

Inhaltsverzeichnis

| | |
|-------------------------------------|---|
| Wie weiter nach Rostmilben-Befall ? | 1 |
| Pflanzenschutzmitteilung | 1 |
| Info-Tag Gemüsebau im Gewächshaus | 6 |

Wie weiter nach Rostmilben-Befall ?



Foto 1: Der bronzefarbige Stängel der absterbenden Tomatenpflanze weist auf den Befall mit Tomaten-Rostmilben (*Aculops lycopersici*) hin (Foto: R. Total, Agroscope).



Foto 2: Der Rostmilben-Befall beginnt häufig an der Pflanzenbasis. Die unteren Blätter vergilben und verbräunen meist als erstes und sterben ab (Foto: C. Sauer, Agroscope).

Vor dem Ausräumen befallener Tomatenkulturen sollte eine Abschlussbehandlung gegen Rostmilben erfolgen. Befallene Pflanzenteile sind anschliessend sorgfältig aus dem Haus zu entfernen. Tipps zur Gewächshaus-Desinfektion finden Sie im Merkblatt: «Vorbeugende Massnahmen und Desinfektion in Gewächshäusern» im Anhang der heutigen Gemüsebau Info Mail.

Um die Überwinterung des Schädling in den Häusern einzudämmen, sollte mehrmals Frost einwirken können. In geheizten Häusern bzw. in milden Wintern können die Rostmilben überleben, weshalb zur Pflanzung der neuen Tomaten-Kultur 2019 eine Behandlung gegen den Schädling eingeplant werden sollte. Es wird empfohlen, diese nach ca. 14 Tagen zu wiederholen.

Pflanzenschutzmitteilung



Foto 3: In reifenden Buschbohnen-Beständen treten vermehrt Hülsen mit kleinen Erhöhungen (Polstern) auf. Ursache ist vermutlich ein hoher Wasserdruck in der Pflanze. Es kommt zum Anschwellen der Zellen, die letztlich aufplatzen können. Tiefe Lufttemperaturen bei warmem Boden und hoher Bodenfeuchtigkeit begünstigen dieses Phänomen (Foto: C. Sauer, Agroscope).



Foto 4: Larve der Rapsminierfliege (*Scaptomyza flava*) neben ihrer Platzmine an einem Blatt von Chinakohl (Foto: R. Total, Agroscope). Erfahrungsgemäss ist es möglich, dass die Rapsminierfliege in die Kulturen im geschützten Anbau einwandert und z.B. Kohlrabi oder Pak-Choi befällt. Kulturkontrollen sind angezeigt.



Foto 5: Thripsschäden an jungen Zwiebelpflanzen (Foto: C. Sauer, Agroscope). In Einzelfällen ist es in der letzten Woche nochmals zu starken Thripsflügen (*T. tabaci* u.a.) gekommen. Je nach Standort ist eine stattliche Anzahl Thripslarven in den Blattscheiden von Zwiebeln zu finden. Kontrollieren Sie die Bestände und führen Sie bei Bedarf eine Behandlung durch.



Foto 6: Schlüpfende Weisse Fliegen (*Aleyrodes proletella*) und eine Vielzahl an fast ausgewachsenen Puparien an einem Kohl-Blatt (Foto: C. Sauer, Agroscope).

Kohlmottenschildläuse an winterharten Kohlarten

In Federkohl, Winterwurz u.a. haben sich die Weissen Fliegen inzwischen etabliert und der Schlupf der neuen Generation hat begonnen. Kontrollieren Sie die Bestände und führen Sie rechtzeitig eine Behandlung durch. Je weniger Kohlmottenschildläuse sich vor dem Winter entwickeln können, umso besser.

