

BÖL

Bundesprogramm
Ökologischer
Landbau

Leitfaden Saatgutgesundheit im Ökologischen Landbau – Ackerkulturen



K.-P. Wilbois / W. Vogt-Kaute/ H. Spieß/ M. Jahn/ E. Koch

Impressum

- Herausgeber:* Forschungsinstitut für biologischen Landbau e. V.
FiBL Deutschland e. V.
Galvanistraße 28
60486 Frankfurt am Main
Tel. +49 69 7137699-0, Fax +49 69 7137699-9
info.deutschland@fibl.org, www.fibl.org
- Autoren:* Dr. Klaus-Peter Wilbois, FiBL Deutschland e. V.
Werner Vogt-Kaute, Naturland e. V.
Dr. habil. Hartmut Spieß, IBDF im Forschungsring e. V.
Dr. Marga Jahn, BBA – Institut für integrierten Pflanzenschutz
Dr. Eckhard Koch, BBA – Institut für biologischen Pflanzenschutz
- Durchsicht:* Dr. Wolfgang Karalus, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Dr. Jochen Leopold, Forschungsring e. V.
Eckhard Reiners, Bioland e. V.
- Auflage:* 250 Exemplare
- Druck:* Top Kopie GmbH, Frankfurt am Main
- Bezug:* FiBL Deutschland e. V.
Galvanistraße 28
60486 Frankfurt am Main
- Förderung:* Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau

Inhalt

1	Saatgutübertragbare Krankheiten im Getreidebau	5
1.1	Weizensteinbrand (<i>Tilletia tritici</i> , syn. <i>T. caries</i>)	5
1.2	Zwergsteinbrand des Weizens (<i>Tilletia controversa</i>)	7
1.3	Blatt- und Spelzenbräune (<i>Septoria nodorum</i>)	9
1.4	Streifenkrankheit der Gerste (<i>Drechslera graminea</i>)	10
1.5	Netzfleckenkrankheit der Gerste (<i>Drechslera teres</i>)	11
1.6	Flugbrand des Weizens (<i>Ustilago tritici</i>) und der Gerste (<i>Ustilago nuda</i>)	12
1.7	Flugbrand des Hafers (<i>Ustilago avenae</i>)	14
1.8	Hartbrand der Gerste (<i>Ustilago hordei</i>)	15
1.9	Schneesimmel und Fusarium-Erkrankungen (<i>Microdochium nivale</i> , <i>Fusarium</i> spp.)	17
2	Saatgutübertragbare Krankheiten im Körnerleguminosenanbau	19
2.1	Brennfleckenkrankheit der Erbse (<i>Ascochyta pisi</i>)	19
2.2	Anthraknose der Lupine (<i>Colletotrichum lupini</i>)	20
3	Pflanzgutübertragbare Krankheiten im Kartoffelbau	22
3.1	Kraut- und Knollenfäule (<i>Phytophthora infestans</i>)	22
3.2	Wurzeltöterkrankheit oder Weißhosisigkeit (<i>Rhizoctonia solani</i>)	24
3.3	Befallsindex zur Beurteilung des <i>Rhizoctonia</i> -Pockenbesatzes an Saatkartoffeln	25
3.4	Silberschorf (<i>Helminthosporium solani</i>)	27
3.5	Schwarzbeinigkeit und Knollennassfäule (<i>Erwinia carotovora</i>)	28
4	Risikobasiertes Schwellenwertmodell für Getreide und Körnerleguminosen	31
5	Überblick über physikalische Verfahren der Saatgutbehandlung	33
5.1	Heiß- und Warmwasserbehandlung	33
5.2	Heißluftbehandlung „Thermoseed“	34
5.3	Vakuum-Dampf-Behandlung „Steamlab“	34
5.4	Ultraschall-Dampf-Behandlung „Sonosteam“	35
5.5	Bürstmaschine der Firma Westrup	35
5.6	Elektronenbehandlung	35
5.7	Infrarotbehandlung	36
5.8	Rauchbehandlung	36
6	Literatur	37
7	Anhang	38

Bildnachweis

Wilbois: Titelbild links, Abb. 1, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 15, 16

Stephan, ©BLE, Bonn: Titelbild rechts

BBA: Abb. 2

Weng: Abb. 3

Waldow: Abb. 4

Spieß: Abb. 8, 10, 11

Finckh: Abb. 14

Karalus: Abb. 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23

Klause: Abb. 24

Forsberg: Abb. 25

Borgen: Abb. 27

Vogt-Kaute: Abb. 28, 30

Anonymus: Abb. 26, 29

Vorwort

Mit Inkrafttreten der Verordnung (EG) Nr. 1452/2003 Anfang 2004 wurden die Möglichkeiten des Rückgriffs auf nicht ökologisch erzeugtes Saatgut im Ökologischen Landbau einschränkt. Der damit einhergehende vermehrte Einsatz von Öko-Saatgut neben der gleichzeitig stattfindenden Ausdehnung des Ökologischen Landbaus steigert die Bedeutung gesunden Saatgutes für den erfolgreichen ökologischen Ackerbau.

Derzeit stehen im Ökologischen Landbau neben vorbeugenden Maßnahmen wie z. B. Reinigung, Sortenwahl oder Saatzeitpunkt eine Reihe verschiedener Saatgutbehandlungsverfahren zur Verfügung, die allerdings unterschiedlich weit für die landwirtschaftliche Praxis entwickelt und für den Anbauer sowie Saatgutproduzenten einsetzbar sind. Für die Anwendung im Ökologischen Landbau sind prinzipiell verschiedene physikalische Verfahren wie z. B. Heiß- oder Warmwasserbeizung sowie die Anwendung von Stoffen natürlicher Herkunft wie Milchpulver, pflanzliche oder Mikroorganismenpräparate geeignet.

Obwohl Saatgutgesundheit und Saatgutbehandlung in der Praxis des Ökologischen Landbaus von großer Bedeutung sind, liegt bislang keine Übersicht zur Saatgutgesunderhaltung und -behandlung mit Blick auf die verschiedenen saatgutübertragbaren Krankheiten vor.

Der vorliegende Leitfaden soll der Biolandbau-Praxis eine solche Übersicht über die saatgutübertragbaren Krankheiten bei ausgewählten Ackerkulturen sowie deren vorbeugende oder direkte Regulierung im Öko-Landbau zur Verfügung stellen. Die darin zusammengestellten Informationen sind unter anderem Ausfluss aus einem dreijährigen Forschungsprojekt mit dem Titel ‚Entwicklung und Darstellung von Strategieoptionen zur Behandlung von Saatgut im ökologischen Landbau‘, welches im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau durchgeführt wurde. Neben den im Projekt bearbeiteten saatgutübertragbaren Getreide- und Körnerleguminosenkrankheiten werden der Vollständigkeit halber auch pflanzgutübertragbare Krankheiten der Kartoffel im Leitfaden behandelt.

Der Leitfaden ‚Saatgutgesundheit im Ökologischen Landbau – Ackerkulturen‘ behandelt in den ersten drei Kapiteln Krankheiten von Getreide, Körnerleguminosen und Kartoffel, die vollständig oder teilweise saatgutübertragbar sind. Dabei werden Schadbild, Bedeutung und Befallsausbreitung gefolgt von vorbeugenden und direkten Regulierungsmöglichkeiten dargestellt. Im vierten Kapitel wird ein risikobasiertes Schwellenwertmodell für die zuvor aufgeführten Getreide- und Körnerleguminosenkrankheiten vorgestellt. Dieses Modell soll Praktikern Entscheidungshilfe geben, und zwar abhängig von der jeweiligen Schaderregerbelastung des Saatgutes sowie weiteren Faktoren, die in die Risikobewertung einfließen. Aufgrund der besonderen Relevanz physikalischer Verfahren im Ökologischen Landbau enthält das fünfte Kapitel eine ausführliche Übersicht derselben. Im Anhang findet sich schließlich eine Tabelle mit Adressen und weiteren nützlichen Informationen zu Laboren, die Saatgutuntersuchungen vornehmen.

Klaus-Peter Wilbois

Frankfurt im Juni 2007

1 Saatgutübertragbare Krankheiten im Getreidebau

1.1 Weizensteinbrand (*Tilletia tritici*, syn. *T. caries*)

Vorkommen und Schadbild

Der Erreger von Weizensteinbrand, auch Stinkbrand genannt, befällt alle Kulturarten des Weizens. Hauptsächlich betroffen sind Winterweizen und Dinkel, manchmal auch Sommerweizen. Weizensteinbrand kommt in allen Weizenanbaugebieten, insbesondere in den kühleren Klimaten vor.

Mit Steinbrand befallene Ähren haben eine blaugrüne Farbe. Die Spelzen der Ährchen sind gespreizt. Partieller Befall der Ähren ist möglich. Kranke Pflanzen können etwas kürzer sein. Statt Körnern entwickeln sich so genannte Brandbutten mit einer schwarzbraunen Sporenmasse, die nach Fisch riecht. Manchmal ist eine erhöhte Bestockung bei infizierten Pflanzen zu erkennen.

In manchen Fällen und mit viel Erfahrung sind bereits Frühsymptome der Steinbranderkrankung an den Blattspreiten durch perlschnurartige, chlorotische Blattflecken erkennbar.

Bedeutung

Weizensteinbrand ist die wichtigste saatgutübertragbare Getreidekrankheit im Ökologischen Landbau. Ein starker Befall mit Weizensteinbrand führt zu hohen Ertragsausfällen und es kommt durch die beim Mähdrusch austretende Sporenmasse zu starken Qualitätsbeeinträchtigungen des Erntegutes als Lebens- oder Futtermittel. Dabei ist zu beachten, dass die Sporen giftig sein können.

In der Z-Saatgutvermehrung führt bereits ein geringer Befall mit Steinbrand von maximal fünf befallenen Pflanzen je 150 m² zur Aberkennung. Bei der Produktion von Basissaatgut liegt der Grenzwert bei drei Pflanzen je 150 m².

Befallsausbreitung

Als bedeutendster Übertragungsweg gelten am Saatkorn anhaftende Sporen. Eine Infektion über den Boden ist möglich, spielt aber unter den feuchteren Klimabedingungen Deutschlands in der Regel eine geringe Rolle. Aktuell wird jedoch eine Zunahme dieser Problematik beobachtet. Unter sehr trockenen Bedingungen können Sporen von vorhergehender Weizenkultur im Boden überleben und die Folgekulturen infizieren. Unter Umständen können auch durch Pflügen in tiefere Bodenschichten vergrabene Sporen dort viele Jahre überdauern und Folgekulturen infizieren, wenn der

Der Steinbrandpilz befällt alle Kulturarten des Weizens, vor allem aber Winterweizen und Dinkel.



Abbildung 1: Zwei mit Steinbrand befallene Weizenähren im Vergleich zu einer gesunden Ähre (rechts im Bild)

Weizensteinbrand ist die wichtigste saatgutübertragbare Krankheit im Biologischen Getreideanbau.



Abbildung 2: Mit Steinbrand befallenes reifes Weizenkorn (=Brandbutte). Die Brandbutte ist mit Pilzsporenmasse gefüllt.

Statt Körnern entwickeln sich so genannte Brandbutten mit einer schwarzbraunen Sporenmasse, die nach Fisch riecht.

Wichtigster Übertragungsweg sind am Korn haftende Sporen; unter bestimmten Bedingungen kommen auch Bodeninfektionen vor.

Steinbrand wieder an die Oberfläche gelangt. Die Möglichkeit der Bodeninfektionen sollte beachtet werden, da diese unter Umständen ein zu hohes Infektionspotenzial für die Saatgutvermehrung darstellt.

Die Ausbreitung des Pflanzenbefalls geht von den Brandsporen aus, aus denen sich ein infektiöses Pilzmyzel entwickelt und so den zeitgleich keimenden Weizen befällt. Der günstige Temperaturbereich für die Sporenkeimung liegt im Bereich von 5 bis 10° C. Der Getreidekeimling kann bis zu einer Größe von etwa 2 cm vom Pilz infiziert werden. Der Erreger breitet sich bis zum Vegetationspunkt aus und besiedelt die heranwachsende Ährenanlage. Die Ährchen entwickeln sich zu so genannten Brandbutten, welche Pilzsporen in großer Anzahl enthalten. Diese werden beim Mähdrusch freigesetzt und bewirken so die Infektion der gesunden Körner.

Ein Sporenbesatz von 10 bis 20 Sporen pro Korn gilt als untere Grenze für das Ergreifen von Bekämpfungsmaßnahmen.

