

Biologische Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten und Unkräutern auf mikrobieller Basis

Eckhard Koch

**Institut für Biologischen Pflanzenschutz,
Darmstadt**

- **Biologische Unkrautbekämpfung**
 - **Mycoherbizide**
 - **Klassische biologische Bekämpfung**

- **Biologische Krankheitsbekämpfung**
 - **Suppressive Böden und Substrate**
 - **Wirkmechanismen**
 - **diverse Beispiele**

- **Welche mikrobiellen Mittel sind auf dem Markt verfügbar?**

Biologischer Pflanzenschutz:

Verwendung von Lebewesen, um mit ihnen (durch menschlichen Eingriff) die Population von Schadorganismen zu begrenzen

Klassischer biologischer Pflanzenschutz:

Ein(Nach)führung gebietsfremder Gegenspieler in das neue Verbreitungsgebiet des Schadorganismus

Inokulativer biologischer Pflanzenschutz:

Freilassung eines Gegenspielers ohne dauerhafte Einbürgerung

Biologische Bekämpfung von Unkräutern

- **Mycoherbizide**
- **Klassische biologische Bekämpfung**

Chondosterum purpureum als Mycoherbizid



Violetter Knorpelschichtpilz
(*Chondosterum purpureum*)
(Foto: Jerzy Opiola, Wikimedia)

Quelle: Heydeck, P., Münte, M. Der Violette Knorpelschichtpilz als "Bioherbizid" gegen die Spätblühende Traubenkirsche?

http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/invasive/lfe_waldschutz_traubenkirsche/index_DE

***Chondosterum purpureum* als Mycoherbizid**

(CHONTROL Paste™; USA, Kanada)



Product name: Chontrol Peat Paste

Product use: A biological herbicide for the inhibition of resprouting and regrowth from cut stumps of alders (red and sitka) in rights-of way and forest vegetation management. For commercial use only.

Effective date/last updated: 23/04/2014

Product supplier: MycoLogic Inc., c/o IDC, University of Victoria, Victoria, BC Canada V8W 2Y2
(250) 721-7104. Paul@Mycologic.ca

Active Ingredient <i>Chondostereum purpureum</i> isolate PFC2139*	0.67%
Inert ingredients	<u>99.33%</u>
Total	100.00%

*Contains a minimum of 1×10^2 colony forming units per gram

Quelle:

<http://mycologic.ca/newsite/biocontrol/chontrol-peat-paste-mycologics-bioherbicide-2/>

Gründe für die geringe Kommerzialisierung von Mycoherbiziden:



- Viele der potentiellen Kandidaten haben nicht die geforderte hohe Selektivität
- Hohe Selektivität bedingt kleine Märkte, die für Produzenten unwirtschaftlich sind
- Die Zulassung als Pflanzenschutzmittel ist sehr kostspielig
- Die Pilze / Bakterien müssen für die Massenproduktion geeignet sein
- Häufig ist der Infektionserfolg zu gering (z.B. durch fehlende Feuchtigkeit während der Infektion) und die Bekämpfung nicht nachhaltig
- Neue Strategien: Verwendung von Stoffwechselprodukten oder Endophyten

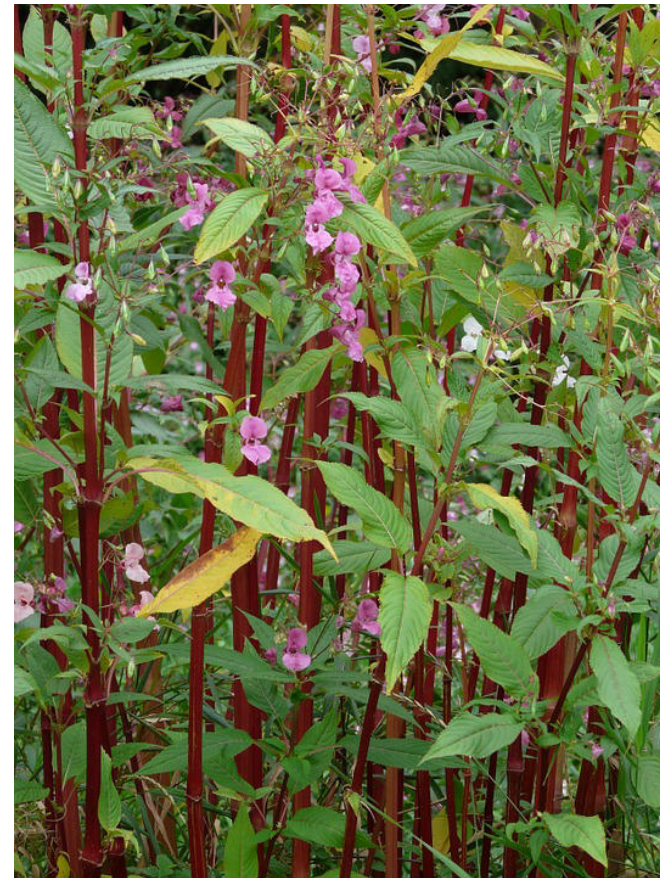
Charudattan, R., Dinoor, A. (2000): Biological control of weeds using plant pathogens: accomplishments and limitations. Crop Protection 19, 691-695.

Ghosheh, H.Z. (2005): Constraints in implementing biological weed control: A review. Weed Biology and Management 5, 83-92.

Harding, D.P., Raizada, M.N. (2015): Controlling weeds with fungi, bacteria and viruses: a review. Frontiers in Plant Science 6, 1-14.

Aktuelles Fallbeispiel: Bekämpfung des Drüsigen Springkrautes (*Impatiens glandulifera*) mit dem Rostpilz *Puccinia komarovii* var. *glandulifera* in Großbritannien

Ursprüngliches Verbreitungsgebiet ist der indische Subkontinent. Als Zierpflanze wurde es im 19. Jahrhundert auch in Nordamerika und Europa eingebürgert. Es wächst vor allem in feuchten Wäldern, Auen- und Uferlandschaften mit hohem Nährstoffgehalt. In Europa wird das Drüsige Springkraut vielerorts als invasiver Neophyt bekämpft, da es als eine Bedrohung für andere Pflanzenarten in seinem Lebensraum betrachtet wird.



(Foto: Hans, Pixabay)

Aktuelles Fallbeispiel: Bekämpfung des Drüsigen Springkrautes (*Impatiens glandulifera*) mit dem Rostpilz *Puccinia komarovii* var. *glandulifera* in Großbritannien

Der 2010 aus dem Himalaja nach England eingeführte Rostpilz *Puccinia komarovii* var. *glandulifera* erwies sich als effektives Pathogen an Indischem Springkraut. Von 74 weiteren überprüften Arten war nur die als Zierpflanze verwendete *Impatiens balsamina* (Balsamine) anfällig.

“Based on a pest risk assessment, the rust poses no threat to native biodiversity within EU Member States; making *P. komarovii* var. *glanduliferae* a suitable candidate as the first fungal classical biocontrol agent against an exotic weed in the region.”

Tanner et al. (2015): First release of a fungal classical biocontrol agent against an invasive alien weed in Europe: biology of the rust, *Puccinia komarovii* var. *glanduliferae*. Plant Pathology 64, 1130-1139.