In Blattkohlen und Kopfkohlen im Freiland sind mit einer Wartefrist von 3 Tagen gegen Kohlmottenschildläuse bewilligt: Pyrethrine (Alaxon Gold, Deril, Sanoplant Bio-Spritzmittel) sowie Pyrethrine + Sesamöl raffiniert (Parexan N, Pyrethrum FS, Sepal). Mit 1 Woche Wartefrist können das nützlingsschonendere Pymetrozine (Plenum WG) und Rapsöl + Pyrethrine (BIOHOP DeITRUM, Spruzit Schädlingssfrei) verwendet werden. Bei den Pyrethroiden Lambda-Cyhalothrin (verschiedene) und zeta-Cypermethrin (ArboRondo ZC 1000, Fury 10 EW), bei Spirotetramat (Movento SC) und Thiacloprid (Biscaya) beträgt die Wartefrist in den genannten Kulturen 2 Wochen. In Kopfkohlen kann ferner Bifenthrin (Capito Multi Insektizid, Talstar SC) gegen Kohlmottenschildläuse mit einer Wartefrist von 3 Tagen eingesetzt werden.



Foto 7: Papierflecken an Herbstspinat (*Cladosporium variabile*) (Foto: C. Sauer, Agroscope).

Papierflecken treten jetzt an Spinat auf

In Nebellagen breitet sich an Herbstspinat die Papierflecken-Krankheit aus. Typisch für Papierflecken sind die rundlichen schmutzig-weißen Flecken, die von einer wässrig grünen bis leicht bräunlichen Zone umrandet sind (Foto 7). Der Pilz (*Cladosporium variabile*) wird mit dem Saatgut übertragen und benötigt für die Infektion eine hohe relative Luftfeuchtigkeit von 90 %. Der Befall beginnt etwa ab dem 6- bis 8-Blattstadium an den älteren Blättern. Kulturkontrollen sind zu empfehlen.

Gegen Papierflecken an Spinat kann mit einer Wartefrist von 1 Woche Acibenzolar-S-methyl (Bion) verwendet werden. Winterspinat kann im 4- bis Beginn 6-Blattstadium mit Mancozeb + Metalaxyl-M (Ridomil Gold) gegen Papierflecken behandelt werden. Die Wartefrist beträgt 3 Wochen. Auflagen beachten !

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> .

Hinweis zur Schaderreger-Tabelle: Ab sofort werden weit verbreitete Schadorganismen wie die Blattfleckenkrankheiten und die Rostpilze der allermeisten Pflanzenfamilien nicht mehr in der unten stehenden Tabelle aufgeführt. Dies gilt ebenso für den Echten Mehltau der Karotten (*Erysiphe umbelliferarum*), den Falschen Mehltau der Kürbisgewächse (*Pseudoperonospora cubensis*) sowie für allgemeine Schädlinge wie Spinnmilben (*Tetranychus urticae*), Erdflöhe (*Phyllotreta* spp.) und die Rübsenblattwespe (*Athalia rosae*) an Kohlgewächsen und die Spargelkäfer (*Crioceris* spp.). Die Lauchmotte (*Acrolepiopsis assectella*) hat ihren 3. Flug sogut wie beendet und wird daher nicht erwähnt.