Regulierung durch vorbeugende Maßnahmen

- Verwendung von gesundem Saatgut mit hoher Keimfähigkeit bzw. Triebkraft (auf Steinbrand untersuchtes Z-Saatgut bzw. Saatgutgesundheitstest bei Nachbau; Untersuchungslabore im Anhang)
- Gegebenfalls auf weniger anfällige Sorten zurückgreifen
- Alle Maßnahmen, die ein zügiges Auflaufen bewirken (z. B. frühe Winter-, späte Sommerweizensaat)
- Saatgut nicht zu tief ablegen
- Verbreitung der Sporen durch Erntemaschinen vermeiden

Regulierung durch Saatgutbehandlungsmaßnahmen

Da gesunden Körnern die infektiöse Sporenmass außen an der Samenschale anhaftet, sind einerseits der Nachweis und andererseits auch die Bekämpfung vergleichsweise einfach. So sind zum Beispiel mechanische Verfahren wie intensives Reinigen oder Bürsten des befallenen Saatgutes erfolgreich. Auch eine Waschung mit kaltem Wasser kann bereits gewisse Bekämpfungserfolge erzielen. Folgende Mittel und Verfahren haben sich bewährt:

- Einsatz des Pflanzenstärkungsmittels Tillecur®, flüssig oder trocken (Rücktrocknung des Saatgutes entfällt bei Tillecur® trocken)
- Beizung mit Essigsäure¹ (15 %, 2l/100 kg)
- Bürsten des Saatgutes mittels Saatgutbürste²
- Heiß- und Warmwasserbeizung²

Im Ökologischen Landbau stehen Maßnahmen zur Behandlung von steinbrandbefallenen Saatgut zur Verfügung.

¹ Derzeit nicht zulässig gemäß EG-Öko-VO

² Überblick über physikalische Methoden in Kapitel 3

- Heißluftbehandlung²
- Elektronenbehandlung²

Anfälligkeit von Winterweizensorten für Weizensteinbrand

Im Rahmen der Sortenzulassung durch das Bundessortenamt findet keine Überprüfung der Steinbrandanfälligkeit statt, so dass die 'Beschreibende Sortenliste' auch keine Angaben zur Anfälligkeit bzw. Widerstandsfähigkeit der dort gelisteten Weizensorten gegenüber Steinbrand enthält. Eine wissenschaftliche Überprüfung hat jedoch gezeigt, dass das Sortiment an im Öko-Landbau bewährten Handelssorten weit überwiegend anfällig für Steinbrand ist. Allein die Sorten GLOBUS, MAGNIFIK, STAVA, TAMBOR, TARSO, TOMMI, TULSA und XENOS verfügen über eine Toleranz gegenüber Weizensteinbrand. Andere im deutschen Öko-Anbau gängige Sorten erwiesen sich als mehr oder minder anfällig für diese Krankheit. Bei Sommerweizen zeigten sich COMBI, MELON, QUATTRO und THASOS im Sortiment der verfügbaren Handelssorten als tolerant gegenüber Steinbrand.

Nur wenige Handelssorten sind resistent gegen Steinbrand.

Eine Untersuchung auf Steinbrandbefall ist in Deutschland nicht gesetzlich vorgeschrieben. Z-Saatgut, welches Erzeugergemeinschaften von Öko-Anbauverbänden vertreiben, wird jedoch auf Sporenbesatz kontrolliert.

Bei mehrmaligem Nachbau sollten Landwirte ihr Saatgut ebenfalls untersuchen lassen. Eine Liste von geeigneten Untersuchungslaboren findet sich im Anhang.

1.2 Zwergsteinbrand des Weizens (*Tilletia controversa*)

Vorkommen und Schadbild

Zwergsteinbrand tritt regional begrenzt vor allem an Winterweizen auf, seltener auch an Winterroggen, Wintertriticale oder Dinkel. In Mitteleuropa sind insbesondere rauere Gebirgs- und Vorgebirgslagen betroffen. Nach strengeren Wintern mit lang anhaltenden Schneedecken kann die Krankheit jedoch auch in Niederungslagen auftreten.

Ähnlich wie beim Steinbrand bilden die befallenen Pflanzen Brandbutten statt Körner aus. Diese werden jedoch im Vergleich zu den Brandbutten des Steinbrandes bereits zur Blüte ausgebildet; sind kleiner und fester. Auffällig sind der Zwergwuchs (ca. 1/3 bis 2/3 der normalen Wuchshöhe) und die hohe Bestockung befallener Pflanzen.



Abbildung 3: Mit Zwergsteinbrand befallene Weizenpflanzen im Bestand; befallene Pflanzen sind etwa halb so hoch

Zwergsteinbrand tritt nur regional begrenzt auf.

Bedeutung

Zwergsteinbrand tritt zwar nur regional begrenzt auf. Wenn er auftritt, kann der entstehende Schaden jedoch erheblich sein. Ein Zwergsteinbrandbefall am Erntegut führt zu hohen wirtschaftlichen Verlusten, da die Ware oft nicht mehr verkehrsfähig und die Verfütterung nur noch bedingt möglich ist.

In der Z-Saatgutvermehrung führt bereits ein geringer Befall mit Zwergsteinbrand von maximal fünf befallenen Pflanzen zur Aberkennung.

Die Hauptinfektion mit Zwergsteinbrand geht vom Boden aus.

Befallsausbreitung

Der Zwergsteinbrand gilt zwar nicht als saatgutbürtige Krankheit im eigentlichen Sinne, weil die Hauptinfektion vom Boden ausgeht. Dennoch können Sporen am Saatgut überleben und auf diese Weise auch in vormals unbelastete Flächen verbreitet werden.

Zwergsteinbrandsporen können sehr lange im Boden überdauern (ca. 10 Jahre).

Beim Drusch befallener Pflanzen werden die Sporen aus den Brandbutten freigesetzt und gelangen in den Boden bzw. werden mit Wind oder über das Stroh (auch Stallmist oder Gülle), Erntemaschinen und das Erntegut verbreitet. Die Sporen des Zwergsteinbrandpilzes sind sehr lange im Boden überlebensfähig; sie keimen nur an der Bodenoberfläche bei lange andauernden geringen Temperaturen von ca. 0 bis 5°C sowie Schwachlicht. Diese Voraussetzungen sind insbesondere bei wochenlang anhaltender Schneedecke gegeben.

Regulierung durch vorbeugende Maßnahmen

Folgende vorbeugende ackerbauliche Maßnahmen tragen zur Vermeidung eines Befalls mit Steinbrand bei:

- Verbreitung durch Erntemaschinen vermeiden
- In Befallslagen auf weitgestellte Fruchtfolge von anfälligen Wintergetreidearten (Ausnahme Wintergerste) achten
- Verwendung von befallsfreiem Saatgut (Z-Saatgut bzw. Saatgutgesundheitstest bei Nachbau)
- Späte, nicht zu flache Saat ist weniger gefährdet
- Sortenwahl (es kann nicht davon ausgegangen werden, dass Steinbrandresistenz wirksam ist; in Versuchen zeigten sich STAVA und MAGNIFIK resistent)

Regulierung durch direkte Maßnahmen

- Direkte Bekämpfungsmaßnahmen stehen dem Ökologischen Landbau nicht zur Verfügung.

1.3 Blatt- und Spelzenbräune (*Septoria nodorum*)

Vorkommen und Schadbild

Die Krankheit befällt neben Weizen auch Dinkel, Triticale sowie in geringerem Maße auch Gerste und Roggen. Insbesondere in sommerfeuchten Anbaulagen kann die Krankheit erhebliche Bedeutung erlangen. Der Befall mit Blatt- und Spelzenbräune im Feld wird im Verlauf der Vegetation häufig erst ab dem Ährenschieben durch sich vergrößernde ovale dunkelbraune Flecken mit gelblichem Hof erkennbar. Aber bereits am Keimling tritt die Krankheit durch Verbräunung und Verkrümmung in Erscheinung und verursacht einen verringerten Feldaufgang.

Bedeutung

Die *Septoria*-Blatt- und Spelzenbräune ist eine der wichtigsten Weizenkrankheiten mit hohen Verlustpotenzialen beim Ertrag. Bei höherem Saatgutbefall werden Keimfähigkeit und Triebkraft stark vermindert, so dass Ertragsverluste die Folge sein können. Weitere Ertragsverluste können vor allem durch eine Verminderung der Kornzahl je Ähre und des Tausendkorngewichtes entstehen, wobei der Blattbefall stärker ertragsmindernd wirkt als der Ährenbefall. Selbst spät auftretender Befall kann noch zu empfindlichen Ertragsverlusten führen.

Befallsausbreitung

Die primäre Infektion erfolgt entweder über infiziertes Saatgut oder auf der Bodenoberfläche vorhandene verseuchte Ernterückstände. Typischerweise breitet sich der Befall von den Blattachseln auf die Blattscheiden aus. Auf der Pflanze werden zunächst die unteren Blattetagen befallen. Ab Schossbeginn und bei warmfeuchter Witterung breitet sich der Befall sukzessive an der Pflanze durch Regenspritzer nach oben bis zur Ähre aus. Bei warmer Witterung und Gewitterregen mit Böen kann die Ausbreitung explosionsartig erfolgen. An den Ähren durchwächst der Pilz Hüll- und Deckspelzen und führt zu mangelnder Kornausbildung.

Regulierung durch vorbeugende Maßnahmen

- Verwendung von befallsfreiem Saatgut (Z-Saatgut bzw. Saatgutgesundheitstest bei Nachbau)
- Sortenanfälligkeit beachten
- Gute Einarbeitung von Ernterückständen
- Langstrohige Sorten verringern das Risiko
- Lager vermeiden



Abbildung 4: Durch *Septoria nodorum* geschädigter Keimling

In sommerfeuchten Anbaulagen kann die Krankheit erhebliche Bedeutung erlangen.



Abbildung 5: Ährenbefall durch *Septoria nodorum* an Weizen

Die Infektion erfolgt entweder über infiziertes Saatgut oder auf der Bodenoberfläche vorhandene verseuchte Ernterückstände.

Regulierung durch Saatgutbehandlungsmaßnahmen

- Saatgutbehandlung mit Verfahren der Heißwasser- und Heißluftbehandlung ist effektiv³
- Alkoholhaltige Pflanzenstärkungsmittel wie LEBERMOOSER oder Milsana® flüssig
- Elektronenbehandlung³

1.4 Streifenkrankheit der Gerste (*Drechslera graminea*)

Vorkommen und Schadbild

Die Streifenkrankheit kommt sowohl bei Sommer- als auch Wintergerste in allen Anbaulagen vor. Früh ausgesäte Sommergerste kann bei kühler Witterung stärker betroffen sein.

Erkennbar ist die Streifenkrankheit an den typischen zunächst gelben, dann braunen Längsstreifen auf den Blattspreiten, die frühestens ab der Bestockung, meist aber erst ab dem Schossen an einzelnen Pflanzen sichtbar werden. Das streifenförmig befallene Gewebe stirbt rasch ab und die Blattspreiten können der Länge nach aufschlitzen. Befallene Pflanzen zeigen Wuchshemmung und die Ähren bleiben oft mit den Grannen in der Blattscheide stecken. Ähren befallener Pflanzen bilden keine oder nur Schmachtkörner aus.



Abbildung 6: Befall von Gerstenpflanzen mit Streifenkrankheit im Bestand; die Streifen an den Blattspreiten und die teilweise in der Scheide steckenbleibenden Ähren sind sichtbar

Die Streifenkrankheit der Gerste stellt eine der potenziell gefährlichsten Gerstenkrankheiten dar.

Streifenkrankheit ist eine rein saatgutbürtige Krankheit, die weder im Bestand noch über den Boden verbreitet wird.

Bedeutung

Die Streifenkrankheit der Gerste stellt eine der potenziell gefährlichsten Gerstenkrankheiten dar; bei stärkerem Auftreten kann sie sehr hohe Ertragsausfälle verursachen.

Befallsausbreitung

Streifenkrankheit ist eine rein saatgutbürtige Krankheit, die weder im Bestand noch über den Boden verbreitet wird. Auf den abgestorbenen Gewebeteilen befallener Pflanzen werden Sporen abgesondert und mit dem Wind in die Blüten gesunder Pflanzen befördert. Dort keimen sie aus und bilden zwischen Spelze und Korn ein Dauermyzel, das im Boden zusammen mit der Saat keimt. Durch die Keimlingsinfektion gerät der Pilz in junges Blatt- und Halmgewebe. Kühl-feuchte Witterung wirkt befallsfördernd.