Biologische Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten

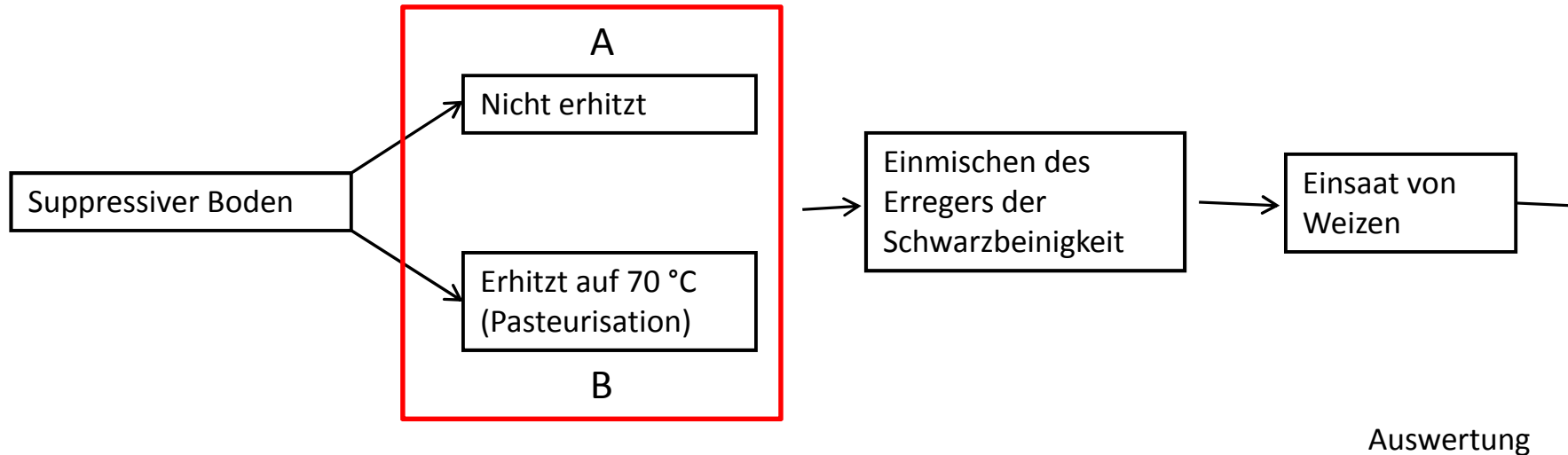
Der „Decline-Effekt“



Hypothese:

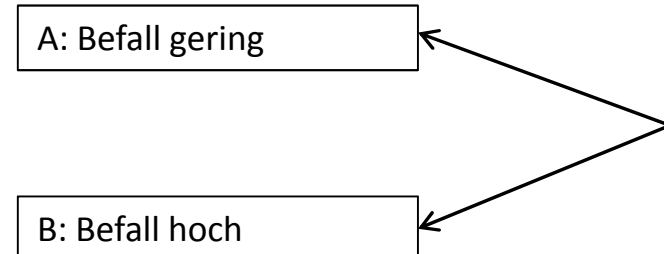
In der Monokultur reichern sich antagonistische Mikroorganismen an, die die Pathogene unterdrücken

„Suppressive Böden“

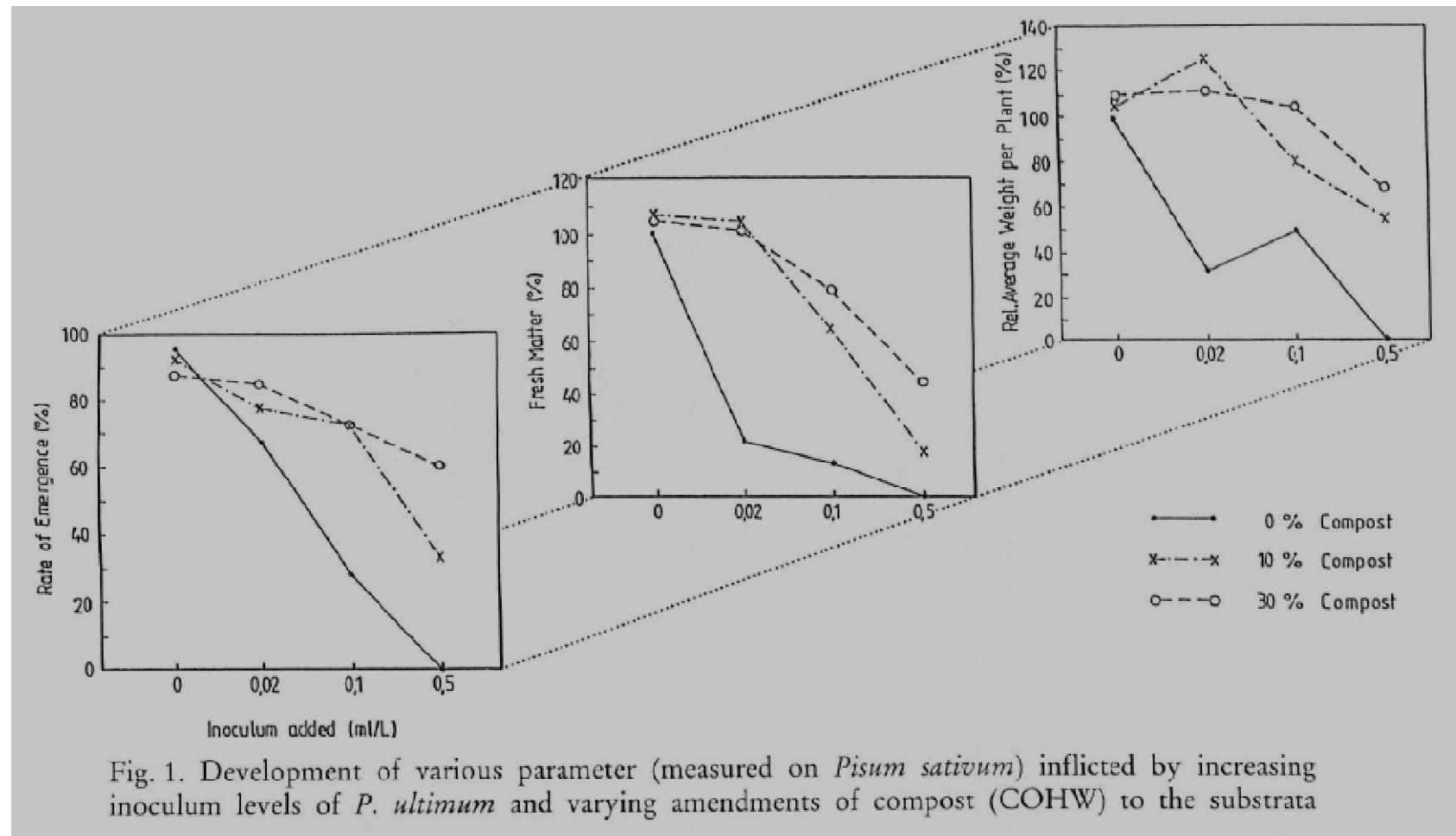


	A	B
Boden pasteurisiert	Nein	Ja
DAPG-produzierende Bakterien pro Gramm Wurzel	600 000	keine

