



# Magic mushrooms!

## Ein kleiner Einblick in die Welt der entomopathogenen Pilze



Giselher Grabenweger

Agroscope, FB Pflanzenschutz, FG Ökologischer Pflanzenschutz im Ackerbau

# Wovon sprechen wir eigentlich?

- Derzeit sind etwa 100'000 Pilzarten bekannt
- Schätzungen zufolge existieren bis zu 4'000'000 Arten
- Überwiegender Teil der Pilze ist klein und “unsichtbar”
- 1 Gramm Erde enthält durchschnittlich
  - 1'000'000'000 Bakterienzellen
  - 1'000'000 Pilzzellen



Photos: © Giseler Grabenweger, Agroscope

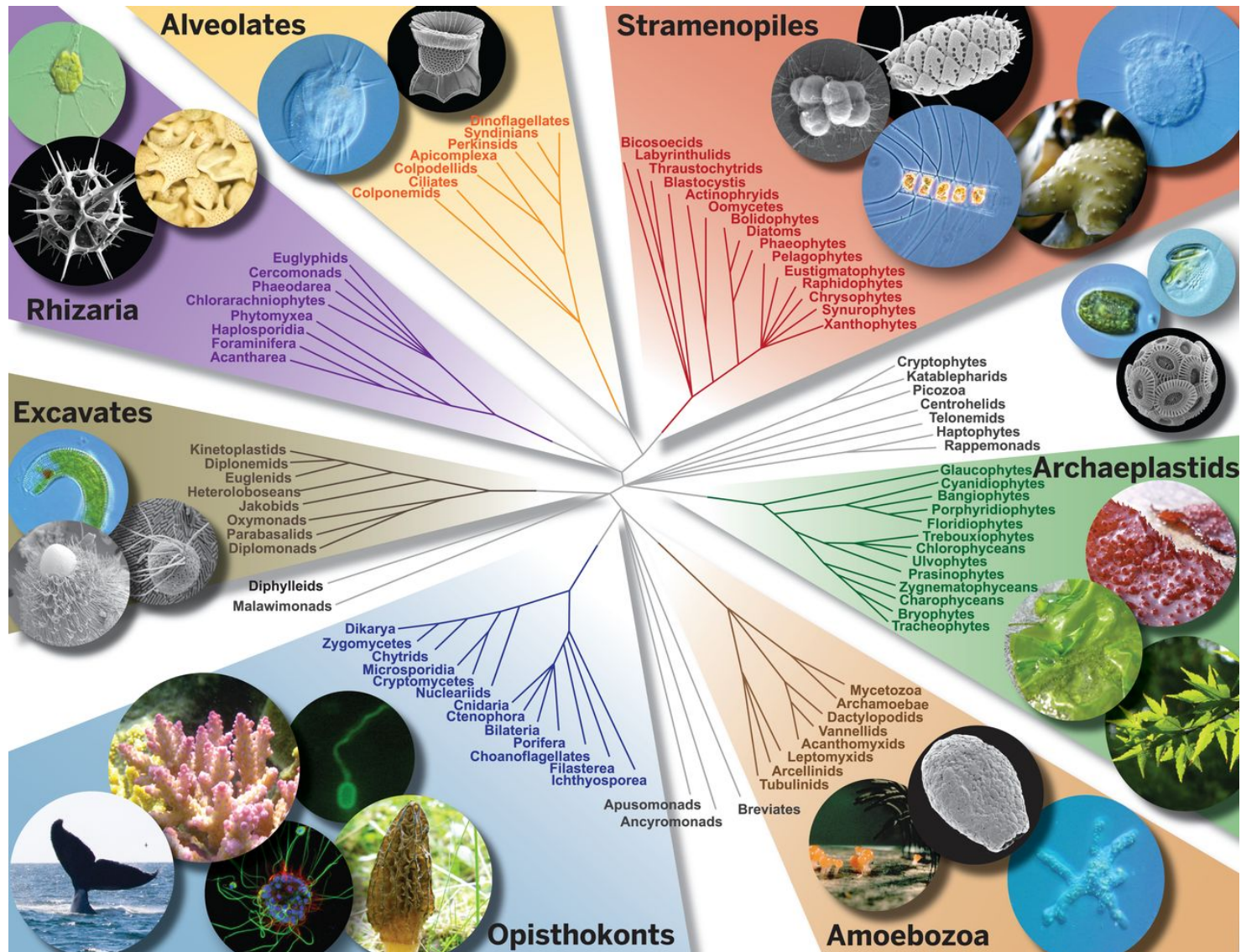
# Wovon sprechen wir eigentlich?