Regulierung durch vorbeugende Maßnahmen

Folgende vorbeugende ackerbauliche Maßnahmen tragen zur Vermeidung eines Befalls mit Streifenkrankheit bei:

³ Überblick über physikalische Methoden in Kapitel 3

- Verwendung von befallsfreiem Saatgut (Z-Saatgut bzw. Saatgutgesundheitstest bei Nachbau)
- Frühe Saat im Herbst und späte Saat im Frühjahr wirken sich befallsmindernd aus
- Sortenwahl
- Gute Einarbeitung von Ernterückständen

Regulierung durch Saatgutbehandlungsmaßnahmen

- Warmwasserbeizung⁴
- Alkoholhaltige Pflanzenstärkungsmittel wie LEBERMOOSER oder Milsana® flüssig oder Ethanol⁵
- Cedomon® (mit Einschränkungen)

Anfälligkeit von Gerste für Streifenkrankheit

Im Rahmen der Sortenzulassung durch das Bundessortenamt findet keine Überprüfung der Anfälligkeit für Streifenkrankheit statt, so dass die 'Beschreibende Sortenliste' auch keine Angaben zur Anfälligkeit bzw. Widerstandsfähigkeit der dort gelisteten Gerstensorten enthält. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Sommergerstensorten BACCARA, URSA, RIA, BELANA UND ANNABELL gering anfällig sind. Die im Ökolandbau häufig verwendeten Sorten BARKE und EUNOVA sind hingegen anfällig für Streifenkrankheit, was vor allem bei mehrmaliger Vermehrung berücksichtigt werden sollte.

1.5 Netzfleckenkrankheit der Gerste (*Drechslera teres*)

Vorkommen und Schadbild

Netzfleckenkrankheit befällt ausschließlich Gerste und tritt sowohl an Winter- als auch an Sommergerste auf. Bereits am Keimblatt können sich Aufhellungen unterschiedlicher Größe mit einer braunen netzartigen Struktur (Netztyp) oder braunen Flecken mit gelbem Hof (Fleckentyp) zeigen. Im Verlauf der Krankheit bilden sich streifenförmige, von Blattadern begrenzte Verbräunungen mit abgestorbenem Gewebe. Stark befallene Blätter können von der Spitze ausgehend absterben.

Bedeutung

Besonders in feuchten Jahren kann die Ertragsminderung erheblich sein. Die Ertragseinbußen gehen vor allem auf ein vermindertes Tausendkorngewicht und eine geringere Kornanlage - hervorgerufen durch den krankheitsbedingten



Abbildung 7: Symptome der Netzfleckenkrankheit an Gerstenjungpflanzen im Bestand

In feuchten Jahren kann die Ertragsminderung durch die Netzfleckenkrankheit erheblich sein.

⁴ Überblick über physikalische Methoden in Kapitel 3

⁵ Derzeit nicht zulässig gemäß EG-Öko-VO

Verlust von Assimilationsfläche an den obersten Blattetagen - zurück.

Befallsausbreitung

Die Infektion geht von befallenen Ernterückständen, Auflaufgerste und infiziertem Saatgut aus.

Die Infektion mit Netzfleckenkrankheit geht von befallenen Ernterückständen, Auflaufgerste und infiziertem Saatgut aus. Bei kühl-feuchten Bedingungen befällt der Pilz den Gerstensämling, von dessen entsprechend geschädigtem Gewebe nach erfolgter Sporenbildung Sekundärinfektionen durch windverbreitete Sporen im gesamten Bestand ausgehen. Letzteres Infektionsgeschehen wird vor allem durch warm-feuchte Witterung stark befördert, so dass sich bei entsprechender Witterung aus einer relativ geringen Saatgutbelastung innerhalb kurzer Zeit ein starker Bestandsbefall entwickeln kann.

Regulierung durch vorbeugende Maßnahmen

Folgende vorbeugende ackerbauliche Maßnahmen tragen zur Vermeidung eines Befalls mit Netzfleckenkrankheit bei:

- Verwendung von befallsfreiem Saatgut (Z-Saatgut bzw. Saatgutgesundheitstest bei Nachbau)
- Auflaufgerste frühzeitig und vollständig vernichten, Ernterückstände sorgfältig einarbeiten
- Kein Anbau von Gerste nach Gerste, Sommergerste nicht in unmittelbarer Nähe von Wintergerste anbauen
- Sehr frühe Herbstaussaat vermeiden
- Wahl wenig anfälliger Sorten

Regulierung durch Saatgutbehandlungsmaßnahmen

- Cedomon®
- Warmwasserbeizung und Heißluftbehandlung⁶
- Alkoholhaltige⁷ Pflanzenstärkungsmittel wie LEBERMOOSER oder Milsana® flüssig (mit Einschränkungen) oder Ethanol⁸ (70 %)

1.6 Flugbrand des Weizens (*Ustilago tritici*) und der Gerste (*Ustilago nuda*)

Vorkommen und Schadbild

Der Flugbrand des Weizens und der Gerste tritt weltweit auf. Anstelle der Ährchen werden nach dem Ährenschieben

⁶ Überblick über physikalische Methoden in Kapitel 3

⁷ Eine nach Herkunft und Sorte unterschiedliche Beeinträchtigung der Keimfähigkeit durch alkoholhaltige Mittel ist zu beachten

⁸ Derzeit nicht zulässig gemäß EG-Öko-VO

dunkelbraune bis schwarze, anfangs noch mit einem silbrigweißen Häutchen überzogene Sporenlager sichtbar, die zur Zeit der Getreideblüte ausstäuben. Die überwiegend komplett erkrankten Ähren werden in der Regel etwas früher geschoben. Zur Zeit der Ernte ragen befallene Pflanzen mit den dann leeren Samenanlagen aufrecht aus dem Bestand heraus.

Bedeutung

Wirtschaftliche Schäden durch Befall mit Weizen- oder Gerstenflugbrand werden insbesondere durch Aberkennung von Vermehrungsbeständen verursacht. In Vermehrungsbeständen für Basis- bzw. Z-Saatgut führen mehr als drei bzw. fünf befallene Pflanzen je 150 m² zur Aberkennung.

Befallsausbreitung

Der Flugbrand des Weizens und der Gerste ist eine rein saatgutübertragbare Krankheit. Im Bestand keimen die angewehten oder durch Regen verbreiteten Brandsporen in der geöffneten Blüte und bilden ein Myzel, das wiederum den Embryo infiziert. Der Pilz im Innern des Kornes überdauert als Ruhemyzel und wächst bei Keimung des Saatkorns direkt hinter dem Vegetationspunkt her. Parallel mit der Ährenentwicklung bilden sich stark verdickte Pilzhyphen, die sich zur Zeit der Blüte zu Flugbrandsporen entwickeln. Befallsfördernd wirken sich hohe Bodentemperaturen zur Zeit der Samenkeimung aus. Die Erreger sind wirtsspezifisch, das heißt eine wechselseitige Übertragung von Gerste auf Weizen bzw. umgekehrt ist nicht möglich.

Regulierung durch vorbeugende Maßnahmen

- Verwendung von befallsfreiem Saatgut (anerkanntes Z-Saatgut, bei Nachbau auf gesunde Bestände achten bzw. Saatgutuntersuchung und ggf. Beizung mit zulässigen Verfahren)
- Späte Saat im Herbst bzw. zeitige Saat im Frühjahr wirken befallsvermindernd
- Sortenunterschiede in der Anfälligkeit sind zu berücksichtigen

Regulierung durch Saatgutbehandlungsmaßnahmen

- Wirksam sind insbesondere physikalische Maßnahmen wie die Heiß- und die Warmwasserbeizung (beide mit Einschränkungen)⁹
- Ethanol¹⁰ (70 %) erwies sich in ersten Versuchen als erfolgversprechend



Abbildung 8: Flugbrandbefallene Gerstenähren im Bestand

Der Flugbrand des Weizens und der Gerste ist eine rein saatgutübertragbare Krankheit.



Abbildung 9: Ährenanlagen von Weizen mit Flugbrandbefall neben gesunder Ähre

Weizen- und Gerstenflugbrand sind schwierig zu bekämpfende Krankheiten.

⁹ Überblick über physikalische Methoden in Kapitel 3

¹⁰ Derzeit nicht zulässig gemäß EG-Öko-VO

Anfälligkeit von Weizen- und Gerstensorten für Flugbrand

Aufgrund der aufwändigen und nicht vollständig wirksamen physikalischen Maßnahmen der Saatgutbehandlung kommt dem Einsatz widerstandsfähiger Sorten im Ökologischen Landbau besondere Bedeutung zu. Bei der Überprüfung einer Vielzahl von verschiedenen Genotypen erwiesen sich u. a. folgende Sorten als wenig anfällig gegenüber Weizenflugbrand: TAMBOR, TOMMI, BERT, TÜRKIS, RENAN und partiell auch CAPO. Als wenig anfällig gegenüber Gerstenflugbrand zeigten sich die Wintergerstensorten ASTRID, CARRERO, LAURENA sowie bei Sommergerste die Sorte STEFFI.

1.7 Flugbrand des Hafers (*Ustilago avenae*)



Abbildung 10: Mit Flugbrand befallene Haferrispe im Bestand

Wirtschaftlicher Schaden durch Haferflugbrand entsteht vor allem durch Aberkennung von Vermehrungsbeständen.

Vorkommen und Schadbild

Der Flugbrand des Hafers kann in allen Haferanbaugebieten auftreten. Er ist auch an Wildhaferarten zu beobachten. Anstelle der Ährchen werden nach dem Rispenschieben schwarze, mit einem matten, runzligen Häutchen überzogene Sporenballen sichtbar, die bald aufreißen und Sporen entlassen. Im Gegensatz zu Weizen- oder Gerstenflugbrand erscheinen die brandigen Rispen zeitgleich mit gesunden, häufig auch später. Beim Haferflugbrand ist sowohl verdeckter Befall wie Teilbefall von Rispen möglich. Es können verkürzte Pflanzen auftreten.

Bedeutung

Wirtschaftliche Schäden durch Befall mit Haferflugbrand werden insbesondere durch Aberkennung von Vermehrungsbeständen verursacht. In Vermehrungsbeständen für Basis- bzw. Z-Saatgut führen mehr als drei bzw. fünf befallene Pflanzen pro 150 m² zur Aberkennung.

Stärker mit Flugbrand befallener Grünhafer sollte wegen der Giftigkeit der Sporen nicht verfüttert werden.

Befallsausbreitung

Die durch Wind und Regen verbreiteten Sporen beginnen bei feuchtem Wetter zu keimen. Das entstehende Myzel wächst jedoch nicht wie beim Weizen- oder Gerstenflugbrand in den Embryo des Samens hinein, sondern bildet zwischen Spelze und Korn ein Ruhemyzel aus. Erst nach erfolgter Aussaat von befallenen Körnern dringt das Myzel in den Keimling ein, wächst hinter dem Vegetationskegel stängelwärts und verursacht brandige Rispen.

Regulierung durch vorbeugende Maßnahmen

- Verwendung von befallsfreiem Saatgut (anerkanntes Z-Saatgut, bei Nachbau auf gesunde Bestände achten, ggf. Beizung mit im Öko-Landbau zulässigen Verfahren; eine Methode der Saatgutuntersuchung ist derzeit nicht vorhanden)
- Zeitige Saat mit flacher Samenablage im Frühjahr anstreben
- Für schnelles Auflaufen sorgen
- Sortenwahl

Regulierung durch Saatgutbehandlungsmaßnahmen

Aufgrund der Überdauerung des Haferflugbrandmyzels zwischen Spelze und Korn ist es leichter durch direkte Maßnahmen erfassbar als dies bei Weizen- und Gerstenflugbrand der Fall ist.

- Wirksam sind insbesondere physikalische Maßnahmen wie die Heiß- bzw. Warmwasserbeizung oder die Heißluftbehandlung¹¹ (mit Einschränkungen)
- Ethanol¹² (70 %)

Anfälligkeit von Hafersorten gegenüber Flugbrand

Im derzeit zugelassenen Hafersortiment befinden sich Sorten mit guter Widerstandskraft gegen Haferflugbrand: DOMINIK, FIRTH, FLÄMINGSLORD, AUTEUIL und SW-BETANIA.

Der Haferflugbrand kann im Ökologischen Landbau durch Saatgutbehandlung bekämpft werden

1.8 Hartbrand der Gerste (*Ustilago hordei*)

Vorkommen und Schadbild

Der Hartbrand der Gerste, auch gedeckter Gerstenbrand genannt, ist weltweit verbreitet. In Deutschland ist das Auftreten dieser Krankheit im konventionellen Anbau durch den Einsatz wirksamer chemisch-synthetischer Beizmittel stark zurückgegangen.

Das Krankheitsbild beim Hartbrand ähnelt dem des Gerstenflugbrandes, jedoch bleiben die Sporenlager im Gegensatz zum Flugbrand längere Zeit geschlossen und sind durch ein matt silberfarbenedes Häutchen überzogen. Beim Drusch platzen die schwarzbraunen Sporenlager auf und entlassen ihre Sporen. Häufig treten Deformationen der Ährenspindel auf, die Ähren bleiben teilweise in den Blattscheiden stecken und die Halme sind verkürzt.