(Raaijmakers & Weller, 1998)



Einfluss von Grünabfall-Kompost auf den Befall von Erbsen mit *Pythium ultimum*



Arbeitsschritte zum Auffinden wirksamer Bakterien (I)



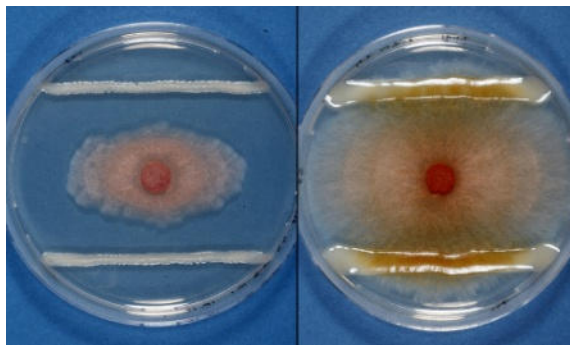
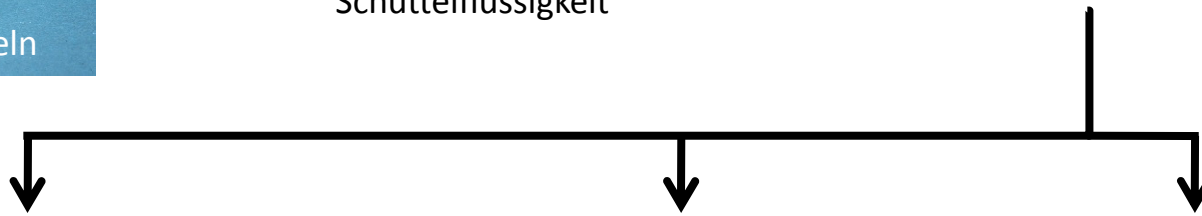
Schütteln der Wurzeln



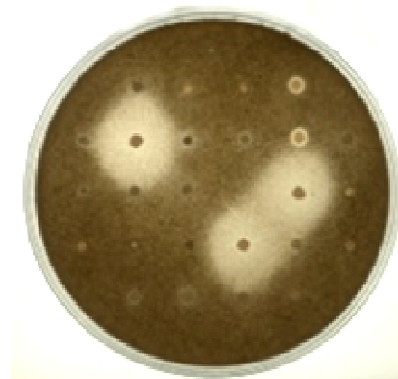
Ausplattieren der Schüttelflüssigkeit



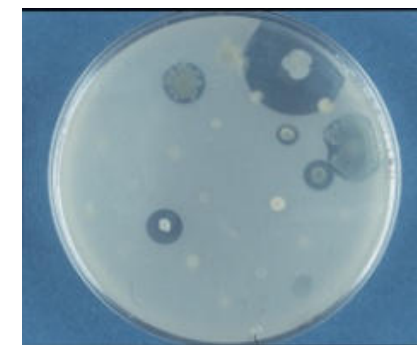
Herstellen von Reinkulturen



Aktivitätstest in Dualkultur



Hemmtest mit *P. lingam*



Test auf Chitinaseaktivität

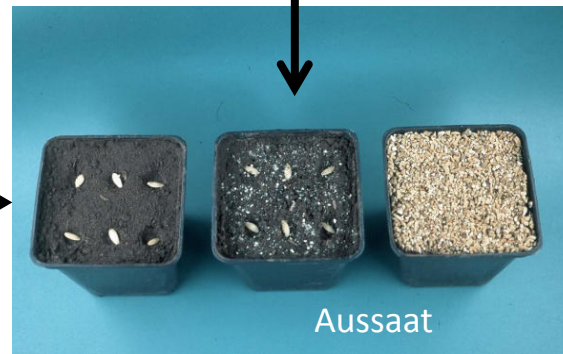
Arbeitsschritte zum Auffinden wirksamer Bakterien (II)



Bakterienanzucht



Saatgutbehandlung



Aussaat

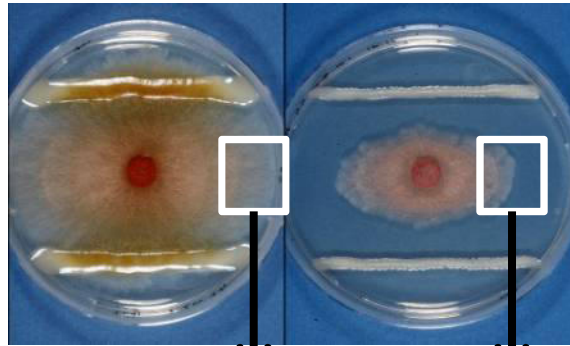


Auswertung

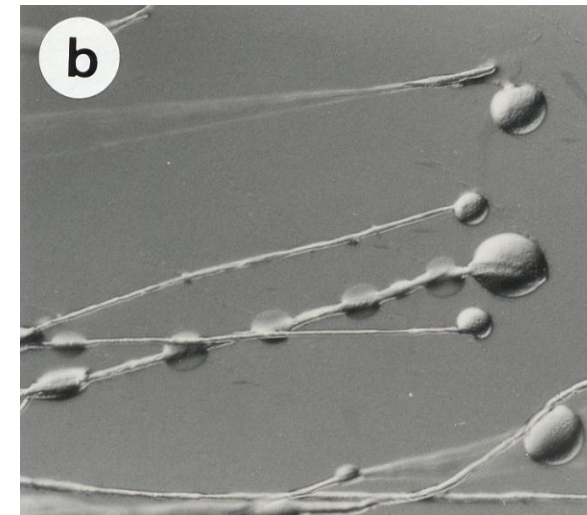
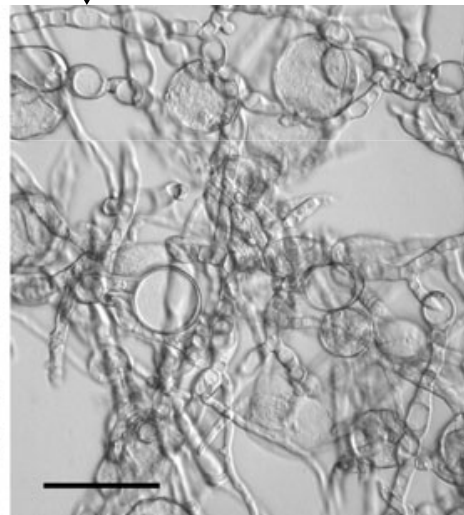
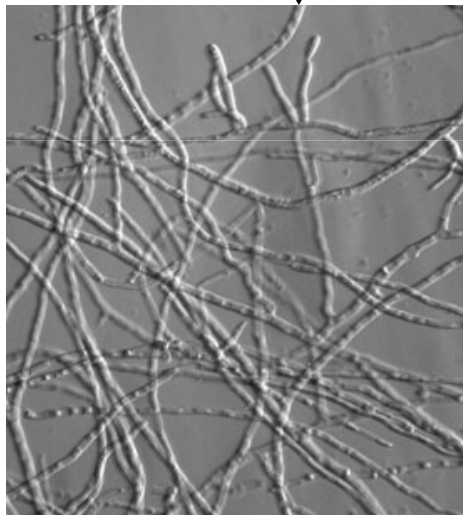