- Grösstes Lebewesen der Welt ist auch ein Pilz
- Hallimasch in Oregon mit einer Ausdehnung des Myzels über 880 Hektar
- Geschätztes Gewicht der gesamten Biomasse 600 Tonnen
- Geschätztes Alter mindestens 2'000 Jahre



Info und Photos: Schmitt CL and Tatum ML 2008: The Malheur National Forest. Location of the World's Largest Living Organism. The Humongous Fungus. United States Department of Agriculture

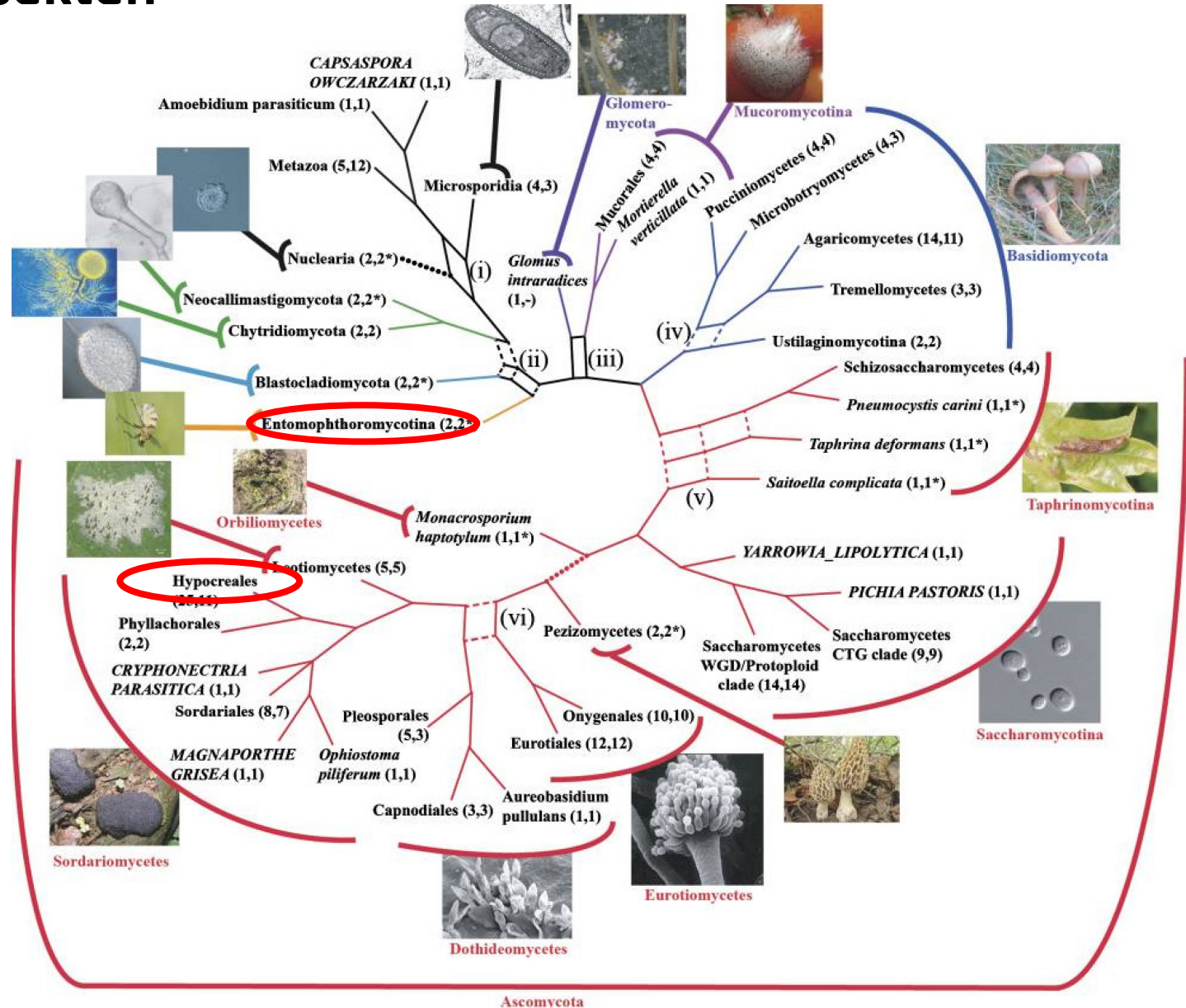
# Wovon sprechen wir eigentlich?