| | Schädling / Krankheit | Hinweis | Aktivitäten Stand | | Pflanzenschutzempfehlungen für die genannten Kulturen | |
|---|--|------------|-------------------------------|------------------------------|---|------------------|
| | | | vor 7 Tagen | aktuell | DATAphyto / Dokumente / Pflanzenschutzmittel-Listen * | Merkblatt FiBL** |
|  | Schnecken (<i>Deroceras</i> r., <i>Arion</i> spp.) | | ++ | ++ | Dokumente / Allgemeine Informationen | S. 8 (7) |
|  | Blumen- und Kopfkohle / Rosen- und Blattkohle / Kohlrabi | | | | | |
| | Kohldrehherzgallmücke (<i>Contarinia nasturtii</i>) | | +++ | ++ | Kapitel 2-4 | S. 14 (9) |
| | Rapsminierfliege (<i>Scaptomyza flava</i>) | siehe S. 1 | ++ ↘ | ++ | Kapitel 2-4 | S. 16 (12) |
| | Blumen- und Kopfkohle / Rosen- und Blattkohle / Kohlrabi / Speisekohlrüben / Radies / Rettich | | | | | |
| | Kohlfliege (<i>Delia radicum</i>) | | +++ | ++ | Kapitel 2-7 | S. 15 (11) |
| | Blumen- und Kopfkohle / Rosen- und Blattkohle / Kohlrabi / Radies / Rettich / Rucola | | | | | |
| | Mehlige Kohlblattlaus (<i>Brevicoryne brassicae</i>) | | + ↗ | + ↗ | Kapitel 2-4, 6-8 | S. 13 (8) |
| | Kohlmottenschildlaus (<i>Aleyrodes proletella</i>) | siehe S. 2 | +++ | +++ | Kapitel 2-4, 6-8 | S. 15 (10) |
| | Kohlräupen (<i>Mamestra brassicae</i> , <i>Plutella xylostella</i> , <i>Pieris</i> spp.) | | +++ Falter, Eier u. Raupen | ++ Falter, Eier u. Raupen | Kapitel 2-4, 6-8 | S. 12 (6) |
| | Blumen- und Kopfkohle / Rosen- und Blattkohle / Kohlrabi / Radies / Rettich / Rucola | | | | | |
| Falscher Mehltau (<i>Peronospora parasitica</i>) | | ++ | ++ ↗ | Kapitel 2-4, 6-8 | S. 11 (4) | |
|  | Kopfsalate / Blattsalate | | | | | |
| | Blattläuse (<i>N. ribisnigri</i> , <i>M. euphorbiae</i> , <i>M. persicae</i> u.a.) | | ++ | + | Kapitel 9-10 | S. 7 (6) |
| | Erd- und Eulenraupen (<i>A. gamma</i> , <i>A. segetum</i> u.a.) | | ++ | + | Kapitel 9-10 | S. 6 (5) |
| | Blattfleckenkrankheiten (<i>Alternaria</i> sp., <i>Marssonina</i> p.) | | ++ | ++ | Kapitel 9-10 | - |
| | Falscher Mehltau (<i>Bremia lactucae</i>) | | + | ++ | Kapitel 9-10 | S. 5 (3) |

| | Schädling / Krankheit | Hinweis | Aktivitäten Stand | | Pflanzenschutzempfehlungen für die genannten Kulturen | |
|---|--|------------|-------------------|---------------|---|-----------------------------------|
| | | | vor 7 Tagen | aktuell | DATAphyto / Dokumente / Pflanzenschutzmittel-Listen * | Merkblatt FiBL** |
|  | Lauch / Zwiebeln / Knoblauch / Schnittlauch | | | | | |
| | Zwiebelthrips (Thrips tabaci) | siehe S. 1 | +++ ↗ | +++ ↗ | Kapitel 32-34, 40 | S. 29 (6), S. 31 (4) |
| | Lauchminierfliege (Napomyza gymnostoma) | | + ↗ | ++ | Kapitel 32-34, 40 | S. 32 (5) |
| | Zwiebeln | | | | | |
| | Falscher Mehltau (Peronospora destructor) | | !*) | !*) | Kapitel 33 | S. 28 (4) |
|  | Karotten / Knollenfenchel / Knollensellerie, Stangensellerie / Wurzelpetersilie | | | | | |
| | Möhrenfliege (Psila rosae) | | ++ | ++ | Kapitel 16-18, 41 | S. 20 (3) |
| | Petersilie | | | | | |
| | Septoria-Blattflecken (Septoria petroselini) | | !*) | + ↗ | Kapitel 40 | - |
| | Knollenfenchel, Petersilie | | | | | |
| | Falscher Mehltau (Plasmopara umbelliferarum) | | !*) | !*) | Kapitel 17, 40 | - |
|  | Schnittmangold, Krautstiel | | | | | |
| | Rübenmotte (Scrobipalpa ocellatella) | | ++ Falter | + ↘ Falter | - | - |
| | Spinat | | | | | |
| | Eulenraupen (Noctuidae) | | + | + | Kapitel 20 | S. 42 (5) |
| | Papierfleckenkrankheit (Cladosporium variabile) | siehe S. 2 | - | + ↗ | Kapitel 20 | S. 41 (3) |
|  | Nüsslisalat (Feldsalat) | | | | | |
| | Echter Mehltau (Erysiphe communis, E. polyphaga) | | ++ | ++ | Kapitel 19 | S. 44 (3) |
|  | Tomaten / Auberginen | | | | | |
| | Tomatenminiermotte (Tuta absoluta) | | + ↗ | ++ | Kapitel 29 | S. 61 (9) |
| | Tomaten | | | | | |
| | Tomatenrostmilbe (Aculops lycopersici) | siehe S. 1 | +++ ↗ | ++++ | Kapitel 29 | S. 61 (9) |
| Gurken / Zucchini / Tomaten / Paprika / Auberginen | | | | | | |
| | Blattläuse (A. gossypii, A. frangulae, A. citricola, M. persicae) | | ++++ | ++ | Kapitel 25-26, 29-31 | S. 53 (10), S. 61 (10), S. 68 (5) |