Anzucht des Pathogens

Beispiel für Stoffwechselprodukte antagonistischer Bakterien

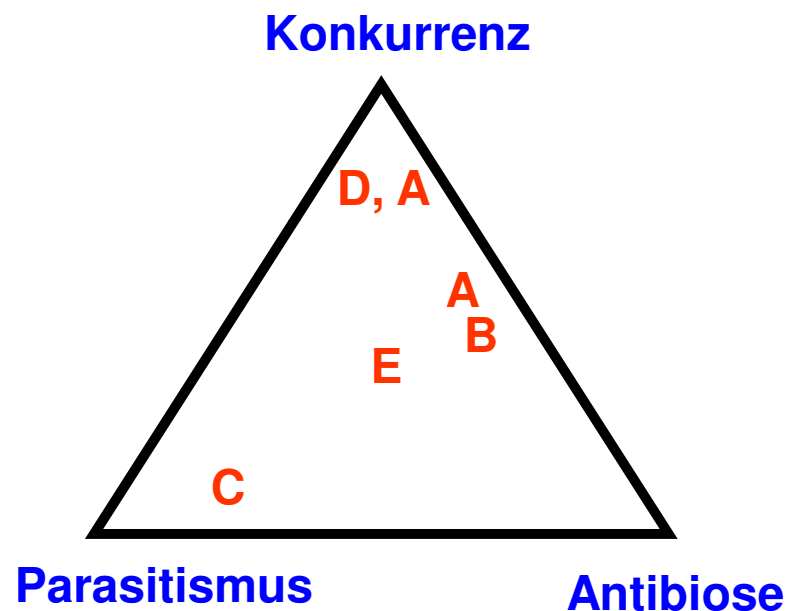


Siderophoren	Antibiotika	Andere
Pyoverdin	2,4-DAPG	HCN
Pyochelin	Pyoluteorin	Indolessigsäure
Salicylsäure	Pyrrrolnitrin	
	Phenazin	(Voisard et al. 1994)



Bei vielen Antagonisten spielen Stoffwechselprodukte eine wichtige Rolle für die Wirksamkeit („Antibiose“)

Die meisten mikrobiellen Antagonisten haben mehrere Wirkmechanismen !



- A *Phlebiopsis gigantea*
- B *Agrobacterium radiobacter*
- C *Coniothyrium minitans*
- D *Fusarium oxysporum*
(apathogen)
- E *Trichoderma sp.*

Weitere Wirkmechanismen

- Induzierte Resistenz
- Hypovirulenz

Resistenzinduktion durch wurzellosoziierte Mikroorganismen

Kassaw & Frugoli (2012)
Plant Methods 8(1):38

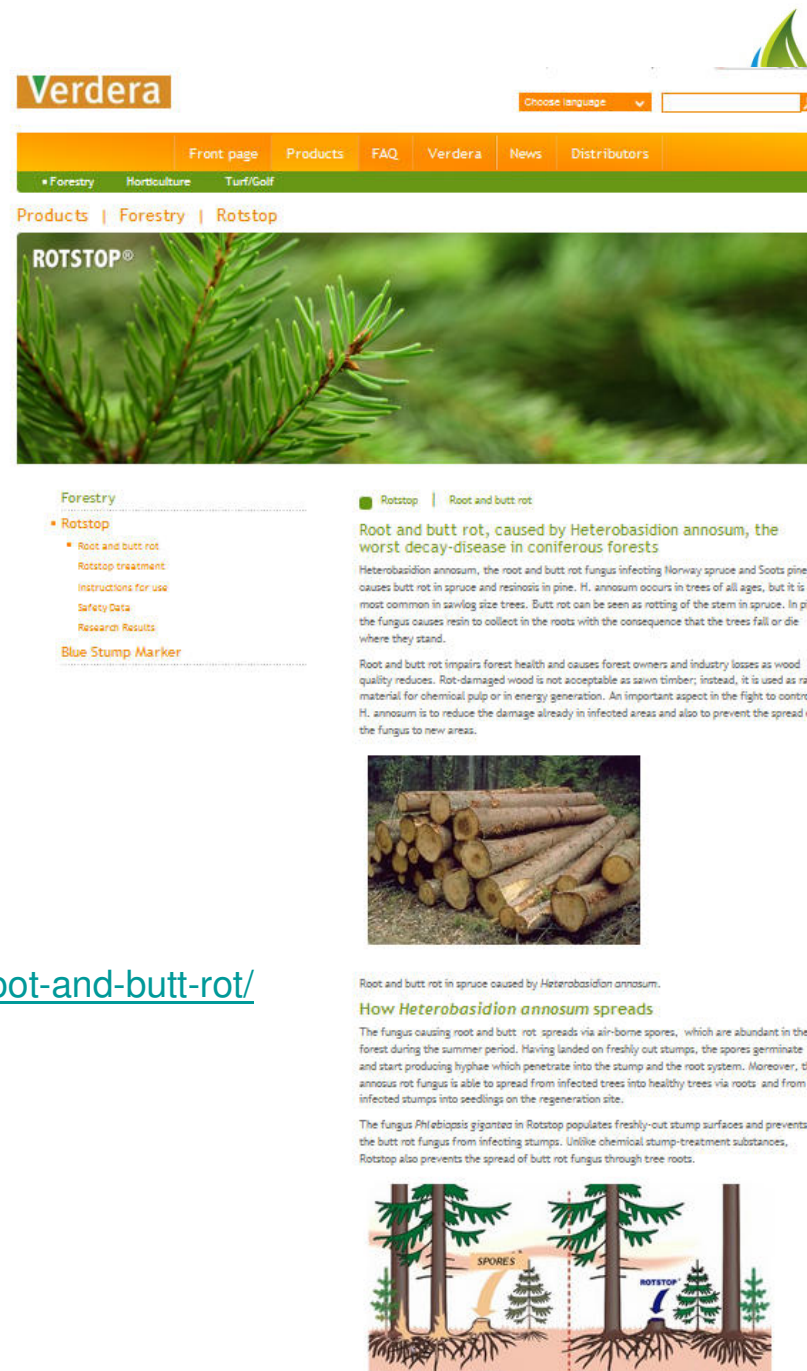
Pieterse, CMJ et al (2014)
Annu. Rev. Phytopathol. 52, 347-375

Konkurrenz

- **Bekämpfung von**
***Heterobasidion annosum* mit**
Phlebiopsis gigantea
(Skandinavien)

Bekämpfung von *Heterobasidion annosum* (Verursacher der Rotfäule bei Fichten) mit *Phlebiopsis gigantea*

<http://verdera.fi/en/products/forestry/rotstop/root-and-butt-rot/>



Verdera Choose language

Front page Products FAQ Verdera News Distributors

Forestry Horticulture Turf/Golf

Products | Forestry | Rotstop

ROTSTOP®

Forestry


- Rotstop
 - Root and butt rot
 - Rotstop treatment
 - Instructions for use
 - Safety Data
 - Research Results
 - Blue Stump Marker

Rotstop | Root and butt rot

Root and butt rot, caused by *Heterobasidion annosum*, the worst decay-disease in coniferous forests

Heterobasidion annosum, the root and butt rot fungus infecting Norway spruce and Scots pine, causes butt rot in spruce and resinosis in pine. *H. annosum* occurs in trees of all ages, but it is most common in sawlog size trees. Butt rot can be seen as rotting of the stem in spruce. In pine the fungus causes resin to collect in the roots with the consequence that the trees fall or die where they stand.