Worden A.Z. et al. 2015: Rethinking the marine carbon cycle:  
Factoring in the multifarious lifestyles of microbes. *Science*. doi: 10.1126/science.1257594

# Pilze und Insekten

- Ca. 700 verschiedene entomopathogene Pilze bekannt; aus phylogenetisch völlig verschiedenen Gruppen
- 20 von 31 Insektenordnungen werden von Pilzen parasitiert
- Alle Stadien können infiziert werden



# Hypocreales: Ein alter Hut im Pflanzenschutz?

- Agostino Bassi weist 1835 die “weisse Muskardine” als Krankheitserreger von Seidenraupen nach (*Beauveria bassiana* ist nach ihm benannt)
- Ilja Iljitsch Metschnikow
  - züchtet grosse Mengen von *Metarhizium anisopliae* auf sterilisiertem, künstlichem Medium (Gerstenmalz)
  - führt 1879 die ersten systematischen Versuche zur Schädlingsbekämpfung mit entomopathogenen Pilzen durch (*M. anisopliae* gegen *Anisoplia austriaca*)
- Hermann August Hagen 1879 schlägt Einsatz von Pilzen (Hefen) gegen Schädlinge in der Landwirtschaft vor

“ ... the remedy is cheap, easy to be prepared, not obnoxious to man or domestic animals, and if successful a benefit to mankind”



# Hypocreales: Vor- und Nachteile

- In erster Linie Bodenbewohner überall vorhanden
- Wenig virulent: es sind oft 100e bis 1000e Sporen notwendig, um ein Insekt abzutöten
- Lange Generationszyklen, langsame Vermehrung lösen nur selten natürliche Epizootien aus

## ABER:

- produzieren massenweise kleine Sporen (ein etwa 1cm grosser Wirtskadaver kann mehrere 100 Mio. Sporen produzieren)
- Wirtschaftlichkeit!  
Fakultativ parasitisch, Zucht auf Ersatzmedien möglich  
lassen sich in Massen produzieren/ verkaufen/ anwenden



“Grüne Muskardine”, *Metarhizium anisopliae* compl., an Rosenkäfer-Engerling. © G. Grabenweger, Agroscope



“Weisse Muskardine”, *Beauveria brongniartii*, an Maikäfer. © Christian Schweizer, Agroscope

# Hypocreales: Bedeutung weltweit

- Derzeit etwa 80-100 Stämme als Pflanzenschutzmittel registriert (Europa, N-Amerika, Australien und NZ, Brasilien, Japan)

Auch im Freiland keine Nischenprodukte mehr!