| | Schädling / Krankheit | Hinweis | Aktivitäten Stand | | Pflanzenschutzempfehlungen für die genannten Kulturen | |
|--|---|---------|-------------------|---------|---|--------------------------|
| | | | vor 7 Tagen | aktuell | DATAphyto / Dokumente / Pflanzenschutzmittel-Listen * | Merkblatt FiBL** |
|     | Bohnen / Gurken / Paprika / Auberginen | | | | | |
| | Marmorierte Baumwanze (Halyomorpha halys) | | +++ ↗ | +++ | - | S. 71 (12) |
| | Paprika / Auberginen | | | | | |
| | Weichhautmilben (Polyphagotarsonemus latus) | | ++ | ++ | Kapitel 30, 31 | S. 68 (7) |
| | Gurken / Tomaten / Paprika | | | | | |
| | Eulenraupen (Lacanobia oleracea u.a.) | | ++ | ++ | Kapitel 25, 29, 30 | S. 64 (14) S. 70 (11) |

Tabellenlegende

| Kein Problem: - | Zunehmend: ↗ | Abnehmend: ↘ | Vereinzelt: + | Vorhanden: ++ | Probleme: +++ |
|---|-----------------|---|------------------|---|------------------|
| * Internet-Pflanzenschutzmitteldatenbank DATAphyto: http://dataphyto.agroscope.info | | ** Homepage FiBL (Ausgabe 2018): https://shop.fibl.org/chde/1284-pflanzenschutzempfehlung.html | | !*) Schaderreger könnte auftreten, Kulturkontrollen bzw. Fallenüberwachung empfehlenswert! | |

Info-Tag Gemüsebau im Gewächshaus

Am 23. August 2018 fand bei Agroscope in Conthey die Infotagung zum Thema Gemüsebau im Gewächshaus statt, an der Vertreterinnen und Vertreter der Kantone und der Branche teilnahmen. Auf dem Programm standen Präsentationen zur verschiedenen Anbautechniken, u.a. von Jacques Fuchs vom FiBL. Nach den Vorträgen fanden verschiedene Besichtigungen der laufenden Versuche statt.

Desinfektion der Gewächshäuser: Präsentation des neuen Merkblatts

Das Merkblatt «Die Desinfektion von Gewächshäusern» (2007) ist aktualisiert worden und heisst jetzt: «Vorbeugende Massnahmen und Desinfektion in Gewächshäusern». Aus aktuellem Anlass finden Sie es im Anhang der heutigen Gemüsebau Info Mail.

C. Gilli, Agroscope

(celine.gilli@agroscope.admin.ch)

Strategien zur Entwicklungshemmung von *Agrobacterium*

Agrobacterium rhizogenes ist verantwortlich für die übermässige Wurzelwucherung in Substratkulturen (Tomaten, Auberginen, Gurken). Die Pflanzen werden mehr vegetativ und es gibt Ertragsverluste. Diese Bakterie hat auch die Fähigkeit, Biofilme um die Wurzeln und im Bewässerungssystem zu bilden, was seine Eliminierung sehr erschwert.



Abb. 1: Starkes Wurzelwachstum einer Auberginenpflanze im Substrat (Foto: S. Eberle, Agroscope).

