

Gewebe verfärbt sich anschließend braun. Bei einem sehr frühen Befall wird der Embryo bereits in der Samenschale vernichtet. Das Schadbild kann mit einem Drahtwurmbefall verwechselt werden. Ist das Pflanzenwachstum aufgrund der Witterung oder aus anderen Gründen verzögert, ist die Befallsgefahr besonders hoch. Obwohl die Tausendfüßer eine Lebensdauer von mehreren Jahren besitzen, kommt es selten in zwei aufeinander folgenden Jahren zu Schäden. Eine direkte Bekämpfung ist nicht möglich und auch nicht empfehlenswert, da der Tausendfüßer ein wertvoller Helfer ist, der Pflanzenreste zu bodenstabilen Humuskomplexen zersetzt. Die einzige vorbeugende Maßnahme besteht darin vor dem Anbau sensibler Kulturen keine großen Mengen an organischer Substanz auszubringen und einen schnellen Feldaufgang zu fördern.

Zwergfüßer

Zwergfüßer gehören ebenfalls zum Unterstamm der Tausendfüßer und damit zum Stamm der Gliederfüßer. Die ca. 9 mm großen Bodenbewohner leben hauptsächlich in der obersten Bodenschicht und sind auch unter Dunghäufen oder Steinen zu finden. Ähnlich wie der getüpfelte Tausendfüßer besitzt diese Art weder Augen noch Farbpigmente, sie ist also durchsichtig. Es gibt etwa 150 Arten auf der ganzen Welt. Eigentlich ernähren sich die Zwergfüßer ebenfalls von abgestorbenem Pflanzenmaterial, können bei einem Massenaufreten zu Schädlingen mutieren. Als Angehörige des Unterstammes der Tausendfüßer ist der Körper der Zwergfüßer in 12 Segmente gegliedert, die jeweils ein Beinpaar tragen. Der flache Kopf besitzt auf der Unterseite mehrere flache Mundwerkzeuge. Das größte Unterscheidungsmerkmal zum gefleckten Doppelfüßer sind neben den fehlenden roten Wehrdrüsen die so genannten Gliederantennen, die aus einer Kette gleichartiger Antennenglieder zusammengesetzt sind. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal sind die am Hinterleib sitzenden Spinndrüsen. Die aus den abgelegten Eiern schlüpfenden Jungtiere haben eine verminderte Anzahl an Beinpaaren. Bei jeder Häutung kommt dann ein Beinpaar dazu, bis alle Segmente vollzählig sind.

Franziska Blind

Kopffäule bei Brokkoli

Der Anbau von Bio-Brokkoli hat sich in der Schweiz in den letzten Jahren zu einer sehr anspruchsvollen und risikoreichen Kultur entwickelt. Nebst zunehmenden Schäden durch Schädlinge wie Kohldrehherz gallmücken oder Wanzen, kommt es insbesondere im Herbstanbau vermehrt zu Ausfällen aufgrund von Kopffäule. Bei der Kopffäule beginnen einzelne Röschen kurz vor der Erntereife oder gar erst im Ladenregal zu faulen, was die Ware unverkäuflich macht. Um den Infektionsverlauf besser zu verstehen und sinnvolle präventive Massnahmen zu erforschen läuft am FiBL seit diesem Jahr ein Forschungsprojekt. Im folgenden Artikel sind erste Erkenntnisse aus einer Literaturstudie zusammengefasst.

Was ist Kopffäule?

Kopffäule ist ein Sammelbegriff für Krankheiten oder physiologische Schäden, die dazu führen, dass die Brokkoliblumen faulen. Die Fäule kann bereits auf dem Feld, oder erst in der Verpackung auftreten und führt meist zu einer Zurückweisung durch den Vermarkter.