- Einsatz von *Metarhizium anisoplae* gegen verschiedene Zünsler in Zuckerrohr in Brasilien; ca. 2'000'000ha
- Einsatz von *Beauveria bassiana* gegen Kaffeekirschenkäfer in Brasilien; ca. 1'000'000ha behandelte Fläche

Van Lenteren J.C. et al. 2017: Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities  
BioControl, DOI 10.1007/s10526-017-9801-4

# Hypocreales: Bedeutung in der Schweiz (Freiland)

- Seit ca. 30 Jahren erfolgreicher Einsatz gegen Engerlinge von Maikäfern, Junikäfern, Gartenlaubkäfern in Wiesen und Weiden, Rasenflächen, Sportplätzen; bisher etwa 3'000ha behandelte Fläche in der Schweiz
- Wirksamkeitsgrad von mehr als 90% erreichbar, wirksam über mehrere Jahre; einziges verfügbares Pflanzenschutzprodukt für diesen Anwendungszweck!
- Bevorstehende Kampagne ab April 2020:  
4 beteiligte Kantone, mehr als 300ha Fläche, etwa 150 betroffene Landwirtschaftsbetriebe etwa 20t Produkt (Pilzgerste)
- Weltweit eines der besten Beispiele für erfolgreiche biologische Schädlingsbekämpfung im Freiland!



Fortschreitender Befall eines Feldmaikäfer-Engerlings mit *Beauveria brongniartii*

Photos © G. Grabenweger, Agroscope



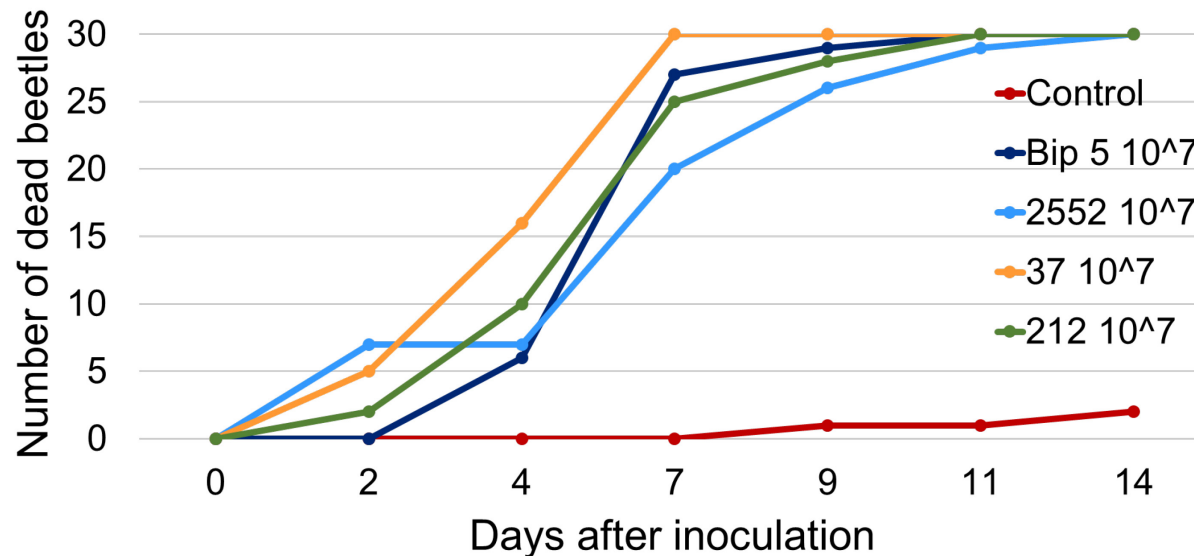
# Hypocreales: Zukünftige Anwendungsgebiete

- Quarantäneschadorganismus *Popillia japonica*
- Befallszone in N-Italien (Umgebung von Mailand) seit 2017 Ausbreitung ins Tessin, Tendenz stark steigend!
- Ähnlicher Lebenszyklus und Larvenbiologie wie Gartenlaubkäfer
- Sehr anfällig auf heimische Hypocreales!