Das europäische C-RootControl-Projekt zwischen Frankreich, Belgien und der Schweiz hat zum Ziel, unter Berücksichtigung der Lage in Europa Bekämpfungsstrategien gegen diese Krankheit zu entwickeln, der Bildung von Biofilmen vorzubeugen, nach Organismen zur biologischen Bekämpfung (BCO) zu forschen und Anbautechniken zur Hemmung der Symptome zu entwickeln. Stämme aus verschiedenen Kulturen und verschiedenen Ländern sind charakterisiert worden nach: Toleranz auf Wasserstoffperoxid (Desinfektions-

mittel), Fähigkeit Biofilme zu bilden und auf ihre Katalase-Aktivität. Der Stammbaum zeigt eine breite Variation unter den Stämmen, was zu Unterschieden hinsichtlich des Schweregrades der Symptome (Wurzelwucherung, vegetatives Wachstum, Produktionsverlust) und der Toleranz gegenüber Wasserstoffperoxid führt. Im Idealfall sollte die Behandlung dieser Krankheit spezifisch für jeden betroffenen Betrieb sein. Es ist ein Screening zur Verhinderung der Biofilm-Bildung durchgeführt worden. Die besten Komponenten werden zur Zeit in einem Pilotsystem getestet.

C. Gilli, Agroscope

(celine.gilli@agroscope.admin.ch)

Sind Kompost und Gärgut für den Gemüsebau von Interesse?

Jacques Fuchs vom FiBL hat in Sachen Kompost und Gärgut und deren Nutzen für den Gemüsebau eine Bestandsaufnahme durchgeführt. Diese zwei Recyclingdünger liefern Nährelemente (Makro- und Oligoelemente) und organisches Material, verbessern das Wasseraufnahme- und -rückhaltevermögen, verringern die Erosion und zeigen eine positive Wirkung auf die Bodenstruktur, den pH-Wert, das mikrobielle Gleichgewicht und auf die mikrobielle Aktivität des Bodens. In einem bei Knollensellerie durchgeführten Versuch sind fünf verschiedene Düngungs-Varianten verglichen worden (Gesamtmenge des Gärgutes aufgeteilt auf eine, zwei oder drei Gaben, Gabe eines Handelsdüngers und eine ungedüngte Kontrolle). Die Erträge waren in den Varianten mit Gärgut mindestens so hoch wie in derjenigen mit dem Handelsdünger. Auch bei der Qualität wurden keine Unterschiede beobachtet. Die Nährstoff-Zusammensetzung im flüssigen Gärgut entsprach weitestgehend den Nährstoffansprüchen der Kultur. Im Vergleich zu den offiziellen Gehaltsangaben gemäss Suisse-Bilanz war die Phosphor-Menge jedoch leicht erhöht und die des Kaliums etwas zu niedrig. Finanziell schnitten die Varianten mit dem flüssigen Gärgut deutlich günstiger ab, denn die Kosten dieses Biodüngers sind hier ausserordentlich gering, selbst wenn die höheren Kosten für die Ausbringung des flüssigen Gärgutes berücksichtigt werden. Um die Versickerung des flüssigen Gärgutes zu verhindern, wird empfohlen, die Applikation auf zwei Gaben von maximal 40 m³ pro ha und Gabe aufzuteilen.

Was den Kompost anbelangt, so besitzt dieser die Eigenschaft, bodenbürtige Krankheiten zu unterdrücken. So zeigten bestimmte Kompostarten in Versuchen eine Wirkung gegen die Auflaufkrankheit *Pythium ultimum* bei Spinat, gegen die Kohlhernie und gegen *Rhizoctonia solani* an Kartoffeln. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Gärgut in der Phase ausgebracht werden sollte, in der die Pflanze Stickstoff aufnehmen kann. Es hat einen guten kurzzeitigen Düngungseffekt und liefert Substrat für die Mikroorganismen im Boden.

