



Foto 5: Bei der Feldkontrolle am Montag wurden in einem Spargelfeld Eiablagen und Jungrauen von Eulenaltern, vermutlich der Gattung *Noctua* festgestellt (Foto: Agroscope).



Foto 6: Ausgewachsene Eulendraupe bzw. Erdraupe vermutlich der Gattung *Noctua* (*Noctua pronuba* / *Noctua comes*). Im Frühjahr kann es durch solche Raupen zu Schäden an Spargelstangen kommen (siehe Foto von Agroscope).



Foto 7: An Paprika nimmt der Befall mit der Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*) wieder zu. Kontrollieren Sie die Bestände regelmässig, auch auf den Nützlingsbesatz, z.B. mit Marienkäfern (Coccinellidae) (Foto: Agroscope).



Foto 8: An Auberginen wurde am Montag Befall mit der Kreuzdornblattlaus (*Aphis nasturtii*) festgestellt. Ähnlich wie bei der Gurkenblattlaus (*Aphis gossypii*) kann es ab Auftreten rasch zu starken Pflanzenschäden kommen (Foto: Agroscope).



Foto 9: Ringflecken und mosaikartige Aufhellungen in den unteren Blätterlagen einiger Paprikapflanzen lieferten die ersten Hinweise auf einen Virusbefall. Im Agroscope-Labor in Changins wurde Befall mit dem Gurkenmosaikvirus (CMV) nachgewiesen (Foto: Lutz Collet, Grangeneuve, Posieux).



Foto 10: Durch Befall mit dem Gurkenmosaikvirus (CMV) reifen die Paprika-Früchte unregelmässig aus. Je nach Sorte können auf den Früchten auch eingesunkene Läsionen oder Ringflecken entstehen (Foto: Lutz Collet, Grangeneuve, Posieux).



Foto 11: Verkorkungen durch die Larven der Kohldrehherzgallmücke an einem Blütenstand von Broccoli (Foto: Agroscope).

Die vierte Generation der Kohldrehherzgallmücke ist oft die stärkste

Aktuell sind etwa an der Hälfte der überwachten Standorte die Fallenfänge der Kohldrehherzgallmücke (*Contarinia nasturtii*) deutlich über die Schadschwelle angestiegen. Der Hauptflug der vierten Generation ist bereits im Gange und fällt häufig besonders stark aus.

Erreichen die Temperaturen höchstens 22/25°C, kann eines der bewilligten Pyrethroide (verschiedene, Wartefrist: 2 Wochen) zur Bekämpfung der Kohldrehherzgallmücke in **Broccoli, Kohlrabi und Rosenkohl** verwendet werden. Es wird eine Reihenbehandlung mit 500 l/ha empfohlen, wobei auf eine gute Benetzung der Pflanzenherzen zu achten ist. Bei hochsommerlichen Temperaturen sollten die Wirkstoffe Spinosad (AudiENZ, BIOHOP AudiENZ, Peretto; Wartefrist: 1 Woche) oder Spirotetramat (Movento SC, Wartefrist: 2 Wochen) eingesetzt werden. Beachten Sie jeweils die Auflagen!

BiO: In Befallslagen sollten z.B. Broccoli-Bestände möglichst lange, von der Pflanzung bis zum Erntebeginn, mit Netzen gedeckt bleiben, da ansonsten Spätschäden an den erntereifen Blumen drohen.



Foto 12: Schokoladenbraune, runde Flecken der Kohlschwärze an einem Blatt von Chinakohl, das durch Erdflöhenbefall zerlöcherter wurde (Foto: Agroscope).



Foto 13: Helle Blattflecken des Falschen Mehltaus an Radies im Freiland (Foto vom 16. August 2021 von Agroscope).



Foto 14: Typisch für Befall mit *Botrytis squamosa* sind die weissen, rundlichen Flecken auf den Zwiebelröhren (Foto: Agroscope).

Kohlschwärze und Falscher Mehltau breiten sich stark an Kohlgewächsen aus

Im Laufe der letzten Wochen hat sich der Befall mit Kohlschwärze (*Alternaria brassicae*) an Chinakohl und Blumenkohlen deutlich verstärkt. An Radies und Kohlrabi tritt vermehrt Befall mit Falschem Mehltau (*Peronospora parasitica*) auf. Kontrollieren Sie die Bestände und führen Sie bei Bedarf eine Behandlung durch.

In **Chinakohl und Blumenkohlen** können gegen die Kohlschwärze (*Alternaria brassicae*) mit einer Wartefrist von 1 Woche Trifloxystrobin (Flint, Tega) oder mit einer Wartefrist von 3 Wochen Kupfer (verschiedene) verwendet werden. Ferner sind in den oben genannten Kulturen mit einer Wartefrist von 2 Wochen Difenconazole (verschiedene) und die Wirkstoffkombination Azoxystrobin + Difenconazole (Alibi Flora, Priori Top) bewilligt. In **Blumenkohlen** können im Weiteren die Kombipräparate Propamocarb-hydrochlorid + Fenamidon (Arkaban, Consentio; Wartefrist: 2 Wochen), Tebuconazole + Fluopyram (Moon Experience; Wartefrist: 2 Wochen) sowie Tebuconazole + Trifloxystrobin (Nativo; Wartefrist: 3 Wochen) gegen Kohlschwärze eingesetzt werden. In **Broccoli** ist ferner Boscalid + Pyraclostrobin (Signum) mit einer Wartefrist von 2 Wochen zugelassen.

In **Radies** können gegen den Falschen Mehltau (*Peronospora parasitica*) im Freiland und im Gewächshaus mit einer Wartefrist von 2 Wochen Azoxystrobin (verschiedene Produkte) oder Propamocarb + Fosetyl (Previcur Energy) angewendet werden. Bei Acibenzolar-S-methyl (Bion) beträgt die Wartefrist 1 Woche.

Zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus an **Kohlrabi** im Freiland und im Gewächshaus sind Präparate mit dem Wirkstoff Mancozeb (verschiedene Produkte) für die Anzucht von Jungpflanzen bewilligt. Im Weiteren können z.B. Azoxystrobin + Difenconazole (Alibi Flora, Priori Top; Wartefrist: 2 Wochen) oder Kupfer (Airone; Wartefrist: 3 Wochen) verwendet werden.

Blattbotrytis und Falscher Mehltau an Bundzwiebeln

Bei der Feldkontrolle am Montag wurde an Bundzwiebeln neben Befall mit Falschem Mehltau (*Peronospora destructor*) zusätzlich Befall mit Blattbotrytis (*Botrytis squamosa*) festgestellt. Kulturkontrollen werden empfohlen.

Zur Bekämpfung von Blattbotrytis kann an **Zwiebeln im Freiland** Tebuconazole + Fluopyram (Moon Experience) verwendet werden. Die Wartefrist beträgt 1 Woche. 2 Wochen beträgt die Wartefrist bei Cyprodinil + Fludioxonil (Avatar, Play, Switch) und Mepanipyrim (Frupica SC).

Das Kombipräparat Azoxystrobin + Difenconazole (Alibi Flora, Priori Top) kann an Zwiebeln sowohl gegen den Falschen Mehltau als auch mit Teilwirkung gegen Blattbotrytis verwendet werden. Die Wartefrist beträgt 2 Wochen.



Foto 15: Befallsstelle des Falschen Mehltaus an der Unterseite eines Gurkenblattes (Foto vom 16. August 2021 von Agroscope).

Falscher Mehltau an Kürbisgewächsen auf Expansionskurs

Im Laufe der letzten Wochen hat sich der Befall mit Falschem Mehltau an Kürbisgewächsen (*Pseudoperonospora cubensis*) auf weitere Standorte und neue Kulturen ausgedehnt. In schon befallenen Beständen bricht die Krankheit nach erfolgreichen Fungizidbehandlungen teilweise wieder durch.

Unter steigendem Befallsdruck werden vor allem teilsystemische oder trans-laminare Fungizide, die ins Blattgewebe eindringen, in **Hausgurken** verwendet: z.B.: Aluminiumfosetyl (Alial 80 WG, Alfil WG, Aliette WG; Wartefrist (WF) = 3 Tage); Aluminiumfosetyl + Fenamidon (Verita; WF = 3 Tage); Cyazofamid (Ranman mit Zusatz der Komponente B, Ranman Top; WF = 3 Tage); Dimethomorph (Forum in Kombination mit Strobry; WF = 3 Tage); Propamocarb + Fosetyl (Previcur Energy; WF = 5 Tage); Propamocarb-hydrochlorid (Proplant; WF = 5 Tage); Propamocarb-hydrochlorid + Fenamidon (Arkaban, Consentio; WF = 3 Tage).