Die Ursache der Kopffäule ist noch nicht vollständig geklärt. Laut Matthias Lutz (Phytopathologe an der Agroscope Wädenswil) wurde bei Untersuchungen an faulen Brokkoliköpfen meist Kohlschwärze (*Alternaria brassicae* und *A. brassicicola*), aber auch Falscher Mehltau (*Hyaloperonospora brassicae*) und Bakterienkrankheiten (*Erwinia*, *Pseudomonas*) gefunden. Nicht selten wurden mehrere Erreger gleichzeitig festgestellt. Zusätzlich gibt es auch seltenere Kopffäule-Auslöser, wie Grauschimmel (*Botrytis cinerea*), Sklerotinia, hohle Strünke oder Xanthomonas. Manche Erreger zeigen sich bereits im Vorfeld durch Symptome auf den Blättern, andere wiederum befallen nur die Brokkoliblumen, womit die Früherkennung kaum möglich ist. Das Erscheinungsbild der befallenen Brokkoliröschen variiert zwischen verfärbten, abgesenkten

oder komplett zerfallenen bzw. flüssigen Zellbeständen und Sporenrasen auf den Blüten. Häufig fällt die Kopffäule durch einen sehr penetranten Geruch auf, welcher von süsslich bis gammelig reicht.

In den kommenden Abschnitten werden die drei Krankheitserreger bei Brokkoli vorgestellt, welche laut Erfahrungsberichten in unseren Breitengraden am häufigsten im Verdacht stehen, Kopffäule auszulösen.

Kohlschwärze - *Alternaria brassicae*, *A. brassicicola*

Die *Alternaria* Pilzinfektion beginnt häufig mit 1-3mm grossen dunklen Punkten auf älteren Blättern, welche zu bis zu 12mm grossen, grauen, braunen und schwarzen Flecken mit konzentrischen Kreisen heranwachsen können. Oft weisen sie auch einen Schrotschuss-Effekt auf (Abb. 1). Ebenfalls können bei warmen und feuchten Konditionen kleine dunkle Pünktchen auf der Blume auftreten, welche zu einem grossflächigen Zellerfall führen können (Abb. 2). Die faulen Stellen und verletzten Blätter können zudem Eintrittspforten für weitere Pathogene darstellen.



Abb. 1, Alternariabefall an Brokkoliblättern (Bildquelle Martin Koller).

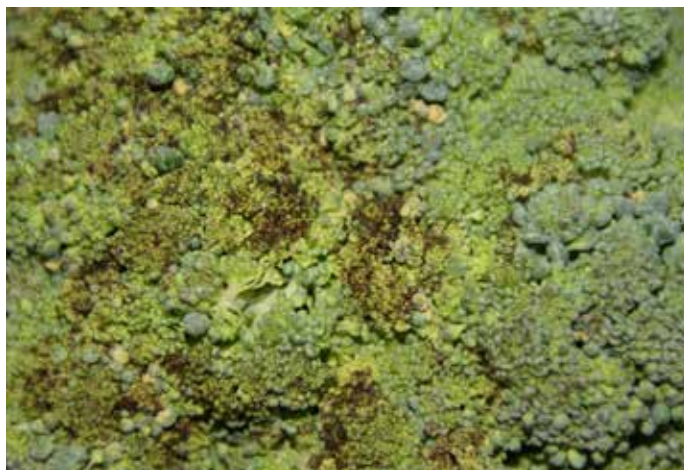


Abb. 2, *Alternaria* auf Brokkoliblumen (Bildquelle Agroscope).



Abb. 3, *Pseudomonas* am Blumenkohl (Bildquelle Josef Schlaghecken).

Das Einschleppen der *Alternaria*-Sporen kann über Erntereste im Boden erfolgen. Auch ein Befall über das Saatgut ist möglich. In der Schweiz sind im Biogemüsebau bei Brokkoli verschiedene Kupferpräparate gegen *Alternaria* zugelassen. Aktuelle Versuche zeigen jedoch einen ungenügenden Schutzeffekt durch Kupferpräparate. Vorsicht ist auch bei der Zumischung von Netzmitteln geboten. Diese führen zwar zu einem gleichmässigeren Spritzbelag, schwächen aber gleichzeitig die schützende Wachsschicht der Pflanze, womit die natürliche Barriere gegen Krankheitserreger reduziert wird.

Bakterien - *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas fluorescens*, *P. marginalis*, *P. viridiflava*

Weichfäule (*Erwinia carotovora*) teilt sich mit verschiedenen *Pseudomonas*-Arten den zweiten Platz der häufigsten Pathogene, welche im Verdacht stehen Kopffäule auszulösen. *Pseudomonas* kann durch infiziertes Saatgut

übertragen werden. Auch Ernterückstände, welche nicht rasch durch oberflächliche Bodenbearbeitung in den Boden eingearbeitet wurden, können zu Infektionen führen. *Pseudomonas* tritt dabei in bestehende Eintrittspforten, wie etwa Blatt- oder Stängelverletzungen der Brokkolipflanze, ein. *Erwinia* wiederum wird häufig durch Schmierinfektionen nach der Ernte übertragen, befindet sich aber ebenfalls im Boden und gelangt über geschädigtes Gewebe in die Pflanze. Solche kleinen Verletzungen können durch maschinelle Bearbeitung, abgestorbene Blätter und Wurzeln aufgrund von Staunässe, Schädlinge, Starkregen, zu starker Bewässerung oder Krankheiten wie *Alternaria* entstehen. Warm-feuchte Bedingungen fördern die Weiterentwicklung der Krankheit und die Neuinfektion über Verletzungen.

Pseudomonas kann Symptome auf den Blättern entwickeln, welche von gelblich-braunen Flecken, bis hin zu einem gelöcherten und zerfetzten

Erscheinungsbild reichen (Abb. 3). Sie äussert sich jedoch im Vergleich zu anderen bakteriellen Krankheiten nicht mit verfärbten Leitbahnen. *Erwinia* befällt direkt nach der Infektion insbesondere die Strünke und löst wässrig-schleimige Weichfäule aus. Sowohl bei *Erwinia*, als auch bei *Pseudomonas* können vor oder nach der Ernte wässrig-braune Flecken an weiteren Pflanzenteilen, wie etwa an den Knospen auftreten (Abb. 4). Diese sind optisch kaum voneinander zu unterscheiden. Der Geruch einer *Erwinia*-Infektion ist hingegen eher süsslich, *Pseudomonas* riecht eher modrig.

Falscher Mehltau - *Hyaloperonospora parasitica*

Der Falsche Mehltau ist ein Pilz, welcher sich auf der Blattunterseite mit hellem Pilzrasen ausbreitet. Er tritt vor allem bei der Jungpflanzenanzucht auf, gelegentlich aber auch in älteren Beständen. Die Übertragung kann über Saatgut, Erntereste und durch Sporenzufuhr aus Feldern in der Region



Abb. 4, *Erwinia* an Brokkoliröschen (Bildquelle Steve Koike, TriCal Diagnostics).



Abb. 5, Falscher Mehltau an Brokkoliblumen (Bildquelle R. L. Wick).

erfolgen. Der Erreger kann im Boden, in Blattresten oder im Strunk längere Zeit überdauern. Bei 16°C und einer hohen Luftfeuchtigkeit herrschen die besten Infektionsbedingungen.

Auf der Blattoberseite sind gegebenenfalls gelbliche Flecken sichtbar. Bei starkem Befall durchwächst der Pilz die Blüte. Dies äussert sich durch Symptome im Inneren der Blume, bis hin zu einem weisslich bis grauen, oder schwarzen Sporenrasen auf der Blume (Abb. 5).

Ein Befall kann während der ganzen Anbausaison auftreten. Das grösste Risiko einer Infektion mit Falschem Mehltau, ist jedoch im Herbst, wenn die Temperaturen etwas runtergekühlt sind und es feuchter ist.

Allgemeine Massnahmen gegen Kopffäule

Zugelassene Pflanzenschutzmittel (v.a. Kupferpräparate) gegen die genannten Erreger können aufgrund der Wartefristen (meist 3 Wochen) kaum auf die Brokkoliblüten appliziert werden. Somit stehen im Bio-Brokkolianbau einzig einige allgemeine kulturtechnische Massnahmen zur Vorbeugung von Kopffäule zur Verfügung.

- Mindestens drei Jahre Anbaupause zwischen Kreuzblütlern, um Infektionskreisläufe zu durchbrechen
- Verwendung von zertifiziertem Saatgut (mit Heisswasserbehandlung) und gesunden Jungpflanzen (insbesondere Falscher Mehltau)
- Sorten mit rundem, gewölbtem, kuppelförmigen Kopf (um ein schnelleres Abfließen des Wassers zu fördern) und einer starken Wachsschicht wählen
- Nicht zu stickstofflastig düngen, um physiologische Schäden zu verhindern.
- Möglichst schnelles abtrocknen der Bestände fördern, etwa durch reduzierte Pflanzdichte (z.B. 4 Pflanzen/m²), windoffene Lage, geringen Unkrautdruck.
- Verhinderung vor mechanischen Schäden (z.B. beim Hacken oder Ernten) oder Schädlingsbefall, zur Verminderung der Eintrittspforten für Krankheiten
- Frühes Abdecken der Netze. Diese schützen zwar vor Schädlingen, konservieren aber ein feuch-

tes Mikroklima und verletzen die Wachsschicht, welche als natürliche Schutzschicht gegen Krankheitserreger dient

- So bewässern, dass die Köpfe nicht nass werden (Tropfschläuche) bzw. lange nass bleiben (morgens an sonnigen Tagen bewässern). Keine zu starke Bewässerung einsetzen, um Köpfe nicht mechanisch zu verletzen.
- Erntegut nach der Ernte so schnell wie möglich auf 0-1°C kühlen, um die Ausbreitung der Erreger zu verlangsamen.
- Ernterückstände nach der Ernte möglichst rasch einarbeiten

FiBL Projekt zu Anbausicherheit von Bio Brokkoli

Das FiBL Schweiz testet zurzeit in einem durch den Coop Fonds für Nachhaltigkeit finanzierten Projekt mögliche Pflanzenschutzstrategien im Brokkolianbau. Dabei stehen nebst der Kopffäule auch verschiedene Schädlinge wie Erdflöhe oder Kohldreherz gallmücken im Fokus. Denn meist sorgt ein ganzer Schädlings-Krankheits-Komplex für die Herausforderungen im Anbau. Massnahmen wie Netzeinsatz gegen Kohldreherz gallmücken können sich so als kontraproduktiv erweisen, etwa durch vermehrtes Auftreten von Kopffäule im feuchteren Mikroklima unter dem Insektenschutznetz. Bei der Entwicklung einer Pflanzenschutzstrategie muss also ein gesamtheitlicher Ansatz gewählt werden. Geplant sind im Projekt Versuche mit alternativen Netztypen bzw. Insektenschutzgittern, aber auch verschiedenen nützlingsschonenden Präparaten gegen Erdflöhe und Kohldreherz gallmücken. Zur Kopffäule sind molekularbiologische Untersuchungen der obengenannten Kopffäule-Erreger vorgesehen, um ein besseres Verständnis über den Eintrittszeitpunkt und die Krankheitsentwicklung zu gewinnen. Ebenfalls sind Sortentests, Bewässerungsversuche und Pflanzenschutzmitteltests mit biotauglichen Mitteln mit kurzen Wartefristen geplant.

Quellen und weiterführende Informationen

- Baur, B. & Lutz, M (2021). Kohlschwärze (*Alternaria* spp.) auf Broccoli. Wädenswil, ZH: Agroscope.

- Pflanzenschutzempfehlungen für den Biogemüsebau, FiBL. <https://www.fibl.org/de/shop/1284-pflanzenschutzempfehlung.html>

- Hortipendium. Brokkoli Schadbilder: http://www.hortipendium.de/Brokkoli_Schadbilder

Sheila Hofer, Patricia Schwüter und Anja Vieweger FiBL

Literaturtipp: Mangold - die besten Rezepte

Mangold liegt voll im Trend, denn immer mehr Menschen entdecken das kalorienarme Gemüse neu, nachdem es lange fast in Vergessenheit geraten war. Dabei machen die leuchtend bunten Stiele nicht nur im Gemüsebeet, sondern auch auf dem Teller optisch und kulinarisch etwas her. Wie wäre es also mal mit einem provenzalischen Mangold-Eintopf, einer grünen Tajine mit Mangold und Bohnen oder einer Mangold-Pizza? Entdecken Sie das vielfältige Gemüse für sich! - Von Eintöpfen über Salate, Drinks, Pasta-Gerichte sowie Hauptgerichte mit und ohne Fleisch oder Fisch ist alles dabei! - Mangold besitzt einen hohen Gehalt an den Vitaminen K, A, C und E sowie an Kalium, Magnesium und Eisen

Hardcover mit Halbleinen

Erschienen am 7. Juni 2021

64 S., Thorbecke Jan Verlag.

ISBN 978-3-7995-1507-8

Format (B x L): 10.9 x 17.7 cm

Gewicht: 155 g, 9,90 €

Kleines, feines Büchlein mit außergewöhnlichen, aber nicht abgehobenen Rezepten.

Nadine Liebig