Langfristig verbessern Gärgutgaben den Humusgehalt und die Struktur des Bodens nur mittelmässig. Kompost kann dagegen fast das ganze Jahr über ausgebracht werden. Kurzfristig hat er einen mässigen Düngungseffekt, mittel- bis langfristig jedoch eine gute Wirkung auf den Humusgehalt und die Struktur des Bodens. Allerdings muss bei den Kompostgaben im Herbst auf die Kompostqualität hinsichtlich der Stickstoff-Immobilisierung geachtet werden. Die Wahl des auszubringenden Düngers hängt daher von der Wirkung ab, die erzielt werden soll, (kurz- oder langfristige Düngerwirkung, Verbesserung der Bodenstruktur oder die Unterdrückung bodenbürtiger Krankheiten usw.); ferner hängt sie auch von der Kultur und der Jahreszeit ab. Wir kommen zum Schluss, dass Kompost und Gärgut für die Produzenten wertvolle Produkte darstellen, sofern ihre Qualität einwandfrei ist und sofern sie zweck- und wirkungsgemäss ausgewählt und regelkonform angewendet werden. Je nach Situation könnte ein kombinierter Einsatz eine ergänzende Wirkung haben (z.B. von einem Kompost mit einem erhöhten Holzanteil für eine langfristige Verbesserung der Bodenstruktur kombiniert mit flüssigem Gärgut als schnell verfügbare Düngergabe für die Pflanzen).

J. Fuchs, FiBL

(jaques.fuchs@fibl.org)

Vorstudie energieoptimierte Gewächshausentfeuchtung

Diese Studie ist im Rahmen eines von EnergieSchweiz, Jardin Suisse und dem VSGP unterstützten Projekts durchgeführt worden. Sie läuft in zwei Phasen ab: eine erste Phase besteht aus einer Marktanalyse und einer Literaturanalyse von Gewächshaus-Entfeuchtungssystemen, eine zweite Phase basiert auf einem Pilotprojekt. Die Resultate der ersten Phase sind präsentiert worden. Im Gewächshaus ist die Kontrolle der Feuchtigkeit notwendig um die Kondensation auf den Pflanzen zu verhindern und so das Krankheitsrisiko der Pflanzen zu reduzieren (insbesondere *Botrytis*), um die Transpiration zu fördern und so den Fluss von Nährstoffen in der Pflanze zu erhöhen und um beste Bedingungen für die Befruchtung zu schaffen. Meist wird das Gewächshaus zur Entfeuchtung geöffnet, warme und feuchte Luft weicht aus und kalte Luft strömt ein. Bei der Erwärmung dieser kalten und feuchten Luft wird sie warm und trocken, somit sinkt die Feuchtigkeit im Gewächshaus. Dieser Vorgang braucht aber Energie (Wärmeverlust), ca. 20% des Energieverbrauchs wird für die Entfeuchtung verbraucht (Gewächshäuser in den Niederlanden). Drei Entfeuchtungs-Methoden können im Gewächshaus angewendet werden. (Campen, 2009): kontrollierte Lüftung also Luftwechsel von Innen- und Aussenluft, Kondensation auf einer kalten Oberfläche (mit oder ohne Wärmegewinnung) und Absorption durch hygroskopisches Material. Stand und Kenntnisse der verschiedenen Systeme in der Schweiz sind vorgestellt worden: AVS ohne WRG, AVS mit WRG, WP-Entfeuchtung und Hygroskopische Entfeuchtung. Derartige Systeme werden in der Schweiz lediglich durch etwa zehn Unternehmen benutzt. Acht dieser Installationen sind bei grossen Gemüsebauunternehmen in Betrieb oder im Bau. Diese Unternehmen installieren die Variante AVS. Die bis jetzt realisierten Energieeinsparungen liegen unter den Angaben der Hersteller. Für die Unterglasbetriebe liegt der hauptsächlichste Vorteil dieser Systeme bei der Verbesserung

der Kulturführung (Verbesserung von Ertrag und Qualität, Verringerung des Krankheitsrisikos). Der Bericht der ersten Phase des Projekts ist verfügbar auf : http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_35927332.pdf

Im Rahmen des Pilotprojekts (2018-2020), können max. 4 Produzenten von der Unterstützung bei der Wahl des Entfeuchtungssystems profitieren. DM Energieberatung AG wird die Produzenten in technischen Aspekten unterstützen, mit dem Ziel maximale Energieeinsparungen zu realisieren. Agroscope wird die Produzenten ebenfalls begleiten und den Einfluss der verschiedenen Entfeuchtungssysteme auf die Qualität der Kulturen dokumentieren. Wir sind auf der Suche nach drei Kandidaten...

C. Gilli, Agroscope & S. Martin, DM Energieberatung AG

(celine.gilli@agroscope.admin.ch)



Foto 2: Info-Tag Gemüsebau im Gewächshaus in Contthey (Foto: Agroscope).