Foto 16: Schachbrettartig verteilte Aufhellungen auf der Oberseite eines Zucchini-Blattes werden durch den Falschen Mehltau verursacht (Foto: Agroscope).

In **Zucchetti im Freiland** sind gegen den Falschen Mehltau z.B. folgende Fungizide zugelassen: Aluminiumfosetyl (Alial 80 WG, Alfil WG, Aliette WG; Wartefrist (WF) = 3 Tage); Aluminiumfosetyl + Fenamidon (Verita; WF = 3 Tage); Ametoctradin + Dimetomorph (Dominador, Orvego; WF = 1 Tag); Cyazofamid (Ranman mit Zusatz der Komponente B, Ranman Top; WF = 3 Tage); Propamocarb-hydrochlorid (Proplant; WF = 5 Tage); Propamocarb-hydrochlorid + Fenamidon (Arkaban, Consentio; WF = 3 Tage).

In **Speisekürbissen** (ungeniessbare Schale) **im Freiland** können gegen den Falschen Mehltau z.B. verwendet werden: Aluminiumfosetyl (Alial 80 WG, Alfil WG, Aliette WG; Wartefrist (WF) = 3 Tage); Aluminiumfosetyl + Fenamidon (Verita; WF = 7 Tage); Cyazofamid (Ranman mit Zusatz der Komponente B; WF = 3 Tage) oder Propamocarb-hydrochlorid + Fenamidon (Arkaban, Consentio; WF = 3 Tage).

BIO: Vorbeugend kann z.B. Laminarin (Vacciplant) gegen Falschen Mehltau in Kürbisgewächsen mit einer Wartefrist von 3 Tagen angewendet werden.

Alle Angaben ohne Gewähr. Bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sind die jeweiligen Anwendungshinweise, Auflagen und Wartefristen einzuhalten. Im Zuge der Überprüfung bewilligter Pflanzenschutzmittel werden viele Indikationen und Auflagen angepasst. Es wird empfohlen, vor jedem Gebrauch DATAphyto oder die BLW-Datenbank zu konsultieren. Resultate der Gezielten Überprüfung sind auf der BLW-Homepage zu finden unter:

<https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/pflanzenschutzmittel/zugelassene-pflanzenschutzmittel.html>

	Schädling / Krankheit	Hinweis	Aktivitäten Stand		Pflanzenschutzempfehlungen für die genannten Kulturen		
			vor 14 Tagen	aktuell	DATAphyto / Dokumente / Pflanzenschutzmittel-Listen *	Merkblatt FiBL**	
	Schnecken (Deroceras reticulatum, Arion spp.)		+++↗	+++↗	Dokumente / Allgemeine Informationen	S. 8 (7)	
	Saatenfliegen/Bohnenfliege (Delia platura, D. florilega)		++	++	Kapitel 23, 24, 37	S. 38 (3)	
	Gammaeule (Autographa gamma)		++	+++↗	Kapitel 2-3, 9-10	S. 6 (5), S. 13 (6)	
	Saateule, Erdräupen (Agrotis segetum)		++	++	Verschiedene Kulturen	S. 23 (6)	
	Baumwollkapseule (Helicoverpa armigera)		-	-	Verschiedene Kulturen	S. 6 (5) S. 70 (14)	
	Schwarze Bohnenblattlaus (Aphis fabae)		+↗	+↗	Verschiedene Kulturen	S. 38 (4)	
	Wiesenwanzen (Lygus spp.)		++	+++↗	Verschiedene Kulturen	S. 58 (13)	
	Marmorierte Baumwanze (Halyomorpha halys)		++	+++↗	Kapitel 25, 29-31	S. 58 (13)	
	Thripse (Thrips tabaci, Frankliniella spp.)		+	+	Verschiedene Kulturen	S. 31 (7) S. 33 (6)	
	Blumen- und Kopfkohle / Rosen- und Blattkohle / Kohlrabi						
	Kohldrehherzgallmücke (Contarinia nasturtii)	siehe S. 2	+++↗	+++↗	Kapitel 2-4	S. 16 (9)	
	Kohlmottenschildlaus (Aleyrodes proletella)		+++↗	+++↗	Kapitel 2-4	S. 17 (10)	
	Rapsminierfliege (Scaptomyza flava)		+	+	Kapitel 2-4	S. 18 (13)	
	Kohlrübenblattwespe (Athalia rosae)		+↗	+↗	Kapitel 2-4	S. 18 (12)	
	Kohlräupen (Plutella xylostella, Pieris rapae, Mamestra brassicae)		++	++	Kapitel 2-4	S. 13 (6)	
	Blattläuse (Brevicoryne brassicae, Myzus persicae)		!*)	+	Kapitel 2-4	S. 15 (8)	
	Blumen- und Kopfkohle / Rosen- und Blattkohle / Kohlrabi / Speisekohlrüben / Radies / Rettich						
	Kohlflye (Delia radicum)		+++↗	++	Kapitel 2--7	S. 17 (11) S. 20 (5)	
Blumen- und Kopfkohle / Rosen- und Blattkohle / Kohlrabi / Radies / Rettich / Rucola							
Erdflöhe (Phyllotreta spp.)		+	+	Kapitel 2-4, 6-8	S. 14 (7)		

	Schädling / Krankheit	Hinweis	Aktivitäten Stand		Pflanzenschutzempfehlungen für die genannten Kulturen	
			vor 14 Tagen	aktuell	DATAphyto / Dokumente / Pflanzenschutzmittel-Listen *	Merkblatt FiBL **
	Blumen- und Kopfkohle / Rosen- und Blattkohle / Kohlrabi / Radies / Rettich / Rucola					
	Falscher Mehltau (Peronospora parasitica)	siehe S. 3	++	++	Kapitel 2-4, 6-8	S. 12 (4)
	Kohlschwärze (Alternaria brassicae)	siehe S. 3	++	+++↗	Kapitel 2-4, 6-8	S. 12 (5)
	Adernschwärze, Phoma-blattflecken (Xanthomonas campestris, Phoma lingam)	siehe S. 1	+↗	+↗	Kapitel 2-4, 6-8	S. 10 (2)
	Kopfsalate / Blattsalate					
	Grüne Salatblattlaus u.a. (Nasonovia ribisnigri u.a.)		+++↘	+	Kapitel 9-10	S. 7 (6)
	Eulenraupen (Noctuidae)		+↗	+↗	Kapitel 9-10	S. 6 (5)
	Salatfäulen (Pseudomonas spp., Rhizoctonia solani u.a.)		++	+++↗	Kapitel 9-10	S. 4 (2)
	Falscher Mehltau (Bremia lactucae)		-	+	Kapitel 9-10	S. 5 (3)
	Lauch / Zwiebeln / Knoblauch / Schnittlauch					
	Lauchmotte (Acrolepiopsis assectella)	siehe S. 1	+↗	+↗	Kapitel 32-34, 40	S. 33 (5) -
	Zwiebelthrips (Thrips tabaci)	siehe S. 1	+++↗	+++↗	Kapitel 32-34, 40	S. 31 (7), S. 33 (6)
	Zwiebeln					
	Falscher Mehltau (Peronospora destructor)	siehe S. 3	+++	+++	Kapitel 33	S. 30 (4)
	Blattfleckenkrankheiten (Alternaria sp., Cladosporium sp.)		+++	+++	Kapitel 33	-
	Blattbotrytis (Botrytis squamosa)	siehe S. 3	-	+↗	Kapitel 33	-
	Lauch					
	Purpurflecken, Papierflecken (Alternaria porri, Phytophthora porri)		+++↗	+++↗	Kapitel 32	S. 32 (2)
	Spargel					
Spargelkäfer, -hähnchen (Crioceris spp.)		+	!*)	Kapitel 35	S. 36 (3)	
Eulenraupen (Noctua sp.)	siehe S. 2	-	+↗	Kapitel 35	-	