Root and butt rot impairs forest health and causes forest owners and industry losses as wood quality reduces. Rot-damaged wood is not acceptable as sawn timber; instead, it is used as raw material for chemical pulp or in energy generation. An important aspect in the fight to control *H. annosum* is to reduce the damage already in infected areas and also to prevent the spread of the fungus to new areas.

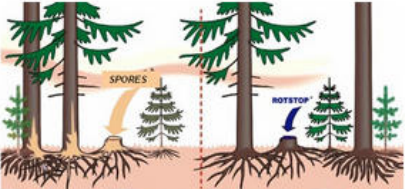


Root and butt rot in spruce caused by *Heterobasidion annosum*.

How *Heterobasidion annosum* spreads

The fungus causing root and butt rot spreads via air-borne spores, which are abundant in the forest during the summer period. Having landed on freshly cut stumps, the spores germinate and start producing hyphae which penetrate into the stump and the root system. Moreover, the *annosum* rot fungus is able to spread from infected trees into healthy trees via roots and from infected stumps into seedlings on the regeneration site.

The fungus *Phlebiopsis gigantea* in Rotstop populates freshly-cut stump surfaces and prevents the butt rot fungus from infecting stumps. Unlike chemical stump-treatment substances, Rotstop also prevents the spread of butt rot fungus through tree roots.



Konkurrenz

- **Bekämpfung von der Fusariumwelke (*Fusarium oxysporum*) mit apathogenen Stämmen des Erregers**
(verschiedene Länder, u.a. Italien)

- Im Boden (z.B. in suppressiven Böden) findet man Varianten/Stämme des Pilzes, die nicht pathogen sind, aber sonst die gleichen Eigenschaften haben
- Die nicht-pathogenen Stämme sind daher Konkurrenten der pathogenen Stämme
- Bei der Anwendung wird ein nicht-pathogener Stamm in Überzahl mehrmals in das Kultursubstrat eingebracht
 - bei der Aussaat
 - beim Pikieren
 - beim Topfen
- Er besiedelt die gleichen Wurzelbereiche wie der krankheitserregende Fusarium und konkurriert mit diesem um Raum und Nährstoffe
- Er bewirkt auch eine Stimulierung der pflanzeigenen Abwehr (Resistenzinduktion)
Präparate: FO47, Biofox (Italien)

Hypovirulenz (übertragbar)

- **Bekämpfung des Kastanienkrebses (*Cryphonectria parasitica*) mit hypovirulenten Stämmen**
(Tessin, Mittelmeerraum)

<http://www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/13927.pdf>

- Bei verschiedenen Pilzen treten Stämme mit verminderter Virulenz (“Hypovirulenz“) auf.
- In vielen, aber nicht allen Fällen wird die Hypovirulenz durch ein- oder doppelsträngige RNA-Elemente durch Verschmelzung von Hyphen (Anastomosen) übertragen.
- Bestuntersuchtes Beispiel: Der Erreger des Krebses an Esskastanien.
- Solche “Mycoviren“ bzw. „Mitoviren“ sind auch von anderen Pilzen bekannt, wie *Botrytis cinerea*, *Ophiostoma novo-ulmi*, *Fusarium graminearum*, *Phytophthora infestans*, *Plasmopara halstedii*