Abbildung 11: Hartbrandbefallene Gerstenähre

¹¹ Überblick über physikalische Methoden in Kapitel 3

¹² Derzeit nicht zulässig gemäß EG-Öko-VO

Wirtschaftliche Schäden durch Gerstenhartbrand vor allem durch Aberkennung von Vermehrungsbeständen

Die Infektion geht von Sporenlagern aus, die sich auf einer kranken Pflanze anstelle von Körnern gebildet haben.

Der Gerstenhartbrand kann im Ökologischen Landbau durch Saatgutbehandlung bekämpft werden.

Bedeutung

Gerstenhartbrand ist zwar weltweit verbreitet, allerdings ist seine Bedeutung regional unterschiedlich einzustufen. Für die Vermehrung von Gerste unter Öko-Bedingungen muss dem Hartbrand jedoch Beachtung zukommen, da in Vermehrungsbeständen mehr als fünf befallene Pflanzen je 150 m² bei Z-Saatgut zur Aberkennung führen, bei Basissaatgut sind es drei Pflanzen je 150 m².

Befallsausbreitung

Die Infektion geht von Sporenlagern aus, die sich auf einer kranken Pflanze anstelle von Körnern gebildet haben. Beim Drusch platzen die Sporenlager auf und gelangen über die Luft auf die Oberfläche von gesunden Gerstenkörnern. Dort bilden sie zwischen Spelzen und Korn ein Ruhemyzel aus. Keimen die mit Sporen befallenen Karyopsen im Feld, so keimen auch die Hartbrandsporen, wachsen in den Gerstenkeimling ein und besiedeln frühzeitig die Ährenanlagen. Zur Zeit der Gerstenblüte geht der Schadpilz in den Ährenanlagen zur Sporenbildung über.

Die Brandsporen sind in einem Temperaturbereich von 5 °C bis maximal 35° C keimfähig, wobei das Optimum bei 20 °C bis 25 °C liegt. Die Infektion des Keimlings verläuft am besten bei 15 °C bis 20 °C, weshalb sich niedrige Keimtemperaturen befallsvermindernd auswirken.

Regulierung durch vorbeugende Maßnahmen

- Verwendung von befallsfreiem Saatgut (anerkanntes Z-Saatgut, bei Nachbau auf gesunde Bestände achten bzw. Saatgutuntersuchung und ggf. Beizung mit zulässigen Verfahren)
- Im Frühjahr zeitige Saat anstreben
- Sortenwahl

Regulierung durch Saatgutbehandlungsmaßnahmen

- Warmwasserbeizung¹³
- Das alkoholhaltige¹⁴ Pflanzenstärkungsmittel LEBERMOOSER sowie Ethanol¹⁵ (70%)

Anfälligkeit von Gerstensorten für Hartbrand

Es stehen widerstandsfähige Gersten gegenüber Hartbrand zur Verfügung. In Untersuchungen blieben die zweizeiligen Wintergersten KRETA, DUET und JOLANTE sowie die mehrzeiligen Wintergersten ALISSA, ELFE, USCHI und

¹³ Überblick über physikalische Methoden in Kapitel 3

¹⁴ Beeinträchtigung der Keimfähigkeit möglich

¹⁵ Derzeit nicht zulässig gemäß EG-Öko-VO

VERENA befallsfrei. Darüber hinaus gibt es eine große Zahl wenig hartbrandanfälliger Sorten.

Über gleichzeitig hohe Hart- und Flugbrandwiderstandsfähigkeit verfügen die Wintergersten CARRERO und LAURENA sowie die Sommergerste SIGRID.

1.9 Schneeschimmel und Fusarium-Erkrankungen (*Microdochium nivale*, *Fusarium* spp.)

Vorkommen und Schadbild

Fusariumerkrankungen werden durch eine ganze Erregergruppe hervorgerufen.

Die im Getreideanbau wichtigsten Arten von Fusariumpilzen sind *Fusarium culmorum* und *Fusarium graminearum*, vor allem auch wegen ihrer Fähigkeit, bei Ährenbefall Pilzgifte (Mykotoxine) zu bilden, die dann ins Erntegut und somit in Nahrungs- und Futtermittel gelangen können.

Bei Saatgutbefall mit Fusarien kann es zu Fehlstellen im Bestand beim Auflaufen der Saat kommen. Die Keimscheide und Wurzeln von befallenen aufgelaufenen Pflanzen zeigen braune längliche Flecken. Während der Bestockung sind deutliche Verbräunungen an der Blattscheidenbasis sowie anschließend auch an der Halmbasis zu finden. Es kommt zu Beeinträchtigungen im Wuchs, vorzeitigem Abreifen und bei starkem Befall auch zum Umknicken von befallenen Pflanzen.

Wichtigstes Schadmerkmal und -symptom ist der Ährenbefall, durch den einzelne Kornanlagen oder ganze Ährchen absterben bzw. soweit geschädigt werden, dass nur noch Schmachtkörner heranwachsen können. Durch das Eindringen des Pilzes in die Ährenspindel wird die Versorgung darüberliegender Ährenstufen unterbrochen und verursacht das typische Bild der partiellen Weiß- oder Taubährigkeit. An den Spelzen und der Ährenspindel bilden sich bei feuchtwarmer Witterung rosafarbene Pilzsporenlager.

Bedeutung

Fusarium-Erkrankungen gehören weltweit zu den gefährlichsten Krankheitserregern des Getreides. Neben ertraglichen Einbußen vor allem durch Fehlstellen im Bestand, verringerte Triebkraft des befallenen Saatgutes, verminderte Kornzahl pro Ähre und verringertes TKG können Fusariosen die Verwertung von Getreide erheblich einschränken, sei es durch Verschlechterung der Backfähigkeit oder durch Gehalt an gesundheitsschädlichen Mykotoxinen. Neben Weizen kann auch Hafer von *Fusarium*-Erkrankungen betroffen sein,



Abbildung 12: Weizen mit partieller Weiß- oder Taubährigkeit durch Fusarium-Befall

Fusariumerkrankungen gehören weltweit zu den gefährlichsten Krankheitserregern des Getreides.

mitunter auch Triticale. Roggen und Gerste hingegen sind recht widerstandsfähig gegenüber *Fusarium* spp.

Befallsausbreitung

Fusariumbefall geht häufig von infiziertem Saatgut aus; er kann aber auch von am Boden befindlichen belasteten Ernteresten ausgehen.

Der Befall der Halmbasis mit *Fusarium* ist vor allem dann zu beobachten, wenn das Saatgut infiziert war. Ein solcher Befall kann aber auch von am Boden befindlichen, belasteten Ernteresten ausgehen, der sich über die Kronenwurzeln ausbreitet. Der Blatt- und der Ährenbefall gehen entweder von angewehten Sporen aus, die auf Ernteresten am Boden gebildet werden, oder von Sporen, die über Regenspritzer im Bestand nach oben transportiert werden. Die Ähreninfektion erfolgt hauptsächlich während der Blüte bei ausreichender Feuchtigkeit und Temperaturen über 20 °C. Aus der Ähreninfektion resultiert der Saatgutbefall.

Besonders befallsfördernd wirken sich enge Getreide- und Maisfruchtfolgen aus.

Besonders befallsfördernd wirken sich enge Getreide- und Maisfruchtfolgen aus. Nicht sorgfältig eingearbeitete Erntereste, vor allem von Weizen- oder Maisvorfrucht, bedingen ein hohes Risiko.

Regulierung durch vorbeugende Maßnahmen

- Verwendung von gesundem Saatgut (anerkanntes Z-Saatgut, bei Nachbau auf befallsfreie Bestände achten bzw. Saatgutuntersuchung und ggf. Beizung mit zulässigen Verfahren)
- Anteil von Mais und Getreide in der Fruchtfolge gering halten
- Erntereste von Mais und Getreide sorgfältig einarbeiten; Pflugfurche und gute Verrottung von Ernteresten verringern das Infektionsrisiko deutlich
- Langstrohige Sorten mit großem Abstand zwischen Fahnenblatt und Ähre werden weniger stark befallen
- Auf rechtzeitige Ernte achten, ggf. zu feuchtes Erntegut schnell auf max. 14 % Wassergehalt trocknen
- Sorten mit kürzerer Vegetationsdauer sind weniger betroffen

Regulierung durch Saatgutbehandlungsmaßnahmen

Infektionen am Saatgut können durch Heißwasserbeizung und verschiedene Präparate gut reduziert werden.

- Warm- und Heißwasserbeizung¹⁶
- Mikroorganismenpräparate Cerall® und Serenade¹⁷
- Alkoholhaltige¹⁸ Pflanzenstärkungsmittel LEBERMOOSER und Milsana® sowie Ethanol¹⁹ (70 %)
- Tillecur®

¹⁶ Überblick über physikalische Methoden in Kapitel 3

¹⁷ Derzeit keine Zulassung für die Indikation Saatgutbehandlung

¹⁸ Beeinträchtigung der Keimfähigkeit möglich

¹⁹ Derzeit nicht zulässig gemäß EG-Öko-VO

2 Saatgutübertragbare Krankheiten im Körnerleguminosenanbau

2.1 Brennfleckenkrankheit der Erbse (*Ascochyta pisi*)

Vorkommen und Schadbild

Es handelt sich meist um Mischinfektionen durch einen Erregerkomplex, zu dem neben *Ascochyta pisi* auch *Mycosphaerella pinodes* und *Phoma medicaginis* var. *pinodella* gehören. Die beiden letzteren kommen zwar weniger oft vor, rufen aber besonders starke Schäden hervor, da sie neben Blattbefall auch die so genannten Fußkrankheiten verursachen.

Die Erreger rufen an den oberirdischen Pflanzenteilen so genannte Brennflecken hervor, deren eindeutige Zuordnung allerdings aufgrund der häufig auftretenden Mischinfektionen erschwert ist.

Bedeutung

Fuß- und Brennfleckenkrankheiten des Brennflecken-Erregerkomplexes sind die häufigsten Krankheiten der Erbse. Sie können mitunter hohe Ertragsverluste verursachen, die in Einzelfällen 50 bis 75 % erreichen können.

Befallsausbreitung

Die wichtigste Infektionsquelle stellt infiziertes Saatgut dar. Bereits eine geringe Erregerbelastung kann zu erheblichen Schäden im Feld führen. Neben der Übertragung durch Saatgut können die widerstandsfähigen Dauersporen von *A. pisi* und *P. medicaginis* var. *pinodella* die Erbsenpflanzen auch über den Boden infizieren. Unter geeigneten Bedingungen können darüber hinaus alle genannten Erreger auf Pflanzenresten mehrere Jahre überdauern.

Nach der Primärinfektion erfolgt die sekundäre Ausbreitung innerhalb einer Pflanze oder von Pflanze zu Pflanze über Sporen, die von Regenspritzern verbreitet werden.

Regulierung durch vorbeugende Maßnahmen

Der Verwendung von gesundem Saatgut, möglichst aus befallsfreien Anbaugeländen bzw. Beständen, kommt höchste Bedeutung zu. Es sind entsprechende Anbaupausen einzuhalten. Reste von befallenen Pflanzenteilen müssen sorgfältig eingearbeitet werden.



Abbildung 13: Befall mit *Ascochyta*-Brennflecken an Erbsenranke

Fuß- und Brennfleckenkrankheit des *Ascochyta*-Erregerkomplexes sind die am stärksten verbreitete Krankheit der Erbse.

Die sekundäre Ausbreitung erfolgt über Sporen, die von Regenspritzern verbreitet werden.



Abbildung 14: Befall mit Brennflecken hervorgerufen durch *M. pinodes*

Regulierung durch Saatgutbehandlungsmaßnahmen

Im Ökologischen Landbau stehen derzeit keine wirksamen Maßnahmen zur Bekämpfung der Krankheit am Saatgut oder im Bestand zur Verfügung.

2.2 Anthraknose der Lupine (*Colletotrichum lupini*)

Vorkommen und Schadbild

Seit Mitte der 1990er Jahre tritt die Anthraknose der Lupine in Deutschland auf und hat seitdem den Lupinenanbau stark eingeschränkt. Die drei in Deutschland angebaute Lupinenarten sind unterschiedlich anfällig für diese pilzliche Krankheit: Am stärksten anfällig ist die Weiße Lupine (*Lupinus albus*), mittelstark anfällig ist die Gelbe Lupine (*Lupinus luteus*) und die Blaue bzw. Schmalblättrige Lupine (*Lupinus angustifolius*) weist eine gewisse Toleranz auf.

Bei Befall mit Anthraknose kommt es im Jungpflanzenstadium zu typischen Einschnürungen des Blattstiels. Die Fiederblätter befallener Pflanzen hängen schlaff herab. Bei älteren Pflanzen sind die Stängel verdreht und die Blattstiele knicken ab. Auf Blättern und Hülsen zeigen sich eingesunkene Flecken, so genannte Brennflecken, mit braunem Rand und orangefarbenem Zentrum.