	Schädling / Krankheit	Hinweis	Aktivitäten Stand		Pflanzenschutzempfehlungen für die genannten Kulturen	
			vor 14 Tagen	aktuell	DATAphyto / Dokumente / Pflanzenschutzmittel-Listen *	Merkblatt FiBL**
	Spargel					
	Stemphylium-Blattflecken (Stemphylium botryosum)		!*)	+↗	Kapitel 35	S. 35 (2)
	Karotten / Sellerie / Petersilie					
	Gierschblattlaus (Cavariella aegopodii)		+	+	Kapitel 16, 18, 40	-
	Karotten					
	Mehlige Möhrenblattlaus (Semiaphis dauci)		↗	!*)	Kapitel 16	-
	Karotten / Knollenfenchel / Knollensellerie, Stangensellerie / Wurzelpetersilie					
	Möhrenfliege (Psila rosae)		++	++↘	Kapitel 16-18, 41	S. 22 (3)
	Knollensellerie, Stangensellerie					
	Septoria-Blattflecken (Septoria apiicola)		++	++	Kapitel 18	S. 26 (3)
	Karotten					
	Blattfleckenkrankheiten (Alternaria dauci, Cercospora carotae)		++	++	Kapitel 16	S. 21 (2)
	Petersilie					
Falscher Mehltau (Plasmopara umbelliferarum)		++	++	Kapitel 40	-	
Blattfleckenkrankheiten (Alternaria sp., Septoria sp.)		++	++	Kapitel 40	-	
	Bohnen					
	Graufäule, Sclerotinia (Botrytis cinerea, S. sclerotiorum)		++	++	Kapitel 23	S. 37 (2)
	Blattläuse (Aphis fabae)		+↗	+↗	Kapitel 23	S. 38 (4)
	Schnittmangold und Krautstiel					
	Rübenmotte (Scrobipalpa ocellatella)		!*)	!*)	Kapitel 21	-
	Schnittmangold und Krautstiel / Randen					
Blattfleckenkrankheiten (Cercospora sp., Ramularia sp. Phoma sp, Alternaria sp.)		+↗	+↗	Kapitel 21, 22	S. 42 (5)	
	Basilikum					
	Falscher Mehltau (Peronospora belbahrii)		++	++	Kapitel 40	-

	Schädling / Krankheit	Hinweis	Aktivitäten Stand		Pflanzenschutzempfehlungen für die genannten Kulturen	
			vor 14 Tagen	aktuell	DATAphyto / Dokumente / Pflanzenschutzmittel-Listen *	Merkblatt FiBL**
	Bohnen / Gurken / Tomaten / Paprika /Auberginen					
	Blattläuse (M. persicae, A. nasturtii, A. fabae)	siehe S. 2	+	+	Kapitel 23, 25, 29-31	S. 38 (4), S.57 (11), S. 66 (10), S. 74 (5)
	Thripse (Frankliniella occidentalis, Thrips tabaci)		+	+	Kapitel 23, 25, 29-31	S. 55 (9), S. 75 (8)
	Spinnmilben (Tetranychus urticae)		+	+	Kapitel 23, 25, 29-31	S. 54 (7), S. 69 (13)
	Eulenraupen (Noctuidae)		+	+	Kapitel 23, 25, 29-31	S. 59 (14), S. 70 (14), S. 83 (13)
	Zwergzikaden (Empoasca decipiens, u.a.)		+	+	Kapitel 23, 25, 29-31	S. 56 (10), -
	Weisse Fliege (Trialeurodes vaporariorum)		+	+	Kapitel 23, 25, 29-31	S. 55 (8), S. 68 (11)
	Gurken / Zucchini					
	Grüne Gurkenblattlaus (Aphis gossypii)		+	+	Kapitel 25, 26	S. 57 (11)
	Tomaten / Auberginen					
	Tomatenminiermotte (Tuta absoluta)		+	+	Kapitel 29, 31	S. 70 (15)
	Auberginen					
	Kartoffelkäfer (Leptinotarsa decemlineata)		!*)	!*)	Kapitel 31	-
	Tomaten					
	Rostmilben (Aculops lycopersici)		!*)	!*)	Kapitel 29	S. 66 (9)
Gurken / Tomaten / Paprika /Auberginen						
Tomatenminierfliege (Liriomyza bryoniae)		+	+	Kapitel 29, 31	S. 57 (12), S. 68 (12)	
Bohnen / Gurken /Tomaten / Auberginen						
Graufäule (Botrytis cinerea)		+	+	Kapitel 23, 25, 29, 31	S. 51 (4), S. 62 (4)	
Gurken / Zucchini						
Echter Mehltau (Erysiphe / Podosphaera)		+++	+++	Kapitel 25, 26	S. 52 (5)	
Blattfleckenkrankheit (Alternaria/Ulocladium)		+++	+++	Kapitel 25, 26	-	
Gurkenmosaikvirus (CMV)	vgl. S. 2	!*)	!*)	-	S. 50 (1)	

	Schädling / Krankheit	Hinweis	Aktivitäten Stand		Pflanzenschutzempfehlungen für die genannten Kulturen	
			vor 14 Tagen	aktuell	DATaphyto / Dokumente / Pflanzenschutzmittel-Listen *	Merkblatt FiBL**
	Gurken / Zucchini / Speisekürbisse					
	Falscher Mehltau (Pseudoperonospora cubensis)	siehe S. 4	+++	+++	Kapitel 25-27	S. 53 (6), S. 49 (3)
	Gummistängelkrankheit (Didymella bryoniae)		-	!*)	Kapitel 25-27	S. 51 (3)
	Tomaten					
	Samtfleckenkrankheit (Cladosporium fulvum)		+++	+++	Kapitel 29	S. 65 (7)
	Krautfäule (Phytophthora infestans)		+++	+++	Kapitel 29	S. 64 (6)
	Echter Mehltau (Oidium neolycopersici)		++	++	Kapitel 29	S. 65 (8)

Tabellenlegende

Kein Problem:	Zunehmend:	Abnehmend:	Vereinzelt:	Vorhanden:	Probleme:
-	↗	↘	+	++	+++
* Internet-Pflanzenschutzmitteldatenbank DATaphyto: http://dataphyto.agroscope.info		** Homepage FiBL (Ausgabe 2021): https://shop.fibl.org/chde/1284-pflanzenschutzempfehlung.html		!*) Schaderreger könnte auftreten, Kulturkontrollen bzw. Fallenüberwachung empfehlenswert!	

Impressum

Informationen lieferten: Daniel Bachmann, Christof Gubler & Flora Zourek, Strickhof, Winterthur (ZH)
Daniela Hodel, Kevin Piato & Lutz Collet, Grangeneuve, Posieux (FR)
Vincent Doimo, Gaëtan Jaccard, Julie Ristord & Max Baladou, OTM, Morges (VD)
Martin Keller & Esther Mulser, Beratungsring Gemüse, Ins (BE)
Eva Körbitz, Viviane Fahmi, Simone Aberer & Daniela Büchel, Landwirtschaftliches Zentrum SG, Salez (SG)
Suzanne Schnieper & Christian Wohler, Liebegg, Gränichen (AG)
Philipp Trautzi & Michael Mannale, Arenenberg, Salenstein (TG)
Markus Bünter, Matthias Lutz & Olivier Schumpp (Agroscope)

Herausgeber: Agroscope

Autoren: Cornelia Sauer, Matthias Lutz, Serge Fischer, Lucia Albertoni, Mauro Jermini (Agroscope) und Anja Vieweger (FiBL)

Fotos: Fotos 1-5, 8, 12-16: C. Sauer (Agroscope); Fotos 6-7: R. Total (Agroscope); Fotos 9-10: Lutz Collet, Grangeneuve, Posieux; Foto 11: J. Samietz (Agroscope)

Zusammenarbeit: Kant. Fachstellen und Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)

Copyright: Agroscope, Müller-Thurgau-Strasse 29, 8820 Wädenswil
www.agroscope.ch

Adressänderungen, Bestellungen: Cornelia Sauer, Agroscope
cornelia.sauer@agroscope.admin.ch

Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV)

Autorin und Autoren: Tanja Sostizzo, Vincent Michel, Matthias Lutz, Markus Bünter, Olivier Schumpp, Agroscope

Der Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) ist 2014 erstmals in Israel aufgetreten. Später kam es unter anderem zu Ausbrüchen in Deutschland, Italien und Grossbritannien. Das Virus befällt Tomaten und Paprikapflanzen und löste bis jetzt vor allem im Tomatenanbau grosse Schäden aus. Befallene Pflanzen zeigen meistens eine mosaikartige Verfärbung an den Blättern und gelbe Flecken auf den Früchten. Seit Januar 2020 ist ToBRFV in der Schweiz als potentieller Quarantäneorganismus geregelt und ist daher melde- und bekämpfungspflichtig.