Parasitismus

- **Bekämpfung Echter Mehltaupilze mit *Ampelomyces quisqualis***

Ampelomyces quisqualis – ein Hyperparasit echter Mehltaupilze

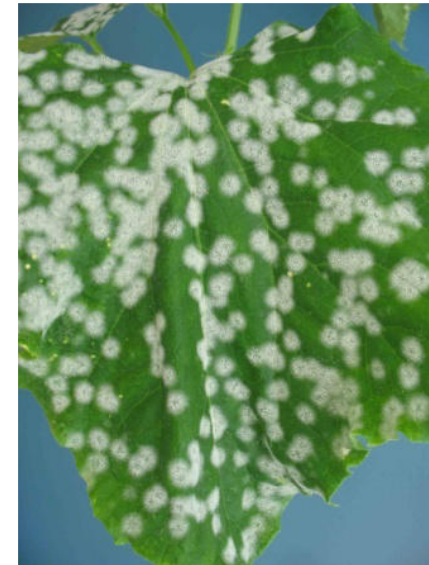


Echter Gurkenmehltau



Falscher Gurkenmehltau

Ampelomyces quisqualis – ein Hyperparasit echter Mehltaupilze

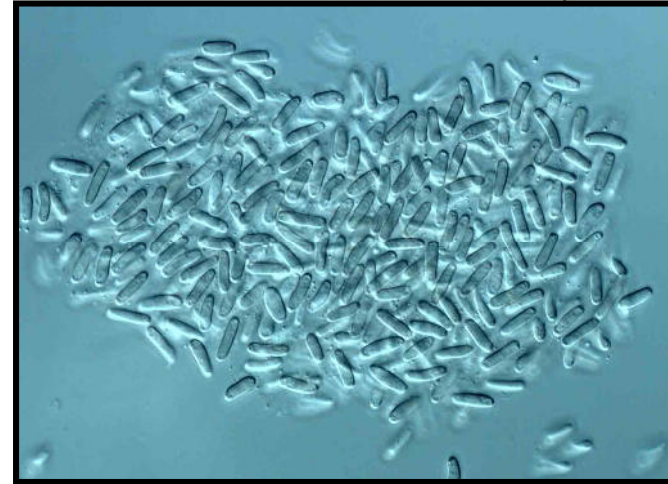


Echter Gurkenmehltau im
Lichtmikroskop

Ampelomyces quisqualis – ein Hyperparasit echter Mehltaupilze



Gesunde Konidienkette

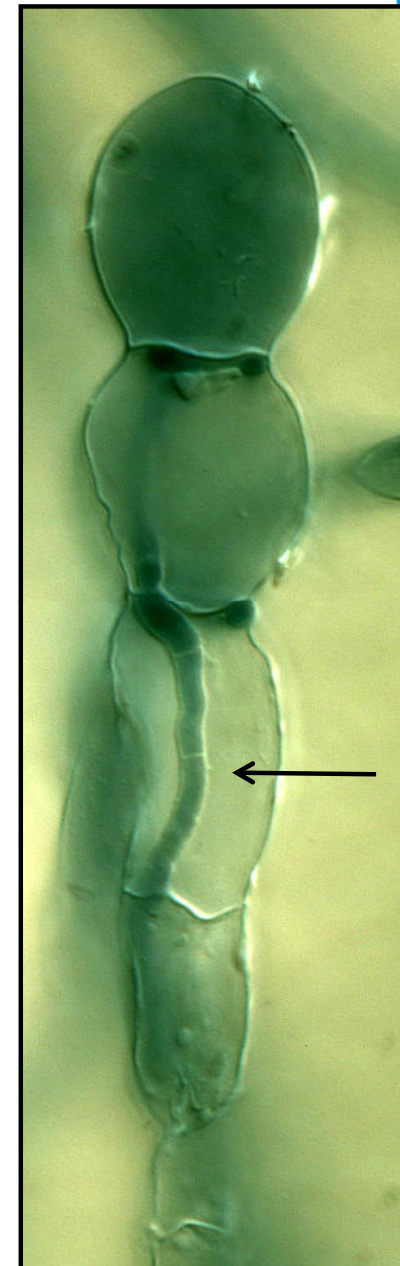
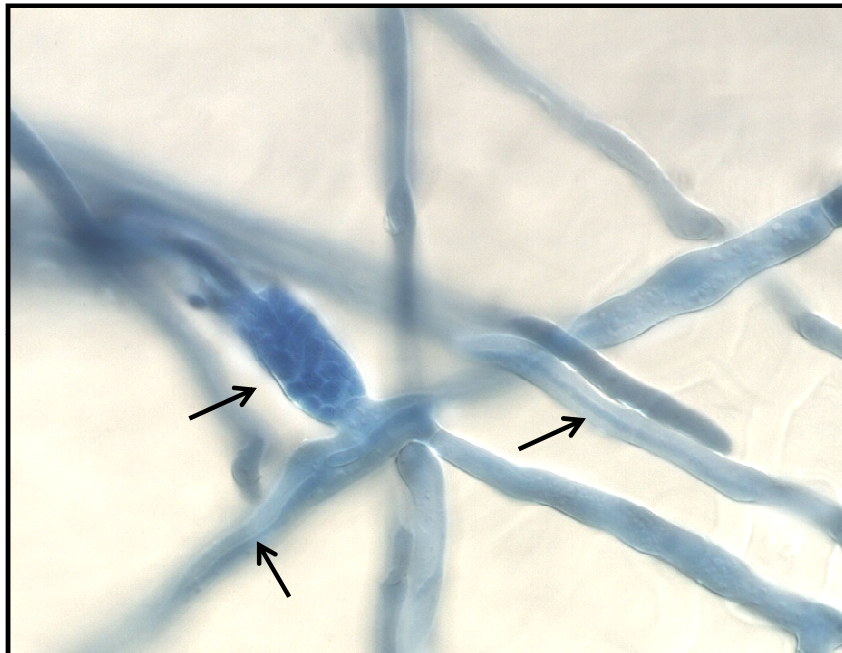


Sporen des Hyperparasiten

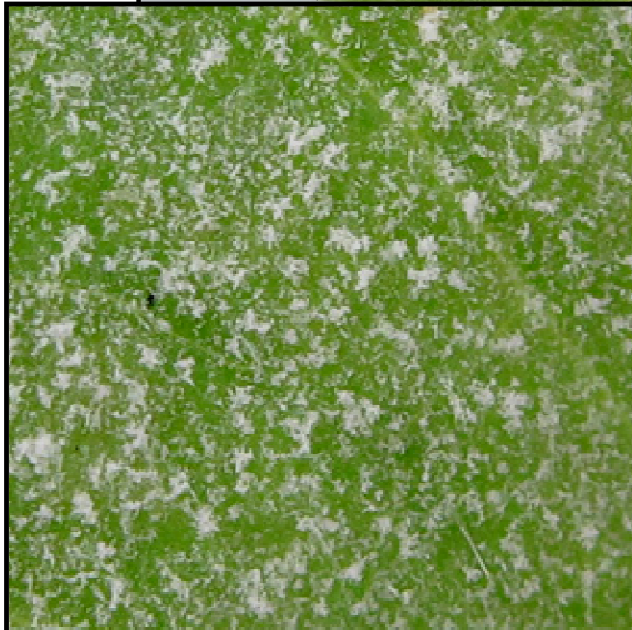
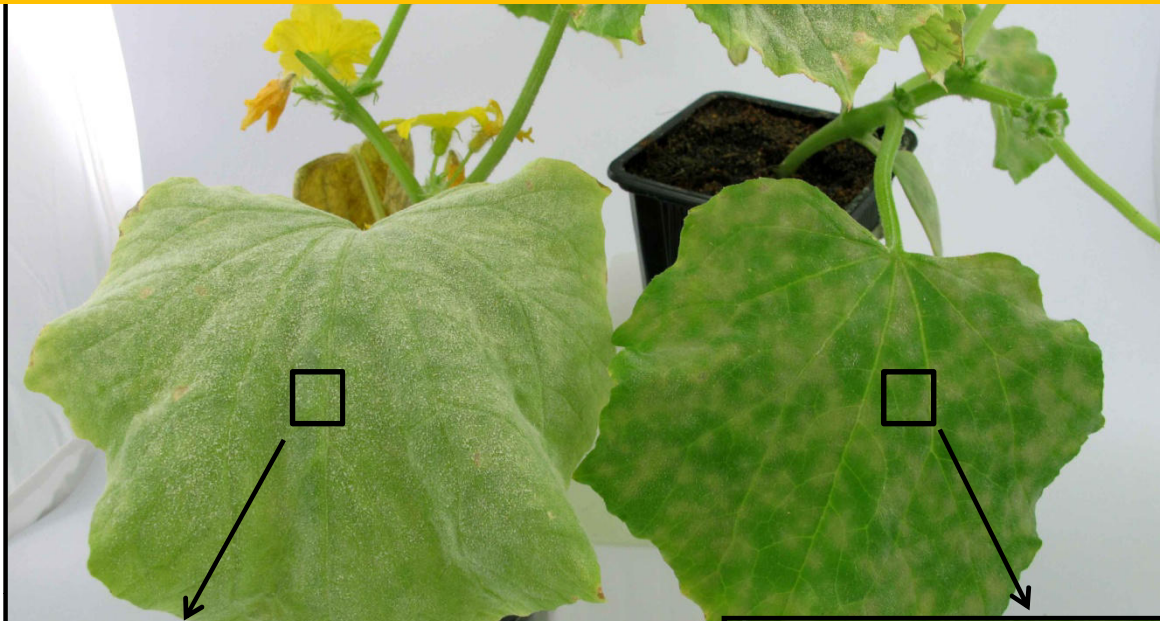


Keimende Spore

Ampelomyces quisqualis – ein Hyperparasit echter Mehltaupilze



Ampelomyces quisqualis – ein Hyperparasit echter Mehltaupilze



Ampelomyces quisqualis – Hyperparasit echter Mehltaupilze



AQ 10[®] WG

**Biologisches Fungizid
zur Bekämpfung des Echten Mehltau**

Wirkstoff:

580 g/kg *Ampelomyces quisqualis*, Stamm AQ 10.
5,0 x 10¹² Sporen je kg

Pflanzenschutzmittel-

Zulassungsnummer: 006391-00



Vertreiber:

INTRACHEM Bio Deutschland GmbH & CO. KG
Carl-Zeiss-Straße 14-18, 65520 Bad Camberg
Tel: 06434-9446-502, Fax: 06434-9446-501
www.intrachem-bio.de

Hersteller:

Ecogen INC., 2005 Cabot Boulevard West,
P.O. Box 3023 Langhorne, PA 19047-3023, USA

AQ 19 WG ist ein eingetragenes Warenzeichen der ECOGEN INC.