Abbildung 15: Befall mit Anthraknose: Im Keimlings- und Jungpflanzenstadium kommt es zu typischen Einschnürungen des Blattstiels

Die Anthraknose verursacht schwerste Schäden bis hin zum Totalausfall.

Anthraknose ist eine saattgutübertragbare Krankheit, die sich bei ausreichender Feuchtigkeit durch Konidiosporen schnell im gesamten Bestand ausbreiten kann.

Bedeutung

Die Anthraknose verursacht schwerste Schäden bis zum Totalausfall. Vielfach musste der Lupinenanbau aufgrund der Anthraknose aufgegeben werden. Diese Krankheit darf nicht unterschätzt werden.

Befallsausbreitung

Anthraknose ist eine saattgutübertragbare Krankheit. Der Pilz kann sowohl an der Samenoberfläche als auch im Samen überdauern. Durch befallenes Saatgut kommt es zur Bildung von Primärbefallsherden im Bestand. Von dort aus verbreitet sich die Krankheit bei ausreichender Feuchtigkeit durch Konidiosporen. Es entstehen zunächst Befallsnester, aus denen heraus in kürzester Zeit der gesamte Schlag durchseucht werden kann.

Regulierung durch vorbeugende Maßnahmen

Als wichtigste vorbeugende Maßnahme gilt die Verwendung von befallsfreiem Saatgut. Völlig gesundes Saatgut ist allerdings mitunter schwierig zu beschaffen, denn immer weniger Anbaulagen können als wirklich befallsfrei gelten. Anbaupausen sind einzuhalten und Verschleppungen von

Pilzsporen durch Maschinen oder Kleidung müssen vermieden werden. Für den Lupinenanbau optimale Standortbedingungen sowie eine zeitige Aussaat und rechtzeitige Ernte helfen, Anthraknosebefall zu vermeiden.

Derzeit wird intensiv an der Einkreuzung von Resistenzen gegenüber der Anthraknose gearbeitet. Es liegen mittlerweile erfolgversprechende Ansätze vor. Bis widerstandsfähige Sorten der Praxis zur Verfügung stehen, dürften jedoch noch Jahre vergehen.



Abbildung 16: Herabhängende Fiederblätter infolge Anthraknosebefalls

Regulierung durch Saatgutbehandlungsmaßnahmen

Im Ökologischen Landbau stehen derzeit keine hinreichend wirksamen Maßnahmen der direkten Regulierung am Saatgut oder im Bestand zur Verfügung. Mit Hilfe der Heißwasserbeizung lassen sich teilweise Erfolge erzielen, allerdings gehen diese in der Regel mit hohen Verlusten bei der Keimfähigkeit des Saatgutes einher. Die zuweilen empfohlene mehrjährige Überlagerung von Saatgut bringt in der Regel keinen hinreichenden Schutz, da selbst ein geringer Restbefall zu hohen Schäden führen kann.

3 Pflanzgutübertragbare Krankheiten im Kartoffelbau

3.1 Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*)

Vorkommen und Schadbild



Abbildung 17: Befall mit Krautfäule an der Blattunterseite

Die Kraut- und Knollenfäule kommt überall vor und kann große Schäden verursachen.

Die Kraut- und Knollenfäule kommt überall in Deutschland vor. Sie kann große Schäden verursachen. Besonders gefährdet sind Regionen mit hohen Niederschlägen während des Frühlommers, wie beispielsweise die Küstenregionen oder das Alpenvorland.

Zunächst treten bei feuchtem Wetter an den Kartoffelblättern graubraune Blattflecken auf, die auf der Blattunterseite, vorwiegend an der Grenze zum gesunden Blattgewebe, einen weißlichen Pilzrasen aufweisen. Befallene Stängel verfärben sich dunkelbraun und brechen beim Verbiegen ab. Auch hier kann sich ein weißer Pilzrasen bilden. Infizierte Knollen zeigen im Herbst eingesunkene grau-braune Flecken. Im Knolleninneren treten braune Verfärbungen ohne scharfe Abgrenzung zum gesunden Gewebe auf. Braunfaule Knollen werden oft von weiteren, vor allem bakteriellen Schaderregern befallen.

Bedeutung

Von allen Krankheiten der Kartoffel ist die Kraut- und Knollenfäule weltweit wie auch in Deutschland die bedeutendste.

Von allen Krankheiten der Kartoffel ist die Kraut- und Knollenfäule weltweit wie auch in Deutschland die bedeutendste. In regenreichen Sommern können die Ertragseinbußen besonders stark, seltener bis hin zum Totalausfall sein. Durch Auftreten von Braunfäule an den Knollen im Zusammenspiel mit Bakterienerkrankungen der Kartoffel können selbst noch im Lager erhebliche Verluste entstehen. In Jahren mit feuchtem Frühjahr und Frühlommer kann bereits im Juni Befall auftreten, der sich bei entsprechender Ausbreitung besonders stark auf den Ertrag auswirken kann. Tritt der Befall hingegen erst spät auf, wenn die Kartoffelpflanzen einen Großteil der Ertragsbildung bereits abgeschlossen haben, fällt der Schaden geringer aus.



Abbildung 18: Stängelphytophthora

Befallsausbreitung

Der Erreger der Kraut- und Knollenfäule überwintert als Myzel in infizierten, braunfaulen Knollen im Lager bzw. an Ernteresten auf dem Acker. Viele solcher befallenen Knollen gehen vor dem Auflaufen zugrunde. Nur bei einem geringen Anteil an infizierten Knollen kommt es zu sichtbarem Befall von Blattapparat und / oder Stängel. Solche Pflanzen sind jedoch der Ausgangspunkt der Infektion im Bestand bzw. im

Anbaugesamt. Die Pilzsporen breiten sich bei für sie günstigen Bedingungen (hohe Luftfeuchte, mäßig-warme Temperaturen) sehr schnell aus. Bei trockenem Wetter hingegen kommt die Ausbreitung der Krankheit zum Stillstand.

Die Infektion der Knollen geht wiederum von den infizierten Pflanzen aus. Die an befallenen Pflanzen gebildeten Sporen werden vom Regen abgewaschen und mit dem Wasser in die Erde eingewaschen, wo sie dann über die Lentizellen die heranwachsenden Knollen befallen können. Häufiger werden jedoch die Knollen bei der Ernte infiziert, wenn verletzte Knollen mit sporenbelastetem Boden oder bereits infizierten Knollen in Berührung kommen.

Regulierung durch vorbeugende Maßnahmen

- Verwendung von gesundem Pflanzgut
- Sortenwahl: Auswahl von weniger anfälligen Sorten, ggf. in Kombination mit der Wahl von Sorten mit frühem Knollenansatz zur besseren Nutzung der befallsfreien Zeit. Das Maß der Anfälligkeit ist in der ‚Beschreibenden Sortenliste‘ angegeben
- Vorkeimen zur Vorverlegung des Wachstums in das befallsfreie Zeitfenster
- Auf ausreichende Stickstoffversorgung achten, damit bereits vor dem ggf. einsetzenden Befall mit Krautfäule ein möglichst großer Teil der Ertragsbildung realisiert werden kann
- Vermeidung von Infektionen durch auf Abfallhaufen wachsenden Pflanzen
- Zeitspanne von ca. drei Wochen nach dem Absterben des Krautes bzw. der mechanischen Krautminderung bis zur Ernte einplanen (Verringerung des Sporenpotentials im Boden)
- Bei der Ernte auf ausreichende Bodentemperatur (nicht unter 10 °C) und ausreichende Schalenfestigkeit achten

Regulierung durch Behandlung der Pflanzkartoffeln

Eine Behandlung des Pflanzgutes gegen den Erreger der Kraut- und Knollenfäule ist nicht möglich.

Regulierung durch direkte Maßnahmen im Bestand

Als direkte Maßnahme mit nachgewiesener Wirkung im Kartoffelbestand ist der Einsatz von Kupfermitteln zu nennen. Allerdings kann die Verwendung von Kupfermitteln zu Anreicherungen dieses Schwermetalls im Boden führen. Deshalb ist der Einsatz von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln im ökologischen Kartoffelbau mengenmäßig eingeschränkt bzw. durch die Richtlinien einiger Öko-Anbauverbände sogar ganz untersagt.

Einzelne befallene Pflanzen sind der Ausgangspunkt der Infektion im Bestand bzw. im Anbaugesamt.



Abbildung 19: Braunfäulebefall an Knollen

Eine Behandlung des Pflanzgutes gegen Kraut- und Knollenfäule ist nicht möglich.

Nachgewiesene Wirkung im Kartoffelbestand erbringt allein der Einsatz von Kupfermitteln.

Daneben können einige Pflanzenstärkungsmittel eine ertragssichernde Wirkung bei Befall mit Kraut- und Knollenfäule bringen, die jedoch oft nicht statistisch abzusichern ist. Ein Überblick über Pflanzenstärkungsmittel und die damit in wissenschaftlichen Untersuchungen erzielten Ergebnisse findet sich unter: <http://pflanzenstaerkungsmittel.bba.de>.

3.2 Wurzeltöterkrankheit oder Weißhosigkeit (*Rhizoctonia solani*)

Vorkommen und Schadbild

Dieser Schaderreger spielt besonders im Ökologischen Landbau eine wichtige und in den letzten Jahren zunehmende Rolle. Ein zeitlich verzögerter und reduzierter Feldaufgang, geringerer Ertrag und mitunter massive Qualitätseinbußen kennzeichnen diese Krankheit. Weiterhin können veränderte Knollensortierungen auftreten, indem der Anteil kleinerer sowie größerer Knollen zuungunsten mittlerer Knollen erhöht ist.

An den keimenden Kartoffeltrieben und der Stängelbasis im Boden können sich dunkelbraune Nekrosen bilden und den Trieb zum Absterben bringen. Der Aufgang ist ungleichmäßig und es entstehen Fehlstellen. Am Stängelgrund findet sich ein grau-weißlicher Schimmelbelag, daher auch der Name „Weißhosigkeit“. Die Fiederblätter an der Triebspitze können hell bis gelblich verfärbt sein und sich leicht einrollen (so genanntes „Wipfelrollen“). An den Kartoffelknollen bilden sich im Spätsommer und Herbst schwarze Pocken (Sklerotien), die sich nicht abwaschen lassen. Insbesondere bei feuchter Witterung oder bei Staunässe bilden sich rundliche, in Schale und Fleisch eingesunkene Pfropfen, das so genannte Dry-core.

Bedeutung

Die Krankheit tritt in allen Anbaulagen auf und kann hohe Verluste verursachen. Insbesondere sind schwere, lehmig-tonige und humose Böden, die kalt, feucht und wenig durchlüftet sind, betroffen. *Rhizoctonia* ist für den ökologischen Anbau deshalb von besonderer Bedeutung, weil im Gegensatz zum konventionellen Anbau – wo sie durch die chemische Beizung bekämpft werden kann – keine sicher wirkenden Behandlungsmittel oder -verfahren für das Pflanzgut zur Verfügung stehen.

Befallsausbreitung

Die wichtigste Infektionsquelle stellt befallenes Pflanzgut dar. Die Befallsstärke und –häufigkeit an Stängeln, Stolonen und Knollen steht in direktem Zusammenhang mit der Dichte des Sklerotienbesatzes auf den Pflanzknollen. Darüber hinaus muss jedoch immer auch mit dem Vorhandensein des Erregers



Abbildung 20: „*Rhizoctonia*-Keime“: Erhöhte Stängelzahl durch Keimlingsbefall

Rhizoctonia spielt besonders im Ökologischen Landbau eine wichtige, in den letzten Jahren zunehmende Rolle.

Die Krankheit tritt in allen Anbaulagen auf und kann hohe Verluste verursachen.



Abbildung 21: *Rhizoctonia*-Befall an Knollen

Die wichtigste Infektionsquelle ist befallenes Pflanzgut.

im Boden gerechnet werden. Der Pilz kann an pflanzlichen Materialien mehrere Jahre im Boden überdauern, wobei das Infektionspotenzial jedoch innerhalb weniger Jahre deutlich absinkt. Auf schweren, feucht-kühlen Böden sinkt der Infektionsdruck langsamer als auf leichten Böden. Die Bildung von Sklerotien an den Knollen beginnt etwa mit einsetzender Reife und nimmt besonders stark nach Absterben (bzw. Abschlegeln) des Krautes zu; hierbei sind trockene Bedingungen förderlicher für die Ausbreitung als feuchte. Deshalb ist es wichtig, die Knollen nicht zu lange nach Absterben (bzw. Abschlegeln) des Krautes im Boden zu belassen und sie nach Erreichen der Schalenfestigkeit rasch zu ernten.