1. Herkunft und Verbreitung

Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV), auch bekannt unter dem Namen «Jordan-Virus», ist seit 2014 in Israel präsent. Dort hat sich das Virus innerhalb von einigen Monaten ohne Quarantänemassnahmen in praktisch allen Tomatenanbaugebieten und bis nach Palästina ausgebreitet. Entdeckt und beschrieben wurde das Virus erst 2015 in Jordanien. 2018 kam es in Deutschland zu Ausbrüchen in mehreren Gewächshäusern mit Tomaten. Das Virus konnte dort dank Quarantäne- und Tilgungsmassnahmen wieder ausgerottet werden. Im selben Jahr wurde ToBRFV in mehreren Jungpflanzenbetrieben auf Tomaten- und Paprikapflanzen in Mexiko festgestellt. 2019 meldete der Pflanzenschutzdienst von Italien Ausbrüche in mehreren Gewächshäusern und in Jungpflanzenbetrieben. Innerhalb der EU wurden im selben Jahr weitere Ausbrüche von ToBRFV in Griechenland, Grossbritannien, Holland und Spanien gemeldet. Zudem wurde das Virus auch in der Türkei, in China und in den USA auf Tomatenpflanzen diagnostiziert. Wie sich die aktuelle Situation weltweit präsentiert, wird in der frei zugänglichen EPPO-Globaldatabase zeitnah nachgeführt: <https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV>.

Das neue Virus ist ein Tobamovirus, wie andere schwere Krankheiten im Gemüsebau. Die bekanntesten sind das Tobacco-Mosaic-Virus und das Tomato-Mosaic-Virus. Neuere Tomatensorten besitzen zwei Resistenzen (Tm-2 und Tm-2²) für die Viren und sind gegenüber den bekannten Tobamoviren geschützt. Das Virus ToBRFV hat diese Resistenzen durchbrochen und ist somit eine neue Bedrohung für den Tomatenanbau. Zudem hat das Virus auch die Resistenzen (L1–L4) bei Paprika (*Capsicum* spp.) überwunden.

2. Symptome und Schäden

Tobamoviren sind ungefähr 300 nm grosse, stäbchenförmige Partikel, die unter dem Transmissionselektronenmikroskop sichtbar sind. Sie besitzen ein sehr kleines RNA-Genom (ca. 6400 Nukleotide), das vier verschiedene Proteine kodiert. ToBRFV löst bei verschiedenen Sorten unterschiedliche Symptome aus. Deshalb kann es anhand der Symptome nicht eindeutig identifiziert werden. In Jordanien zeigten die Tomatenpflanzen nur leichte Symptome an den Blättern. Die Früchte hatten braune, runzelige Stellen und konnten nicht mehr ver-

marktet werden. Fast alle Pflanzen im befallenen Gewächshaus waren betroffen und der Ertragsausfall war nahezu 100 %.

In Israel zeigten betroffene Tomatenpflanzen unterschiedlich starke Mosaikverfärbungen und teilweise eine Verschmälnerung der Blätter (Abb. 1 und 2). Nur 10–15 % der Früchte von infizierten Pflanzen hatten gelbe Flecken (Abb. 4). In Deutschland waren die Blätter chlorotisch, hatten eine Mosaikverfärbung mit dunklen Ausbeulungen und waren verschmälert. Die Früchte hatten vor allem um die Kelchblätter gelbe Flecken. Weitere Symptome wie deformierte oder unregelmässig gereifte Früchte können auch auftreten (Abb. 3). Versuche haben gezeigt, dass Tomaten ungefähr 12–18 Tage nach der Infektion Symptome entwickeln.



Abb. 1 | Mosaikartige Verfärbung bei Tomatenblättern.



Abb. 2 | Verschmälerte Tomatenblätter.

Paprikapflanzen (*Capsicum annuum*) zeigen ähnliche Symptome: Die Blätter sind deformiert und mosaikartig chlorotisch. Die Früchte sind ebenfalls deformiert und zeigen gelbe oder braune Flecken oder grüne Streifen (Abb. 5).

Weitere Versuche haben gezeigt, dass Paprikapflanzen, die eine Resistenz gegen andere Tobamoviren aufweisen, hypersensibel reagieren und infizierte Blätter nach wenigen Tagen verlieren. Bei Wurzelinfektionen in Kombination mit heissen Temperaturen (>30 C) bekamen die Pflanzen nekrotische Stellen an den Wurzeln sowie am Stamm und kollabierten oft ganz.

Viele potenzielle Wirtspflanzen

Petunien (*Petunia* spp.) werden zwar infiziert, bleiben aber symptomlos, während Kartoffelpflanzen (*Solanum tuberosum*) und Auberginen (*Solanum melongena*) nicht vom Virus infiziert werden können. Beikraut wie der schwarze Nachtschatten (*Solanum nigrum*) und der Mauer-Gänsefuss (*Chenopodium murale*) können auch infiziert werden. Der schwarze Nachtschatten bleibt asymptomatisch und der Mauer-Gänsefuss zeigt zuerst eine Hypersensitivitätsreaktion und ist anschliessend ebenfalls symptomlos. Somit können diese Beikräuter als Infektionsquelle für Kulturpflanzen dienen. Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Baumspinat (*Chenopodium giganteum*), *Nicotiana benthamiana*, *N. glutinosa*, *N. sylvestris*, *N. clevelandii* und Tabak-Hybride (*N. tabacum*) sind auch potenzielle Wirtspflanzen, die zum Teil Symptome zeigen. Natürliche Infektionen kamen bis jetzt jedoch nur bei Tomaten- und Paprikapflanzen vor. Die oben erwähnten Pflanzenarten wurden experimentell infiziert.

Aufwändige Diagnostik

Da das Virus erst vor kurzem entdeckt wurde, gibt es noch keine schnelle und zuverlässige Detektionsmethode dafür. Empfohlen wird die Kombination von zwei molekularbiologischen Methoden (RT-PCR, um allgemein *Tobamoviren* zu detektieren, und anschliessende Sequenzierung), was die Diagnostik aufwändiger und zeitintensiver macht.



Abb. 3 | Tomaten reifen unregelmässig.



Abb. 4 | Gelbe Flecken auf Tomaten.

3. Vorbeugen und bekämpfen

Das Virus dringt durch kleinste Wunden in die Pflanze ein und wird von der Wirtspflanze in sehr grossen Mengen reproduziert. Deshalb werden die Viren sehr leicht mechanisch über Berührung (z. B. Hände, Kleider und Werkzeuge), Kontakt von Pflanze zu Pflanze, über Bewässerungssysteme, kontaminiertes Saatgut oder durch die vegetative Vermehrung von Pflanzen übertragen. Hummeln können das Virus zudem bei der Bestäubung verbreiten, sowohl innerhalb als auch zwischen Gewächshäusern (Transport von Hummelvölkern). Über weite Strecken wird das Virus über infizierte Jungpflanzen und Samen verbreitet. Tobamoviren sind zudem sehr stabil und können über Monate ohne Wirtspflanzen auf verschiedensten Oberflächen, im Boden und auf Pflanzenrückständen überdauern.



Abb. 5 | Symptome auf Paprikafrüchten.

Nach dem Befallsnachweis im Virologielabor müssen die infizierte Pflanzen und ihre Nachbarpflanzen gemäss Anweisungen des kantonalen Pflanzenschutzdienstes fachgerecht entfernt und vernichtet werden (verbrennen, nicht kompostieren!). Bei der Räumung dürfen keine anderen Pflanzen berührt werden. Dazu sind strikte Hygienemassnahmen erforderlich. Werkzeuge und andere Ausrüstung müssen nach gründlicher Reinigung mit Menno Florades desinfiziert werden. Dieses Desinfektionsmittel wurde in Deutschland erfolgreich zur Tilgung des Virus eingesetzt. Weitere Desinfektionsmittel werden später geprüft. Um einem Befall vorzubeugen, müssen Produzentinnen und Produzenten nachweislich gesunde Jungpflanzen und Samen mit Pflanzenpass verwenden.