Lagerung und Haltbarkeit: KÜHL LAGERN.

In der geschlossenen Originalverpackung, ab Herstellungsdatum bei +4 bis +8 °C über 2 Jahre und bei Raumtemperatur über 12 Monate lagerfähig. Herstellungsdatum und Chargennummer siehe Rückseite.

Vor der Anwendung unbedingt beigefügte Gebrauchsanweisung vollständig lesen.

intrachem
deutschland

Inhalt: 10 g

Parasitismus

- Bekämpfung der *Sclerotinia*-Fäule mit *Coniothyrium minitans*

<http://www.biofa-profi.de/de/c/contans-wg.html>

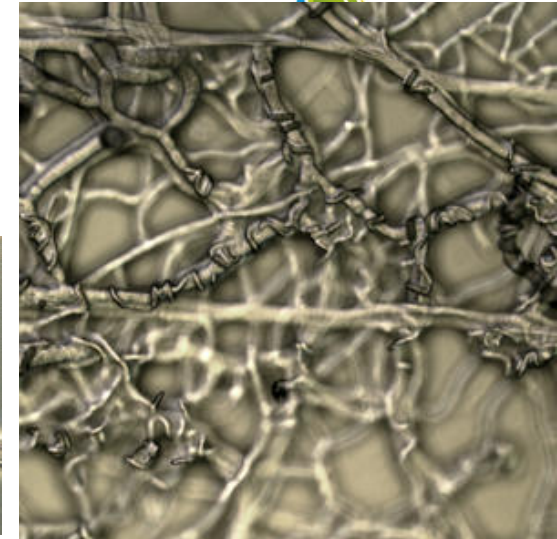
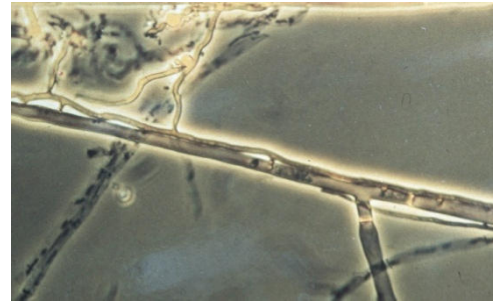
Parasitismus, Konkurrenz, Antibiose, Wuchsförderung

- Pilze der Gattung *Trichoderma*

Trichoderma-Präparate



Trichoderma sp. in Dualkultur mit *F. graminearum*

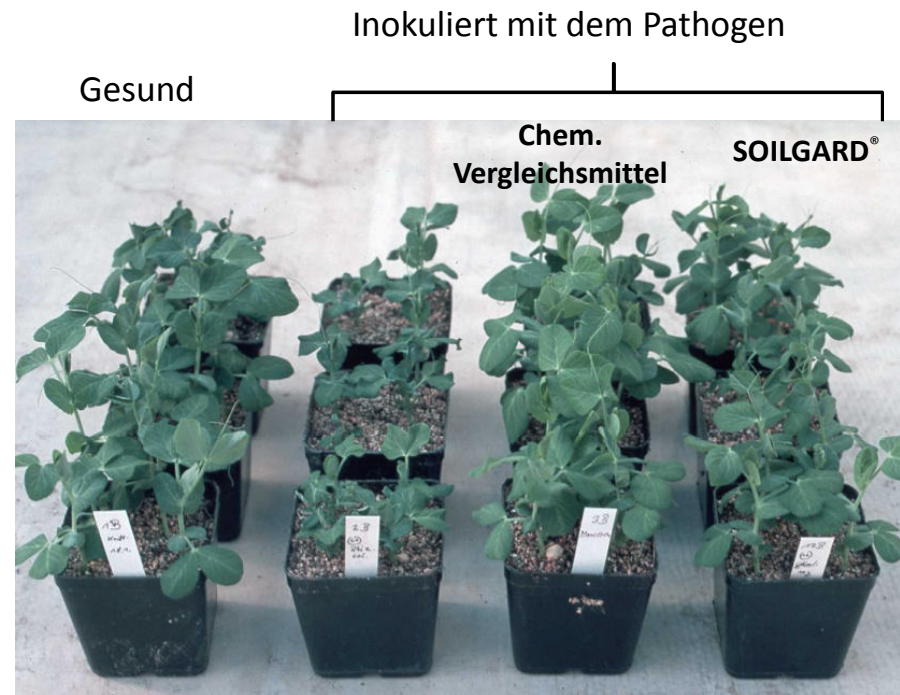


Parasitismus von *Trichoderma* sp. auf *Rhizoctonia solani*

Trichoderma-Pilze

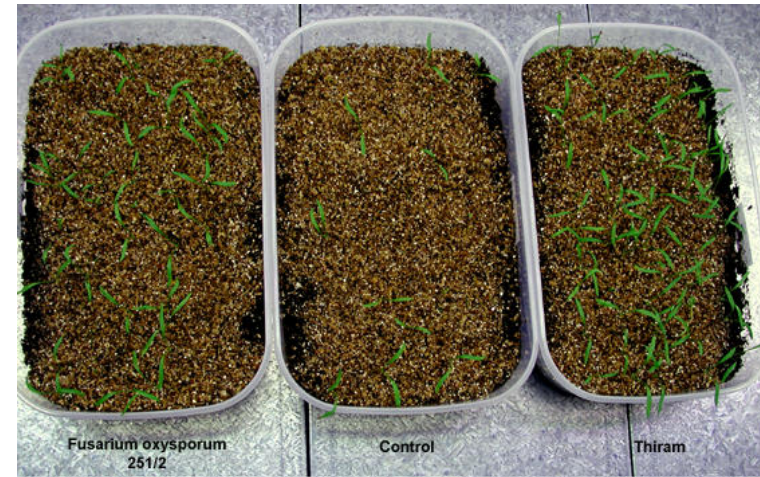
- kommen in großer Dichte im Boden vor
- haben eine hohe Konkurrenzfähigkeit
- parasitieren andere Pilze
- bilden diverse antifungale Stoffwechselprodukte
- fördern häufig den Pflanzenwuchs:
(Nährstoffaneignung? Phytohormone?
Resistenzinduktion?)

