



# *Spongospora subterranea* – ein oft unterschätzter Krankheitserreger der Kartoffel

Biologie, Bedeutung, Kontrollmanagement, Ausblick

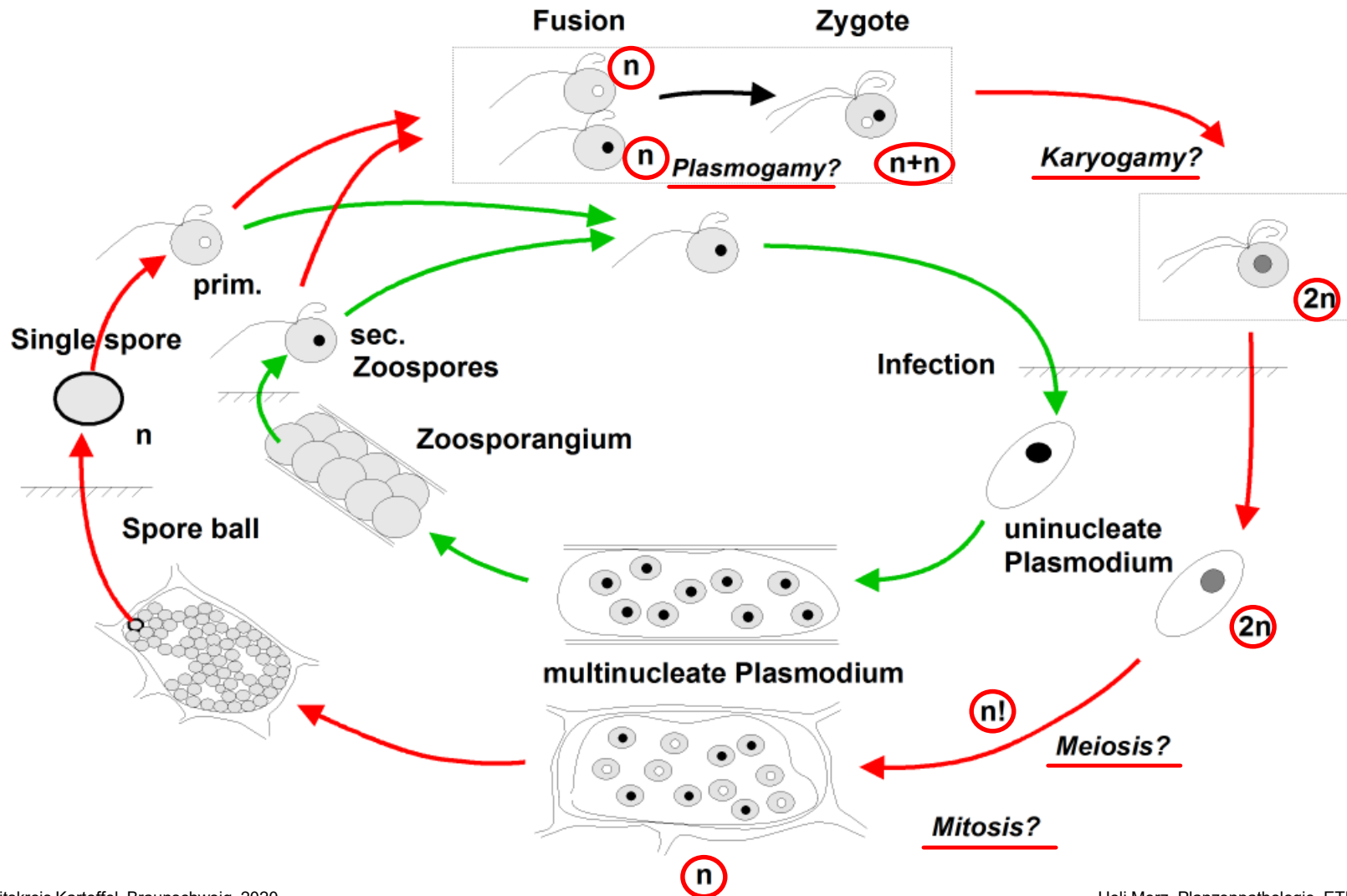
**Pulverschorf** und **Wurzelgallen** der Kartoffel:  
beide Krankheiten werden verursacht durch

# *Spongospora subterranea*

Ein **bodenbürtiges** Pathogen, gehört zu den Protozoen

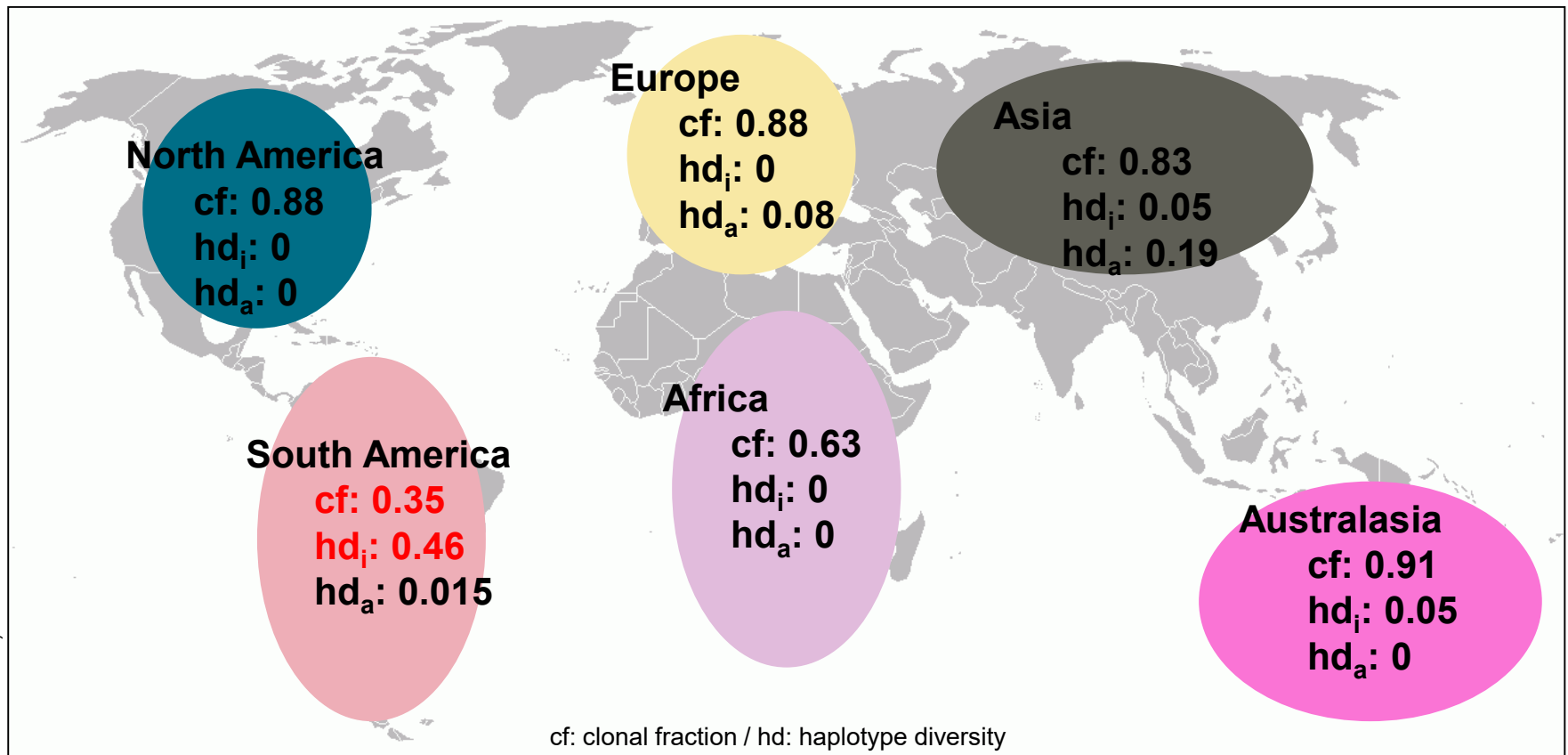
# BIOLOGIE

# S. subterranea: (hypothetischer) Lebenszyklus



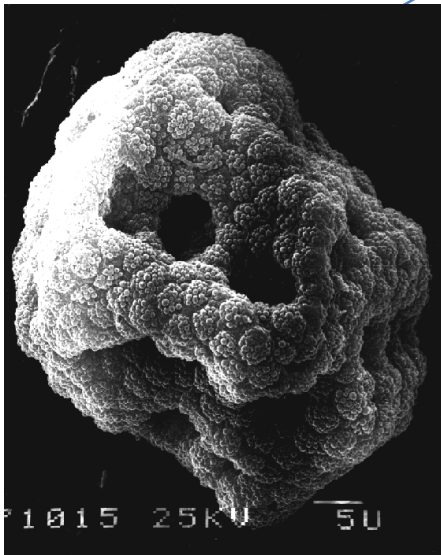
# Resultat: Südamerikanische Populationen waren durchwegs diverser im Vergleich zu allen übrigen Regionen

Südamerika: 127 (566) samples: 17 von 19 Haplotypen

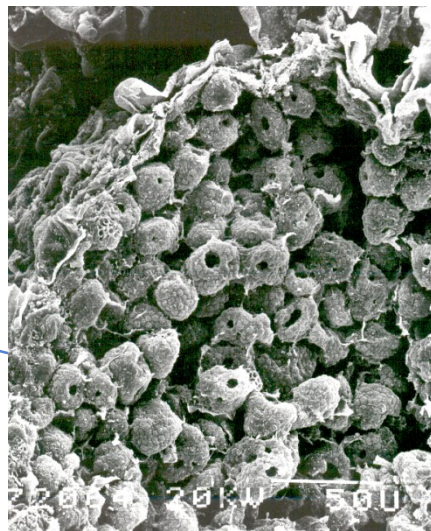
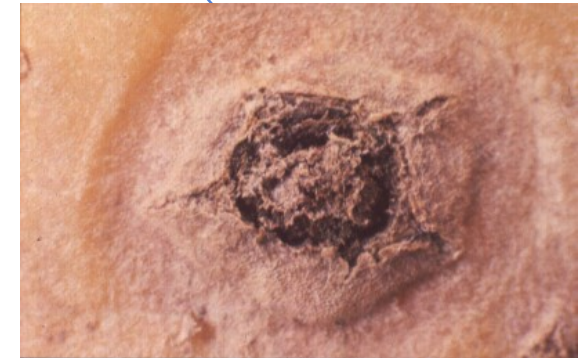