Die schnelle Ausbreitung in Israel hat gezeigt, dass sich das Virus schlecht bekämpfen lässt und strenge Quarantänemassnahmen notwendig sind, um eine Ausbreitung zu verhindern. Wegen seines grossen Schadpotenzials ist ToBRFV in der Schweiz seit Januar 2020 als potentieller Quarantäneorganismus geregelt und unterliegt daher der Melde- und Bekämpfungspflicht. Ein Befallsverdacht muss dem kantonalen Pflanzenschutzdienst (KPSD) gemeldet werden.

Impressum

Herausgeber:	Agroscope www.agroscope.ch
Auskünfte:	Agroscope Pflanzenschutzdienst oder Virologie, Bakteriologie und Phytoplasmodiologie EPPO-Globaldatabase unter https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV
Redaktion:	Erika Meili
Gestaltung:	Tanja Sostizzo
Fotos:	Abb 1 und 3: Salvatore Davino, https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV Abb. 2 und 5: Alkowni et al., 2019. Molecular identification of tomato brown rugose fruit virus in tomato in Palestine. J Plant Pathol. https://doi.org/10.1007/s42161-019-00240-7 Abb 4: Dr Aviv Dombrovsky, https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV
Copyright:	© Agroscope 2020

Vorbeugende Massnahmen und Desinfektion in Gewächshäusern

Autoren: Céline Gilli¹, Markus Bünter¹, Santiago Schaerer¹, Vincent Günther², Julie Ristord³, Lutz Collet⁴.

¹Agroscope

²Office d'arboriculture et cultures maraîchères, Case postale 437, 1950 Sion (Châteauneuf)

³Office Technique Maraîcher, Avenue de Marcelin 29, 1110 Morges

⁴Grangeneuve Institut Agricole de l'Etat de Fribourg, Route de Grangeneuve 31, 1725 Posieux

Août 2018

Einführung

Gewächshäuser sind eingeschlossene Umgebungen, in denen sich schädliche Organismen (Bakterien, Phytoplasmen, Viren, Viroide, Pilze, Nematoden, Insekten) rasch ausbreiten können. Um das Einführen und die Entwicklung dieser Organismen zu begrenzen, müssen vorbeugende (präventive) Massnahmen vor und während des gesamten Kulturzeitraumes getroffen werden. Da es gegen eine grosse Anzahl dieser Organismen keine wirksamen Bekämpfungsmethoden gibt, sind vorbeugende Massnahmen gegen die Verbreitung solcher Organismen sehr wichtig, insbesondere wenn es sich um Erreger von Quarantänekrankheiten handelt. Weil die Art der Verbreitung, Übertragung und Vermehrung je nach Schadorganismus verschieden sein kann, müssen angepasste Massnahmen gegen den vorhandenen Organismus ergriffen werden. Am Kulturrende muss die Art der Beseitigung der Pflanzen (Kompostierung oder Verbrennung) sowie die Reinigung und Desinfektion der Gewächshäuser und der Ausrüstung an die aufgetretenen Schadorganismen angepasst werden.

Die Hygienemassnahmen sind unverzichtbarer Bestandteil der Prävention. Sie tragen dazu bei, die Risiken und allenfalls erforderliche Pflanzenschutzmassnahmen zu beschränken.

Präventive Massnahmen: noch keine Schadorganismen in der Kultur beobachtet

Diese Massnahmen sind beim Kulturstart umzusetzen.

Gesundes Material (Pflanzen und Samen) mit Pflanzenpass einkaufen. Der Pflanzenpass soll mindestens drei Jahre aufbewahrt werden. Pflanzen oder Samen in einem sauberen und zuvor desinfizierten Gewächshaus pflanzen (siehe Kapitel: Kulturwechsel: keine bestimmten Probleme während des Anbaus).

Personal informieren: Dazu dienen Merkblätter, Fotos oder Poster über die wichtigsten Schadorganismen, damit erste Symptome bereits früh erkannt werden.

Es wird empfohlen, Informationsunterlagen wie «Gemüsebau-Info» regelmässig zu konsultieren. Für die Diagnose von verdächtigen Symptomen soll eine Fachperson, wie etwa

Berater der kantonalen Fachstellen für Gemüse oder private Berater beigezogen werden. Die frühzeitige Feststellung von Schadorganismen ist für die Begrenzung der Ausbreitung und des Schadens wesentlich. Wenn ein Verdacht auf einen Quarantäneorganismus besteht, muss dies dem kantonalen Pflanzenschutzdienst (KPSD) gemeldet werden. Wenn ein Quarantäneorganismus nachgewiesen wird, informiert der KPSD den Eidgenössische Pflanzenschutzdienst (EPSD).

Am Eingang jedes Gewächshauses oder Gewächshausabteils soll eine Desinfektionsmatte für Schuhe eingerichtet werden (Abb. 1). Es muss eine ausreichende Menge Wasser und ein wirksames Desinfektionsmittel enthalten (siehe Kasten). Die Desinfektionsmatte soll regelmässig gereinigt und die Desinfektionslösung gemäss der Gebrauchsanweisung gewechselt werden. Die Desinfektionsmatte muss immer feucht sein. Wenn organische Ablagerungen (Erde, Pflanzenreste, etc.) die Desinfektionsmatte verschmutzen, muss sie gereinigt und die Lösung erneuert werden.



Abbildung 1: Schuh-Desinfektionsmatte beim Eingang des Gewächshauses. Die Lösung muss regelmässig gewechselt werden.



Um das Risiko der Übertragung von Schadorganismen von einer Zone in die andere zu begrenzen sollen den Mitarbeitenden festgelegte **Bereiche** des Gewächshauses **zugeordnet werden**. Das Ziel ist Das gekennzeichnete Material (Werkzeuge, Geräte, Erntekisten usw.) ausschliesslich im definierten Bereich einsetzen.

Hände und Werkzeuge während den Arbeiten in den Kulturen regelmässig desinfizieren (z.B. zwischen jeder Pflanze oder beim Reihenwechsel): beim Gewächshauseingang und/oder beim Eingang zum Gewächshausabteil Desinfektionsmittel für Hände und Geräte deponieren (Abb. 2a, 2c). Es wird empfohlen, mit zwei Werkzeug-Sets zu arbeiten: Mit dem ersten wird gearbeitet, während das zweite Set in einem Desinfektionsbad oder -Behälter desinfiziert wird. Hände und Werkzeug müssen mindestens bei jedem Eintreten und Verlassen einer Einheit der Kultur desinfiziert werden.

Hände regelmässig waschen und desinfizieren: vor Beginn der Arbeit sowie vor und nach den Pausen. Bei Pflegearbeiten in den Kulturen wird empfohlen, die Hände nach Kontakt mit Erde, Abfällen usw. zu waschen. Das Tragen von Handschuhen ersetzt das Händewaschen nicht!

Arbeitskleidung regelmässig (mind. wöchentlich) bei mindestens 60°C **waschen:** Kleidung kann viele Mikroorganismen aufnehmen und damit als Vektor zur Ausbreitung von Schadorganismen beitragen.

Haustiere wie Hunde und Katzen dürfen sich nicht in Gewächshäusern aufhalten, da sie potentielle Vektoren von Schadorganismen sind.

Zugang zu den Kulturen kontrollieren: Unbefugte dürfen die Gewächshäuser nicht betreten. Nach Möglichkeit Gewächshaustüren abschliessen. Für Besuchende müssen präventive Massnahmen getroffen werden (Anziehen von saubere Einweg-Overalls, Handschuhe, und Einwegschuhe) (Abb. 2b, 3).

Im Sinne weiterer Prävention sollen **Anbauflächen von Schmutz und Unkraut freigehalten werden**.



Abbildung 2: a) Desinfektionsmittel für Hände und Werkzeug b) korrekt ausgerüstete Besucherin c) Werkzeug, das für die Verwendung in einer einzelnen Linie vorgesehen ist (Foto: C. Gilli)

Ausleihen von Material und Maschinen aus anderen Betrieben **soll vermieden** werden. Wenn trotzdem Geräte und Maschinen ausgeliehen werden, müssen diese vor und nach dem Einsatz komplett desinfiziert werden. Auch Import- und Abpackzentren können Urheber eines Befalls namentlich mit Schadinsekten (z.B. *Tuta absoluta*) sein.



Abbildung 3: Desinfektion von Händen und Schuhen vor dem Betreten des Betriebs. Tragen von Schutzkittel, -hose und Überschuh. (Foto: C. Gilli)

Verstärkung präventiver Massnahmen: verdächtige Symptome wurden in der Kultur festgestellt

Bei Verdacht auf einen Quarantäneorganismus ist sofort der kantonale Pflanzenschutzdienst zu kontaktieren. Die Meldung ist obligatorisch.

Den **Verdacht** durch eine Fachperson bzw. von einem Labor **bestätigen lassen**, zum Beispiel von der kantonalen Fachstelle für Gemüse oder vom kantonalen Pflanzenschutzdienst.

Die nachfolgend aufgeführten Massnahmen sind bei verdächtigen Symptomen sofort zu treffen und mindestens bis zum Vorliegen der Diagnose beizubehalten.

Personal informieren über den verdächtigen Schadorganismus (Bakterien, Phytoplasmen, Viren, Viroide, Pilze, Nematoden, Schadinsekten) und über mögliche Übertragungswege.

Der befallene Bereich muss gekennzeichnet werden.

Wenn es für den identifizierten Schadorganismus gute Bekämpfungsmöglichkeiten gibt (wie zum Beispiel *Botrytis*, *Phytophthora infestans*, usw.) sollten diese Massnahmen vor einer Vernichtung der Pflanzen angewendet werden.

Bis die Diagnose vorliegt, sollte so wenig wie möglich in den Kulturen gearbeitet werden und es sind folgende Sicherheitsvorkehrungen zu treffen:

Den **Zugang zum Bereich mit Befallsverdacht beschränken**. Diesen Bereich zuletzt bearbeiten oder wenn möglich nicht bearbeiten. Nur wenige Personen dürfen den Bereich betreten.

Werkzeuge und Material kennzeichnen, das nur im befallenen Bereich eingesetzt wird. Schutzkleidung und

Werkzeug sowie Material (Scheren, Erntekisten, Wagen usw.), die einem befallenen Bereich zugeordnet sind, dürfen nicht anderweitig verwendet werden. Dies betrifft insbesondere Werkzeuge, die direkt im Kontakt mit Pflanzen benutzt werden (Messer zur Entblätterung von Tomaten, Scheren zur Ernte von Rosen usw.).

Alle Abfälle der Kulturen vernichten: Überreste wie Blätter und andere pflanzliche Abfälle, insbesondere Früchte und Wurzeln, können Reservoirs für Schadorganismen darstellen. Diese Abfälle sollen in Säcken eingesammelt und so schnell wie möglich, nach Absprache mit den Verantwortlichen der Verbrennungsanlage, durch Verbrennen entsorgt werden.

Bei einer Infektion Hinweis auf der Eingangstüre anbringen und Zugang verbieten.

Infizierte Pflanzen gemäss den Ergebnissen des Labors und den Empfehlungen oder Richtlinien des kantonalen Pflanzenschutzdienstes **entfernen**. Pflanzen, die Symptome zeigen, sowie eine Pufferzone von etwa 20 Pflanzen auf beiden Seiten dieser Zone müssen entfernt werden. Wenn Pflanzen vernichtet werden, sollen diese vor Ort in Plastiksäcke verpackt und aus dem Gewächshaus gebracht werden. Die Pflanzen müssen so schnell als möglich verbrannt werden.

Vorgehen bei Kulturwechsel: keine bestimmten Probleme während der letzten Kultur

Die Art der Reinigung und Desinfektion muss von Fall zu Fall je nach dem in der Kultur festgestellten Schadorganismus angepasst werden.

Je nach dem Anbausystem (auf Substrat oder im Boden) können einzelne Schritte der Reinigung und Desinfektion weggelassen werden.

Reinigung: die Grundreinigung kann mit heissem Wasser und einem Reinigungsmittel vorgenommen werden.

Vor dem Roden der Kultur muss der Gesundheitszustand der Pflanzen beurteilt werden, um festzulegen, ob und allenfalls welche Pflanzenschutzbehandlungen vor der Rodung vorzunehmen sind, um eine Ausbreitung von Schädlingen, wie zum Beispiel Mottenschildläuse, Wanzen oder Milben, einzudämmen. Um die Wirksamkeit dieser Pflanzenschutzbehandlungen zu verbessern, ist es sinnvoll die Blattmasse zu verringern indem eine leichte Verwelkung der Pflanzen provoziert wird (Pflanzenstängel 24 h vor dem Ausbringen des Pflanzenschutzmittels durchschneiden oder bei Substratanbau die Bewässerung abstellen). Diese Behandlungen werden nach der letzten Ernte durchgeführt. Wenn bei der nachfolgenden Kultur eine biologische Bekämpfung vorgesehen ist, sollten nur Produkte verwendet werden, die leicht abbaubar sind.

Einige Tage nach den letzten Behandlungen kann die Kultur gerodet und fachgerecht kompostiert oder entsorgt werden. Nachdem alle Pflanzen und Pflanzenreste entsorgt sind müssen die Materialien, wie Spallergarn, Anzuchtmatte, Töpfe usw. aus dem Gewächshaus entfernt werden. Die Randbereiche des Gewächshauses reinigen und von Unkraut befreien. Das Unkraut kann ein potentielles Reservoir für Schadorganismen sein.

Sobald das Gewächshaus leer ist, müssen die Wände und das Dach mit einem Hochdruckreiniger und idealerweise heissem Wasser gründlich gereinigt werden. Viele Desinfektionsmittel werden nämlich durch organische Stoffe inaktiviert. Das Waschwasser sollte eine milde Seife oder ein nicht schäumendes handelsübliches Reinigungsmittel enthalten. Es

ist auch wichtig, Salzablagerungen zu entfernen, da sie Mikroorganismen vor dem Desinfektionsmittel schützen können. Zur Entfernung von Salzablagerungen wird ein säurehaltiges Reinigungsmittel benötigt. Beim Substratanbau müssen auch die Kanäle und Tische gereinigt werden.

Bewässerungsbecken leeren und reinigen (Substratanbau).

Bewässerungssysteme reinigen und desinfizieren, speziell wenn die Nährlösung rezykliert wird. Filter reinigen, Tropfbewässerungsnetz spülen und mit Säure entkalken, dann die Lösung mit dem Desinfektionsmittel einleiten. Schliesslich das System mit klarem Wasser durchspülen. Unter den verschiedenen Methoden zitieren wir hier die vom französischen Forschungszentrum Ctifl in der Publikation («Gestion des effluents des cultures légumières sur substrat») vorgeschlagene Methode.

Achtung: niemals Salpetersäure und Javelwasser zusammenbringen – die Mischung ist explosiv!

1. Mit Salpetersäure eine Lösung herstellen, die bei der Tropfstelle einen pH-Wert von 2,0-2,2 aufweist, d.h. eine 1,8-2%ige Lösung.
2. Pro Tropfstelle 0,5 Liter der Lösung durchfliessen und mindestens 24 h einwirken lassen. Injektionspumpe sofort spülen.
3. Mit klarem Wasser spülen, etwa 1 Liter Wasser pro Tropfstelle durchfliessen lassen. Schlauchenden entleeren. Um zu prüfen, ob die Spülung wirksam war, pH-Wert bei den Tropfstellen messen. Er muss identisch mit dem Leitungswasser sein.
4. Javelwasser-Lösung mit 40 mg/Liter Aktivchlor zubereiten. Idealerweise wird das Aktivchlor bei der Tropfstelle gemessen, die Konzentration sollte 2 bis 3 ppm betragen. Für diese Messung können Teststreifen verwendet werden.
5. Pro Tropfstelle 0,5 Liter Lösung durchfliessen lassen und mindestens 24 h einwirken lassen.
6. Mit 3 Liter klarem Wasser pro Tropfstelle gründlich spülen, dann Schlauchenden entleeren.

Bei geschlossenen Systemen mit rezyklierter Nährlösung stellt die Desinfektion des gesamten Bewässerungsnetzes und der Anlage zur Düngerbeimischung eine besondere Herausforderung dar. Es sollte so gut wie möglich nach dem oben aufgeführten Protokoll vorgegangen werden. Beim Neubau oder der Renovation eines Gewächshauses sollte eine Aufteilung des Bewässerungssystems in kleinere Sektoren, die sich einzeln behandeln lassen, erwogen werden.