Regulierung durch vorbeugende Maßnahmen

- Verwendung von gesundem Pflanzgut. Beachte: Der Sklerotienbesatz ist kein Untersuchungskriterium des amtlichen Anerkennungsverfahrens; deshalb sollte auch beim Zukauf zertifizierter Ware die Partie nach Möglichkeit vorher geprüft werden (weitere Ausführungen hierzu siehe unten)
- Eine weitgestellte Fruchtfolge mit Leguminosen und Anbaupausen nicht unter drei Jahren wirkt der Bodenverseuchung entgegen
- Alle Maßnahmen, die ein schnelles Auflaufen der Kartoffel fördern, sollten genutzt werden: Vorkeimen des Pflanzgutes, flaches Auspflanzen in einen lockeren, gut erwärmten Boden, zunächst flache Dämme
- Anlegen der Dämme bereits im Herbst zur besseren Strukturbildung des Bodens
- Rasche Ernte nach Erreichen der Schalenfestigkeit

Beim Pflanzgutkauf auf Sklerotienbesatz achten, da dieser kein Untersuchungskriterium bei der Pflanzgut-erkennung ist.

Rasche Ernte nach Erreichen der Schalenfestigkeit vermindert den Befall.

Regulierung durch Behandlung der Pflanzkartoffeln

- Der Einsatz von *Bacillus-subtilis* und *Pseudomonas*-Präparaten kann den Befall verringern und entsprechend zur Ertragssicherung beitragen. In Untersuchungen wurden aber widersprüchliche Ergebnisse erzielt.

3.3 Exkurs: Befallsindex zur Beurteilung des *Rhizoctonia*-Pockenbesatzes an Saatkartoffeln

Zwischen dem Pockenbesatz der Pflanzknolle und dem Rhizoctoniabefall im Feldbestand beziehungsweise dem Befall der Erntekartoffeln besteht ein enger Zusammenhang, der durch zahlreiche Untersuchungen belegt ist: Je höher der Pockenbesatz an der Pflanzkartoffel, umso stärker das Auftreten der Krankheit im Feld und an den Ernteknollen. Damit

Zwischen dem Pockenbesatz an der Pflanzknolle und dem Rhizoctoniabefall im Feldbestand bzw. der Erntekartoffeln besteht ein enger Zusammenhang.

ergibt sich die Möglichkeit, durch Verwendung von Pflanzenknollen mit einem geringen Besatz an Rhizoctonia-Pocken das Auftreten der qualitätsmindernden Krankheit am Erntegut zu kontrollieren.

Hierfür schlägt Karalus (2005 & 2006) ein in der Praxis leicht anwendbares System der Bewertung des Pockenbesatzes vor. Dieser wird unter Zuhilfenahme einer Boniturvorlage vier verschiedenen Klassen zugeordnet (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Einteilung des Pockenbesatzes auf der Knollenoberfläche in Befallsklassen

Befallsklasse	Prozentualer Befall der Knollenoberfläche
Befallsklasse 0	Kein Befall
Befallsklasse 1	< 1 % befallene Oberfläche
Befallsklasse 2	1 – 5 % befallene Oberfläche
Befallsklasse 3	> 5 % befallene Oberfläche

Neben den Befallsklassen wird die Anzahl der befallenen Knollen ermittelt. Hierzu werden in der Regel 100 zufällig ausgewählte und gewaschene Knollen je Partie untersucht. Zusammen mit der ermittelten Befallsklassen wird hieraus ein Befallsindex nach der Formel: $\text{Befallsindex} = [(n_1 \times 1) + (n_2 \times 2) + (n_3 \times 3)] \times 100 / (N \times 3)$ errechnet, wobei n_1 bis n_3 die Anzahl der Knollen in der Befallsklasse 1 bis 3 und N die Gesamtzahl der untersuchten Knollen darstellt. In den Befallsindex, welcher Werte zwischen 0 und 100 annehmen kann, gehen also sowohl Befallshäufigkeit als auch Befallsstärke ein.

Als Befallsobergrenze, ab der Kartoffelpflanzgut im Ökologischen Landbau nicht mehr eingesetzt werden sollte, wird ein Befallsindex von 15 vorgeschlagen. Bei Überschreitung dieser Grenze ist mit einem Befallsausmaß am Erntegut von über 30 % befallenen Knollen zu rechnen, das für eine qualitätsorientierte Kartoffelproduktion nicht mehr tolerierbar ist.

Beispiel: Es werden 100 Kartoffeln einer Partie bonitiert. Es ergeben sich die in Tabelle 2 wiedergegebenen Werte:

Tabelle 2: Beispielrechnung zur Ermittlung des Befallsindex

Befallsklasse	Anzahl Knollen in der jeweiligen Befallsklasse
Befallsklasse 0	89
Befallsklasse 1	8
Befallsklasse 2	2
Befallsklasse 3	1

$$\text{Befallsindex} = [(8 \times 1) + (3 \times 2) + (1 \times 3)] \times 100 : 300 = 5$$

Damit erreicht die Partie einen Befallsindex von 5 und könnte ohne Bedenken als Pflanzgut in einer qualitätsorientierten Kartoffelerzeugung eingesetzt werden.

3.4 Silberschorf (*Helminthosporium solani*)

Vorkommen und Schadbild

Der Befall von Kartoffelknollen mit Silberschorf führt durch optisch-qualitative Mängel zu Beeinträchtigungen der Vermarktungsfähigkeit. Ferner treten erhöhte Masseverluste im Lager in Folge verstärkter Wasserabgabe auf. Schwere Standorte sind in der Regel weniger betroffen als leichte; spätreife Sorten weniger als frühreife. Die Krankheit kommt ausschließlich an der Knolle vor. Oft treten die Symptome erst während der Lagerung in Erscheinung. Die Befallsstellen zeigen sich als silbergraue Flecke unterschiedlicher Größe und Form, die durch das Eindringen von Luft zwischen Korkschicht und Zellgewebe entstehen.

Bedeutung

Die Bedeutung dieser Krankheit im Öko-Kartoffelanbau nimmt seit einigen Jahren zu. Dies hängt nicht zuletzt mit einem steigenden Verkaufsanteil gewaschener Öko-Kartoffeln zusammen, denn die Krankheit wird erst nach dem Waschen sichtbar.

Befallsausbreitung

Im Boden erfolgt die Infektion durch Übertragung von befallenen Mutterknollen auf Tochterknollen oder durch die Infektion der Tochterknollen aus belasteten Böden. Feuchte Böden ("freies" Wasser) sind die wichtigste Voraussetzung für den Transport und die Keimung der Pilzsporen. Im Lager findet die Infektion durch staubartige Ausbreitung und durch den Kontakt gesunder mit infizierten Knollen statt.

Solange sich die Knollen noch im Boden befinden, breitet sich der Befall auf der Knollenoberfläche nur langsam aus. Der Befall während der Lagerung wird entscheidend durch Feuchtigkeit und Temperatur beeinflusst. Das Myzelwachstum erfolgt ab 3 °C, optimal bei 21 - 25 °C. Die Sporenbildung und -keimung erfolgen bei 3 - 27 °C, wobei das Optimum zwischen 9 - 21 °C liegt. Von entscheidender Bedeutung für die Sporenbildung während der Lagerung ist eine hohe relative Luftfeuchte (> 90 %) bzw. eine feuchte Knollenoberfläche (Schwitzwasser).



Abbildung 22: Silberschorfbefall an Knollen

Der Befall von Kartoffelknollen mit Silberschorf verursacht optisch-qualitative Mängel.

Die Bedeutung von Silberschorf im Öko-Kartoffelanbau nimmt durch steigenden Verkaufsanteil gewaschener Kartoffeln zu.

Im Boden erfolgt die Infektion durch Übertragung von befallenen Mutterknollen oder belasteten Böden.

Regulierung durch vorbeugende Maßnahmen

- Verwendung von gesundem Pflanzgut
- Sortenbedingte Unterschiede in der Anfälligkeit beachten
- Stauende Nässe vermeiden
- Rasche Ernte nach Erreichen der Schalenfestigkeit
- Nach der Ernte zügiges Abtrocknen, Oberflächenfeuchte reduzieren (ca. 14 Tage bei 10 – 15 °C, 75 - 85 % relative Luftfeuchte)
- Möglichst erdfrei und trocken lagern (< 90 % relative Luftfeuchte, Temperatur nicht über 4 °C)
- Schwitzschichten bei Kistenlagerung vermeiden

Regulierung durch Behandlung der Pflanzkartoffeln

Es liegen derzeit keine direkten Regulierungsmöglichkeiten für den Ökologischen Landbau vor.

3.5 Schwarzbeinigkeit und Knollennassfäule (*Erwinia carotovora*)

Vorkommen und Schadbild

Die Krankheit ist weltweit verbreitet und in Mitteleuropa die wichtigste Bakteriose der Kartoffel. Der Erreger verursacht sowohl die Schwarzbeinigkeit an der Kartoffelpflanze als auch die Knollennassfäule, die eine gefürchtete Lagerkrankheit darstellt. Im fortgeschrittenen Stadium der Knollennassfäule wird der Faulbrei mehr und mehr verflüssigt und tritt bei leichtem Druck aus der Knolle heraus.

Bei der Schwarzbeinigkeit vergilben Pflanzen bzw. Einzeltriebe, kümmern und sterben schließlich ab; sie lassen sich leicht aus der Erde ziehen. Die Krankheit ist weltweit verbreitet und in Mitteleuropa die wichtigste Bakteriose der Kartoffel. Am Stängelgrund findet man eine typische Schwarzfärbung mit Gewebeerstörung und stechendem Geruch. Ist der Ausgangspunkt für die Krankheit kontaminiertes Pflanzgut, so werden viele Triebe einer Staude befallen. Kommt es zum Befall durch bodenbürtige Infektionen, erkranken oft nur einzelne Triebe.

Bedeutung

Der Befall mit dieser Krankheit ist eine häufige Ursache für Fehlstellen im Bestand. Ertragsminderungen treten ab einem Befall mit Schwarzbeinigkeit von etwa 10 % auf. Erhebliche Probleme durch Nassfäule können bei Frühkartoffeln auftreten, insbesondere wenn losschalige Kartoffeln bei hohen Temperaturen geerntet werden und anschließend im



Abbildung 23: Knollennassfäule

Ertragsminderungen treten ab einem Befall mit Schwarzbeinigkeit von etwa 10 % auf.

Warenfluss bis zum Verbraucher starken Temperaturschwankungen mit Schwitzwasserbildung ausgesetzt sind. Schwere Böden sind stärker betroffen als leichte; auf staunassen Standorten können besonders hohe Verluste auftreten.

Befallsausbreitung

Die Erkrankung wird durch Bakterien verursacht. Sie überdauern in symptomlosen, infizierten Pflanzknollen und wandern mit dem Saftstrom in junge Triebe und neu gebildete Tochterknollen. Es ist davon auszugehen, dass in der Praxis nahezu jede Pflanzknolle infiziert ist, ohne Symptome aufzuweisen. Eine weitere Verbreitungsmöglichkeit ist die Infektion von Pflanze zu Pflanze durch den Transport im Bodenwasser. Die Erreger dringen dann über Verletzungen der Knolle, Wachstumsrisse oder Lentizellen ein.

Der Faulbrei bildet den Ausgangspunkt für den Befall weiterer Knollen. Unter ungünstigen Bedingungen, zum Beispiel bei Auftreten von Kondenswasser, kann es zu einer akuten Ausbreitung der Fäule im Lager kommen. Die Feuchtigkeit ist einerseits notwendig für die Verbreitung der Bakterien und andererseits führt hohe Feuchtigkeit zu Rissen und Wucherungen in den Lentizellen, durch die die Erreger in das Knollengewebe eindringen können.

Ein dünner Wasserfilm auf der Knollenoberfläche führt sehr rasch zu Sauerstoffmangel in der Knolle, dadurch werden die Abwehrreaktionen in der Knolle unterbunden. Infektionsquellen stellen auch kontaminierte Ernte- und Sortiermaschinen, Handhabungsgeräte, Transport- und Lagerbehälter sowie Staubpartikel dar. Infektionen während der Ernte und Sortierung führen zu Fäule in der unmittelbar darauf folgenden Zeit.

Regulierung durch vorbeugende Maßnahmen

- Verwendung von möglichst gering belastetem, nicht geschnittenem Pflanzgut
- Vermeidung einer Überdüngung mit Stickstoff
- Anlegen der Dämme im Herbst zur besseren Strukturbildung des Bodens
- Ernte voll ausgereifter, schalenfester Knollen möglichst ohne Beschädigung
- Erntearbeiten bei Bodentemperaturen zwischen 10 bis 20 °C (im Sommer früh morgens zwischen 6 und 10 Uhr und im Herbst erst ab 10 Uhr morgens)
- Sorgfältige Reinigung der Maschinen, Geräte und Lagerräume vor der Ernte und dem Einlagern

Die Erkrankungen werden durch Bakterien verursacht, die in symptomlosen, infizierten Pflanzknollen überdauern und über den Saftstrom Tochterknollen infizieren.