# *S. subterranea* Zyklus Teil I

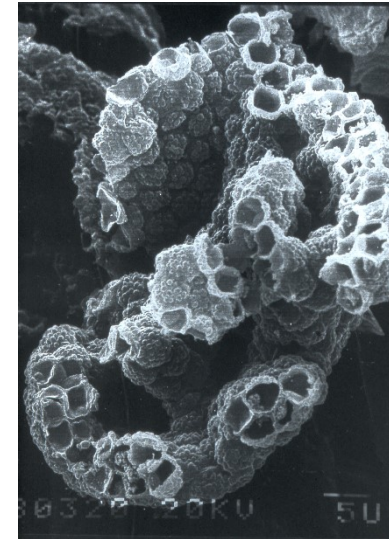
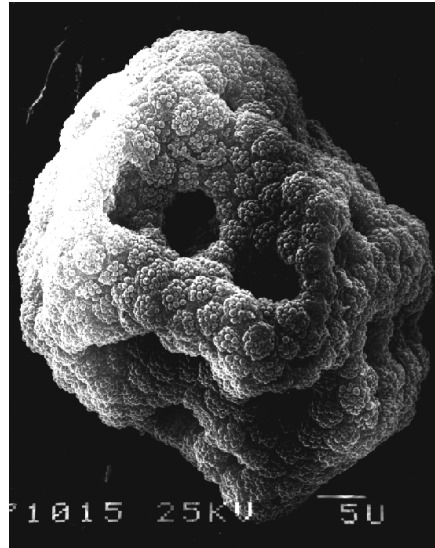
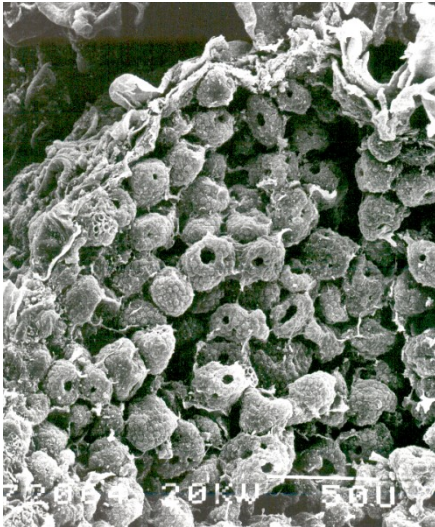
Überlebensstrategie:  
Produktion von  
Dauersporen



Sporosorus /  
Dauersporenball

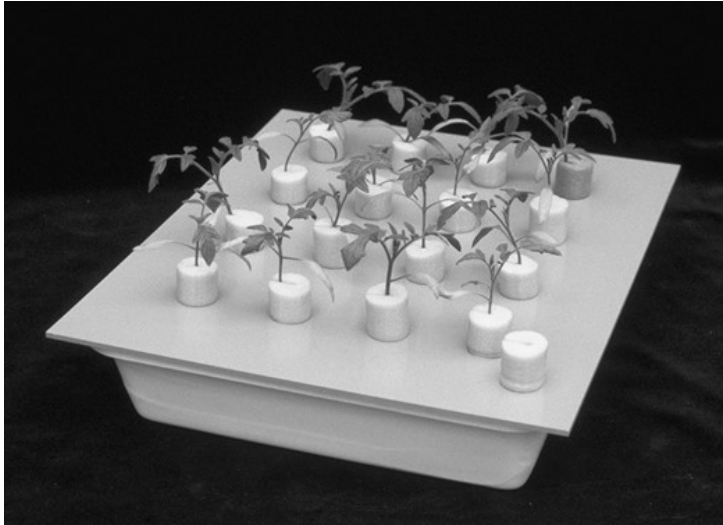


## Überlebenstruktur: Dauersporenbällchen



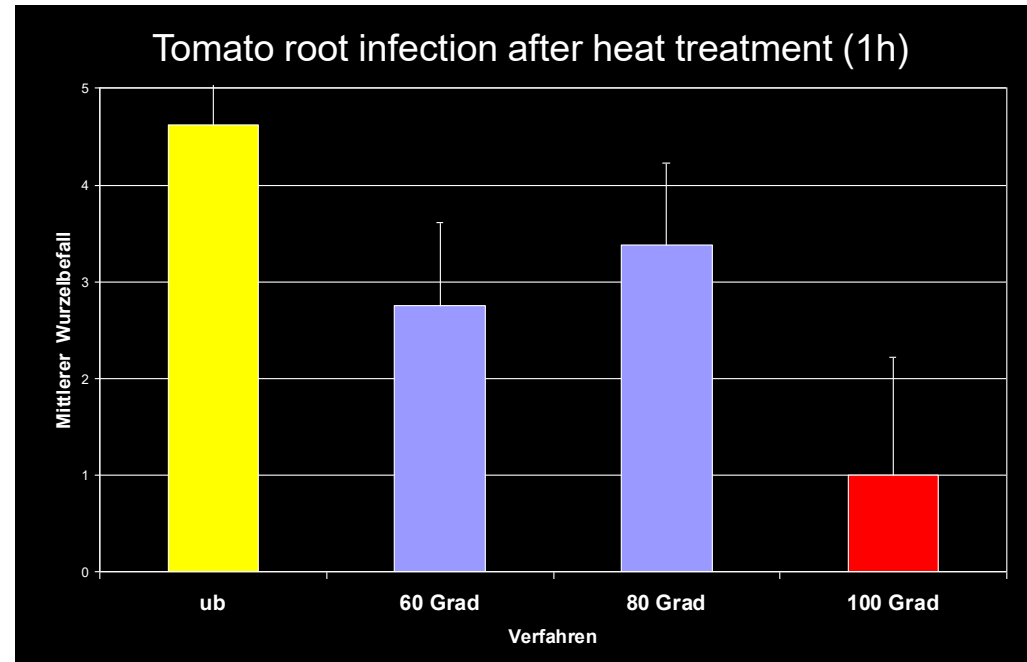
- **500-1000 Einzelsporen**
- **Aktiv: > 10 Jahre**
- **Sehr resistent gegenüber Umweltstress**

# Sehr resistent gegenüber Umweltstress



Biotest mit Tomaten

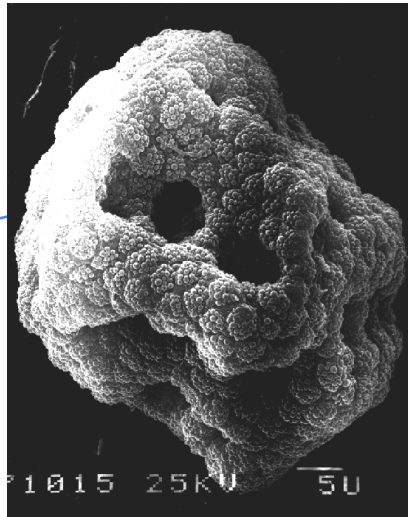
## Thermische Behandlung von Sporosori



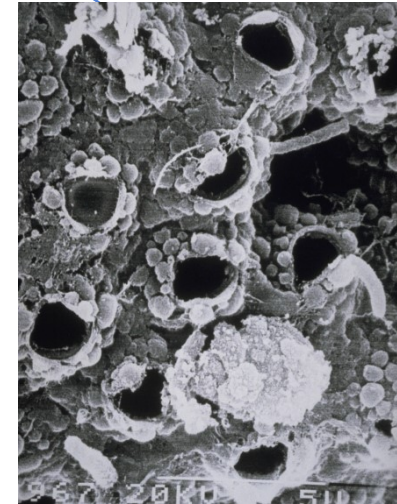


# *S. subterranea* Zyklus Teil II

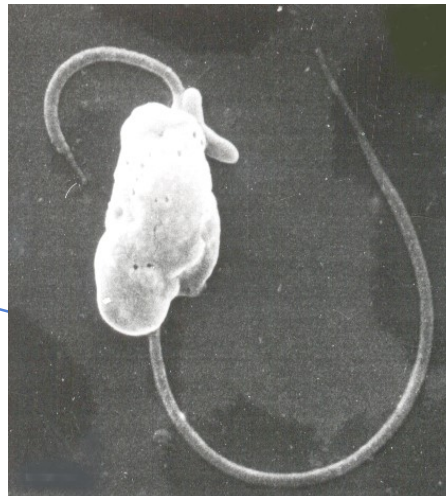
Infektion von Wirtszelle



Infektion

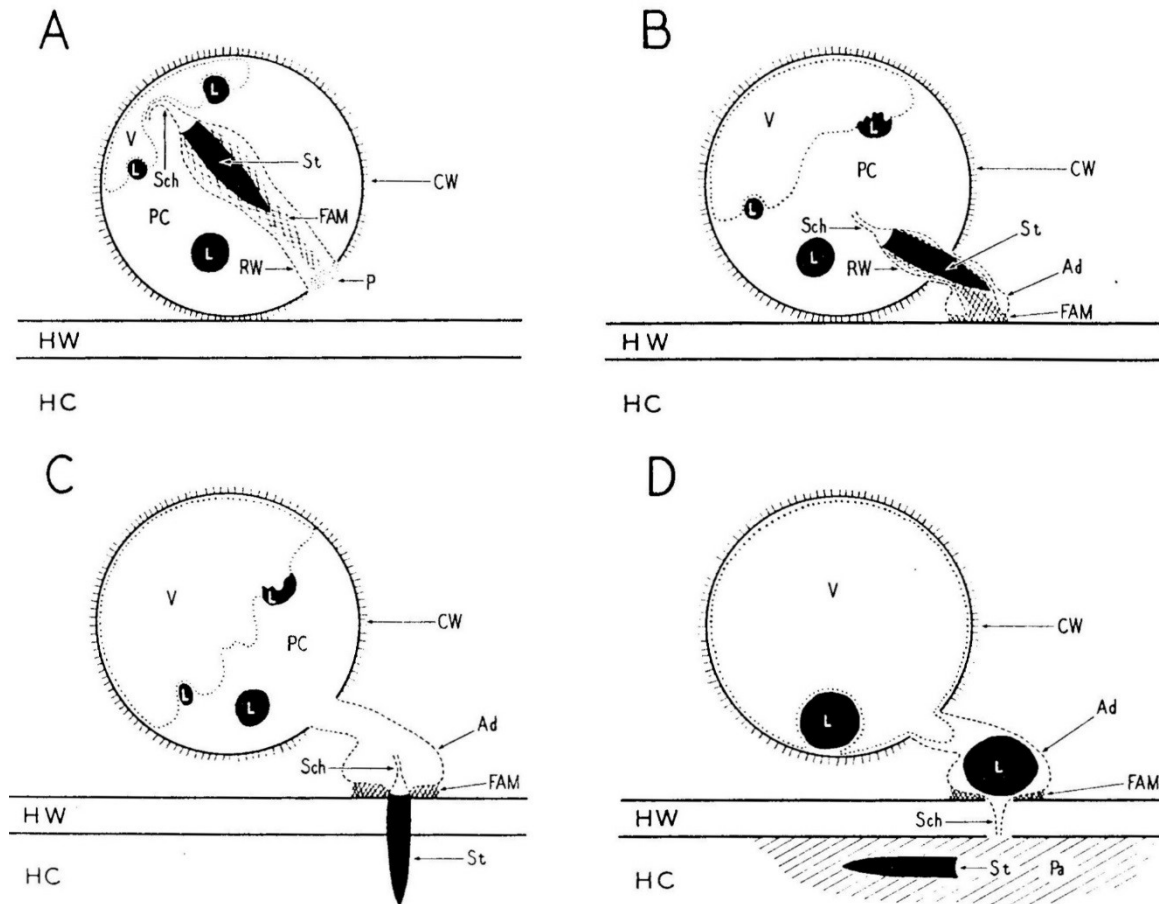


Zoosporen schlüpfen

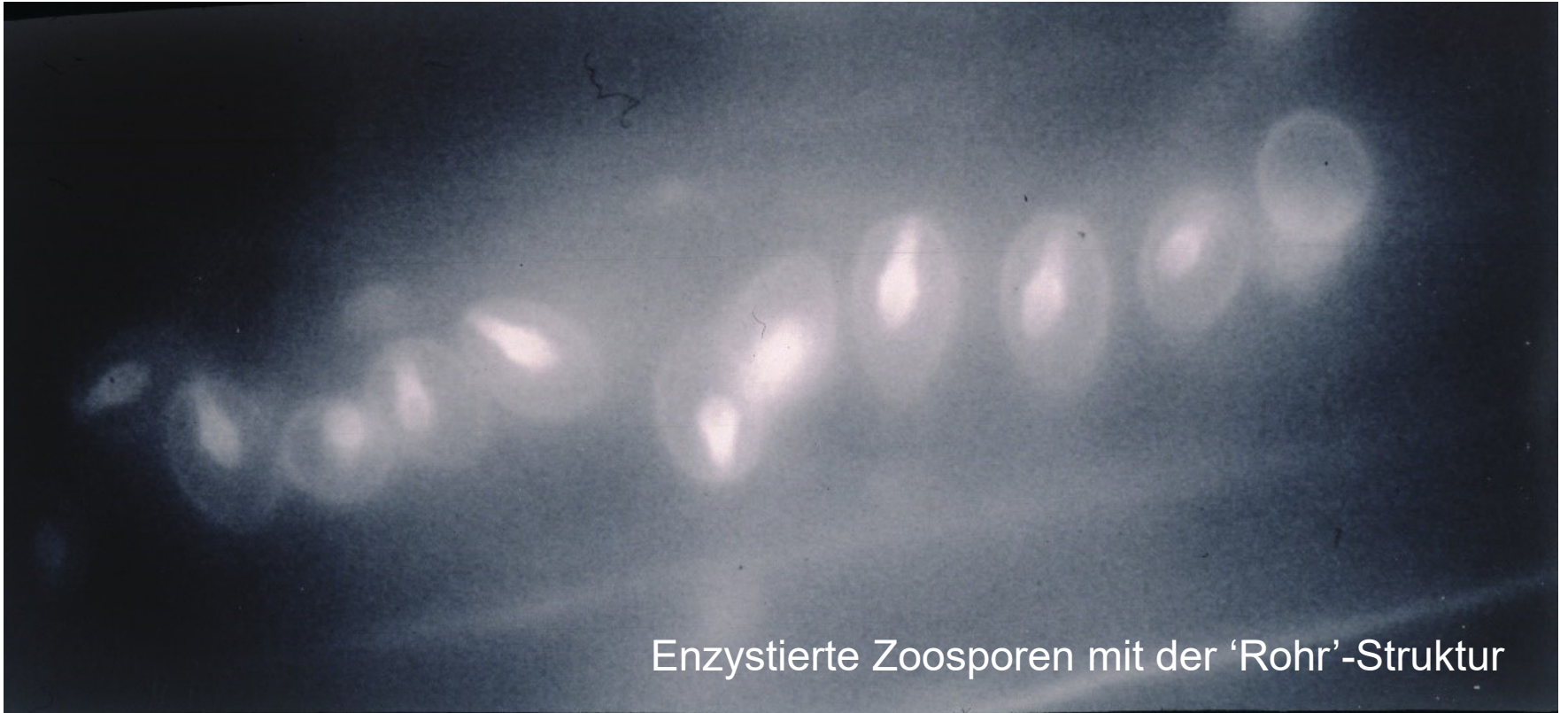


Prim. Zoospore

# Einzigartiger Mechanismus der Wirtszellen-Penetration



Aist and Williams, 1971



# *S. subterranea* Zyklus Teil III



Vermehrung

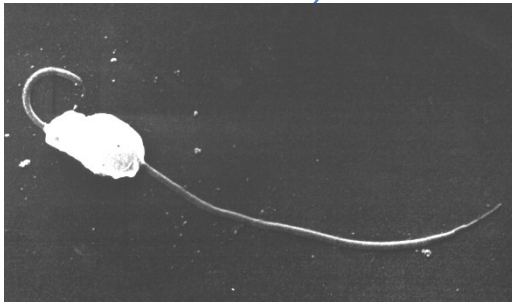
Zoosporangien



in den Wurzelzellen

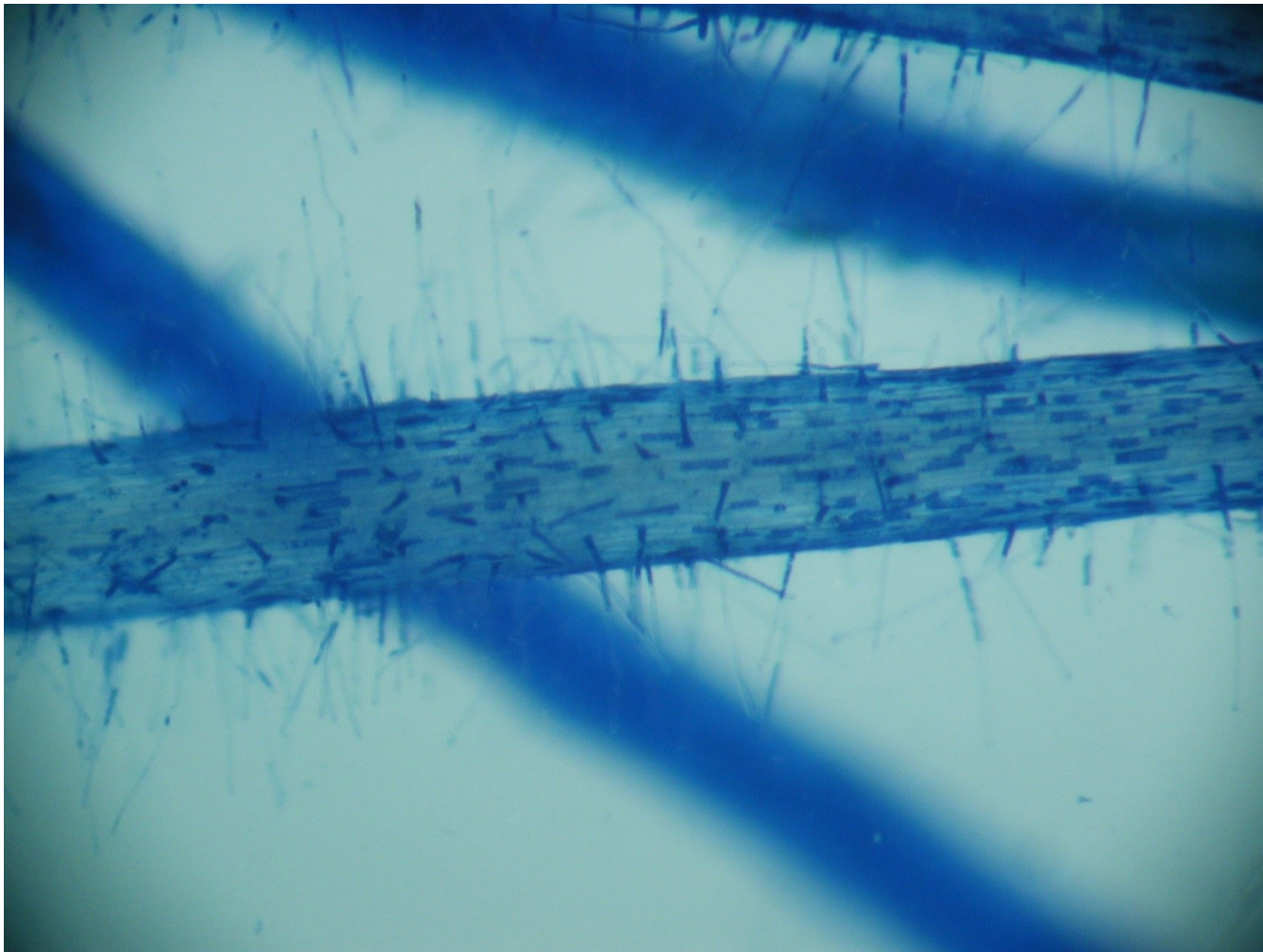


Zoosporen schlüpfen



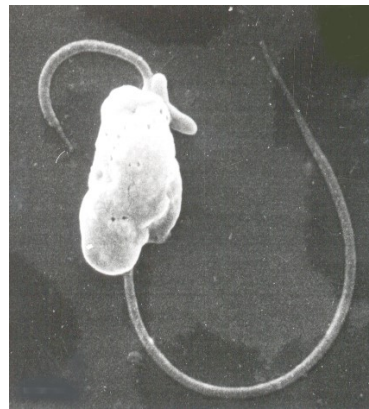
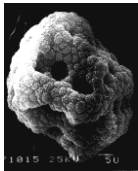
Sek. Zoospore

## Stark befallene Tomatenwurzel mit vielen Zoosporangien



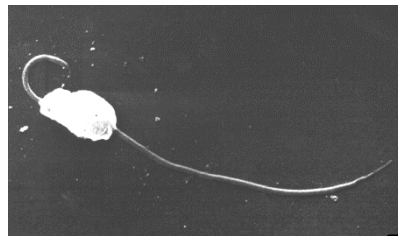
# Im Boden: Verbreitung mit Zoosporen

**Primäre** aus Dauersporen



**Freies Wasser zum schwimmen**

**Sekundäre** aus Zoosporangien



**Infektion**



Pulverschorf



Wurzelgallen



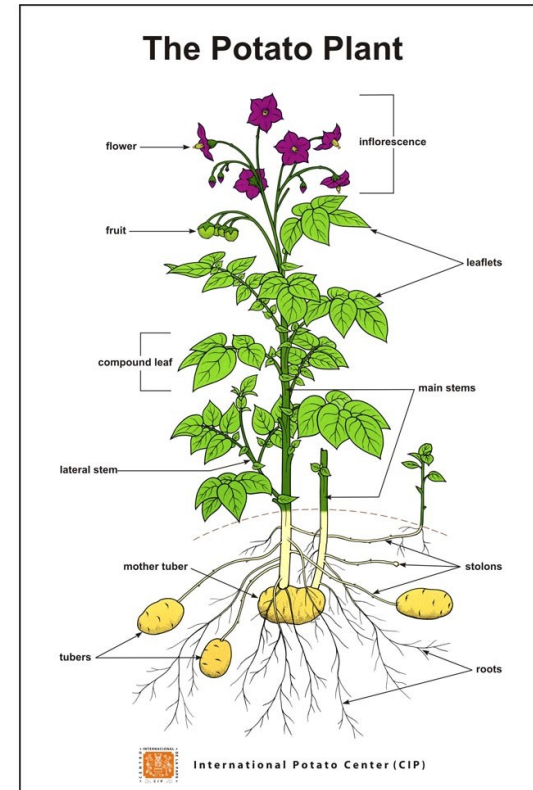
Zoosporangien



## *S. subterranea* verursacht **zwei** Krankheiten

an **botanisch unterschiedlichen**  
Pflanzenorganen – **Knollen** vs  
**Wurzeln** – mit **verschiedenen**  
**genetischen Resistenzmustern**

## Pulverschorf (Knolle) Schäden



- Qualitätsproblem (Konsumware)
- Verarbeitung: z.B. Schälverluste
- Lager: Sekundäre Pathogene/Gewichtsverlust durch Atmung
- **Grosse Verluste für die Saatgutproduzenten, wenn ein Posten abgewiesen wird**

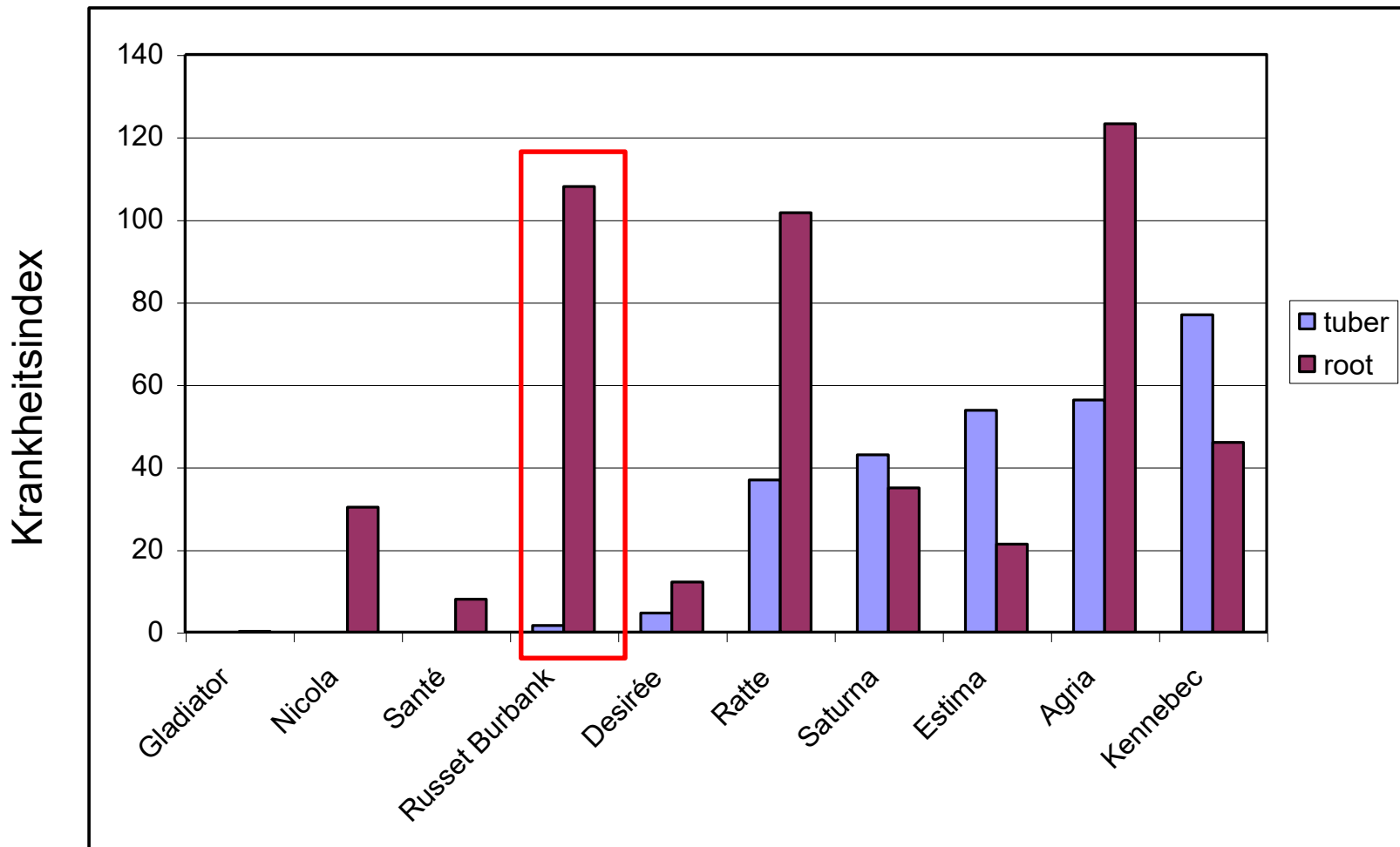


## Gallen (Wurzel) Schäden



- Ertragsreduktion
- 'Unerkannte' Inokulumproduktion

## Verschiedene genetische Resistenzmuster



# Wurzelgallen: Ertragsreduktion

**Resistance to Root Galling Caused by the Powdery Scab Pathogen**

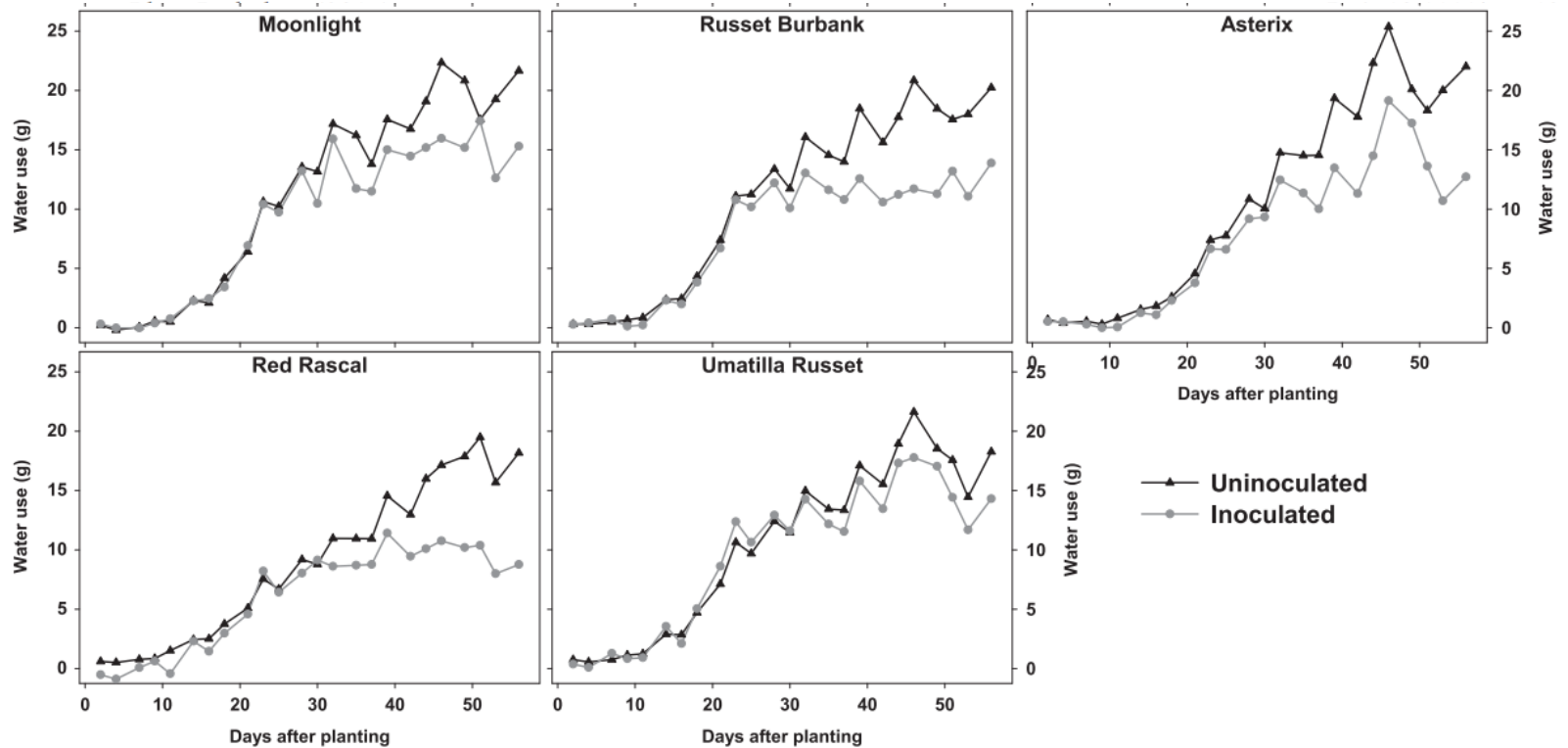
2008

*Spongospora subterranea* in Potato

**Nadav Nitzan**, USDA-ARS, Prosser, WA 99350; **Tom F. Cummings** and **Dennis A. Johnson**, Washington State University, Pullman, WA 99164; **Jeff S. Miller**, Miller Research, LCC., Rupert, ID 83350; **Dallas L. Batchelor**, Weather Or Not, Pasco, WA 99301; **Chris Olsen**, L.J. Olsen, Inc., Othello, WA 99344; **Richard A. Quick** and **Charles R. Brown**, USDA-ARS, Prosser, WA 99350

**“The potato industry of Washington State is concerned with damage to roots caused by powdery scab and its potential to reduce yield weight in tonnage and affect tuber size and quality.”**

# Wurzelgallen: Ertragsreduktion



9

-  
t  
s  
t

## Vektor (Überträger) des Mop-Top Virus



**WANTED**

**Better dead than alive**



***Spongospora subterranea***

## *Spongospora subterranea* (Kurzsteckbrief)

- Bodenbürtiger Krankheitserreger
- Langlebige Überdauerungsform (Sporosori)
- Prim. / Sek. Zoosporen
- Zwei Krankheiten: Pulverschorf / Wurzelgallen
- Schäden: Qualitätsverluste, unverkäufliche Saatgutposten, reduziertes Pflanzenwachstum
- Überträger des Mop-Top Virus

# Bedeutung



## Der Knollenbrand der Kartoffel.

Vom

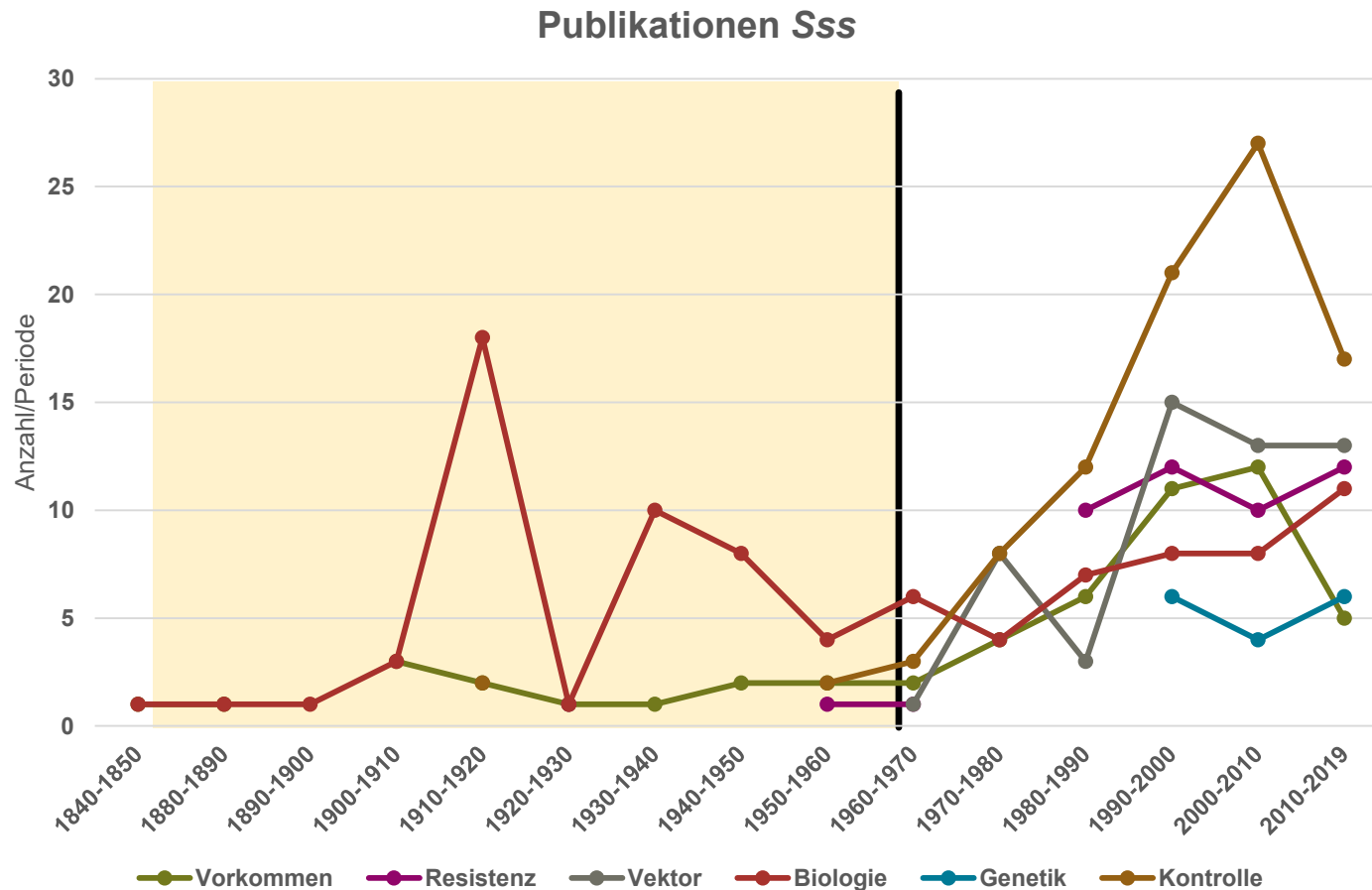
Hofrathe Dr. Wallroth.

Die in den ökonomischen Schriften unter dem Namen: „Kartoffelgrind, Kartoffelgnatz, Kartoffelwarzen, Schorfkrankheit, Stockflecken und Fäulniss der Kartoffeln“ viel besprochene Krankheit der Kartoffel-Knollen erkannte ich längst als eine Art des vegetabilischen Brandes (*Uredo*, *Ustilago* und *Caecoma* der Autoren, *Erysibe* Theophr., Adans., Murr., Wallr. nec DC.), und ertheilte derselben folgende Diagnose:

*Erysibe subterranea*, a. *tubercum Solani tuberosi*, — sporis subrotundis maximis obscure cellulosia tenuissimis, primum flavicantibus dein fusco-virescentibus sub summa tubercum subterraneorum vegetorum epidermide livescente maculari dein colliculosa lacero-fissa grumulos ovato-subrotundos hemisphaericos immersos polysporos iisque effoetis scrobiculos superficiales nudos praestantibus.

Nordhausen, d. 15. Febr. 1842.

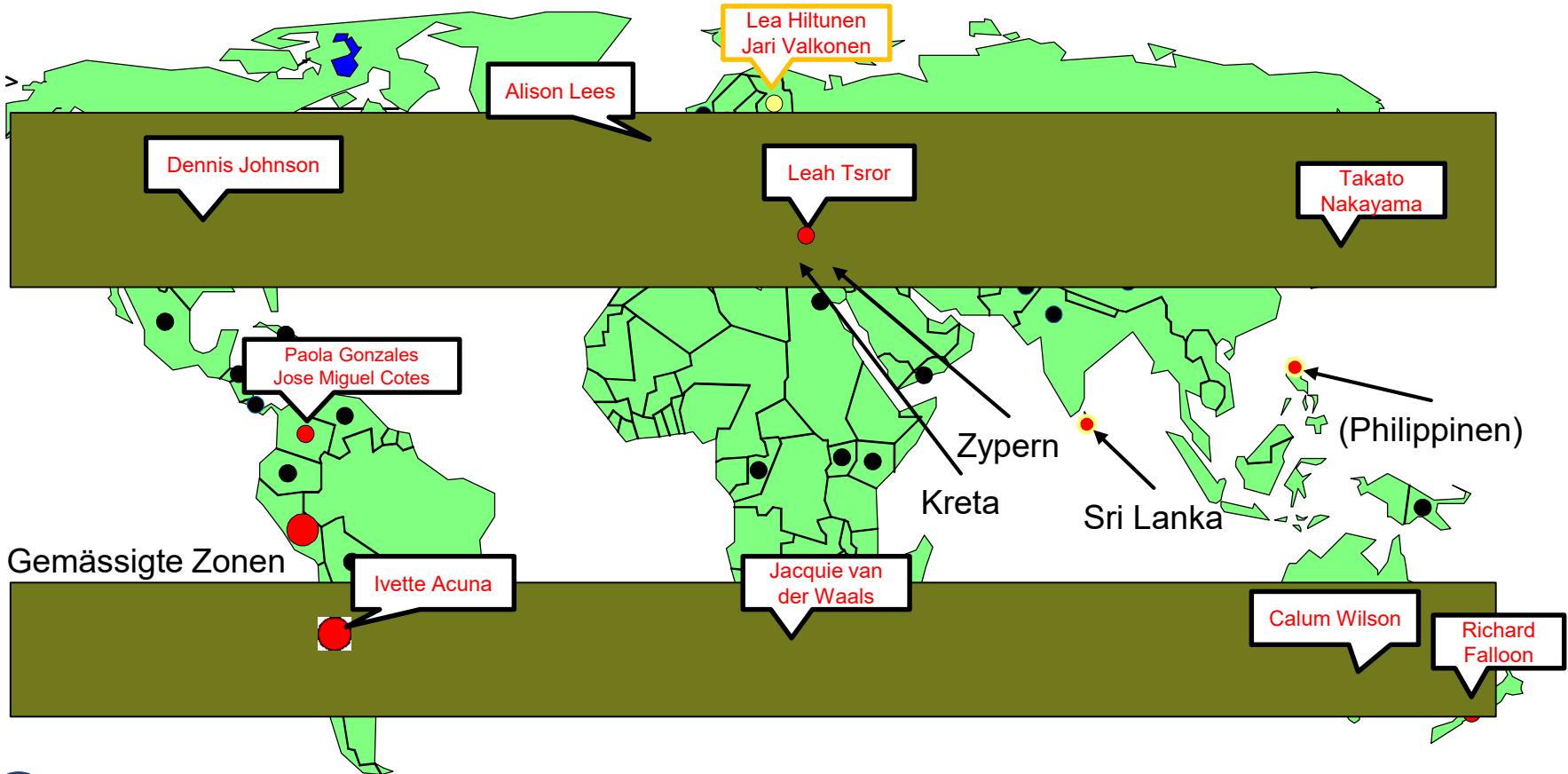
**Ein substantieller Teil unseres heutigen Wissen über die Biologie (und Epidemiologie) von *S. subterranea* war schon vor 1960 erarbeitet worden!**



## Gründe für die zunehmende Bedeutung seit 1960

- Vermehrt mittel- bis hochanfällige Sorten
- Intensivierung der Bewirtschaftung (verkürzte Anbaupausen)
- Neue Bewirtschaftungsmethoden (z.B. Minimal-Bodenbearbeitung)
- Intensivierung der Bewässerung (**globale Erwärmung**)
- Verbot von Quecksilber als Beizmittel (gute Wirkung gegen Befall mit *Spongospora*)
- Gewaschene Konsumware
- Vernachlässigung .....

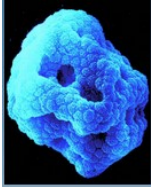
# Spongospora weltweit



● Ursprung

● Forschung ● Aktuelle Beobachtung ● Mop Top Virus ● Frühere Beobachtungen

# Kontrollmanagement

[HOME](#)[How to get there](#)[Registration](#)[Program](#)[Participants](#)[Group picture](#)[WS pictures](#)[Back to Workshops](#)

## 3rd International Powdery Scab Workshop

July 17 - 21, 2016

Einsiedeln, Switzerland

### Hotel Allegro

<http://www.hotel-allegro.ch/en/home/>

Participants of 12 countries:

China

Deutschland

Finland

Frankreich

Netherlands

Israel

Kolumbien

Neuseeland

Südafrika

Schweiz

USA

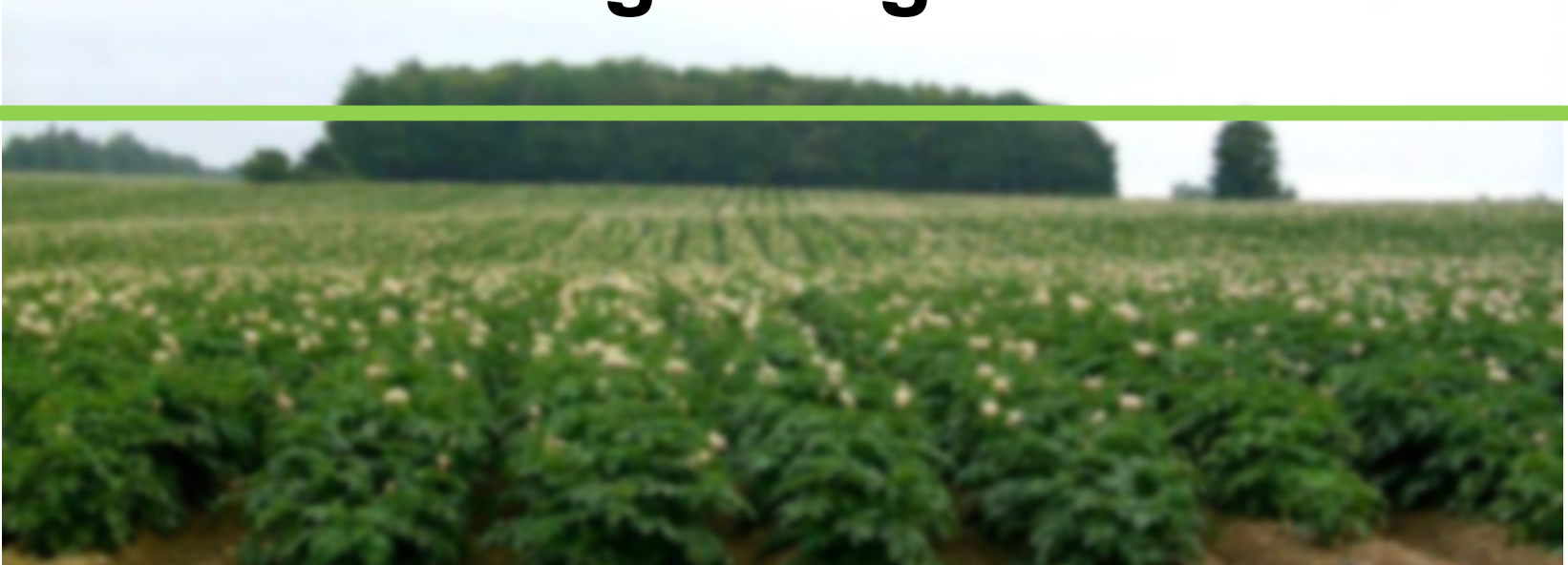
UK



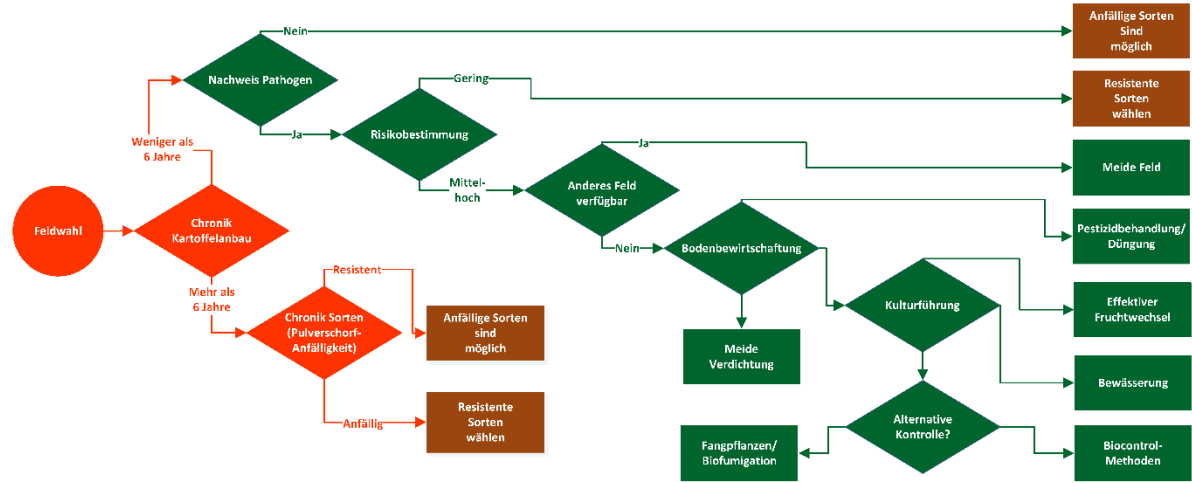
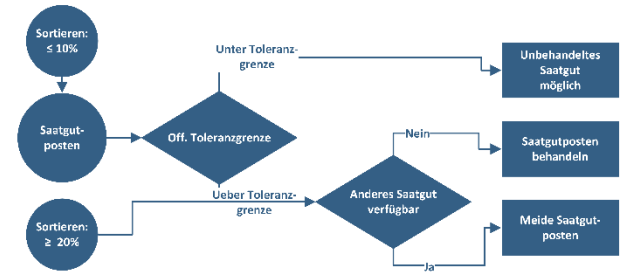
Copyright (c) 2015 U. Merz. Alle Rechte vorbehalten.



# Gesundes Saatgut in gesunden Boden



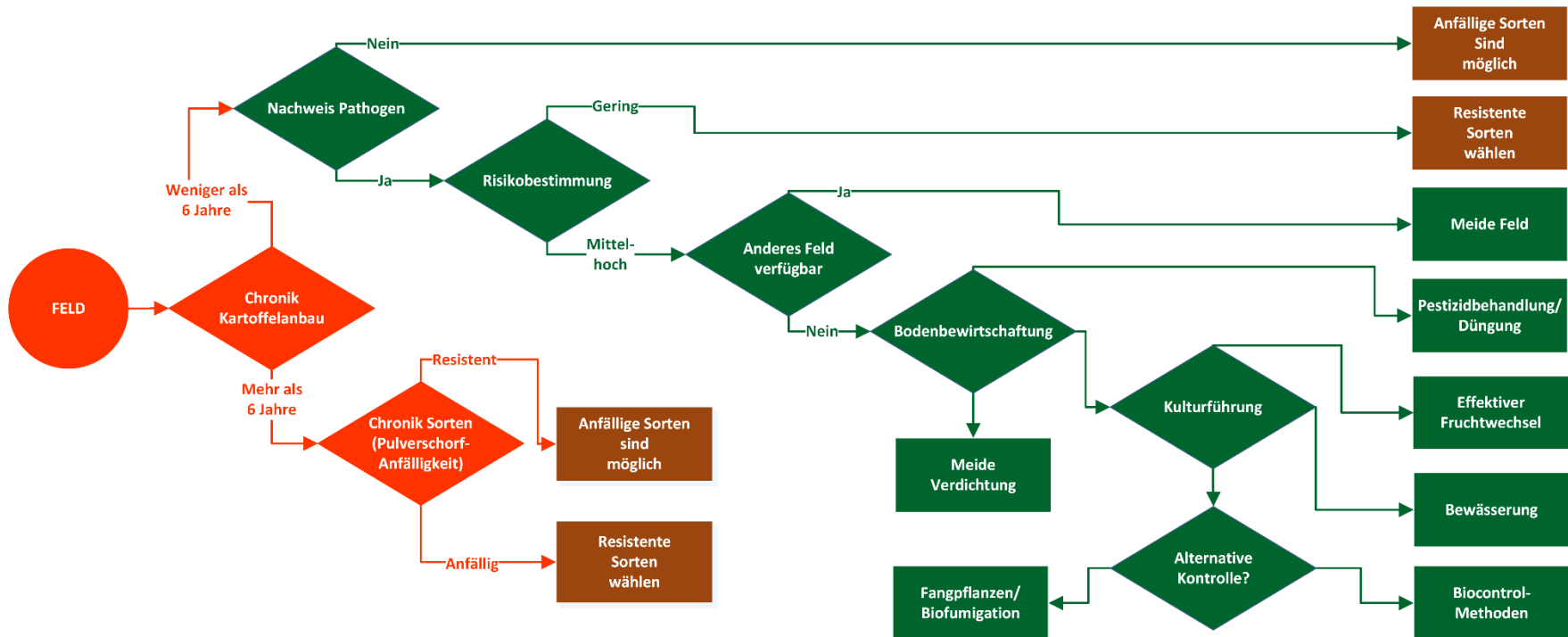
Erstellen einer **Anleitung für Produzenten** mit Hilfe der bis heute **gesammelten Erkenntnissen** über *S. subterranea* sowie über die **Epidemiologie** der damit verbundenen Krankheiten, mit Bausteinen des **Integrierten Kontrollmanagements**.



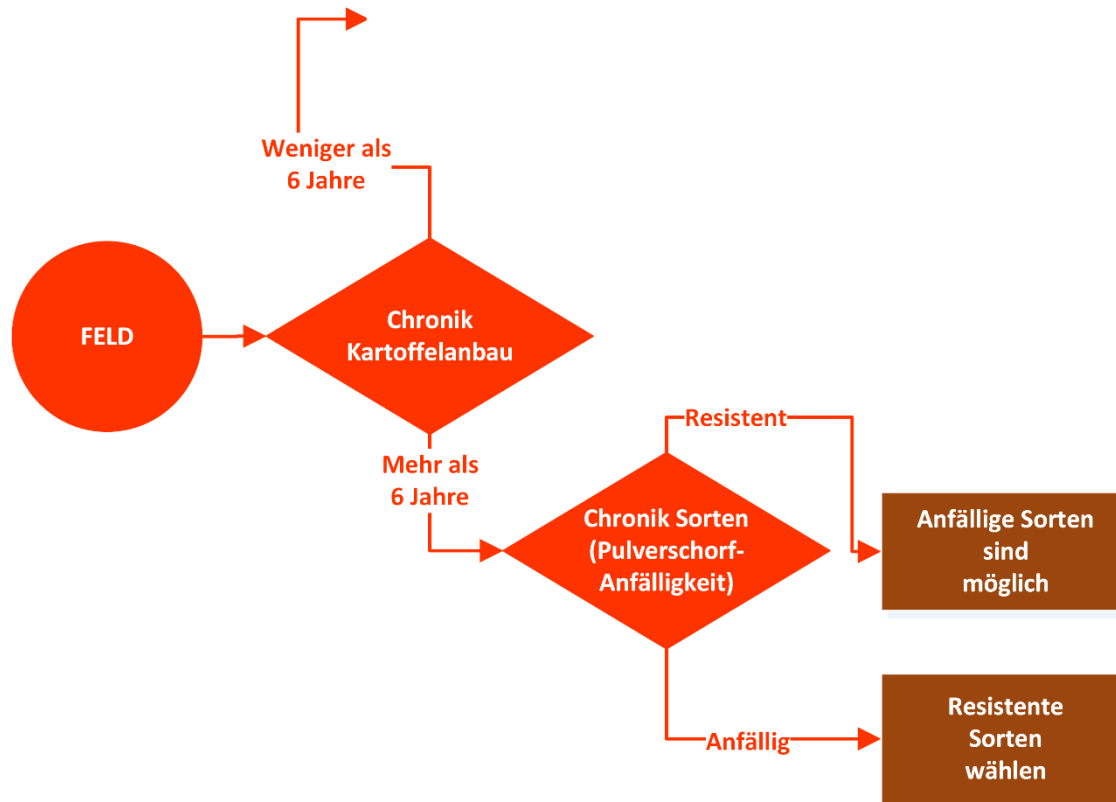
Merz U. and R. Falloon eds. (2017). Proceedings of the 3rd International Powdery scab Workshop, Einsiedeln, Switzerland, July 18-21, 2016. Potato Research 60(2), 195-215.



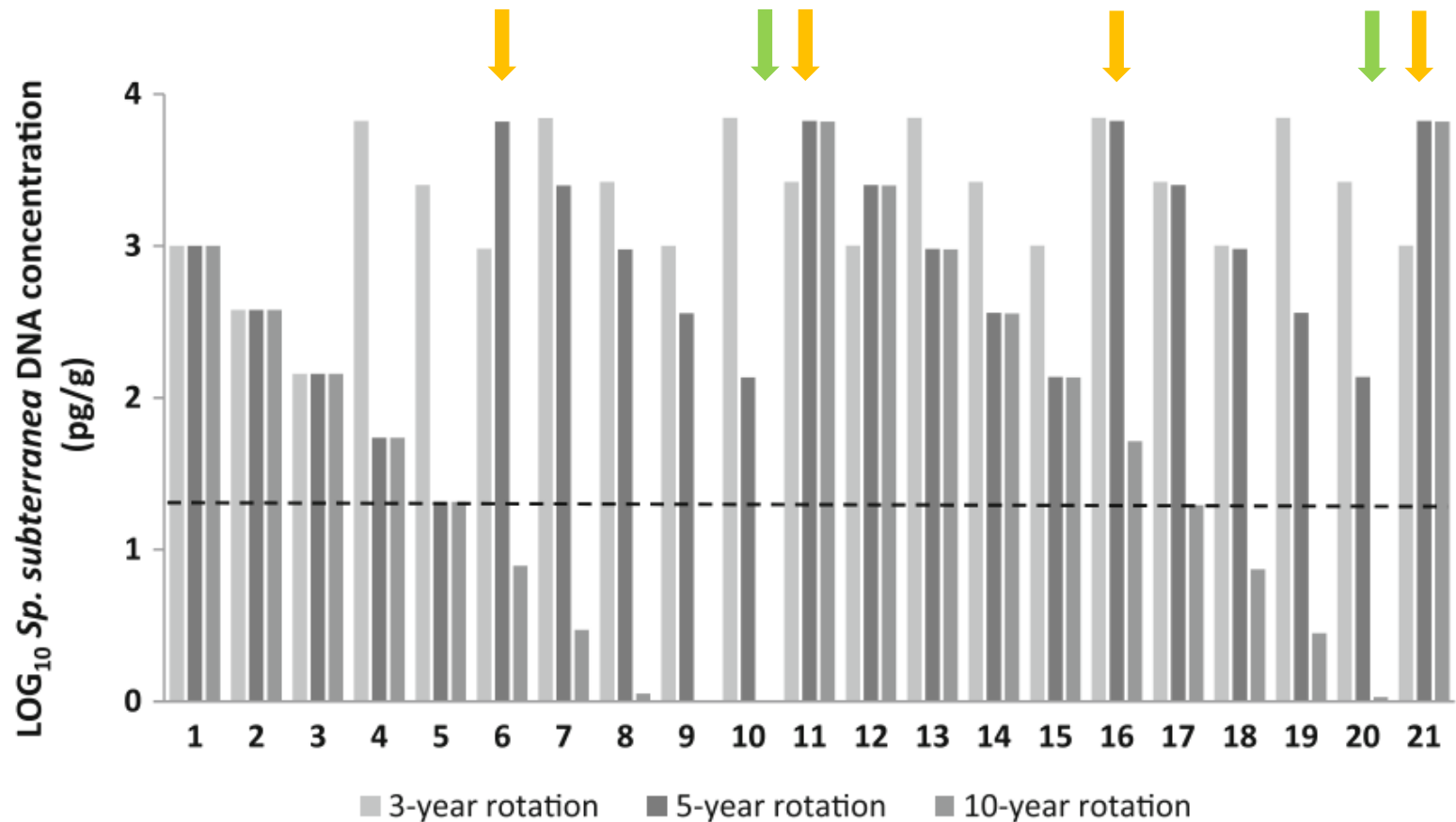
# Der Boden: Fruchtwechsel und Kulturmassnahmen