Digitalisierung im Gewächshaus

Die Digitalisierung ist ein Verfahren welches zum Beispiel einen Prozess in einen IT-Code umwandelt, um für die Unternehmung Verbesserungen zu erzielen. Im Gewächshaus werden bereits viele Technologien verwendet, um das Klima oder die Bewässerung zu steuern. Derzeit basiert aber keine davon direkt auf der Pflanze. Das Projekt PISA zielt darauf ab, einen Bio-Sensor zu entwickeln, um das Verhalten der Pflanzen zu verstehen und so die Kultur möglichst gut zu lenken. Dazu arbeiten vier Partner zusammen: Vivent Sàrl, HEIG-FR, HEIG-VD und Agroscope. Es ist seit über einem Jahrhundert bekannt, dass es in den Pflanzen elektrische Signale gibt. Die Pflanzen strahlen als Antwort auf Umweltveränderungen oder andere Stimuli schwache und rasche Signale aus. Diese Signale können beobachtet werden, wenn es der Pflanze an Wasser mangelt, wenn sich Temperatur und Lichtverhältnisse verändern oder bei Befall durch Schädlinge. Und je nach Stimuli sind sie unterschiedlich (Licht, Bewässerung, biol. Angriffe). Sie könnten also für die Produzenten als Informationssystem in Echtzeit dienen. Die ersten Resultate sind sehr ermutigend. Das Projekt dauert bis 2019. Derzeit sind Prototypen in der Validierungsphase bei Agroscope. Das Ziel ist die Entwicklung des ersten digitalen Sensors für Pflanzen zur Verbesserung der Kulturführung.

C. Camps & D. Tran, Agroscope

(cedric.camps@agroscope.admin.ch)

Impressum

| | |
|---------------------------------|---|
| Daten und Informationen | Daniel Bachmann & Christof Gubler, Strickhof, Winterthur (ZH) |
| lieferten: | Lutz Collet & Emilie Fragnière, Grangeneuve, Posieux (FR) Patrick Joller & Michael Mannale, Arenenberg, Salenstein (TG) Martin Keller & Esther Mulser, Beratungsring Gemüse, Ins (BE) Eva Körbitz & Daniela Marschall, Landwirtschaftliches Zentrum, Salez (SG) Suzanne Schnieper & Christian Wohler, Liebegg, Gränichen (AG), Serge Fischer, Jürgen Krauss & Matthias Lutz, Agroscope |
| Herausgeber: | Agroscope |
| Autoren: | Cornelia Sauer, Matthias Lutz, Serge Fischer, Lucia Albertoni, Mauro Jermini (Agroscope) und Martin Koller (FiBL) |
| Übersetzung: | Katrin Schlatter, Reto Neuweiler, C. Sauer |
| 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 |

Vorbeugende Massnahmen und Desinfektion in Gewächshäusern

Autoren: Céline Gilli¹, Markus Bünler¹, 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 Spaliern, 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.

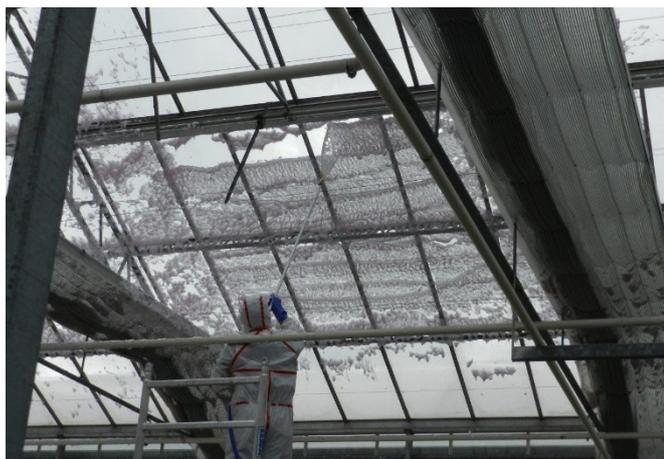


Abbildung 4: Desinfektion eines Gewächshauses mit einem schäumenden Desinfektionsmittel (Foto: C. Gilli)

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