Photos © Christian Schweizer, Agroscope

*P. japonica* mortality after treatment with EPFs



# Entomophthorales: Vor- und Nachteile

- Hoch virulente Krankheitserreger
- Kurze Generationszyklen, schnelle Vermehrung
- Auslöser von natürlich auftretenden “Epizootien”
- Leisten einen unschätzbaren Beitrag zur natürlichen Schädlingsregulierung (v.a. Fliegen, Blattläuse)!
- Lässt sich nicht in Massen produzieren, verkaufen, anwenden
- Grosse Wissenslücken!  
Lebenszyklen vielfach noch nicht erforscht



Massensterben der Dungfliege *Scathophaga stercoraria* als Folge des Befalls mit *Entomophthora scatophagae*;  
Photo: Christian Schweizer, Agroscope



# Entomophthorales: zukünftige Anwendungsgebiete

- “Conservation Biocontrol”  
Förderung des natürlichen Vorkommens der Pilze durch optimale Gestaltung des Lebensraums?
- “Epizootien” bekannt von
  - Blattläusen
  - Blattwespen
  - Eulenraupen
  - Schnaken
  - Heuschrecken
  - Milben
  - Wurzelfliegen
  - Gallmücken
  - Thripsen



Hecken und Ackerrandstreifen als Reservoir für Entomophthorales?

# Zusammenfassung und Schlussfolgerung

- Entomopathogene Pilze sind sehr wichtige natürliche Gegenspieler von Insekten
- nur ein Bruchteil des vorhandenen Potentials wird genutzt:
  - einige wenige Arten einer einzigen Gruppe (Hypocreales) werden bisher im Pflanzenschutz professionell angewendet
  - Sehr erfolgreiche Anwendungsbeispiele vorhanden: hoch wirksam, sehr spezifisch



Entomopathogene Pilze sind eine zu wenige genutzte, natürliche vorhandene Ressource!

Erforschung der Biologie der entomopathogenen Pilze, Entwicklung neuer Produkte und Erschliessung neuer Anwendungsgebiete ist das Gebot der Stunde!



Photo © Christian Schweizer,  
Agroscope

# Danksagung

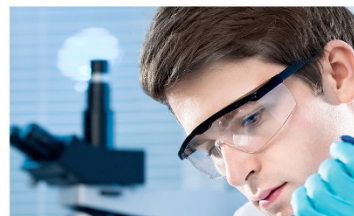
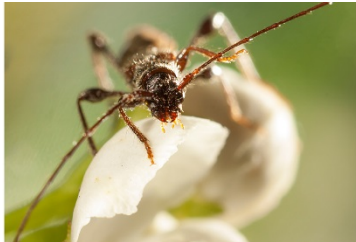
## Nationale Zusammenarbeit:

- ETH-Z (Monika Maurhofer), UZH (Anna-Liisa Laine), Universität Fribourg (Sven Bacher), ZHAW (Dieter Eibl, Jürg Grunder), FiBL (Claudia Daniel)
- Kantonale Fachstellen für Pflanzenschutz (GR, UR, TG, SG, BE)
- Molekulare Ökologie @ Agroscope (Franco Widmer, Jürg Enkerli und Team)

## Biocontrol team @ Agroscope in Reckenholz

- Christian Schweizer
- Fionna Knecht
- Sina Rogge (MSc 2014)
- Sonja Eckard (PhD 2015)
- Deborah Kaiser (PhD 2020)
- Lara Reinbacher (PhD)
- Tanja Sostizzo (PhD)





# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

**Giselher Grabenweger**  
[giselher.grabenweger@agroscope.admin.ch](mailto:giselher.grabenweger@agroscope.admin.ch)

**Agroscope** gutes Essen, gesunde Umwelt  
[www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch)