Eine Vielzahl vorbeugender Maßnahmen kann helfen, den Ausbruch der Krankheit zu vermeiden.

- Kontrolle der Bestände: Rechtzeitige Entfernung kranker Pflanzen vor der Knollenbildung
- Rechtzeitige Entfernung kranker Knollen vor dem Einlagern
- Sofort nach Einlagerung durch intensive Belüftung Knollenoberfläche abtrocknen
- Wundheilung unmittelbar nach dem Einlagern fördern, bei 12 bis 15 °C für zwei Wochen
- Trocken-kühle Lagerung
- Desinfektion von Gerätschaften

Regulierung durch Behandlung der Pflanzkartoffeln

Die Kupferhydroxidmittel Cuprozin WP und Flüssig sind für die Pflanzgutbehandlung zur Befallsminderung bei *Erwinia*-Schwarzbeinigkeit an Kartoffeln zugelassen. Gemäß EG-Öko-Verordnung ist Kupferhydroxid im Ökologischen Landbau für Pflanzenschutz Zwecke grundsätzlich einsetzbar. Ob diese Mittel gemäß Verbandsrichtlinien gegen Schwarzbeinigkeit eingesetzt werden dürfen, ist beim jeweiligen Anbauverband zu erfragen.

4 Risikobasiertes Schwellenwertmodell für Getreide und Körnerleguminosen

Derzeit liegen speziell für den Ökologischen Landbau Schwellenwerte für einige saatgutbürtige Krankheiten lediglich auf privatrechtlicher Basis (Öko-Anbauverbände) vor. Erfasst werden dabei Weizensteinbrand (Sporennachweis) und Auflaufschaderreger (Kalttest). Andere saatgutbürtige Krankheiten wie z. B. Netzflecken- oder Streifenkrankheit der Gerste werden derzeit nicht durch dieses Schwellenwertkonzept abgedeckt. Das Konzept basiert auf diskreten Schwellenwerten. Werden sie unterschritten, ist das Material ohne weiteres einsetzbar ist. Dagegen sollte Saatgut, dessen Befall oberhalb dieser Schwellenwerte liegt, nicht mehr ohne zusätzliche Maßnahmen verwendet werden oder muss verworfen werden muss.

Hintergrund für die Vorstellung dieses risikoorientierten Schwellenwertmodells ist erstens die Tatsache, dass es sich bei saatgutbürtigen Krankheiten je nach Schaderregerbelastung um ein kontinuierlich verlaufendes Risiko handelt, das nur unzureichend von einem diskreten Grenzwert wiedergegeben werden kann. Zweitens ist die Bewertung eines Krankheitsrisikos für die Kultur abhängig von weiteren Faktoren auf landwirtschaftlicher Betriebsebene. Beide Aspekte lassen sich durch ein Modell erfassen, das Risikobereiche abbildet und weitere Faktoren wie beispielsweise sortenbedingte Anfälligkeit, befallsfördernde oder -mindernde Aussattermine, klimatische Verhältnisse etc. berücksichtigen kann.

Das vorliegende Modell der Toleranzschwellen für saatgutbürtige Krankheiten basiert auf einem risikoorientierten Ansatz. Im Gegensatz zu Modellen mit diskreten Schwellenwerten, bei deren Überschreitung Saatgut als solches unbrauchbar wird, werden in diesem Modell Bereiche definiert, anhand derer eine Einstufung unter Berücksichtigung weiterer relevanter Aspekte (z. B. sortenbedingte Anfälligkeit, bodenklimatische Gegebenheit, Saatzeitpunkt, mehrmaliger Nachbau, Preis etc.) möglich ist.

Dieses Konzept definiert drei Bereiche für die Einstufung einer Schaderregerbelastung bzw. Einschränkungen der Samengesundheit. Die drei Bereiche werden in Anlehnung an die Ampelfarben farblich markiert. Die Übergänge der drei Bereiche markieren die Akzeptanzschwelle und die Toleranzschwelle. Während bei einer Schaderregerbelastung im grünen Bereich das Risiko so gering einzustufen ist, dass eine uneingeschränkte Verwendung des Saatgutes möglich ist, markiert das Überschreiten der Akzeptanzschwelle den Risikobereich (gelb), in dem das Saatgut nur unter

Zugrundelegung ergänzender Maßnahmen eingesetzt werden sollte. Liegt die Schaderregerbelastung im roten Bereich, ist das Risiko so hoch, dass das Material nicht mehr als Saatgut zu verwenden ist.

Tabelle 3: Risikoorientierte Schwellenwerte für Toleranz- und Risikobereiche für ausgewählte saatgutübertragbare Krankheiten

Krankheit/ Erreger	Kultur	geeigneter Test bzw. Indikator	Toleranz- bzw. Risikobereich			Ergänzende Faktoren zur Risikobewertung
Steinbrand* (<i>Tilletia tritici</i>)	(Winter-) Weizen	Anzahl (Sporen/Ko.)	< 10	10 - 20	> 20	Frühe, flache Aussaat, schnelles Auflaufen wirken befallmindernd, kaum widerstandsfähige Sorten in Deutschland
Flugbrand* (<i>Ustilago tritici</i> , <i>U. nuda</i> , <i>U. avenae</i>)	Weizen, Gerste, Hafer	Befallene Ä. im Feld je m ² (teilw. auch Saatgutunters.)	< 0,02	0,02 - 2	> 2	Unterschiedliche Sortenanfälligkeit beachten (kaum resistente Sorten vorhanden); späte Aussaat der Winterung, frühe Aussaat der Sommerung, Saatgutüberlagerung, Korngrößenselektion
Hartbrand* <i>Ustilago hordei</i>	Gerste	Befallene Ähren im Feld je m ²	< 0,02	0,02 - 0,2	> 0,2	Unterschiedliche Sortenanfälligkeit beachten (gering anfällige Sorten sind vorhanden); späte Aussaat der Winterung, frühe Aussaat der Sommerung, Saatgutüberlagerung, Korngrößenselektion
Schneeschnitzpilz, Fusariosen (<i>Microdochium nivale</i> , <i>Fusarium spp.</i>)	alle Getreidearten	Kalttest (% aufgelaufene Pfl.)	> 80	60 - 80	< 60	Unterschiedliche Sortenanfälligkeit beachten, späte Aussaat vermeiden
Streifenkrankheit (<i>Drechslera graminea</i>)	Gerste	Erdtest oder Agartest (% befallene Pfl.)	< 5	5 - 10	> 10	Unterschiedliche Sortenanfälligkeit beachten, andauernde hohe Luftfeuchte zur Blüte fördert Befall, schnelles Auflaufen vermindert Befall
			< 0,1	0,1 - 2	> 2	
Netzfleckenkrankheit (<i>Drechslera teres</i>)	Gerste	Erdtest oder Agartest (% befallene Pfl.)	< 15	15 - 30	> 30	Unterschiedliche Sortenanfälligkeit beachten, frühe Wintergerstensaart vermeiden, Fruchtfolge, Sommergerste nicht in unmittelbarer Nachbarschaft zu Wintergerste
Brennfleckenkrankheit (<i>Ascochyta pisi</i>)	Erbse	Infizierte Samen (%)	< 30	30 - 50	> 50	Länge der Anbaupausen
Anthraknose (<i>Colletotrichum lupini</i>)	Lupine	Infizierte Samen (%)	0	0	> 0	Anfälligkeit: Weiße Lupine > Gelbe Lupine > Blaue bzw. schmalblättrige Lupine (letztere rel. tolerant gegen Anthraknose)

* Gesetzlicher Grenzwert für Saatguterkenntnis liegt vor

5 Überblick über physikalische Verfahren der Saatgutbehandlung

Physikalische Verfahren der Saatgutbehandlung waren bis zur Einführung der chemischen Beizmittel die Standardmaßnahme zur wirksamen Bekämpfung vieler Krankheiten. Die wichtigsten Verfahren waren die Heiß- und die Warmwasserbehandlung. Der wesentliche Vorteil von physikalischen Maßnahmen ist, dass sie, im Gegensatz zu Saatgutbehandlungsmitteln, keine Zulassung durch die Behörden benötigen und damit der ökologischen Landwirtschaft schnell zur Verfügung stehen. Die Vermarktung von Partien, die nicht als Saatgut verwendet wurden, ist in der Regel möglich. Nachteilig ist, dass bodenbürtiger Befall nicht erfasst wird. Die Wirksamkeit der Behandlung hängt insbesondere davon ab, wo der zu bekämpfende Schaderreger lokalisiert ist. Oberflächlich anhaftende Erreger, z. B. Weizensteinbrand (*Tilletia tritici*), sind gut zu bekämpfen. Befindet sich der Erreger dagegen tiefer im Samen, z. B. Gerstenflugbrand (*Ustilago nuda*), ist die Bekämpfung erheblich schwieriger. Ein Nachteil physikalischer Behandlungsmethoden ist die meist notwendige Anpassung der Behandlungsparameter (Temperatur, Einwirkungsdauer) an die jeweilige Saatgutpartie. Weizen muss anders behandelt werden als Gerste, verschiedene Sorten reagieren unterschiedlich und selbst die Erreger sind nicht in jedem Jahr gleich lokalisiert.

5.1 Heiß- und Warmwasserbehandlung

Die Heiß- und Warmwasserbehandlungen gehören zu den wenigen Methoden, die eine gute Wirkung gegen die im Ökologischen Landbau schwer bekämpfbaren Krankheiten wie den Flugbrand besitzen. Das zentrale Problem besteht in der richtigen Kombination von Behandlungsdauer und Behandlungstemperatur, um sowohl die Keimfähigkeit nicht zu beeinträchtigen als auch die Bekämpfung des Erregers sicherzustellen. Während sich dies im Labormaßstab für kleine Saatgutmengen gut realisieren lässt, ist die Behandlung großer Saatgutmengen unter Praxisbedingungen schwierig. Oft wird mit umgerüsteten Behältern, z. B. Käsereikesseln, gearbeitet. Ein weiteres Problem ist die notwendige Rücktrocknung des Saatgutes. Die Begriffe „Heißwasserbehandlung“ und „Warmwasserbehandlung“ sind bisher nicht definiert. Häufig sind mit „Warmwasserbehandlung“ Temperaturen um 45 °C und eine längere Behandlungsdauer gemeint. Die „Heißwasserbehandlung“ besteht aus einem kurzzeitigen Heißwasserbad (>50 °C) und schließt oft ein Vorquellen des Saatgutes ein. Eine weitere Methode im Bereich der „Heißwasserbehandlung“ ist die „Unterbrochene



Abbildung 24: Heißwasserbeizanlage Dottenfelderhof

Heißwasserbeize“, die bei 56 – 59 °C mehrere kurze Tauchungen vorsieht.

Eine Wirkung der Heiß- und Warmwasserbehandlung wurde an allen wichtigen saatgutbürtigen Krankheiten des Ackerbaus mit Ausnahme der *Ascochyta pisi* an Erbsen erreicht. Gegen die Fusariosen, insbesondere bei Befall mit dem Schneeschimmelerreger, konnte eine höhere Wirkung der Warm- als der Heißwasserbehandlung nachgewiesen werden.

Kleinere Anlagen zur Behandlung von Gemüsesaatgut befinden sich an verschiedenen Orten und sind auch leicht selbst zu bauen. Größere Saatgutmengen werden in Europa zurzeit nur am Dottenfelder Hof, Bad Vilbel, behandelt.

5.2 Heißluftbehandlung „Thermoseed“



Abbildung 25: Heißluftanlage „Thermoseed“

Die Heißluftbehandlung arbeitet mit heißer Luft bei einer relativen Feuchte von 85 % bis nahe 100 %. In verschiedenen Versuchen wurde eine Wirkung gegen Steinbrand, Septoria, Schneeschimmel, Streifenkrankheit und Netzfleckenkrankheit erreicht, während sich das Saatgut als hitzeempfindlicher erwies als der Gerstenflugbranderreger (Diethard et al. 2003), d. h. letzterer nicht ausreichend bekämpft werden konnte. Das nunmehr unter der Bezeichnung „Thermoseed“ von der schwedischen Firma Acanova AB angewendete Verfahren steht seit Herbst 2005 als Großanlage mit einer Kapazität von ca. 200 t pro Tag in Südschweden zur Verfügung.

5.3 Vakuum-Dampf-Behandlung „Steamlab“



Abbildung 26: Vakuum-Dampf-Anlage „Steamlab“

Das auf einem Vakuum-Sattdampf-Zyklus basierende Verfahren der Firma Steamlab-Systems aus Hamburg dient vor allem zur Entkeimung von Lebensmitteln, z. B. Gewürzen. In einer Druckkammer werden spezifische atmosphärische Bedingungen mit Temperaturen zwischen 70 °C und 125 °C geschaffen. In eigenen Untersuchungen wurde eine gute Wirkung gegen Weizensteinbrand und gegen Schwarzfäule der Möhre (*Alternaria radicina*) erreicht, bei der Blattfleckenkrankheit der Petersilie (*Septoria petroselinii*) wurde dagegen keine Reduzierung der Sporenzahl ermittelt. Aufgrund der hohen Kosten kommt das Verfahren nur für wertvolles Saatgut, z. B. von Gemüse und Arznei- und Gewürzpflanzen, in Frage.

Das Verfahren steht an mehreren Standorten im In- und Ausland zur Verfügung.

5.4 Ultraschall-Dampf-Behandlung „Sonosteam“

Das Verfahren der Ultraschall-Dampf-Behandlung mit der Bezeichnung „Sonosteam“ dient ebenfalls zur Oberflächenentkeimung von Lebensmitteln, hauptsächlich Geflügelfleisch. Einige positive Ergebnisse liegen zu Steinbrand an Weizen und Dinkel vor (Borgen et al. 2005), eigene Versuche zu Schneeschimmel an Winterroggen (Befall 20 %) brachten keine Beeinflussung. Der Ultraschall verändert die Oberfläche des Saatgutes, so dass der heiße Dampf besser an das Saatgut gelangt und damit die Wirkung verbessert wird.

Das Verfahren befindet sich erst versuchsweise in Dänemark im Einsatz.



Abbildung 27: Anlage zur Ultraschall-Dampf-Behandlung „Sonosteam“

5.5 Bürstmaschine der Firma Westrup

Seit einigen Jahren ist eine Bürstmaschine der Firma Westrup, Dänemark auf dem Markt, mit der die oberflächlich anhaftenden Sporen des Weizensteinbrandes weggebürstet werden können. In Praxisversuchen mit erhöhter Durchsatzleistung konnten die beschriebenen Wirkungsgrade von 97 % ohne und 99 % mit Vorreinigung (Borgen 2005) nicht ganz erreicht werden. Sie lagen aber dennoch zwischen 94,6 % und 99,3 %.

Die Bürstmaschine wird in der Saatgutvermehrung des Schlossgutes Hohenkammer, Bayern, eingesetzt sowie in weiteren Betrieben in Dänemark, Polen und der Schweiz.



Abbildung 28: Bürstmaschine

5.6 Elektronenbehandlung

Die Elektronenbehandlung nutzt den ionisierenden Effekt elektromagnetischer Wellen im kurzwelligen Bereich von <math><100\text{ nm}</math>. Die Energie der niedrigerenergetischen Elektronen kann so gesteuert werden, dass die Eindringtiefe begrenzt und das Saatgut nicht durchstrahlt wird. In über 150 Freilandversuchen wurde die Praxisreife der Behandlung bestätigt (Jahn et al. 2005). Weizensteinbrand und Septoria werden sehr gut bekämpft. Die Wirkung gegen Fusariosen und Schneeschimmel hängt davon ab, wie tief sich der Erreger im Korn befindet. Der Flugbranderreger im Embryo der Karyopse wird nicht erreicht. Auch bei einer Reihe von Gemüsekrankheiten ist das Verfahren gut wirksam. Die e-ventus Pilotanlage „Wesenitz 2“ steht als mobile Anlage mit einer Stundenleistung von 20 bis 30 Tonnen der Praxis zur Verfügung. Das Verfahren ist im Ökologischen Landbau zulässig, wenngleich infolge beobachteter Keimbeeinträchtigung umstritten (Matthes et al. 2007).



Abbildung 29: Mobile Anlage zur Elektronenbehandlung

5.7 Infrarotbehandlung

Die Behandlung mit Infrarotlicht oder mit Infrarotlicht in Kombination mit Rotlicht erhöht die Keimfähigkeit verschiedener Kulturen (Vasilenko, 2000). Die Methode wurde insbesondere bei Tomaten angewandt. In eigenen Untersuchungen konnte die Keimfähigkeit von Roggen, der mit Schneeschimmel befallen war (36,6 %), im Kalttest durch dieses Verfahren nicht verbessert werden.

Das Verfahren wird in USA/Kanada zur Beschleunigung der Keimung von Gemüsesaatgut eingesetzt.

5.8 Rauchbehandlung



Abbildung 30: Anlage zur Rauchbehandlung in Finnland

Die Methode der Rauchbehandlung basiert auf dem traditionellen finnischen Verfahren der „Riihi“-Gebäude. Mit Hilfe dieses Verfahrens konnten finnische Bauern im Mittelalter einige Male helfen, die Saatgutversorgung von ganz Skandinavien sicherzustellen. Das Verfahren wurde von dem Öko-Landwirt Markku Välimäki in moderne Technologie übergeführt. Einer Getreidetrocknungsanlage, die mit Holzhackschnitzeln direkt befeuert wird, wird im Winter Luft mit hoher Luftfeuchtigkeit zugemischt. Falls verfügbar, werden Reisig oder für bestimmte Krankheiten Kiefernholz bevorzugt. Die Keimfähigkeit ist in der Regel verbessert, wenngleich ein direkter Einfluss auf den Schaderreger nicht immer nachzuweisen ist. Das Verfahren kann nicht im Labormaßstab nachgeahmt werden. Der bekannte Effekt von Dampf scheint hier mit aktiven Substanzen im Rauch kombiniert zu werden.

6 Zitierte Literatur

- Diethart I., Weinhappel M., Girsch G., Hartl W. (2003): Wärmebehandlung von Getreidesaatgut – eine Alternative zur Bekämpfung von samenbürtigen Krankheiten. In: Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau, Wien 2003, S. 543-544.
- Borgen A. (2005): Removal of common bunt spores from wheat seed lots by brush cleaning. In: ICARDA, seed info No. 29, July 2005, www.icarda.org
- Borgen A, Krebs N., Langkjaer C. (2005): Novel development of heat treatment techniques for seed surface sterilisation. In: Abstract booklets: ISTA, 5th SHC Seed Health Symposium, Angers, France, May 10th – 13th 2005, p. 28.
- Jahn M., Röder O., Tigges J. (2005): Die Elektronenbehandlung von Getreidesaatgut – Zusammenfassende Wertung der Freilandergebnisse. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 399, 126 S.
- Karalus W. (2005): Rhizoctonia-Befall an Pflanz- und Ernteknollen im ökologischen Kartoffelbau. Kartoffelbau 3/2005 (56. Jg.)
- Karalus W. (2006): Pflanzgut mit Pocken. Bauernzeitung, 12. Woche 2006.
- Matthes Chr., Geier U., Spieß H. (2007): Elektronenbeize und Vitalität – Getreidesaatgut im Kalttest. In: Lebendige Erde 5/2007, Hrsg. Forschungsring e.V.
- Vasilenko V. (2000): Red/infrared light from light emitting diodes stimulates germination and improves vigour of seedlings, in: 30th international conference of environmental systems, Toulouse, France, July 10-13, 2000

7 Anhang

Tabelle 4: Auswahl an Laboren, die Saatgutuntersuchungen durchführen (Deutschland)

Institut / Labor	Analysen	Dauer	Methoden Kalttest	Preise	Bemerk.
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Vöttinger Str. 38 • 85354 Freising-Weihenstephan Tel.: 08161/71-5804 Fax: 08161/71-5816 E-Mail: Poststelle@LfL.bayern.de Internet: http://www.lfl.bayern.de/	Alle relevanten Saatgutuntersuchungen Unter anderem: Kalttest, Untersuchung auf Pilzbesatz (<i>Tilletia</i> spp.)	ca. 14 Tage	Erde	Kalttest: 7,50 € Pilzbesatz: 34 € Kf.: 5,50 €	
Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Postfach 11 02 64 97070 Würzburg Tel.: 09 31/3 05 09-(0) Fax: 0931 / 3050-977 poststelle@lwg.bayern.de Internet: http://www.lwg.bayern.de	Kalttest, Steinbrand, Triebkraft etc.	ca. 14 Tage	Erde	Kalttest: 7,50 € Steinbrand: 15 € Kf.: 5,50 €	Weitere Informationen auf der Internetseite
Staatliche landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFÄ) Augustenberg Postfach 43 02 30 76217 Karlsruhe Telefon: 0721 / 9468-0 Telefax: 0721 / 9468-112 E-Mail: poststelle@lufa.bwl.de Internet: www.LUFÄ-Augustenberg.de	Alle relevanten Saatgutuntersuchungen Unter anderem: Kalttest, Untersuchung auf Pilzbesatz (alle am Korn haftenden Pilzsporen)	ca. 14 Tage	Erde	Kalttest: 13 € Pilzbesatz: 29 € Kf.: 11 €	Weitere Informationen auf der Internetseite
N.U. Agrar GmbH Lindenallee 7 06449 Schackenthal Tel. 03 47 46 - 57 17 80 Fax 03 47 46 - 57 17 89 E-Mail: NU-Agrar@NU-Agrar.de Internet: http://www.nu-agrar.de/	Unter anderem: Kalttest, Untersuchung auf Pilzbesatz (Fusarien, auf Wunsch auch weitere)	ca. 14 Tage	Ziegelgruß	Komplett (Kalttest, Pilzbesatz, Beschaffenheit) 34 €	Weitere Informationen auf der Internetseite
Lufa Rostock Graf-Lippe-Straße 1 18059 Rostock Tel: 0381 20307-0 Fax: 0381 20307-90 E-Mail: info@lms-lufa.de Internet: http://www.lms-lufa.de	Unter anderem: Kalttest, Untersuchung auf Pilzbesatz (Fusarien, auf Wunsch auch weitere)	ca. 14 Tage	Erde	Kalttest: 20 € Fusarien: 10 € Kf.: 10 €	
LUFÄ NRW Nevinghoff 40 48147 Münster Telefon: 0251 / 2376-595 Telefax: 0251 / 2376-597 E-Mail: ufa@lwk.nrw.de Internet: http://www.landwirtschaftskammer.de/lufa/	Unter anderem: Kalttest, Untersuchung auf Steinbrand, auf Wunsch auch weitere)	ca. 14 Tage	Erde	Kalttest: 20,50 € Steinbrand: 19,50 € Kf.: 18,50 €	
LUFÄ Speyer Obere Langgasse 40 67346 Speyer Telefon: 06232 - 136 - 0 Telefax: 06232 - 136 - 110 E-mail: poststelle@lufa-speyer.de	Alle relevanten Saatgutuntersuchungen Unter anderem: Kalttest, Untersuchung auf Pilzbesatz	ca. 14 Tage	Erde	Kalttest: 18 € Steinbrand: 26 € Kf.: 12 €	

Institut/ Labor	Analysen	Dauer	Methoden Kalttest	Preise	Bemerk.
Prophyta Inselstraße 12 23999 Malchow/ Poel Telefon: 038425 / 23-0 Telefax: 038425 / 2323	Alle relevanten Saatgutuntersuchungen Unter anderem: Kalttest, Untersuchung auf Pilzbesatz	Ca. 14 Tage	Erde	Kalttest: 12,70 € Steinbrand 17,70 € Fusarien 23,40 € Flugbrand 37,60 € Kf.: Getr. 10,80 € Kf.: Grobleg. 12,20 €	
Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL) Standort Kassel Am Versuchsfeld 13 34128 Kassel Tel.: +49 561 / 988 80 Fax: +49 561 / 988 83 00	Alle relevanten Saatgutuntersuchungen Unter anderem: Kalttest, Untersuchung auf Pilzbesatz	Ca. 14 Tage	Erde oder Ziegelgruß	Kalttest: 30 € Steinbrand: 24 € Kf.: 20 €	

(Schweiz)

Institut/ Labor	Analysen	Dauer	Methoden Kalttest	Preise	Bemerk.
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Reckenholzstrasse 191 CH-8046 Zürich Tel: ++41 44 377 71 11 Fax: ++41 44 377 72 01 E-Mail: info@art.admin.ch Internet: http://www.art.admin.ch/	Pilzbesatz (<i>Tilletia</i> , <i>Septoria</i> , Fusariumarten, Schneeschnitzel) Keimfähigkeit	-	-	-	Saatgutuntersuchung im Rahmen der Bio-Zertifizierung, i.d.R. kein Kalttest

(Österreich)

Institut/ Labor	Analysen	Dauer	Methoden Kalttest	Preise	Bemerk.
Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH Institut für Saatgut Spargelfeldstraße 191 AT-1226 Wien Tel: ++43 (1) 732 16 4159 Fax: ++43 (1) 732 16 4174 E-Mail: saatgut@lwwie.ages.at Internet: http://www.ages.at/	Alle für die Bewertung der Saatgutqualität relevanten Untersuchungen, außer Flugbrand	Ca. 16 Tage	Filterpapier	Paketpreise je nach Untersuchungsumfang (30 – 50 €)	Auf sorgfältige, saubere Verpackung der Proben achten