Bei Substratkulturen die Bodenabdeckung entfernen. Beim Anbringen der neuen Bodenabdeckung darauf achten, dass diese nicht mit Erde verschmutzt wird. Beim Installieren der Bodenabdeckung muss der Boden trocken und sauber sein. Es wird empfohlen mit zwei Teams zu arbeiten, ein Team bleibt auf dem unbedeckten Boden, das andere Team auf der Bodenabdeckung. Es ist darauf zu achten, dass sich die Bahnen ausreichend überlappen, um zu verhindern, dass der Boden während des Anbaus freigelegt und eine Verschmutzung möglich wird.

Desinfektion des Bodens

In Gewächshäusern mit Pflanzenanbau in Bodenbeeten kann der gewachsene Boden verschiedene Schadorganismen enthalten. Ziel der Desinfektion des Bodens ist es, Unkrautsamen, bodenbürtige Krankheitserreger und

Nematoden abzutöten. Sie kann eher oberflächlich oder bis in grössere Tiefe erfolgen.

In der Schweiz ist nur Dazomet, das in verschiedenen handelsüblichen Produkten enthalten ist, als chemisches Desinfektionsmittel zugelassen. Die Zulassungen sind auf die Kultur und auf das Pflanzengesundheitsproblem abgestimmt. Genauere Angaben sind im Pflanzenschutzmittelverzeichnis zu finden (<https://www.psm.admin.ch/de/wirkstoffe/451>). In allen Fällen wird das Produkt auf den unbedeckten Boden ausgebracht. Nach der Dazomet-Behandlung sollte je nach Luftfeuchtigkeit und Temperatur zwischen 10 und 40 Tagen gewartet werden, bis eine neuen Kultur eingebracht wird. Detaillierte Angaben dazu sind in der Gebrauchsanweisung der Produkte zu finden.

Die Dampf-Sterilisierung ist eine Alternative zur chemischen Desinfektion. Weitere Informationen können dem Agroscope Merkblatt Nr. 34/2016 «Bodenentseuchung mit Dampf» entnommen werden.

Ob eine Bodendesinfektion erforderlich ist, wird oft kontrovers diskutiert. Bei einem gut etablierten Gleichgewicht zwischen Krankheitserregern und Antagonisten kann sie insbesondere im Falle von Bodenkrankheiten nutzlos sein, oder sich sogar nachteilig auswirken, wenn durch die Desinfektion alle Organismen vernichtet werden und der Weg offen ist für eine Besiedlung durch erste Krankheitserreger. Längerfristig sollten alternative Lösungen erwogen werden, wie der Einsatz von Kompost mit suppressiven Eigenschaften.

Strukturelemente, Glaswände, Tunnelwände, Schirme usw. desinfizieren.

Wenn das Gewächshaus sauber ist, kann die Desinfektion der Strukturelemente durchgeführt werden. Desinfektionsmittel werden in der Regel grosszügig bis zum Abtropfen versprüht. Es wird empfohlen Systeme mit Schaumerzeugung zu verwenden (Abb. 4), wodurch die Menge des erforderlichen Wassers reduziert und die Zeit, während der das Produkt mit der Oberfläche in Kontakt bleibt, verlängert wird. Die Kontaktzeit ist für die Wirksamkeit des Desinfektionsmittels entscheidend. Besondere Aufmerksamkeit ist rauhen Oberflächen, wie Beton zu schenken.

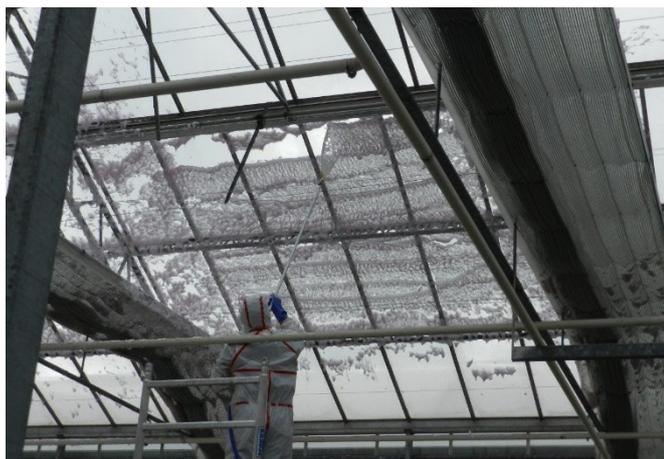


Abbildung 4: Desinfektion eines Gewächshauses mit einem schäumenden Desinfektionsmittel (Foto: C. Gilli)

Material und Werkzeug desinfizieren

Vor der Desinfektion müssen alle Geräte wie Erntewagen, Erntekisten, Werkzeuge, Gabelstapler, Sortierer, Sortieranlage usw., die mit den Kulturen in Kontakt waren, sauber gereinigt und alle Pflanzenteile vollständig entfernt werden. Kleinwerkzeug, wie etwa Messer, Skalpelle, Scheren

usw., werden durch Eintauchen in eine Desinfektionslösung desinfiziert (Abb. 5).

Nicht-poröse Kulturgefässe, Saatplatten und Erntekisten werden vor jeder neuen Verwendung durch Eintauchen in eine Desinfektionslösung desinfiziert. Die Lösung verliert mit dem Eintauchen von Gegenständen nach und nach ihre Wirksamkeit und muss deshalb regelmässig ausgewechselt werden. Man beachte die Gebrauchsanweisung des Desinfektionsmittels.

CO₂-Verteilerrohre oder -kanäle auswechseln.

Wenn die Desinfektion abgeschlossen ist, sollte das Gewächshaus verriegelt und bis zur Einrichtung der neuen Kultur sauber gehalten werden.



Abbildung 5: Desinfektion von Werkzeug. Um Wartezeiten zu vermeiden, wird empfohlen mehrere Werkzeug-Sets zu verwenden. (Foto: P. Sigg)

Kulturwechsel nach einer Infektion mit einem Bakterium oder Virus

Die oben aufgeführten Desinfektionsmassnahmen müssen auf das Problem abgestimmt werden. Insbesondere ist das geeignete Desinfektionsmittel gegen Bakterien oder Viren zu wählen. Je nach der Biologie des Schadorganismus müssen bestimmte Desinfektionsschritte intensiviert werden. Bei Bakterien, die Biofilme bilden, ist beispielsweise eine Desinfektion des Bewässerungssystems erforderlich (Siehe im Kasten «Biofilme»).

Desinfektion der Nährlösung

Die meisten Desinfektionsmethoden büssen an Wirksamkeit ein, wenn organische Substanzen vorhanden sind. Deshalb ist in den meisten Fällen eine Filtration erforderlich.

Zur Desinfektion der Drainage bei Substratkulturen gibt es verschiedene Ansätze, deren Wirksamkeit vom betroffenen Schadorganismus abhängt. Im Allgemeinen ist das Verfahren bereits Bestandteil des Bewässerungssystems.

Die **Langsam-Sandfiltration** (Abb. 6) ist eine biologische Reinigungsmethode, bei der das zu behandelnde Wasser mit einer Geschwindigkeit von 0,1 bis 0,2 m/h über ein Bett mit filterndem Material abfließt. Sand ist am besten für diese Methode geeignet. Beim Abfließen verbessert sich die Wasserqualität beträchtlich, wobei die Zahl gewisser Mikroorganismen (Bakterien, Viren) reduziert, kolloidales und suspendiertes Material entfernt und die chemische Zusammensetzung verändert wird. Für eine bessere Wirksamkeit können Antagonisten zugegeben werden.

Gemäss Pardossi *et al.* (2011) eignet sich diese Methode für kleinere Betriebe. Sie entfernt Scheinpilze (Oomyceten) (*Pythium*, *Phytophthora*) vollständig, Fusarium-Pilze, Viren und Nematoden teilweise.

Die folgenden Informationen zur Thermodesinfektion und Desinfektion mit UV-Licht sind dem Buch «Gestion des effluents des cultures légumières sur substrat» (Le Quillec, 2002) entnommen.