Trichoderma-Präparate

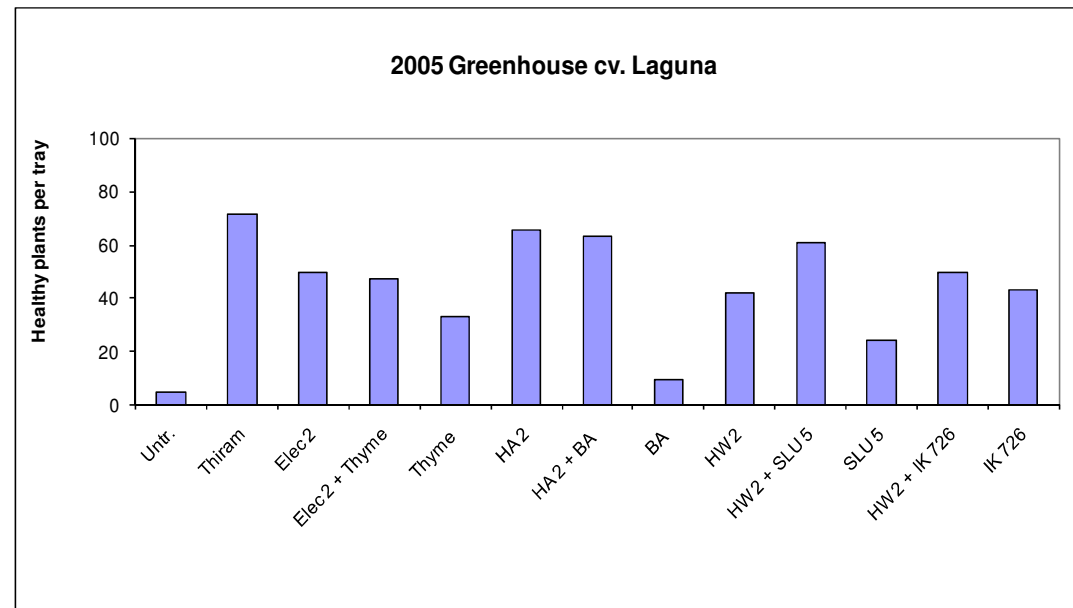


Versuch zur Wirksamkeit von SOILGARD®
(*Gliocladium (Trichoderma) virens*) gegen *R. solani* an Erbsen

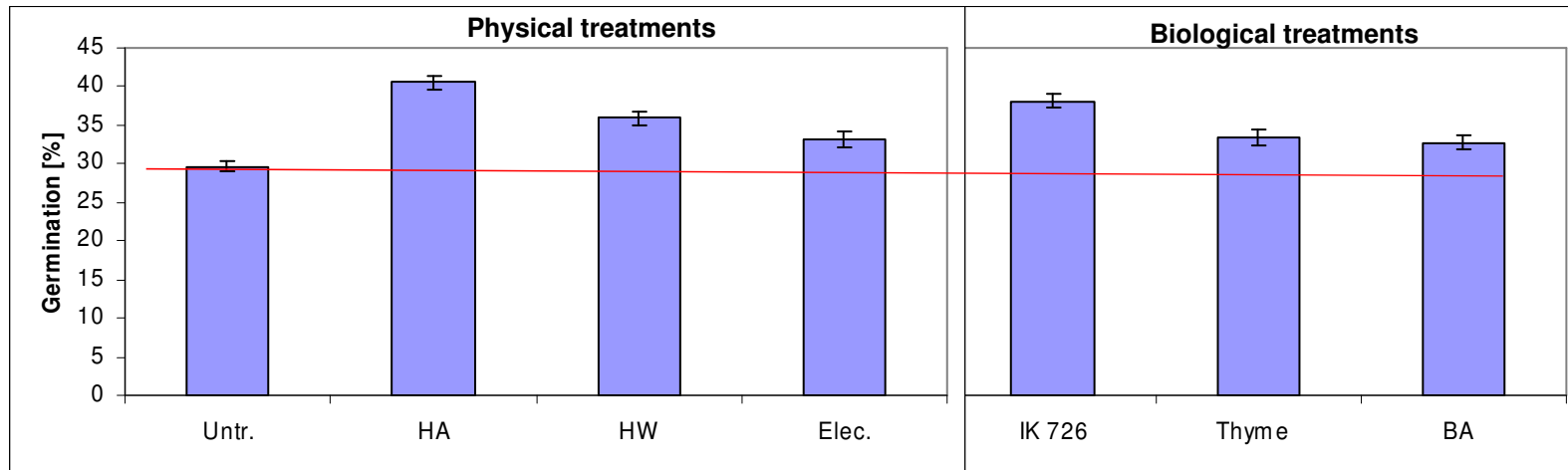
Wirksamkeit gegen *Alternaria dauci* u. *A. radicina* an Möhren im Gewächshaus



Untr. = Unbehandelt;
 Elec. = Elektronenbehandlung
 Thyme = Thymianöl
 HA = Heißluft
 BA = *P. chlororaphis*
 SLU5 = *Bacillus sp.*
 IK 726 = *Chlonostachys rosea*



Wirksamkeit gegen *Alternaria dauci* u. *A. radicina* an Möhren im Freiland



Mittelwerte aus 5
Parzellenversuchen
(2x Deutschland,
1x Schweden
1x Großbritannien
1x Italien.
Das Saatgut wurde zentral
behandelt und an die
Versuchsansteller verschickt



**Welche mikrobiellen Mittel sind
auf dem Markt ?**

In Deutschland und / oder Österreich zugelassene mikrobielle Pflanzenschutzmittel zur Krankheitsbekämpfung

	Aktivsubstanz	Indikation	Handelsname
Bakterien	<i>Bacillus subtilis</i> QST 713	<i>Botrytis</i> , Mehltau und andere an Gemüse, Obst, Wein, Zierpflanzen	Serenade ASO
	<i>Pseudom. chlororaphis</i> MA 342	Samenbürtige Pathogene an Getreide	Cedomon, Cerall
	<i>Pseudom. sp. DSMZ 13134</i>	<i>Rhizoctonia</i> an Kartoffeln	Proradix
Pilze	<i>Coniothyrium minitans</i>	<i>Sclerotinia</i> -Fäule an diversen Kulturen	Contans WG
	<i>Ampelomyces quisqualis</i>	Echte Mehltaupilze (Gewächshaus)	AQ10
	<i>Gliocladium catenulatum</i>	Bodenpilze (Gewächshaus)	Prestop
	<i>Aureobasidium pullulans</i>	Feuerbrand / Lagerfäulen (Kernobst) Lagerfäulen (Kernobst), <i>Botrytis</i> (Wein)	Blossom Protect, Boni Protect, Botector
	<i>Trichoderma asperellum</i> + <i>T. gamsii</i>	Bodenpilze (Gewächshaus)	Bioten
	<i>Candida oleiphila</i> Strain O	Lagerfäulen (Kernobst)	Nexy

In Deutschland / Österreich zugelassene mikrobielle Pflanzenschutzmittel zur Krankheitsbekämpfung

Aktivsubstanz		Zulassung in		Deutschland 2015 Tonnen Aktivsubstanz *	
		A	D	Inlandsabsatz	Ausfuhr
Bakterien	<i>Bacillus subtilis</i> QST 713	X	X	-	-
	<i>Pseudom. chlororaphis</i> MA 342	X	X	< 1.0	k. A.**
	<i>Pseudomonas sp.</i> DSMZ 13134	X	-	-	-
Pilze	<i>Coniothyrium minitans</i>	X	X	< 1.0	10 - 25
	<i>Ampelomyces quisqualis</i>	X	X	< 1.0	k. A.
	<i>Gliocladium catenulatum</i>	X	X	< 1.0	k. A.
	<i>Aureobasidium pullulans</i>	X	X	1.0 – 2.5	k. A.
	<i>Trichoderma asperellum</i> + <i>T. gamsii</i>	-	X	k. A.	k. A.
	<i>Candida oleiphila</i> Strain O	X	-	-	-

* Quelle: Bundesamt für Verbraucherschutz u. Lebensmittelsicherheit

** keine Angabe



**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit**