischen Primern durchgeführt. Das SBWMV konnten wir jedoch in diesen Erdproben nicht detektieren.

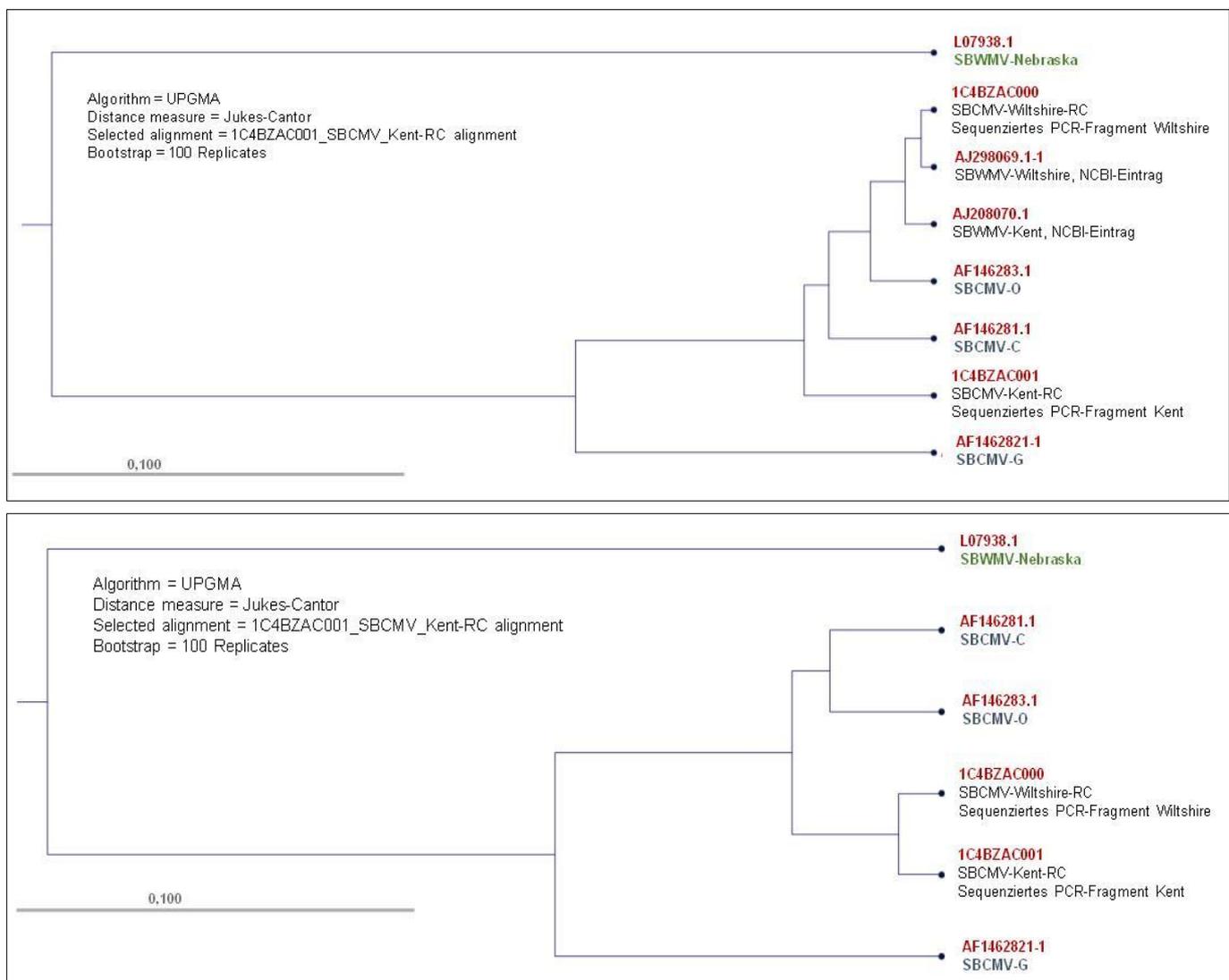


Abbildung 19: Phylogenetische Beziehung der englischen Furovirusisolate nach Sequenzierung der SBCMV-Isolate aus England (A. Niehl, 2018)

Sequenzanalysen zeigten (A. Niehl, 2018, unveröffentlicht), dass die englischen Datenbankeinträge der SBWMV-Isolate aus Kent und Wiltshire in enger Beziehung zum SBCMV-O-Typ und zum SBWMV-N in größerer Distanz stehen (Abb. 19). Auch die von uns gewonnenen SBCMV-Isolate aus diesen Regionen zeigen nur eine geringe Distanz zu den bisher beschriebenen Isolat. Die Ergebnisse der Sequenzvergleiche der von uns gewonnenen RT-PCR-Produkte unter Einbeziehung des SBWMV-Nebraska-Stammes belegten, dass die englischen SBWMV-Isolate näher mit dem SBCMV verwandt sind als mit

dem SBWMV. Daraus kann abgeleitet werden, dass es sich bei den Furoviren aus der Region Kent und Wiltshire in England eher um Isolate des SBCMV handelt.

## Belgien

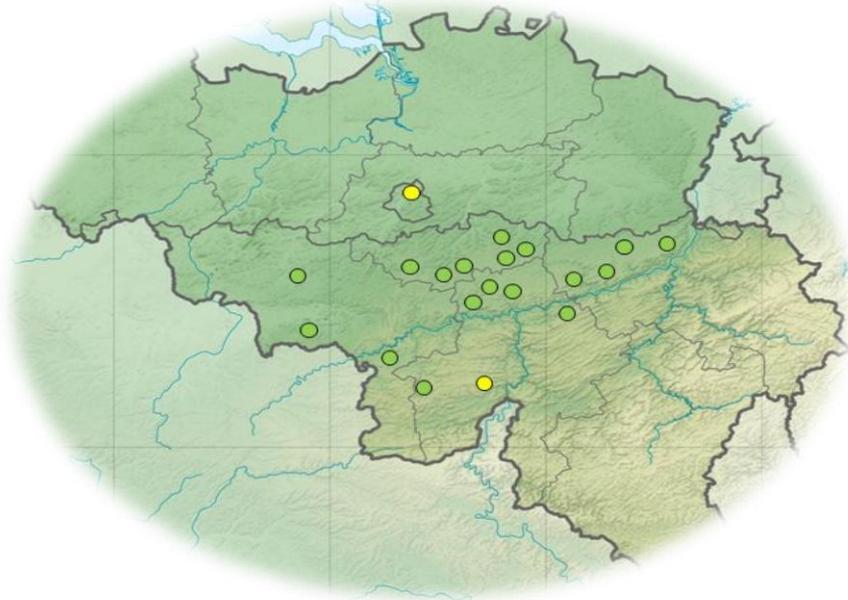


Abbildung 20: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Belgien bis 2018 (Vaianopoulos et al., 2005)

Erstmals für Belgien wurde in der Walonischen Landesregion in 32% der 104 untersuchten Erdproben das WSSMV nachgewiesen (Vaianopoulos et al. 2005). Furoviren traten vereinzelt mit niedriger Signalintensität in der RT-PCR auf (Tab. 5).

Tabelle 5: Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den Befallsregionen in Belgien bis 2018

Herkunft			GPS-Koordinaten						Virusnachweis						
Land	Region/Provinz	Ort	N			O			Jahr	SBCMV	SBWMV	WSSMV			
			°	'	''	°	'	''							
Belgien	Brüssel	Touring	50	50	12.46	4	22	39.52	2000 bis 2007	+	-	-			
		Wallonisch Brabant	Loupoigne	50	36	13.25	4	27		04.38	-	-	+		
	Hainaut	Opprebais Ath		50	32	50.23	4	32		32.61	-	-	+		
				50	34	37.69	4	35		40.38	-	-	+		
				50	37	07.33	4	35		40.38	-	-	+		
				50	37	57.20	4	52		29.10	-	-	+		
				50	41	05.00	4	48		14.63	-	-	+		
				50	36	07.83	3	49		58.93	-	-	+		
				50	22	20.25	3	48		10.17	-	-	+		
				50	17	54.04	4	14		40.19	-	-	+		
			Namur	Flavion		50	15	04.79		4	20	16.02	-	-	+
						50	15	03.55		4	43	01.14	+	-	+
		50			28	47.64	4	42		22.32	-	-	+		
		50			33	15.33	4	42		47.84	-	-	+		
		50			34	14.40	4	48		12.23	-	-	+		
	Liege			50	26	27.72	5	14		00.29	-	-	+		
				50	33	07.73	5	04		18.51	-	-	+		
				50	35	21.63	5	08		21.14	-	-	+		
				50	42	18.72	5	14		00.29	-	-	+		
				50	42	45.25	5	20		05.61	-	-	+		
				50	42	37.57	5	22		23.28	-	-	+		
				50	43	32.04	5	30		17.58	-	-	+		
				50	43	18.13	50	33		59.93	-	-	+		
	50	42	23.53	5	38	07.09	-	-	+						

## Polen



Abbildung 21: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Polen bis 2018 [orange - SBCMV (Jezewska et al. 1994, 2005, 2007), violett - SBWMV-N (Trzmiel et al. 2012), grün - WSSMV]

Seit 1992 wurden bodenbürtige Viren in Winterroggen und -triticale nachgewiesen (Jezewska, 1994) und ein Monitoring zur Verbreitung dieser Viren (Abb. 18, Tab. 6) durchgeführt (Jezewska 1995, 2005). Das WSSMV wurde in Polen erstmals 2007 sporadisch in Weizen verbunden mit schwacher Symptomausprägung entdeckt.

Tabelle 6: Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den Befallsregionen in Polen bis 2018

Herkunft			GPS-Koordinaten					Virusnachweis				
Land	Region	Ort	N	O	N	O	Jahr	SBCMV	SBWMV	WSSMV		
			°	'	''	°	'					
Polen	Westpommern		53	15	30.66	16	26	23.84	1994 bis 2012	+	-	+
		Chude	53	14	18.59	16	36	32.26		+	-	-
	Kujawien-Pommern		52	36	06.35	18	16	00.10		+	-	+
		Zabienko	52	37	16.25	17	59	01.04		+	-	-
	Großpolen	Choryń	52	02	30.52	16	46	09.49		+	-	+
		Wielkopolska	52	00	41.51	16	29	57.39		-	+	-
		Winna Góra	52	12	18.06	17	26	54.02		-	-	+
		Szelejewo	52	31	25.63	16	37	09.68		+	-	+
			51	51	23.71	17	09	34.49		+	-	-
			51	24	57.74	18	05	16.71		+	-	-
	Drossen		51	36	37.37	15	30	47.08		+	-	-
	Łódź		52	13	53.51	19	16	28.45		+	-	+
	Oppeln	Strzelcki	50	31	29.09	18	19	39.79		+	-	-
	Niederschlesien		51	30	28.72	15	57	31.03		+	-	-
		Lower Silesia	51	07	39.26	16	53	06.55		+	-	-
	Lublin	Chełm	51	13	45.48	23	28	45.93		+	-	-

Das polnische SBWMV-Isolat verursachte im Gegensatz zu den hoch aggressiven deutschen Isolaten nur schwache Symptome in Triticale und zeigte im DAS-ELISA nur geringe Virustiter. Molekulare Analysen im Sequenzbereich der RNA 2 identifizierten dieses Isolat als Nebraska-Stamm (Trzmiel et al. 2015) und wiesen darauf hin, dass es Abweichungen in der Aminosäure- und Nukleotidsequenz im Bereich des Movementproteins aufweist, die durchaus zur Veränderung von biologischen Eigenschaften, wie die schwache Symptomausprägung, führen können (Trzmiel et al., 2018).

## Ukraine



Abbildung 22: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in der Ukraine bis 2008 (Snihur et al, 2008)

Ähnlich wie in Polen, zeigten die ukrainischen SBCMV-Isolate westlich des Dnepr's (Abb. 19, Tab. 7) nur eine schwache Symptomausprägungen in Roggen und Triticale und sind keine Gefahr für Weizen. Bisher liegen noch keine Sequenzanalysen vor, die eine vergleichende molekulare Charakterisierung ermöglichen.

Tabelle 7: Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den Befallsregionen der Ukraine 2004 bis 2005

Herkunft			GPS-Koordinaten						Virusnachweis		
Land	Region	Ort	N			O			Jahr	SBCMV	WSSMV
			°	'	"	°	'	"			
Ukraine	Kiew	Svyatoshyn	50	28	40.06	30	19	26.02	2004	+	-
	Cherkasy	Kaniev	49	44	18.99	31	25	00.74	2004	+	+
	Mironovska	Mironovsk	49	39	29.94	31	00	48.91	2004	+	-
	Vinnitsya	Winnyza	49	12	20.11	28	25	16.46	2005	+	-

## Frankreich



Abbildung 23: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Frankreich bis 2018

Die bodenbürtigen Viren im Getreide sind besonders in Zentral-Frankreich südlich von Paris weit verbreitet (Abb. 20). Einzelne infektiöse Regionen wurden in der Provinz Languedoc-Roussillon beobachtet. Die Lokalisierung von Befallsflächen ist in Tabelle 8 zusammengefasst. Wie aus den Abbildungen 5, 7-9 ersichtlich ist, treten hier Isolate des O-Types auf, die für Winterweizen sehr aggressiv sind. Aus diesem Grund wurde in Frankreich eine erfolgreiche Züchtung von Virus-resistenter Weizensorten durchgeführt.

Seit 1999 berichtet Hariri über das Auftreten eines neuen Samen- und Boden-übertragbaren Weizenvirus (AWMV) im östlichen Pariser Becken, welches sich serologisch von Furoviren unterscheidet und Ertragsverluste von 24% verursachen kann. Auch über das Vorkommen des Haferfurovirus (OGSV) in Préaux wird berichtet.

Tabelle 8: Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den Befallsregionen in Frankreich bis 2018 (AWMV- Hariri et al., 2001)

Herkunft			GPS-Koordinaten					Virusnachweis						
Land	Region	Ort	N			O		Jahr	SBCMV	AWMV	OGSV	WSSMV		
			°	'	"	°	'						"	
Frankreich	Picardie	Estress-St. Denis	49	29	04.02	2	40	13.41	2006	+	-	-	-	
	Haute-Normandie	Preaux	47	00	57.62	1	17	22.02		-	-	+	-	
	Champagne-Ardenne	Sillery		49	13	43.88	4	10	48.25	2004	-	-	-	+
			Thil	48	17	32.37	4	46	24.04	1999	-	+	-	-
	Bretagne	Lorient	47	45	41.72	3	22	02.27		+	-	-	-	
	Centre	Chartainvilliers		48	33	09.37	1	33	22.31	2002	+	-	-	-
			Loiret	47	54	08.52	2	12	13.04		+	-	-	-
		Guilly	47	48	34.64	2	16	40.16	2004	+	-	-	+	
		Pray	47	41	08.92	1	6	57.97	2002	-	-	-	+	
		Landes-Le Gaultois	47	39	00.13	1	10	42.93	2000	-	-	-	+	
		Blois	47	35	36.01	1	20	19.79	2004	+	-	-	+	
		Chambon-sur-Cisse	47	34	00.54	1	13	03.11	2000	+	-	-	+	
		Neuville-sur-Brenne	47	37	28.61	0	54	40.80		+	-	-	-	
		Indre-et Loire	47	19	23.61	0	49	40.20		+	-	-	-	
		Vignoux	47	12	38.61	2	10	47.53	2010	+	-	-	-	
		Bourges	47	05	32.99	2	24	22.35	2009	+	-	-	-	
		Paudy	47	02	41.75	1	55	25.58	2009	+	-	-	-	
		Vatan	47	04	42.84	1	48	48.14	2004	+	-	-	+	
		Lucay-le-Libre	47	05	16.65	1	54	23.46	2010	+	-	-	-	
		Echallusse	46	55	38.20	2	14	04.72		+	-	-	-	
		Bois Clair	46	56	57.96	1	36	24.08		-	-	-	+	
	Chambon	46	51	14.30	0	49	18.15	2004	+	-	-	+		
	Languedoc-Roussillon	Montpellier		43	37	39.15	3	53	19.46		+	-	-	+
			Mas-Saintes-Puelles	43	18	58.98	1	52	59.15		-	-	-	+
		AWMV (Huth, 2001)	43	15	54.67	1	45	22.36	2001	-	+	-	-	
		Carcassonne	43	13	17.81	2	21	49.05		-	-	-	+	

## Italien



Abbildung 24: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Italien bis 2012

Der Getreideanbau in Italien wird beginnend in der nördlichen Region um Bologna bis in den Süden in Basilikata und Sizilien in zahlreichen Befallsflächen beeinträchtigt (Abb. 21, Tab. 9). Auch hier sind SBCMV-Isolate des O-Types verbreitet.

Tabelle 9: Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den Befallsregionen in Italien bis 2012

Herkunft			GPS-Koordinaten						Virusnachweis		
Land	Region	Ort	N °	'	"	O °	'	"	Jahr	SBCM	WSSN
Italien	Emilia-Romagna	Parma	44	49	28.26	10	20	40.89	1985 bis 2012	+	-
		Emilio-Romagna	44	37	07.50	11	14	21.84		+	-
		Minerbio	44	39	12.31	11	30	29.28		+	-
		Cadriano	44	34	38.09	11	24	08.48		-	+
		Bologna	44	31	12.46	11	21	18.57		-	+
		Morellato	44	28	24.07	11	23	34.03		-	+
		Ozzano	44	27	07.82	11	28	12.58		+	-
	Toskana	Anghiari	43	33	51.16	12	04	20.32		-	+
	Marken	Marche	43	31	35.02	13	00	08.31		+	-
	Latium	Rom	41	53	18.70	12	30	26.16		+	+
		Lazio	41	40	44.78	13	00	39.99		+	-
	Abruzzen	Acciano	42	10	41,68	13	43	19.16		+	-
	Apulien	Palmori	41	33	46.51	15	27	24.90		+	-
	Basilikata	Basilikata	40	40	04.14	15	59	26.01		+	-
		Rotondella	40	10	36.80	16	31	28.84		+	-
	Sizilien	Santa Croce Camerina	36	51	42.66	14	32	25.60		+	-
		Mazzarrone	37	05	27.69	14	35	10.17		+	-
		Naro	37	18	33.90	13	48	50.57		+	-
		Siculiana	37	19	55.18	13	26	02.77		+	-
		Sciacca	37	32	18.94	13	05	12.13		+	-

## Türkei



Abbildung 25: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in der Türkei bis 2018

Anfängliche Berichte zum Vorkommen bodenbürtiger Viren in der Türkei konnten nach umfangreiche Untersuchungen an 300 Erdproben von 14 Provinzen aus dem Anatolischen Landesteil nicht bestätigt werden. Mit molekularbiologischen, mikroskopischen und serologischen Nachweismethoden durch Kutluk Yilmaz et al. (2011) wurde gezeigt, dass in dieser Großregion weder *Polymyxa* noch die bekannten bodenbürtigen Viren vorkommen. Seit 1999 werden in der Provinz Eskisehir Mosaiksymptome im Weizen gefunden, verursacht durch das SBCMV.

Tabelle 10: Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den Befallsregionen in der Türkei bis 2018

Herkunft		GPS-Koordinaten					Virusnachweis			
Land	Provinz	N			O			Jahr	SBCMV	WSSMV
		°	'	"	°	'	"			
Türkei	Eskisehir	39	42	29.94	30	59	01.29	1999	+	-

### 1.3. Kartierung der Befallsflächen in den deutschen Bundesländern

#### Deutschland

Das geplante deutschlandweite Monitoring zur Verbreitung der bodenbürtigen Getreideviren hatte das Ziel, die bis 2015 bekannten Befallsflächen zu konkretisieren und eventuell weitere Vorkommen in Deutschland zu erfassen.

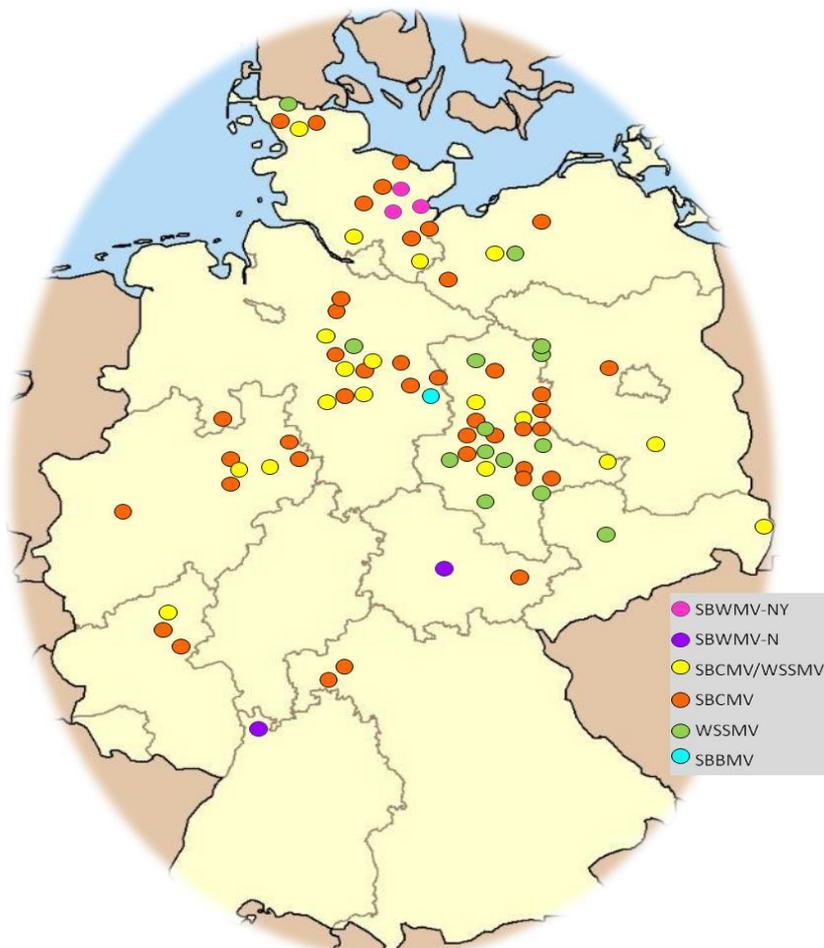


Abbildung 26: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Deutschland bis 2018

Die Abbildung 26 dokumentiert mit bodenbürtigen Furo-/Bymo-Viren kontaminierte Flächen in Deutschland. In den nördlichen bis mittleren Landesteilen sind SBCMV und WSSMV, häufig mischinfiziert, weit verbreitet. Im Süden Deutschlands kommen diese Viren seltener vor. Stämme des SBWMV wurden in drei Bundesländern (Nord-, Mittel- und Süddeutschland) registriert. Ein Gersten-Furovirus (SBBMV) tritt in Mitteldeutschland auf.

Die deutschen SBCMV-Isolate (C-Typen) zeigten bisher kaum Virulenz für die Kultursorten des Winterweizens, während Isolate des SBCMV (O-Typen) aus Dänemark, Großbritannien, den Niederlanden, Belgien, Frankreich und Italien Winterweizen mit hoher Aggressivität infizieren (Ziegler, 2015, unveröffentlicht). Offensichtlich existieren verschiedene Pathotypen dieses Virus.

Im Gegensatz dazu stellt das SBWMV eine Gefahr für die Produktion von Winterweizen dar. Das Vorkommen dieses Virus ist europaweit wenig untersucht. In 2002 wurde im Rhein-Neckar-Kreis im Norden Baden-Württembergs erstmals für Deutschland und Europa eine Befallsfläche mit dem Nebraska-Stamm (N- violetter Punkt) nachgewiesen (Koenig, Huth, 2003). Im Jahr 2012 wurde das Vorkommen des New York-Stamms dieses Virus (pinke Punkte) in Schleswig-Holstein beschrieben (Ziegler et al., 2013). Seit April 2016 wurde in Deutschland eine weitere Befallsregion mit dem SBWMV-N im nördlichen Ilmkreis Thüringens bekannt (Kastirr, Heubach, Fomitcheva, 2016).

### 1.3.2. Kartierung von Befallsflächen in den deutschen Bundesländern

Die Erhebungen zum Vorkommen bodenbürtiger Viren in den deutschen Bundesländern waren an genaue GPS-Daten gebunden, so dass die Befallsflächen geortet werden konnten.

#### Schleswig-Holstein

Seit 2006 beobachteten die Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein das Auftreten bodenbürtiger Getreideviren in den Landkreisen im Norden und Süd-Osten des Bundeslandes (Abb. 24) mit gesamt 19 kontaminierten Regionen. In drei der elf Landkreise wurden keine Befallsflächen beobachtet (Tab. 11). Hier bedrohen die Furoviren SBCMV und SBWMV-NY und das Bymovirus WSSMV Winterweizen, -roggen und-triticales (Tab. 12).



Abbildung 27: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Schleswig-Holstein bis 2018 (1-Flensburg, 2- Kiel, 3- Lübeck, 4- Neumünster)

Tabelle 11: Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in den Landkreisen in Schleswig-Holstein bis 2018

Schleswig-Holstein	Befallsflächen Viren	
Landkreis	gesamt	
Nordfriesland	5	SBWMV/SBCMV/WSSMV
Schleswig-Flensburg	2	SBWMV/WSSMV
Rendsburg-Eckernförde	0	
Dithmarschen	0	
Steinburg	1	SBCMV/WSSMV
Plön	3	SBCMV
Segeberg	3	SBWMV
Pinneberg	0	
Ostholstein	3	SBWMV/SBCMV/WSSMV
Stormarn	1	WSSMV
Herzogtum Lauenburg	1	SBCMV/WSSMV
Befallsflächen gesamt	19	SBWMV/SBCMV/WSSMV

Tabelle 12: Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Schleswig-Holstein bis 2018

Herkunft				GPS-Koordinaten						Virusnachweis			
Land/	Landkreis	Ort	Gebiet	N		O		Jahr	SBWMV-NY	SBCMV	WSSMV		
Bundesland				°	'	°	'						
<b>Deutschland</b>													
Schleswig-Holstein	Nordfriesland	Galmsbüll	Gemeinde	54	46	24.67	08	45	03.80	2015	-	+	-
		Grotsand	OT v. Galmsbüll	54	46	25.27	08	46	28.11	2017	-	+	-
		Hauke-Haien-Koog	OT v. Ockholm	54	42	49.44	08	45	01.63	2009	+	-	-
		Humptrum	Gemeinde	54	51	54.50	08	51	00.08	2016	-	-	+
		Maasbüll	Gemeinde	54	45	15.64	08	48	10.31	2016	-	+	+
	Schleswig-Flensburg	Weesby	Gemeinde	54	49	54.49	09	09	04.95	2009	+	-	+
	Steinburg	Wittenbergen	Gemeinde	53	56	01.92	09	41	06.97	2006	-	+	+
	Plön	Stakendorf	Gemeinde	54	23	20.25	10	25	17.15	2013	-	+	-
		Lehmkuhlen	Gemeinde	54	11	35.35	10	19	26.06	2017	-	+	-
		Lebrade	Gemeinde	54	12	54.91	10	25	26.23	2015	-	+	-
	Segeberg	Strenglin	OT v. Pronstorf	53	58	56.08	10	28	25.88	2016	+	-	-
		Westerrade	Gemeinde	53	55	43.68	10	28	00.74	2012	+	-	-
		Wensin	Gemeinde	54	00	03.77	10	25	06.04	2015	+	-	-
	Ostholstein	Cashagen	Gemeinde Ahrensböök	53	57	02.92	10	33	23.02	2009	+	-	-
		Afrade	Gemeinde Stockelsdorf	53	54	50.13	10	36	40.21	2014	-	+	-
		Bad Schwartau	Stadt	53	54	51.71	10	39	47.04	2014	-	+	-
	Stormarn	Feldhorst	Gemeinde	53	51	25.06	10	26	10.74	2016	-	-	+
	Herzogtum Lauenburg	Woltersdorf	Gemeinde	53	33	52.85	10	38	34.98	2006	-	+	+

## Mecklenburg-Vorpommern



Abbildung 28: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Mecklenburg-Vorpommern bis 2018

In Mecklenburg-Vorpommern wurden bisher nur vereinzelt fünf Befallsflächen mit dem SBCMV und WSSMV registriert (Abb. 25, Tab. 13).

Tabelle 13: Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in den Landkreisen in Mecklenburg-Vorpommern bis 2018

Mecklenburg-Vorpommern Landkreis	Befallsflächen gesamt	Viren
Nordwestmecklenburg	0	
Ludwigslust-Parchim	3	SBCMV/WSSMV
Rostock	1	SBCMV
Mecklenburgische Seenplatte	0	
Vorpommern-Rügen	1	SBCMV
Vorpommern-Greifswald	0	
<b>Befallsflächen gesamt</b>	<b>5</b>	<b>SBCMV/WSSMV</b>

Tabelle 14: Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Mecklenburg-Vorpommern bis 2018

Herkunft		GPS-Koordinaten						Virusnachweis				
Land/ Bundesland	Landkreis	Ort	Gebiet	N		O		Jahr	SBCMV	WSSMV		
				°	'	''	°	'	''			
<b>Deutschland</b>												
Mecklenburg-Vorpommern	Ludwigslust-Parchim	Schwanheide	Gemeinde	53	25	44.32	10	40	49.61	2015	+	-
		Sülztorf	Gemeinde	53	30	41.00	11	22	23.81	2001	+	+
		Banzkow	Gemeinde	53	31	43.61	11	30	57.45	2001	-	+
	Rostock	Klueß	OT v. Güstrow	53	46	24.88	12	14	35.28	2003	+	-
	Vorpommern-Rügen	Granskewitz	OT v. Schaprode	54	31	39.83	13	13	41.12	2001	+	-

## Niedersachsen

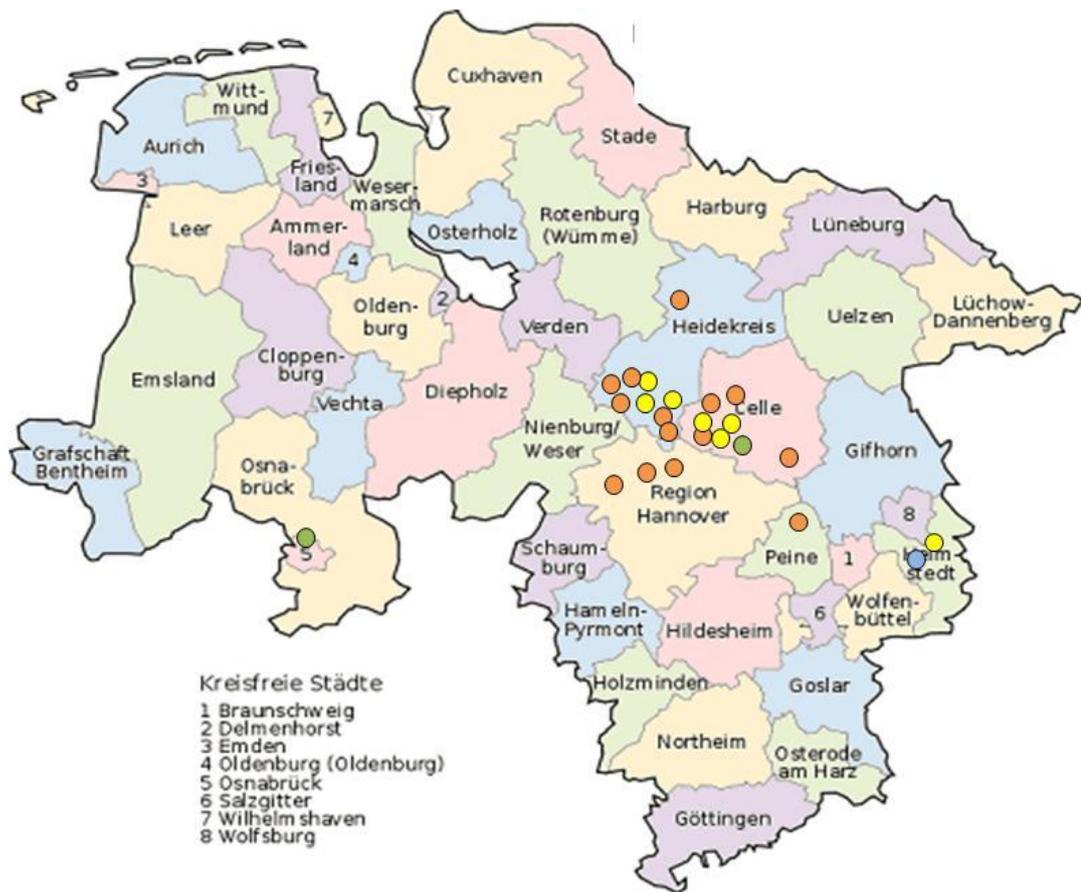


Abbildung 29: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Niedersachsen bis 2018

Auch in Niedersachsen sind die bodenbürtigen Getreideviren (SBCMV, WSSMV) in einigen Landkreisen weit verbreitet. Besonders die sandigen Regionen im Heidekreis und im Landkreis Celle sind mit diesen Viren kontaminiert (Abb. 26, Tab. 15/16).

Tabelle 15: Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in den Landkreisen in Niedersachsen bis 2018

Niedersachsen Landkreis	Befallsflächen gesamt	Viren
Heidekreis	10	SBCMV/WSSMV
Celle	8	SBCMV/WSSMV
Region Hannover	3	SBCMV
Peine	1	SBCMV
Helmstedt	2	SBCMV/WSSMV/SBBMV
Osnabrück	1	WSSMV
<b>Befallsflächen gesamt</b>	<b>25</b>	<b>SBCMV/WSSMV/SBBMV</b>

Im Landkreis Helmstedt wurde der Erstdnachweis für das Gersten-Furovirus, Soil-borne barley mosaic virus (SBBMV), geführt.

Tabelle 16: Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Niedersachsen bis 2018

Herkunft				GPS-Koordinaten						Virusnachweis			
Land/	Landkreis	Ort	Gebiet	N			O			Jahr	SBCMV	SBBMV	WSSMV
Bundesland				°	'	''	°	'	''				
<b>Deutschland</b>	Heidekreis	Lieste	Neuenkirchen	53	5	00.80	9	43	39.59	2016	+	-	-
<b>Niedersachsen</b>		Schwalingen		53	05	00.06	9	43	52.00	2016	+	-	-
		Häuslingen	Gemeinde	52	48	51.88	9	24	05.95	2018	+	-	-
		Eilte	OT v. Ahlden(Aller)	52	45	36.88	9	30	33.36	2001	+	-	+
		Eickeloh	OT v. Ahlden(Aller)	52	43	47.56	9	38	46.27	2003	+	-	(+)
		Essel	Gemeinde	52	43	04.08	9	41	08.16	2018	+	-	-
		Engehausen	OT v. Essel	52	41	13.69	9	41	57.29	2018	+	-	+
		Maklendorf	OT v. Buchholz	52	40	10.04	9	42	54.85	2017	+	-	-
			Bärenkamp	52	39	37.11	9	43	03.99	2017	+	-	-
			Silberkuhle	52	40	14.06	9	42	13.53	2017	+	-	-
	Celle	Thören	OT v. Winsen	52	40	33.46	9	45	44.79	2013	+	-	+
			Großer Graben	52	41	07.06	9	44	34.66	2017	+	-	-
		Jeversen	OT v. Wietze	52	39	14.99	9	46	54.68	2009	+	-	-
		Wietze	Gemeinde	52	39	04.03	9	50	54.74	2009	+	-	+
		Wolthausen	OT v. Winsen	52	41	36.06	9	58	40.15		+	-	+
			Hasselmann	52	42	05.59	9	57	10.38	2017	+	-	-
		Celle	Stadt	52	36	34.86	10	06	33.79	2004	-	-	+
		Langlingen	Gemeinde	52	33	01.95	10	17	38.32	2004	+	-	-
	Region Hannover	Negenborn	Gemeinde	52	31	43.66	9	37	00.70	2004	+	-	-
		Wedemark	Gemeinde	52	32	29.20	9	43	59.42	2004	+	-	-
		Neustadt	Am Rübenberg	52	30	37.17	9	29	16.13		+	-	-
	Peine	Rietze	OT v. Edemissen	52	24	41.39	10	19	51.78	2004	+	-	-
	Helmstedt	Glentorf	OT v. Königslutter	52	19	36.62	10	48	07.75	2000	+	-	+
		Bornum Am Elm	OT v. Königslutter	52	15	56.40	10	45	20.31	2010	-	+	-
	Osnabrück	Osnabrück	Stadt	52	15	17.11	8	01	19.50	2004	-	-	+

## Sachsen-Anhalt



Abbildung 30: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Sachsen-Anhalt bis 2018 (M-Magdeburg, D- Dessau-Roßlau, H- Halle/Saale)

In Sachsen-Anhalt sind die bodenbürtigen Viren (SBCMV, WSSMV) in den sandigen Regionen des Roggen- und Triticale-Anbaus besonders in den Landkreisen Jerichower Land und Anhalt-Bitterfeld östlich der Elbe sehr weit verbreitet. Aber auch westlich der Elbe wurden in den Landkreisen Altmarkkreis Salzwedel und Börde Befallsflächen registriert. Vereinzelt Auftreten des WSSMV wurde in den Kreisen Stendal, Harz und Salzlandkreis verzeichnet (Abb. 27, Tab. 17/18).

Tabelle 17: Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in Sachsen-Anhalt bis 2018

Region Sachsen-Anhalt's		Befallsflächen Viren	
Dienstbereich	Landkreis	gesamt	
ALFF Altmark	Altmarkkreis Salzwedel	4	SBCMV / WSSMV
	Stendal	2	SBCMV / WSSMV
	Jerichower Land	18	SBCMV / WSSMV
		<b>24</b>	
ALFF Mitte	Börde	8	SBCMV / WSSMV
	Harz	1	SBCMV / WSSMV
	Salzlandkreis	1	SBCMV / WSSMV
		<b>10</b>	
ALFF Anhalt	Anhalt-Bitterfeld	18	SBCMV / WSSMV
	Landkreis Wittenberg	11	SBCMV / WSSMV
		<b>29</b>	
ALFF Süd	Burgenlandkreis	0	
	Saalekreis	0	
	Mansfeld-Südharz	0	
		<b>0</b>	
Befallsflächen gesamt		<b>63</b>	SBCMV / WSSMV

Tabelle 18: Lokalisierung der bodenbürtigen Getreideviren in den entsprechenden geografischen Regionen von Sachsen-Anhalt bis 2018

Herkunft	Dienstgebiete				GPS-Koordinaten						Virusnachweis				
					N			O			Jahr	SBCMV	WSSMV		
Land/ Bundesland	der ÄLFF	Landkreis	Ort	Gebiet	°	'	''	°	'	''					
<b>Deutschland</b>															
Sachsen-Anhalt	ALFF Altmark	Altmarkkreis Salzwedel	Audorf	OT v. Beetzendorf	52	42	58.54	11	05	47.19	2001	-	+		
			Cheinitz	Dorf	52	41	58.64	11	14	52.65	2001	+	+		
			Miesterhorst	OT v. Gardelegen	52	27	37.08	11	08	26.67	2004	-	+		
			Röwitz	OT v. Klötze	52	33	33.72	11	04	25.23	2004	-	+		
			Stendal	Scharlibbe	OT v. Klietz	52	41	45.18	12	04	30.69	2003	-	+	
			Schönfeld	OT v. Kamern	52	43	41.86	12	03	21.71	2003	-	+		
			Jerichower Land	Belicke	OT v. Genthin	52	23	13.88	12	14	35.33		-	+	
				Mützel	OT v. Genthin	52	23	37.46	12	11	12.10	2016	+	+	
					OT v. Genthin	52	23	17.48	12	11	25.98	2016	+	+	
					OT v. Genthin	52	23	06.73	12	11	08.06	2016	+	+	
					Paplitz	OT v. Genthin	52	16	24.57	12	13	52.66	2001	+	+
					Stresow	OT v. Möckern	52	15	15.00	12	00	41.22	2001	+	+
					Niegripp	OT v. Burg	52	15	49.69	11	45	08.82	2001	+	+
					Burg-Ost	Stadt Burg	52	13	55.40	11	53	35.22	2003	+	+
					Pabsdorf	OT v. Möckern	52	11	38.88	11	58	14.66	2001	+	+
				Zeppernick	OT v. Möckern	52	67	32.03	12	01	30.69	2002	+	+	
			Lohburg	OT v. Möckern	52	06	46.33	12	05	09.31	2002	+	+		
			Menz	OT v. Gommern	52	06	55.41	11	45	58.63	2003	+	+		
			Ladeburg	OT v. Gommern	52	04	47.37	11	56	17.60	2003	+	-		
			Leitzkau	OT v. Gommern	52	03	41.63	11	57	53.07	2003	+	+		
				OT v. Gommern	52	03	14.80	11	57	35.78	2004	-	+		
				OT v. Gommern	52	02	12.66	11	58	43.92	2004	+	+		
			Dornburg	OT v. Gommern	52	02	09.02	11	52	30.37	2001	+	+		
			Prödel	OT v. Gommern	52	02	17.63	11	55	05.80	2003	+	+		
			Lübs	OT v. Gommern	52	01	01.47	11	56	18.38	2003	+	+		
		ALFF Mitte	Börde	Lockstedt	OT v. Oebisfelde-Weferlingen	52	23	03.86	11	04	10.37	2001	+	+	
				Bülstringen	Gemeinde	52	19	54.34	11	21	09.76	2016	+	+	
				Flechtingen	Gemeinde	52	20	33.46	11	14	56.50	2016	+	+	
					Gemeinde	52	20	31.12	11	15	02.43	2016	-	+	
					Behnsdorf	OT v. Flechtingen	52	19	03.65	11	08	50.26	2016	+	+
				Uthmöden	OT v. Haldensleben	52	20	45.26	10	20	47.64	2016	+	+	
					OT v. Haldensleben	52	20	41.45	11	21	19.50	2016	+	+	
				Hötensleben	Gemeinde	52	06	57.61	11	01	18.29	2016	+	+	
			Harz	Heimburg	OT v. Blankenburg	51	49	38.27	10	55	49.18	2016	-	+	
			Salzlandkreis	Schackenthal	OT v. Aschersleben	51	44	18.08	11	35	47.31	2002	-	+	
		ALFF Anhalt	Anhalt-Bitterfeld	Lindau	OT v. Zerbst/Anhalt	52	02	01.71	12	06	28.81	2010	-	+	
				Buhlendorf	OT v. Zerbst/Anhalt	52	01	44.87	12	02	18.43	2003	+	+	
				Strinum	OT v. Zerbst/Anhalt	51	59	51.78	12	05	13.24	2004	+	-	
				Bone	OT v. Zerbst/Anhalt	51	58	18.46	12	07	55.28	2004	+	-	
				Töppel	OT v. Zerbst/Anhalt	51	59	14.34	12	01	56.93	2003	+	-	
				Moritz	OT v. Zerbst/Anhalt	51	59	35.01	12	01	39.42	2004	+	-	
				Niederlepte	OT v. Zerbst/Anhalt	51	58	11.03	12	01	52.92	2004	+	-	
				Nutha	OT v. Zerbst/Anhalt	51	57	54.24	12	00	31.22	2001	+	-	
				Güterglück	OT v. Zerbst/Anhalt	51	59	30.95	11	59	36.08	2003	+	+	
				Walternienburg	OT v. Zerbst/Anhalt	51	58	03.28	11	57	10.34	2002	+	+	
					OT v. Zerbst/Anhalt	51	58	08.81	11	57	12.38	2002	+	+	
					OT v. Zerbst/Anhalt	51	58	10.48	11	57	31.29	2002	+	+	
					OT v. Zerbst/Anhalt	51	57	58.60	11	57	15.20	2002	+	+	
					Flötz	OT v. Zerbst/Anhalt	51	59	10.63	11	55	58.39	2003	+	+
					Gödnitz	OT v. Zerbst/Anhalt	52	00	11.86	11	55	21.26	2002	+	+
			Mühlsdorf	OT v. Zerbst/Anhalt	51	57	01.72	12	10	56.25	2004	+	-		
			Natho	OT v. Dessau-Roßlau	51	57	54.46	12	12	40.82	2004	+	-		
			Zerbst	Stadt	52	00	20.36	12	04	06.11	2001	-	+		
	Landkreis Wittenberg		Nauendorf b. Seyda	OT v. Jessen	51	55	17.53	12	53	27.89	2003	+	+		
			Wörlitz	OT v. Oranienbaum-Wörlitz	51	50	24.08	12	26	27.29	2003	+	+		
		Horstdorf	OT v. Oranienbaum-Wörlitz	51	49	02.27	12	26	01.54	2002	+	+			
		Riesigk	OT v. Oranienbaum-Wörlitz	51	49	08.05	12	28	39.16	2004	+	-			
		Kakau	OT v. Oranienbaum-Wörlitz	51	48	12.76	12	26	23.64	2004	+	-			
			OT v. Oranienbaum-Wörlitz	51	48	13.97	12	27	08.91	2004	+	-			
			Brandhorst	OT v. Oranienbaum-Wörlitz	51	48	20.98	12	25	09.22	2004	+	-		
			Bergwitz	OT v. Kemberg	51	47	10.62	12	36	36.79	2016	+	+		
		Schleesen	OT v. Kemberg	51	47	13.98	12	30	02.03	2009	-	+			
			OT v. Kemberg	51	47	11.28	12	29	52.89	2010	-	+			
			OT v. Kemberg	51	47	13.15	12	30	15.19	2011	-	+			
	ALFF Süd										-	-			

## Brandenburg



Abbildung 31: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Brandenburg bis 2018 (B-Brandenburg, P- Potsdam, F-Frankfurt/Oder, C- Cottbus)

In Brandenburg wurden seit dem Nachweis von drei kontaminierten Feldern (SBCMV, WSSMV) 2002 keine weiteren Befallsflächen beobachtet (Abb. 28, Tab. 19/20).

Tabelle 19: Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in Brandenburg bis 2018

Brandenburg Landkreis	Befallsflächen gesamt	Viren
Prignitz	0	
Ostprignitz-Ruppin	0	
Oberhavel	0	
Uckermark	0	
Barnim	0	
Havelland	1	SBCMV
Märkisch-Oderland	0	
Potsdam-Mittelmark	1	SBCMV/WSSMV
Teltow-Fläming	1	SBCMV
Oder-Spree	0	
Dahme-Spreewald	0	
Elbe-Elster	0	
Oberspreewald-Lausitz	0	
Spree-Neiße	0	
<b>Befallsflächen gesamt</b>	<b>3</b>	<b>SBCMV/WSSMV</b>

Tabelle 20: Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Brandenburg bis 2018

Herkunft				GPS-Koordinaten			Virusnachweis					
Land/ Bundesland	Landkreis	Ort	Gebiet	N	O		Jahr	SBCMV	WSSMV			
				°	'	''	°	'	''			
<b>Deutschland</b>												
Brandenburg	Havelland	Nauen	Stadt	52	36	01.01	12	51	08.16	2002	+	-
	Potsdam-Mittelmark	Niemegk	Stadt	52	04	22.65	12	41	49.04	2002	+	+
	Teltow-Fläming	Petkus	OT v. Baruth/Mark	51	59	23.78	13	24	15.16	2002	-	+

## Nordrhein-Westfalen



Abbildung 32: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Nordrhein-Westfalen bis 2018

In Nordrhein-Westfalen treten die bodenbürtigen Viren hauptsächlich im Landkreis Detmold, Ostwestfalen-Lippe, in der Senne-Region auf. Dieses Gebiet ist durch sandige Böden und Heidelandschaft gekennzeichnet. Eine weitere Befallsfläche wurde in Mülheim/Ruhr bekannt (Abb. 29, Tab. 21/22).

Tabelle 21: Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in Nordrhein-Westfalen bis 2018

Nordrhein-Westfalen	Befallsflächen	Viren
Regierungsbezirke	gesamt	
Münster	0	
Detmold	7	SBCMV/WSSMV
Düsseldorf	1	SBCMV
Arnsberg	0	
Köln	0	
gesamt	8	

Tabelle 22: Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Nordrhein-Westfalen bis 2018

Herkunft				GPS-Koordinaten			Virusnachweis	
Land/ Bundesland	Landkreis	Ort	Gebiet	N ° ' "	O ° ' "	Jahr	SBCM V	WSSM V
<b>Deutschland</b>								
Nordrhein-Westfalen	Gütersloh	Verl		51° 55' 11.36"	8° 30' 35.67"	2016	+	-
				51° 54' 57.03"	8° 30' 00.14"	2016	+	+
				51° 54' 56.81"	8° 30' 46.81"	2016	+	-
		Schloß Holte	Schloß Holte	51° 55' 10.53"	8° 37' 48.11"	2017	+	+
			Zuschlagheide	51° 55' 16.57"	8° 37' 07.57"	2017	+	-
			Westerfeld	51° 54' 50.60"	8° 36' 44.14"	2017	+	-
	Coesfeld	Sende		51° 55' 12.36"	8° 34' 36.84"	2016	+	+
	Mühlheim/Ruhr	Mühlheim		51° 22' 27.76"	6° 55' 05.70"	2017	+	-

## Thüringen



Abbildung 33: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Thüringen bis 2018

Im Saale-Holz-Kreis wurde 2006 das SBCM und im Ilm-Kreis 2016 das SBWMMV-N in tonig-lehmigen Boden nachgewiesen (Abb.30, Tab. 23/24). Weitere Befallsflächen wurden bisher nicht registriert.

Tabelle 23: Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in Thüringen bis 2018

Thüringen Landkreis	Befallsflächen gesamt	Viren
Saale-Holz-Kreis	1	SBCM
Ilm-Kreis	1	SBWMMV-N
gesamt	2	SBCM/SBWMMV-N

Tabelle 24: Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Thüringen bis 2018

Herkunft			GPS-Koordinaten				Virusnachweis					
Land/ Bundesland	Landkreis	Ort	N		O		Jahr	SBCMV	SBWMV-N	WSSMV		
			°	'	''	°	'	''				
<b>Deutschland</b>												
Thüringen	Saale-Holz-Kreis	Stadtroda	50	51	14.93	11	44	22.26	2006	+	-	-
	Ilm-Kreis	Rudisleben	50	51	45.00	11	00	36.60	2016	-	+	-

## Sachsen



Abbildung 34: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Sachsen bis 2018

In Sachsen wurden bisher nur zwei Befallsregionen nachgewiesen, in Kosel (SBCMV, WSSMV) bei Görlitz mit schwarzsandiger Erde und in Papsdorf (WSSMV) bei Leipzig.

Tabelle 25: Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in Sachsen bis 2018

Sachsen Landkreis	Befallsflächen gesamt	Viren
Leipzig	1	WSSMV
Görlitz	1	SBCMV/WSSMV
gesamt	2	SBCMV/WSSMV

Tabelle 26: Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Sachsen bis 2018

Herkunft			GPS-Koordinaten						Virusnachweis		
Land/	Landkreis	Ort	N			O			Jahr	SBCMV	WSSMV
Bundesland			°	'	''	°	'	''			
<b>Deutschland</b>											
Sachsen	Görlitz	Kosel	51	21	18.79	14	46	09.63	2005	+	+
	Leipzig	Papsdorf	51	12	57.45	12	50	26.50	2001	-	+

## Hessen

In Hessen wurden bisher keine bodenbürtigen Viren in Weizen, Triticale und Roggen beobachtet.

## Rheinland-Pfalz



Abbildung 35: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Rheinland-Pfalz bis 2018

Westlich des Rheins im Landkreis Mayen-Koblenz befinden sich zwischen den Flüssen Nette und Elz drei Befallsflächen (SBCMV, WSSMV) bei Mayen, Polch und Münstermainfeld (Abb. 32, Tab. 27/28).

Tabelle 27: Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in Rheinland-Pfalz bis 2018

Rheinland-Pfalz	Befallsflächen	Viren
Landkreis	gesamt	
Mayen-Koblenz	2	SBCMV
	1	SBCMV/WSSMV
gesamt	3	SBCMV/WSSMV

Tabelle 28 : Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Rheinland-Pfalz bis 2018

Herkunft			GPS-Koordinaten					Virusnachweis			
Land/	Landkreis	Ort	N		O			Jahr	SBCMV	WSSMV	
Bundesland			°	'	''	°	'	''			
<b>Deutschland</b>											
Rheinland-Pfalz	Mayen-Koblenz	Mayen	50	18	42.47	7	13	12.94	1994	+	-
		Polch	50	17	53.19	7	16	46.21	2017	+	-
		Münstermaifeld	50	14	33.54	7	21	36.36	2008	+	+

### Saarland

Im Saarland wurden bisher keine bodenbürtigen Viren in Weizen, Triticale und Roggen beobachtet.

### Baden-Württemberg



Abbildung 36: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Baden-Württemberg bis 2018

Seit dem Nachweis des SBWMV-N in Heddeshheim wurden in Baden-Württemberg keine weiteren Befallsflächen registriert (Abb. 33, Tab. 29/30). Es wurde beobachtet, dass sich der Infektionsherd in Baden-Württemberg im Verlauf von 15 Jahren im lehmigen Boden des Feldes in Bearbeitungsrichtung ausbreitete, Nachbarflächen jedoch noch nicht verseucht wurden. Dieser Befund deutet darauf hin, dass die Ausbreitung der Virose aus Infektionsherden eventuell in Abhängigkeit vom Bodentyp durchaus längere Zeiträume benötigt.

Tabelle 29: Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in Baden-Württemberg bis 2018

Baden-Württemberg	Befallsflächen	Viren
Landkreis	gesamt	
Rhein-Neckar-Kreis	1	SBWMV-N

Tabelle 30: Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Baden-Württemberg bis 2018

Herkunft			GPS-Koordinaten				Virusnachweis					
Land/ Bundesland	Landkreis	Ort	N		O		Jahr	SBCMV	SBWMV-N	WSSMV		
			°	'	''	°	'	''				
<b>Deutschland</b>												
Baden-Württemberg	Rhein-Neckar-Kreis	Heddesheim	49	30	30.63	8	35	03.76	2002	-	+	-

## Bayern



Abbildung 37: Kartierung der Verbreitung bodenbürtiger Viren in Bayern 1996

Nach Erfassung der beiden Befallsflächen (SBCMV) im Landkreis Main-Spessart 1994 wurden auch in Bayern keine weiteren Vorkommen dieser Viren beobachtet (Abb. 34, Tab. 31/32).

Tabelle 31: Regionen mit Befall durch bodenbürtige Viren in Bayern 1996

Bayern Landkreis	Befallsflächen gesamt	Viren
Main-Spessart	2	SBCMV
gesamt	2	SBCMV

Tabelle 32: Lokalisierung von Befallsregionen mit bodenbürtigen Viren in Bayern bis 2018

Herkunft			GPS-Koordinaten				Virusnachweis				
Land/ Bundesland	Landkreis	Ort	N		O		Jahr	SBCMV	WSSMV		
			°	'	''	°	'	''			
<b>Deutschland</b>											
Bayern	Main-Spessart	Roden	49	53	42.61	9	37	33.67	1996	+	-
		Eußenheim	49	59	08.49	9	48	34.21	1996	+	-

Im Ergebnis des Monitorings zu Vorkommen bodenbürtiger Viren in Deutschland stellten wir in den nördlich und zentral gelegenen Anbauregionen des Landes eine starke Verseuchung mit bodenbürtigen Viren fest (Kastirr et al., 2018). Wie Abbildung 26 zeigt, sind diese Getreideviren in den Bundesländern mit sandigen Böden in Schleswig-Holstein (19 Felder), Niedersachsen (25 Felder) und Sachsen-Anhalt (63 Felder) sehr weit verbreitet (Tab. 33).

Tabelle 33: Verbreitung bodenbürtiger Viren in Deutschland bis 2018

Bundesland	Befallsflächen	bodenbürtige Viren
Schleswig-Holstein	19	SBWMV/ SBCMV / WSSMV
Mecklenburg-Vorpommern	5	SBCMV / WSSMV
Niedersachsen	25	SBCMV / WSSMV / SBBMV
Sachsen-Anhalt	63	SBCMV / WSSMV
Brandenburg	3	SBCMV / WSSMV
Nordrhein-Westfalen	8	SBCMV / WSSMV
Thüringen	2	SBWMV/ SBCMV
Sachsen	2	SBCMV / WSSMV
Rheinland-Pfalz	3	SBCMV / WSSMV
Baden-Württemberg	1	SBWMV
Bayern	2	SBCMV
gesamt	133	SBWMV/ SBCMV / WSSMV / SBBMV

In den anderen Bundesländern mit Ausnahme von Hessen und dem Saarland sind einzelne Befallsregionen (zwischen 1 und 8 Felder) mit diesen Viren vorhanden. Seit dem Nachweis von zwei SBCMV-Infektionsherden 1996 in Bayern und einer kontaminierten Fläche in Baden-Württemberg 2002 wurden in diesen beiden Bundesländern keine weitere Vorkommen beobachtet. Bisher wurden in Deutschland 133 Befallsflächen registriert. Hauptsächlich kommen das SBCMV und WSSMV, häufig als Mischinfektion, vor, die in Roggen und Triticale erhebliche Virosen auslösen. In drei Bundesländern wurde das SBWMV nachgewiesen, welches für Roggen, Triticale und Weizen hoch aggressiv ist. In bisher einem Feld in Niedersachsen kommt das für Wintergerste sehr aggressiv SBBMV vor.

Beim Vergleich der Bodentypen, die in Deutschland mit bodenbürtigen Viren kontaminiert sind, wurde festgestellt, dass die Felder, in denen das SBWMV-N vorkommt (Baden-Württemberg und Thüringen), tonige Lehmböden mit einer Bodenpunktzahl von 76-80 sind. Das SBWMV-NY (Schleswig-Holstein) kommt in sandigem Lehm, anmoorigen Böden und Schwemmerde vor (Tab. 34). Diese Befunde sprechen dafür, dass diese Furovirus - Vektorpopulation nicht auf bestimmte Bodentypen spezialisiert ist. Die SBCMV/WSSMV - Vektorpopulationen sind meist in sandigem Lehm, lehmigem Sand, humösem Sand und Sand mit Bodenpunkten zwischen 15 und 50 nachgewiesen worden. Auch bei diesen Pathogenpopulationen zeigt sich offensichtlich eine vom Bodentyp unabhängige Existenz.

Tabelle 34: Verbreitung bodenbürtiger Viren in deutschen Anbauregionen mit unterschiedlichen Bodentypen (2016/18)

Bundesland	Jahr	Virus			Bodentyp	Bodenpunkte
		SBWMV	SBCMV	WSSMV		
Schleswig-Holstein	2016	+		+	sandiger Lehm, Mutterboden, Schwemmerde, anmooriger B.	30-50
	2017	+	+			
	2018	+				
Mecklenburg-Vorpommern	2016		+		sandiger Lehm, lehmiger Sand	22-40
	2017		+	+		
Niedersachsen	2016		+	+	humöser Sand	20-25
	2017		+	+		
	2018		+			
Sachsen-Anhalt	2016		+	+	Sand, sandiger Lehm	24-45
	2017		+	+		
	2018		+	+		
Brandenburg	2016			+	lehmiger Sand	35
	2017		+			
Nordrhein-Westfalen	2016		+	+	Sand, lehmiger Sand	15-35
	2017		+			
Thüringen	2016	+			toniger Lehm, lehmiger Sand	76
	2017		+			32
Sachsen	2016		+	+	lehmiger Sand	31
	2017		+			
Rheinland-Pfalz	2017		+	+	lehmiger Sand	20-30
Baden-Württemberg	2016	+			toniger Lehm	80

Die Ergebnisse dieses dreijährigen Monitorings zeigen, dass es eine unterschiedliche Ausbreitung dieser Pathogenpopulationen in verschiedenen Getreideanbauregionen gibt, deren Abhängigkeit von den Umweltbedingungen (Ausbreitungsmöglichkeiten, geografischen Barrieren, Kultivierungsformen, Klima) durchaus weiter verfolgt werden sollte. Weiterhin sollte bei Auftreten von Virussymptomen in Weizen, Gerste und Hafer, die mit den bisher vorhandenen Nachweismethoden nicht spezifiziert werden können, darauf geachtet werden, ob die in Europa beschriebenen Viren (OMV, OGSV, AWMV, SBBMV) auch in Deutschland vorkommen und weiter verbreitet sind.

Für die Züchtung von Getreidesorten mit Resistenz (Perović et al., 2009, 2015) gegen bodenbürtige Viren sollte besonders bei Prüfungen unter Feldbedingungen ein Standort mit ausreichender Aggressivität für alle Getreidearten ausgewählt werden.

## 2. Verwertung

### Wissenschaftlicher/technischer Nutzen

Mit der Analyse des Vorkommens bodenbürtiger Weizen-, Roggen- und Triticaleviren und deren Bedeutung für die Getreidearten wurde ein Betrag für die Beratung des BMEL und die Getreidezüchtung geliefert. Das Projekt stärkt die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Weizenzüchtung. Da es mit Ausnahme der Resistenzzüchtung keine erfolgversprechende Bekämpfungsstrategie gegen bodenbürtige Viren gibt, wird durch die Einlagerung spezifischer Resistenz der Anbau dieser Getreideart nachhaltig gesichert. Somit trägt die Entwicklung leistungsstarker Virus resistenter Weizenorten wesentlich zur stabilen Produktion dieser wirtschaftlich bedeutenden Getreideart bei.

Die praktische Landwirtschaft und die Agrar- und Ernährungsindustrie profitieren von verbesserten Sorten. Für die Züchtungsunternehmen sind neue Sorten von größter wirtschaftlicher Bedeutung zur Sicherung von Wettbewerbsfähigkeit und von Arbeitsplätzen, da die Lebensdauer einzelner Sorten aufgrund des Züchtungsfortschrittes sich tendenziell auf wenige Jahre verkürzt. Das vorliegende Projekt bezieht sich ausschließlich auf die Verbesserung wichtiger Resistenzmerkmale, die einen unmittelbaren Marktvorteil bieten.

Angaben zur geplanten Verbreitung neuer Sorten sind erst möglich, wenn im Rahmen der Leistungsprüfungen beim BSA oder den Landessortenversuchen Daten aus verschiedenen Regionen Deutschlands vorliegen, die dann die Grundlagen für die Sortenvermarktung bilden. Die Entwicklung neuer Weizensorten mit verbessertem Resistenzpotential gegen bodenbürtige Viren dauert in den beteiligten Züchtungsunternehmen weitere 8 bis 10 Jahre.

### Wissenschaftlich/technische Erfolgsaussichten

Das Projekt leistete einen wichtigen Beitrag zum Monitoring des Vorkommens bodenbürtiger Getreideviren und deren Bedeutung für die verschiedenen Getreidearten und zur Einführung aktueller effizienter Methoden der Resistenzbewertung in die Praxis. Die Forschungseinrichtung ist als kompetenter Partner für weitere Kooperationen, auch im europäischen Raum interessant und hat damit bessere Chancen für weitere Anschlussaufträge. Gleichzeitig tragen entsprechende Veröffentlichungen in Fachzeitschriften zur Reputation der Forschungseinrichtung bei und fördern einen institutsübergreifenden Wissenstransfer.

Die wissenschaftliche Anschlussfähigkeit besteht in der kontinuierlichen Übergabe von Protokollen für die Methoden der Bewertung der Resistenz gegen bodenbürtige Viren und für die Ergebnisse zur Evaluierung des Weizenmaterials. Die Wirtschaftspartner werden die selektierten Genotypen zur Verbesserung des aktuellen Zuchtmaterials für die Entwicklung leistungsstarker Weizensorten verwenden. Dadurch wird die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit erheblich gesteigert.

## 3. Veröffentlichungen

- Kastirr, U.; Ziegler, A.; Perovic, P. and Golecki, B. (2012): Vorkommen des *Soil-borne wheat mosaic virus* (SBWMV-NY) in Schleswig-Holstein und dessen Bedeutung für den Weizenanbau. *Journal für Kulturpflanzen* 64 (12), 469–477.
- Kastirr, U.; Ziegler, A. (2015): Einfluss von Pathogenpopulationen auf die Resistenzbewertung von Weizen gegen bodenbürtige Viren. GFPi-Sommertagung der Abteilung Getreide, 18.06. 2015, Stuttgart-Hohenheim.
- Kastirr, U.; Ziegler, A. (2015): Getreideviren machen sich breit. *Land & Forst*, 168 (16), 23- 25.
- Kastirr, U.; Ziegler, A. (2016a): Erfassung des Vorkommens bodenbürtiger Viren in Weizen, Triticale und Roggen. Flyer, DOI 10.5073/jki.2016.002, Februar 2016.
- Kastirr, U.; Ziegler, A.; Perovic, D.; Ordon, F. (2016b): Bedeutung bodenbürtiger Viren bei Weizen Möglichkeiten der Resistenzzüchtung. *KWS Getreide: Blickpunkt*, Issue: Juni, 8-10.

- Kastirr, U.; Ziegler, A.; Fomitcheva, V., Cöster, H.; Heubach, M., Rohlf, V. (2016c): Gefahren aus dem Boden. DLG-Mitteilungen, 131 (9), 48-51.
- Kastirr, U.; Ziegler, A. (2017): Untersuchung zur Epidemiologie bodenbürtiger Viren in Triticale mit dem Ziel der Entwicklung von virusresistenten Sorten mit hohen Biomasseerträgen für die Biogas- und Ethanolgewinnung: Schlussbericht zum Vorhaben (Deutsch) in Berichte aus dem Julius-Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Braunschweig; 2017, DOI: <https://doi.org/10.5073/berjki.2017.190.000>.
- Kastirr, U.; Habekuß, A.; Schlüter, K. (2018): Getreidevirosen auf dem Vormarsch. top agrar, 9, S. 68-73.
- Ziegler, A., Golecki, B. and Kastirr, U. (2013): Occurrence of the New York Strain of *Soil-Borne Wheat Mosaic Virus* in Northern Germany. J Phytopathology 161, 290–292.
- Ziegler, A., Klingebeitl, K., Papke, V. and Kastirr, U. (2014): Quantification of *Wheat spindle streak mosaic virus* and *Soil borne cereal mosaic virus* in resistance testing of field samples of triticale using real-time RT-PCR. Journal of Plant Diseases and Protection 121 (4), 149–155.
- Ziegler, A.; Fomitcheva, V.; Zakri, A.M. and Kastirr, U. (2016a): Occurrence of *Polymyxa graminis* ribotypes in Germany and their association with different host plants and viruses. Cereal Research Communications, 44 (2), 251-262.
- Ziegler, A. und Kastirr, U. (2016b): A new sequence variant of *wheat spindle streak mosaic virus* in Germany. Journal of Plant Diseases and Protection -New Series 123(3), 133-135, DOI: 10.1007/s41348-016-0014-3

## Danksagung

Am Monitoring zum Vorkommen bodenbürtiger Getreideviren waren viele Mitarbeiter unterschiedlicher Einrichtungen, besonders die Pflanzenschutzdienste der Bundesländer, Weizenzüchter und Landwirte aus betroffenen Befallsregionen, beteiligt, denen wir für ihre engagierte Unterstützung herzlich danken möchte.

Der Nachweis und die Differenzierung der bodenbürtigen Viren wurde durch die Bereitstellung von Antisera und monoklonalen Antikörpern aus dem Labor Dr. Frank Rabenstein und durch die molekularbiologische Analyse der Virussequenzen durch Dr. Angelika Ziegler, Dr. Viktoria Fomitcheva und Dr. Annette Niehl möglich.

Nicht zuletzt gilt unser Dank den sehr engagierten technischen Assistentinnen Viola Papke, Karin Klingebeitl und Marion Urban.

## Literatur

- Brakke, M. K. and Langenberg, W. G. (1988): Experiences with *Soil-borne wheat mosaic virus* in North America and elsewhere. In: Cooper, J.I.; Asher, M.J.C., eds. Developments in Applied Biology II. Viruses with fungal vectors. Wellesbourne, UK: Association of Applied Biologists, 183-202.
- Budge, G.; Henry, C.M. (2002): Assessing Resistance of UK Winter Wheat Varieties to *Soil-borne wheat mosaic virus* and *Wheat spindle streak mosaic virus*. London UK: Home-Grown. Cereals Authority. HGCA Project Report No. 293.
- Budge, G.E.; Loram, J.; Donovan, G.; Boonham, N. (2008a): RNA2 of *Soil-borne cereal mosaic virus* is detectable in plants of winter wheat grown from infected seeds. European Journal of Plant Pathology 120, 97-102.
- Budge, G. E.; Ratti, C.; Rubies-Autonell, C.; Lockley, D.; Bonnefoy, M.; Vallega, V.; Pietravalle, S.; Henry, C. M. (2008b): Response of UK winter wheat cultivars to *Soil-borne cereal mosaic* and *Wheat spindle streak mosaic viruses* across Europe. European Journal of Plant Pathology 120, 259 - 272.
- Cai, W.Q.; Peng, X.X.; Mang, K.Q. (1983): Identification of *soil-borne wheat mosaic virus* caused wheat mosaic in Shandong province, China. Acta Phytopathol.Sin. 13, 7-12.
- Chen, J.; MacFarlane, S. A.; Wilson, T. M. A. (1994): Detection and sequence analysis of a spontaneous deletions mutant of *Soil-born wheat mosaic virus* RNA2 associated with increased symptom severity. Virology 202, 921 - 929.
- Clover, G.; Wright, D.; Henry, C. (1999): First report of *Soilborne wheat mosaic virus* in the United Kingdom. Plant Dis. 83, 880.
- Clover, G. R. G.; Ratti, C.; Henry, C. M. (2001): Molecular characterization and detection of European isolates of *Soil-borne wheat mosaic virus*. Plant Pathology 50, 761 - 767.
- Diao, A.; Chen, J.; Gitton, F.; Antoniw, F.; Mullins, J.; Hall, A.M.; Adams, M.J. (1999): Sequences of European Wheat Mosaic Virus and Oat Golden Stripe Virus and Genome Analysis of the Genus Furovirus. Virology, 261. 331-339.

- Dijkstra, J., Grancini, P. (1960): Electron microscopical investigations of mosaic diseased wheat plants found in Italy. *T. Plantenziekten* 66, 301–304.
- Fomitcheva, V.; Kastirr, U.; Habekuß, A.; Kühne T (2008): Diagnostic multiplex RT-PCR analysis for the detection of soil-borne mosaic viruses and their natural vector *Polymyxa graminis*. Book of abstracts of 7th IWGPVFFV Symposium, 1.-4. September 2008, Quedlinburg, Germany, 41.
- Gill, G. (2004): Mosaic virus detected in Canterbury wheat field. *Plant Pest Management, MAF Plants Biosecurity*, PO Box 2526, Wellington, Biosecurity Issue 54.
- Golecki, B., M. Wunderlich, S. Opitz, (2012): Vorkommen und Nachweis bodenbürtiger Viren an Roggen und Weizen im Bundesland Schleswig-Holstein. 44. Tagung des DPG- Arbeitskreises „Viruskrankheiten der Pflanzen“, 08.–09. März 2012, Quedlinburg, Julius Kühn-Institut, Vortrag.
- Götz, R., Huth, W. (2005) Molecular comparison of *soil-borne cereal mosaic virus* isolates originating from Germany and France. *Proc. of the 6<sup>th</sup> Symposium of the Intern. Working Group on plant viruses with fungal vectors*. Univ. di Bologna, Bologna, Italy, 7-7Sept., 2005, 63-66.
- Götz, R. (2006): Schlussbericht zum Forschungsprojekt "Entwicklung molekularbiologischer Nachweisverfahren bei bodenbürtigen Getreideviren. K 67/01 HS (00 HS 005)
- Hariri, D. and Lapierre, H. (1985): Purification and serological properties of soil-borne oat stripe virus. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land. Forstl.* 228, 72.
- Hariri, D.; Fouchard, M.; Gelie, B.; Lappierre, H. (1999): Mosaïques sur blé: mise en evidence d'un nouveau virus. *Phytoma*, 519, 21-22.
- Hariri, D.; Prud'homme, H.; Fouchard, M.; Boury, G.; Signoret, P; Lapierre, H. (2001): Aubian wheat mosaic virus, a new soil-borne virus emerging in France. *European Journal of Plant Pathology* 107, 775-785.
- Hariri, D.; Meyer, M. (2007): A new furovirus infecting barley in France closely related to the Japanese *soil-borne wheat mosaic virus*. *Eur. J. Plant Pathol.* 118, 1–10.
- Huth, W.; Lesemann, D.-E. (1996): Fungus-transmitted soil-borne viruses on rye in Germany. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* 103, 120-124.
- Huth, W. (2000): In Germany and in Europe one of the most dangerous phytopathological problems is expected: the soil-borne viruses on wheat and rye. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 52, 196–198.
- Hunger, R. M.; Sherwood, J. L.; Smith, E. L.; Armitage, C. A. (1991): Symptomatology and enzyme-linked immunosorbent assay used to facilitate breeding for resistance to wheat soilborne mosaic. *Crop sci.* 31, 900-905.
- Ilbagi, H.; Citir, A. (2004): Cereal virus diseases in Turkey and their geographical distribution. First Plant Protection Congress of Turkey, September 2004 in Samsun.
- Jeżewska, M. (1994): Identification and some properties of *wheat soil-borne mosaic virus* isolated in Poland. *Phytopathol. Polon.* 8, 97–102.
- Jeżewska, M. (1995): Detection of Polish isolate of *wheat soil-borne mosaic virus* in cereal seeds. *Phytopathologia Polonica* 22, 61 – 67.
- Jeżewska, M.; Trzmiel, K. (2005): Occurrence of *Soil-borne cereal mosaic virus* in some regions of Western Poland. *Progress in Plant Protection* 45, 205 - 209.
- Jeżewska, M.; Trzmiel, K. (2007): First report on the occurrence of *Wheat spindle streak mosaic virus* in triticale in Poland. *Phytopathol. Po.* 44, 51-53.
- Jeżewska, M.; Trzmiel, K. (2008): Occurrence of soil-borne viruses in Poland. *Proceedings of the VII Symposium of the International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors Quedlinburg (Germany)* 1-4.09.2008 139-143.
- Jeżewska, M.; Trzmiel, K. (2010): Studies on cereal soil-borne viruses in Poland. *Journal of Plant Protection Research* Vol. 50, No. 4, 527-534.
- Kanyuka, K.; Ward, E.; Adams, M.J. (2003): *Polymyxa graminis* and the cereal viruses it transmits: a research challenge. *Molecular Plant Pathology* 4, 393 - 406.
- Kapooria, R.; Ndunguru, J.; Clover, G. (2000): First reports of *Soil-borne wheat mosaic virus* and *Wheat spindle streak mosaic virus* in Africa. *Plant Dis.* 84, 921.
- Kastirr, U.; Ehrig, F.; Fomitcheva, V.; Habekuß, A.; Kühne, T. (2008): Investigation of furovirus virulence in winter barley. In: C.M. Rush (Ed.): *Proceedings of the Seventh Symposium of the International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors*. Julius Kühn-Institute, Federal Research Centre for Cultivated Plants Quedlinburg, Germany, September 1-4, 2008, pp. 117-121.
- Kastirr, U.; Ziegler, A.; Perovic, P. and Golecki, B. (2012): Vorkommen des *Soil-borne wheat mosaic virus* (SBWMV-NY) in Schleswig-Holstein und dessen Bedeutung für den Weizenanbau. *Journal für Kulturpflanzen* 64 (12), 469–477.
- Kastirr, U.; Ziegler, A. (2015): Einfluss von Pathogenpopulationen auf die Resistenzbewertung von Weizen gegen bodenbürtige Viren. GFPi-Sommertagung der Abteilung Getreide, 18.06. 2015, Stuttgart-Hohenheim.
- Kastirr, U.; Ziegler, A. (2016a): Erfassung des Vorkommens bodenbürtiger Viren in Weizen, Triticale und Roggen. Flyer, DOI 10.5073/jki.2016.002, Februar 2016.
- Kastirr, U.; Ziegler, A.; Perovic, D.; Ordon, F. (2016b): Bedeutung bodenbürtiger Viren bei Weizen Möglichkeiten der Resistenzzüchtung. *KWS Getreide: Blickpunkt*, Issue: Juni, 8-10.
- Kastirr, U.; Ziegler, A.; Fomitcheva, V., Cöster, H.; Heubach, M., Rohlf, V. (2016c): Gefahren aus dem Boden. *DLG-Mitteilungen*, 131 (9), 48-51.

- Kastirr, U.; Ziegler, A. (2017): Untersuchung zur Epidemiologie bodenbürtiger Viren in Triticale mit dem Ziel der Entwicklung von Virus resistenten Sorten mit hohen Biomasseerträgen für die Biogas- und Ethanolgewinnung: Schlussbericht zum Vorhaben (Deutsch) in Berichte aus dem Julius-Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, 190, Braunschweig; 2017, DOI: <https://doi.org/10.5073/berjki.2017.190.000>.
- Koenig, R.; Huth, W. (1999): Soil-borne rye mosaic and *European wheat mosaic virus*: two names for a furovirus with variable genome properties which is widely distributed in several cereal crops in Europe. *Arch Virol* 145, 689–697.
- Koenig, R.; Bergstrom, G.C.; Gray, S.M.; Loss, S. (2002): A New York isolate of *Soil-borne wheat mosaic virus* differs considerably from the Nebraska type strain in the nucleotide sequences of various coding regions but not in the deduced amino acid sequences. *Arch. Virol.* 147, 617-625.
- Koenig, R.; Huth, W. (2003): Natural infection of wheat by the type strain of *Soil-borne wheat mosaic virus* in a field in Southern Germany. *European Journal of Plant Pathology* 109, 191 – 193.
- Kühne, T. (2009): Soil-borne viruses affecting cereals-Known for long but still a threat. *Virus Research* 141, 174-183
- Köse, A.; Ertunc, F. (1999): Virus diseases of wheat and barley in Eskisehir province. *Journal of Turkish Phytopathology* 28, 55-62.
- Kutluk Yilmaz, N.D.; Lyons, R.L.; Smith, M.J.; Kanyuka, K. (2011): Investigation soilborne mosaic virus diseases transmitted by *Polymyxa graminis* in cereal production areas of the Anatolian part of Turkey. *Eur J Plant Pathology*, 130: 59-72.
- Lapierre, H.; Hariri, D.; Bouchain, F.; Garnaud, R. (1984): Presence on wheat soil borne mosaic virus in France. In: Abstracts of the 4th Conference on Virus Diseases of Gramineae in Europe, Braunschweig, Germany.
- Lapierre, H.; Courtilot, M.; Kusiak, L.; Hariri, D. (1985): Resistance au champ des blés en semis d'automne au virus de la mosaïque du blé (wheat soilborne mosaic virus). *Agronomie* 5, 565– 572.
- Lebas, B. S. M.; Ochoa-Corona, F. M.; Elliott, D. R.; Tang, J.; Blouin, A. G.; Timudo, O. E.; Ganey, S.; Alexander, B. J. R. (2009): Investigation of an outbreak of *Soil-borne wheat mosaic virus* in New Zealand. *Australasian Plant Pathology* 38, 85 – 90.
- McKinney, H.H. (1925): A mosaic disease of winter wheat and winter rye. Bulletin No.1361, Washington, DC, USA: US Department of Agriculture.
- Miyanishi, M.; Roh, S. H.; Yamamiya, A.; Ohsato, S.; Shirako, Y. (2002): Reassortment between genetically distinct Japanese and US strains of *Soil-borne wheat mosaic virus*: RNA1 from a Japanese strain and RNA2 from a US strain make a pseudorecombinant virus. *Archives of Virology* 147, 1141 -1153.
- Myers, L. D.; Sherwood, J. L.; Siegerist, W. C.; Hunger, R. M. (1993): Temperature-influenced virus movement in expression of resistance to *soil-borne wheat mosaic virus* in hard red winter wheat (*Triticum aestivum*). *Phytopathology* 83, 548 - 551.
- Nielsen, S. L.; Nicolaisen, M.; Koenig, R.; Huth, W. (1999): First Report of Soilborne Rye Mosaic Virus in Rye in Denmark. *Plant Disease* 83, 1074.
- Ohki, T., Netsu, O., Kojima, H., Sakai, J., Onuki, M., Maoka, T., Shirako, Y., Sasaya, T. (2014): Biological and genetic diversity of *wheat yellow mosaic virus* (genus Bymovirus). *Phytopathology* 104, 313-319.
- Perović, D.; Forster, J.; Devaux, P.; Hariri, D.; Guilleroux, M.; Kanyuka, K.; Lyons, R.; Weyen, J.; Feuerhelm, D.; Kastirr, U.; Sourdille, P.; Rooder, M.; Ordon, F. (2009): Mapping and diagnostic marker development for *Soil-borne cereal mosaic virus* resistance in bread wheat. *Molecular Breeding* 23, 641 – 653.
- Perović, D.; Kastirr, U.; Devaux, P.; Koch, M.; Ordon, F. (2015): Marker saturation of the *Sbm1* locus in hexaploid wheat conferring resistance to SBCMV and SBWMV using the 90 K iSelect array and KASP technology. XVIII. International Plant Protection Congress - Mission possible: food for all through appropriate plant protection, 24.-27.08.2015, Berlin, Germany, 71.
- Plumb, R.T.; Catherall, P.L.; Chamberlaine, J.A.; Mcfarlaine, L. (1977): A new virus of oats in England and Wales. *Ann. Phytopathol.* 9, 365-370.
- Proeseler, G.; Stanarius, A.; Eisbein, K. (1982): Nachweis weiterer Viren an Getreide in der DDR. *Arch. Phytopathol. Pflanzensch* 18, 397–403.
- Proeseler, G.; Stanarius, A. (1983): Nachweis des Weizenspindelstrichelmosaik-Virus (*Wheat spindle streak mosaic virus*) in der DDR. *Arch. Phytopathol. u. Pflanzenschutz*, Berlin 19, 345-349.
- Rabenstein, F.; Muhlheim, H.; Kastirr, U.; Kuhne, T. (2005): Monoclonal antibodies for differentiation between *Soil-borne cereal mosaic virus* and *Soil-borne wheat mosaic virus*. Proceedings of the Sixth Symposium of the International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors, Alma Mater Studiorum Universita di Bologna, Bologna, Italy, 5-7 September, 2005, 55 – 58.
- Rabenstein, F.; Fomitcheva, V.; Kühne, T. (2011): Viren in der Wintergerste – wird die Produktion in Deutschland durch ein weiteres bodenbürtiges Virus bedroht? *JOURNAL FÜR KULTURPFLANZEN*, 63 (3). S. 83–89.
- Rubies-Autonell, C.; Vallega, V. (1987): Observation on a mixed *Soil-borne wheat mosaic virus* and *Wheat spindle streak mosaic virus* infection in durum wheat. *J. Phytopathol.* 119, 111-121.
- Saitoro, Y.; Takanami, K.; Iwata, Y. (1961): Purification and morphology of japanese soil-borne wheat mosaic viruses. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 26, 16-18.
- Shirako, Y. and Ehara, Y. (1986): Comparison of the in vitro translation products of wild-type and a deletion mutant of *Soil-borne wheat mosaic virus*. *Journal of General Virology* 67, 1237-1245.

- Shirako Y, Wilson TMA (1993) Complete nucleotide sequence and organization of the bipartite RNA genome of soil-borne wheat mosaic virus. *Virology* 195: 16–32.
- Shirako Y (1998) Non-AUG translation initiation in a plant RNA virus: a forty aminoacid-acid extension is added to the N-terminus of *soil-borne wheat mosaic virus* capsid protein. *J Virol* 72: 1677–1682
- Shirako Y, Suzuki N, French R (2000) Similarity and divergence among viruses in the genus Furovirus. *Virology* 270: 201–207
- Snihur, H.; Polischuk, V.; Budzanivska, I; Kastirr, U. (2008): Detection of cereal soil-borne viruses in agroecosystems of Ukraine. 7th Symposium of the Working Group on Plant viruses with Fungal Vectors, September 1-4, 2008, Quedlinburg, Germany, poster.
- Sohn, A., Schenk, P., Signoret, P.A., Schmitz, G., Schell, J., Steinbiß, H.H. (1994) Sequence analysis of the 3'-terminal half of RNA1 of *wheat spindle streak mosaic virus*. *Archives of Virology* 135, 279-292.
- Trzmiel, K. Jezewska, M., Zarzyńska, A. (2012) First report of *Soil-borne wheat mosaic virus* (SBWMV) infecting triticale in Poland. *Journal of Phytopathology* 160, 614-616.
- Trzmiel, K; Lewandowska, M. (2015): Detection and discrimination of European isolates of *Soil-borne wheat mosaic virus* using immunocapture real-time reverse transcription-polymerase chain reaction. *Journal of Virological Methods*, 225, 55-58.
- Trzmiel, K.; Jeżewska, M.; Zarzynska-Nowak, A. (2018): Molecular characterization of the mild Soil-borne wheat mosaic virus-Pol1 isolate. *Eur. J. Plant Pathol.* 150, 539-546.
- Vaïanopoulos, C.; Legreve, A.; Moreau, V.; Steyer, S.; Maraite, H.; Bragard, C. (2005): Occurrence of bymo- and furoviruses on wheat in Belgium. *Parasitica* 61, 47 – 53.
- Vaïanopoulos, C., Legrève, A., Lorca, C., Moreau, V., Steyer, S., Maraite, H., and Bragard, C.(2006): Widespread occurrence of *Wheat spindle streak mosaic virus* in Belgium. *Plant Dis.*90:723-728.
- Vallega, V.; Rubies-Autonell, C. (1985): Reaction of Italian *Triticum durum* cultivars to soilborne wheat mosaic. *Plant Diseases* 69 (1), 64 – 67.
- Ziegler, A., Golecki, B. and Kastirr, U. (2013): Occurrence of the New York Strain of *Soil-Borne Wheat Mosaic Virus* in Northern Germany. *J Phytopathology* 161, 290–292.
- Ziegler, A., Klingebeil, K., Papke, V. and Kastirr, U. (2014): Quantification of *Wheat spindle streak mosaic virus* and *Soil borne cereal mosaic virus* in resistance testing of field samples of triticale using real-time RT-PCR. *Journal of Plant Diseases and Protection* 121(4), 149–155.
- Ziegler, A.; Fomitcheva, V.; Zakri, A.M. and Kastirr, U. (2016a): Occurrence of *Polymyxa graminis* ribotypes in Germany and their association with different host plants and viruses. *Cereal Research Communications*, 44 (2), 251-262.
- Ziegler, A. und Kastirr, U. (2016b): A new sequence variant of *wheat spindle streak mosaic virus* in Germany. *Journal of Plant Diseases and Protection -New Series*123(3),133-135, DOI: 10.1007/s41348-016-0014-3.

Dr. Ute Kastirr

Quedlinburg, den 23. August 2018

(Wissenschaftliche Direktorin)



## „Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft“ erscheinen seit 1995 in zwangloser Folge

Seit 2008 werden sie unter neuem Namen weitergeführt:  
„**Berichte aus dem Julius Kühn-Institut**“

- Heft 173, 2014 Statusbericht Biologischer Pflanzenschutz 2013. Johannes A. Jehle, Annette Herz, Brigitte Keller, Regina G. Kleespies, Eckhard Koch, Andreas Larem, Annegret Schmitt, Dietrich Stephan, 117 S.
- Heft 174, 2014 47th ANNUAL MEETING of the SOCIETY FOR INVERTEBRATE PATHOLOGY and INTERNATIONAL CONGRESS ON INVERTEBRATE PATHOLOGY AND MICROBIAL CONTROL, 176 S.
- Heft 175, 2014 NEPTUN-Gemüsebau 2013. Dietmar Roßberg, Martin Hommes, 44 S.
- Heft 176, 2014 Rodentizidresistenz. Dr. Alexandra Esther, Karl-Heinz Berendes, Dr. Jona F. Freise, 52 S.
- Heft 177, 2014 Siebentes Nachwuchswissenschaftlerforum 2014, 26. - 28. November in Quedlinburg - Abstracts -, 57 S.
- Heft 178, 2015 Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz, Jahresbericht 2013, Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2013. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jörn Strassemeyer, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Hella Kehlenbeck, Wolfgang Zornbach, 103 S.
- Heft 179, 2015 Fachgespräch: „Kupfer als Pflanzenschutzmittel“ Berlin-Dahlem, 21. November 2014. Stefan Kühne, Britta Friedrich, Peter Röhrig, 56 S.
- Heft 180, 2015 Fachgespräch: „Gesunderhaltung von Pflanzen im Ökolandbau im Spannungsfeld von Grundwerteorientierung, Innovation und regulatorischen Hemmnissen“ Berlin-Dahlem, 20. November 2014. Stefan Kühne, Britta Friedrich, Peter Röhrig, 40 S.
- Heft 181, 2015 Achtes Nachwuchswissenschaftlerforum 2015, 19. - 21. Oktober in Quedlinburg - Abstracts -, 42 S.
- Heft 182, 2015 Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz, Jahresbericht 2014, Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2014. Bearbeitet von Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jörn Strassemeyer, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Silke Dachbrodt-Saaydeh, Hella Kehlenbeck, Wolfgang Zornbach, 42 S.
- Heft 183, 2016 Pflanzen für die Bioökonomie – Welche Herausforderungen ergeben sich für die Qualität nachwachsender Rohstoffe? 50. Vortragstagung - Abstracts -, 94 S.
- Heft 184, 2016 23rd International Symposium of the International Scientific Centre of Fertilizers Plant nutrition and fertilizer issues for the cold climates. Bearbeitet von/ Compiled by Silvia Haneklaus, Peder Lombnæs, Ewald Schnug. Son (Norway), September 8-10, 2015, 30 S.
- Heft 185, 2016 24th International Symposium of the International Scientific Centre of Fertilizers Plant nutrition and fertilizer issues for specialty crops. Bearbeitet von/ Compiled by Silvia Haneklaus, Eduardo Rosa, Ewald Schnug. Coimbra (Portugal), September 6-8, 2016, 65 S.
- Heft 186, 2016 9th Young Scientists Meeting 2016, 9th - 11th November in Quedlinburg – Abstracts –, 2016, 59 S.
- Heft 187, 2017 Handlungsempfehlung zur Anwendung von Glyphosat im Ackerbau und der Grünlandbewirtschaftung der Bund-Länder-Expertengruppe. 11 S.
- Heft 188, 2017 2. Symposium Zierpflanzenzüchtung 13./14. März 2017 in Quedlinburg – Abstracts –, 2017, 48 S.
- Heft 189, 2017 Bericht über Erkenntnisse wissenschaftlicher Untersuchungen über mögliche direkte und indirekte Einflüsse des Pflanzenschutzes auf die Biodiversität in der Agrarlandschaft. Bearbeitet von/ Compiled by Bernd Freier, Sandra Krengel, Christine Kula, Stefan Kühne, Hella Kehlenbeck, 2017, 72 S.
- Heft 190, 2017 Schlussbericht zum Vorhaben Thema des Verbundprojektes: Untersuchung zur Epidemiologie bodenbürtiger Viren in Triticale mit dem Ziel der Entwicklung von virusresistenten Sorten mit hohen Biomasseerträgen für die Biogas- und Ethanolgewinnung. Ute Kastir, Angelika Ziegler, 2017, 50 S.
- Heft 191, 2017 25th International Symposium of the Scientific Centre for Fertilizers "Significance of Sulfur in High-Input Cropping Systems" Groningen (Netherlands), September 5-8, 2017. Bearbeitet von/ Compiled by: Luit J. De Kok, Silvia Haneklaus, Ewald Schnug, 2017, 58 S.
- Heft 192, 2017 9th Young Scientists Meeting 2017, 6th – 7th November in Siebeldingen - Abstracts -, 2017, 80 S.
- Heft 193, 2018 Sekundäre Pflanzenstoffe – Rohstoffe, Verarbeitung und biologische Wirksamkeiten, 52. Vortragstagung, 2018, 65 S.
- Heft 194, 2018 Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz, Zwei-Jahresbericht 2015 und 2016, Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2016. Bearbeitet von/ Compiled by: Silke Dachbrodt-Saaydeh, Jörg Sellmann, Jörn Strassemeyer, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Sandra Krengel, Hella Kehlenbeck, 2018.
- Heft 195, 2018 Abschätzung der Habitatwirkung veränderter Produktionsverfahren auf Indikatorvogelarten der Ackerbaugebiete im Forschungsvorhaben „Maisanbau für hohen Ertrag und biologische Vielfalt“ am Beispiel der Feldlerche (*Alauda arvensis*). Jörg Hoffmann, Udo Wittchen, 2018, 48 S.
- Heft 196, 2018 **SPISE 7**, 7th European Workshop on Standardized Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe Athens, Greece, September 26-28, 2018. Bearbeitet von/ Compiled by: Paolo Balsari, Hans-Joachim Wehmann, 2018, 302 S.