Thermodesinfektion: Die Wirksamkeit gegenüber den verschiedenen Mikroorganismen hängt von der angewendeten Temperatur und der Expositionsdauer des bei dieser Temperatur behandelten Wassers ab. Die Wirksamkeit wird auch vom Substrat beeinflusst, insbesondere wenn organische Substanzen im Substrat enthalten sind. Die Investitionskosten sind sehr hoch.

UV-Desinfektion (Abb. 7): Das Prinzip besteht darin, in einer Bestrahlungskammer ultraviolettes Licht zu erzeugen. Die maximale Wirksamkeit liegt bei einer Wellenlänge von 253,7nm. Die für die Desinfektion erforderliche Dosis ist abhängig von den keimtötenden Eigenschaften der Lampen, von der optischen Dichte der Lösung und von der Expositionsdauer. Bei der Niederdruck-UV-Desinfektion wird eine Dosis von 120 bis 150 mJ/cm² angewendet. Die Drainage kann vor der Behandlung mit sauberem Wasser gemischt werden, um eine gute Durchflussrate zu erzielen. Die Mischung wird anschliessend über Sand und über ein Sieb mit 70µm Porengrösse filtriert, um Partikel zu entfernen. Die Investitionskosten sind moderat.

Chemische Produkte, die zum Schutz von Pflanzen gegenüber Schadorganismen angewendet werden, gelten als Pflanzenschutzmittel (siehe Kasten) und müssen deshalb für diese Anwendung zugelassen sein. Dazu gehören auch Mittel, die zu diesem Zweck bei Drainage-Lösungen angewendet werden.

Da die meisten Desinfektionsmethoden auf einer Oxidation beruhen, wird während des Desinfektionsprozesses ein Teil der vorhandenen Chelatkomplexe zerstört. Die in diesen Komplexen gebundenen Metalle werden ausgefällt. Die Lösung muss deshalb nach der Desinfektion filtriert und die Injektionsdosis der zerstörten Elemente erhöht werden.



Abbildung 6: Sandfilter für die langsame Filtration. (Foto: V. Günther)



Abbildung 7: System zur Desinfektion des Wassers mit UV-Strahlung. (Foto: V. Günther)

Desinfektion des Naturbodens

Im Jahr 2017, nach dem Auftreten vom Quarantänebakterium *Ralstonia solanacearum* in Gewächshäusern, wurde Branntkalk mit Magnesium in einer Menge von 1 kg/m² zur Behandlung des Naturbodens (unbebauter Boden) in Gewächshäusern verwendet. Branntkalk ist ein Desinfektionsmittel, das insbesondere in Ställen eingesetzt wird. Es ist ein gefährliches, sehr ätzendes Produkt, das nur unter Beachtung der Sicherheitshinweise eingesetzt werden darf. Im vorliegenden Fall wurde das kontaminierte Bewässerungswasser aus dem Bewässerungssystem zum Löschen des Branntkalkes nach Ausbringen auf dem Boden verwendet. Dadurch wurde das Wasser ebenfalls dekontaminiert.

Desinfektionsmittel

Die im Gartenbau angewendeten Produkte lassen sich in zwei Kategorien einteilen: Biozide und Pflanzenschutzmittel. Gemäss SECO sind Biozide Wirkstoffe oder Zubereitungen, die Lebewesen abtöten oder zumindest in ihrer Lebensfunktion einschränken. Sie werden im nichtlandwirtschaftlichen Bereich zur Bekämpfung von Schadorganismen (Insekten, Pilze, Bakterien, Nager, Algen, etc.) eingesetzt. Pflanzenschutzmittel enthalten Wirkstoffe, die Pflanzen vor Schadorganismen schützen, Pflanzenerzeugnisse konservieren und unerwünschte Pflanzen oder Pflanzenteile (Unkraut) vernichten.

Das aktuelle Verzeichnis der in der Schweiz zugelassenen Pflanzenschutzmittel ist beim Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) erhältlich, namentlich über das Internet (www.psm.blw.admin.ch).

Biozide fallen in der Schweiz in den Zuständigkeitsbereich verschiedener Ämter, darunter das Bundesamt für Gesundheit (BAG). In der Schweiz zugelassene chemische Stoffe, einschliesslich Biozide, sind im Produktregister Chemikalien aufgeführt, das auf der Website des BAG verfügbar ist

<https://www.rpc.admin.ch/rpc/public/index.xhtml?lang=fr&winid=5104139>.

Die Wirksamkeit der meisten Desinfektionsmittel wird durch organische Substanzen herabgesetzt. Eine gründliche Reinigung vor ihrer Anwendung ist deshalb unbedingt erforderlich. Ausserdem ist es wichtig, die Eigenschaften des betroffenen Desinfektionsmittels gut zu kennen. Bei Mitteln mit korrosiven oder phytotoxischen Eigenschaften ist ein sorgfältiges Abspülen notwendig. Bei der Anwendung sind ausserdem folgende Punkte zu beachten:

- die für die Anwendung empfohlene Konzentration des Produkts
- die Temperatur bei der Anwendung
- der pH-Wert des Wassers, das zur Zubereitung der Lösung verwendet wurde
- die Kontaktzeit zwischen der Desinfektionslösung und der zu desinfizierenden Oberfläche
- der Schutz der anwendenden Person (Overall, Handschuhe, Maske usw.)

Biofilme

Gemäss Briandet *et al.* (2012) muss ein Desinfektionsmittel nach den geltenden Normen 99,999% der bekämpften Mikroorganismen abtöten. Wenn bedacht wird, dass ein Biofilm mehr als 10^9 Bakterien pro cm^2 Oberfläche enthalten kann, wird eine erfolgreiche Sterilisation (d.h. eine vollständige Abtötung) bei dieser Vorgabe allerdings nicht erreicht: Selbst wenn das Mittel die Norm erfüllt, wären $10'000$ überlebende Organismen pro cm^2 möglich. Ausserdem werden die Wirksamkeitstests bei suspendierten Kulturen in Teströhrchen durchgeführt. Die räumliche Organisation der Zellen bei Biofilmen wurde noch nie berücksichtigt! Es ist deshalb sehr schwierig oder sogar unmöglich, Bakterien vollständig abzutöten, die im Bewässerungssystem Biofilme bilden, insbesondere wenn die Kontamination über die Rezyklierung der Drainage zurückgeführt wird.

Literatur

- Anonyme, 2016. Les règles et mesures d'hygiène au travail. http://www.officiel-prevention.com/protections-individuelles/risque-biologique-chimique/detail_dossier_CHSCT.php?rub=91&ssrub=186&dossid=553 [10.01.2018]
- Blancard D., 2009. Les maladies de la tomate. Identifier, connaître, maîtriser. Editions Quae, Versailles, 679 p.
- Briandet R., Fechner L. & Dreanno C., 2012. Biofilms, quand les microbes s'organisent. Editions Quae, Versailles, 175 p.
- Girault J.J., 1995. La désinfection des serres. PHM Revue horticole 365, 33-36.
- Grodan, 2011. Nettoyage et désinfection de la serre. <http://www.grodan.com/files/Grodan/Marketing%20material/TandS/Preparing%20for%20a%20new%20crop/FR/1-3%20Nettoyage%20et%20désinfection%20de%20la%20serre.pdf> [02.08.2017]
- HortitecNews, 2017. Comment lutter contre le virus de la mosaïque du pépino dans les tomates sous-serres? <http://www.hortitecnews.com/lutter-contre-virus-de-mosaïque-pepino-tomates-serres/> [10.01.2018].
- Le Quillec, 2002. Gestion des effluents des cultures légumières sur substrat. Editions Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Paris, 197 p.
- Lambert L., 2004. Plus de mystères sur la désinfection en serres. Adresse: <https://www.agrireseau.net/Rap/documents/b22cs04.pdf> [10.01.2018]
- Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), Eidgenössischer Pflanzenschutzdienst (EPSD) – santé des plantes: <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/pflanzengesundheit-eidg-pflanzenschutzdienst/schutz-vor-besonders-gefaehrlichen-schadorganismen/ralstonia-solanacearum.html> [01.06.2017].
- Pardossi A., Carmassi G., Diara C., Incrocci L., Maggini R. & Massa D., 2011. Fertigation and Substrate Management in Closed Soilless Culture. EUPHOROS report (UNIPI), 63 p.

Impressum

Herausgeber: Agroscope
Centre de recherche Conthey
Route des Eterpys 18
1964 Conthey
www.agroscope.ch

Copyright: © Agroscope 2018