# Fruchtwechsel (</> 6 Jahre zwischen Kartoffelanbau)

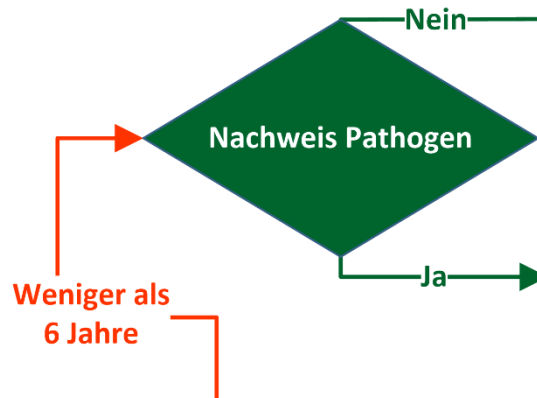


# Simulation Fruchtwechsel Kartoffelanbau: **mind. 6 Jahre notwendig**



Sparrow et al, 2015, Australasian Plant Pathology

# Der Boden: **Kontaminationsnachweis** und **Befallsrisiko**



## Probenahme (**Kommerzieller Test** in Schotland)

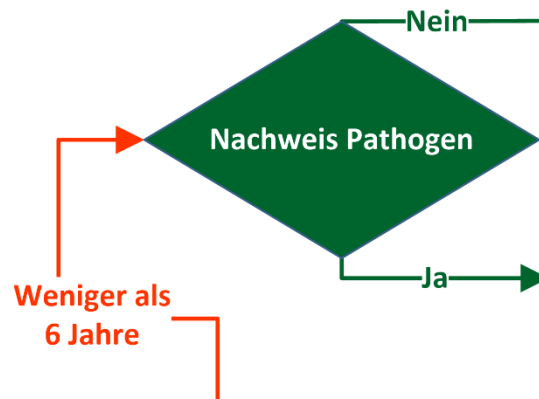
- Auf max 4ha
- 100 Proben à 10g
- W-förmiger Probeentnahmepfad
- Von der gepoolten Gesamtmenge: 60g für **Q-PCR**
- **Resultat: Menge *Spongospora* DNA/g Boden, wird in Anzahl Dauersporenballen/g umgerechnet**

# Commercial tests - thresholds



- **Low risk category:** Where Sss is undetected, provided sampling has been carried out correctly and seed planted is free of contamination, little if any powdery scab develops. This has been confirmed from grower feedback
- **Moderate risk category:** Where the test detects any Sss sporeballs (even if well below 1 sporeball/g soil) and up to 10 sporeballs/g there is a Moderate risk. Experience suggests under Scottish conditions commercial levels of disease can develop
- **High risk category:** Where the test detects >10 sporeballs/g the risk is high and experience has shown that even if conditions are sub-optimal, disease will occur

# PREDICTA Pt: **Bodentest** in Australien



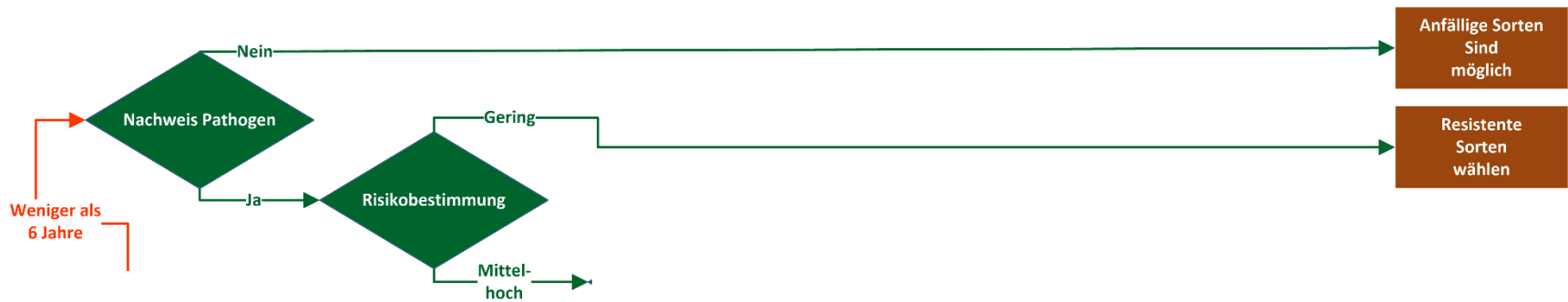
## Befallsrisiko:

- Pulverschorf/Wurzelgallen
- Colletotrichumwelke
- Wurzelgallnematoden

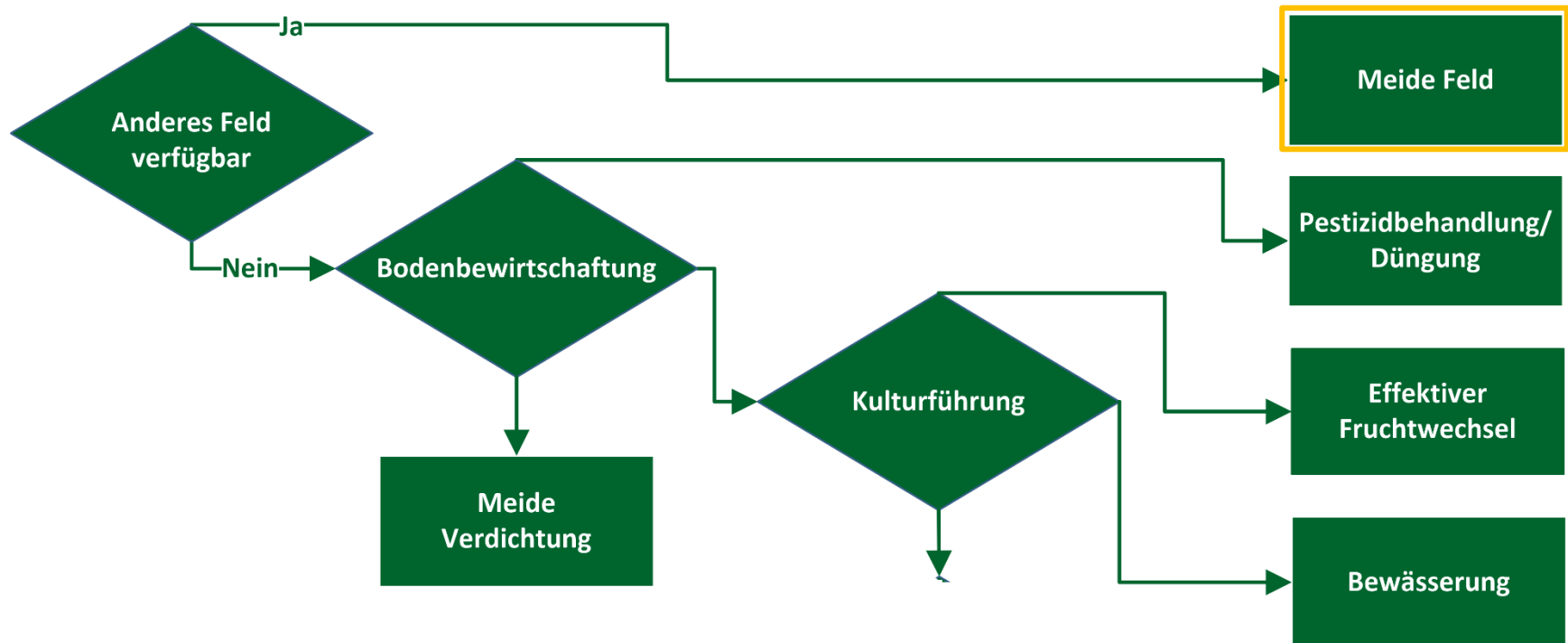
## Populationsdichte von:

- *Streptomyces txtA* gene
- *Rhizoctonia* AG 3+2.1
- *Verticillium dahlia*
- 3 *Pratilenchus* Species

# Der Boden: Befallsrisiko 'null bis gering'

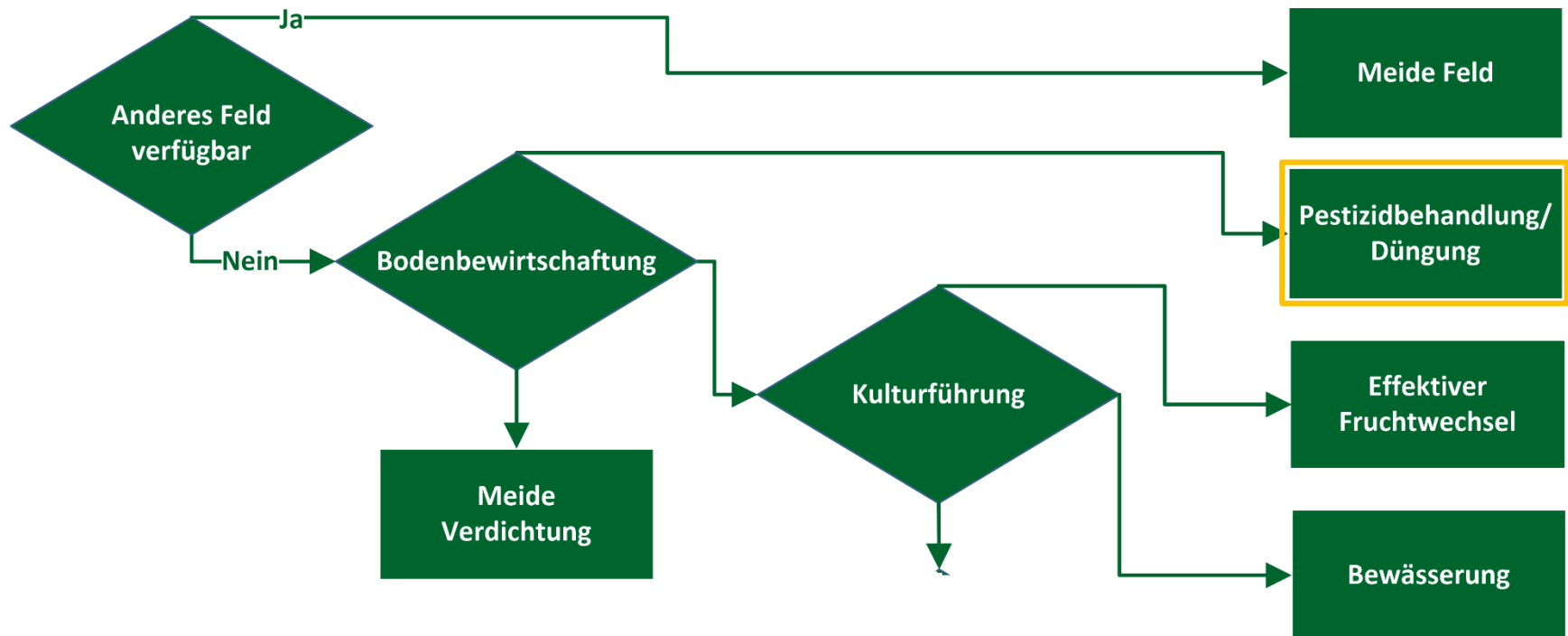


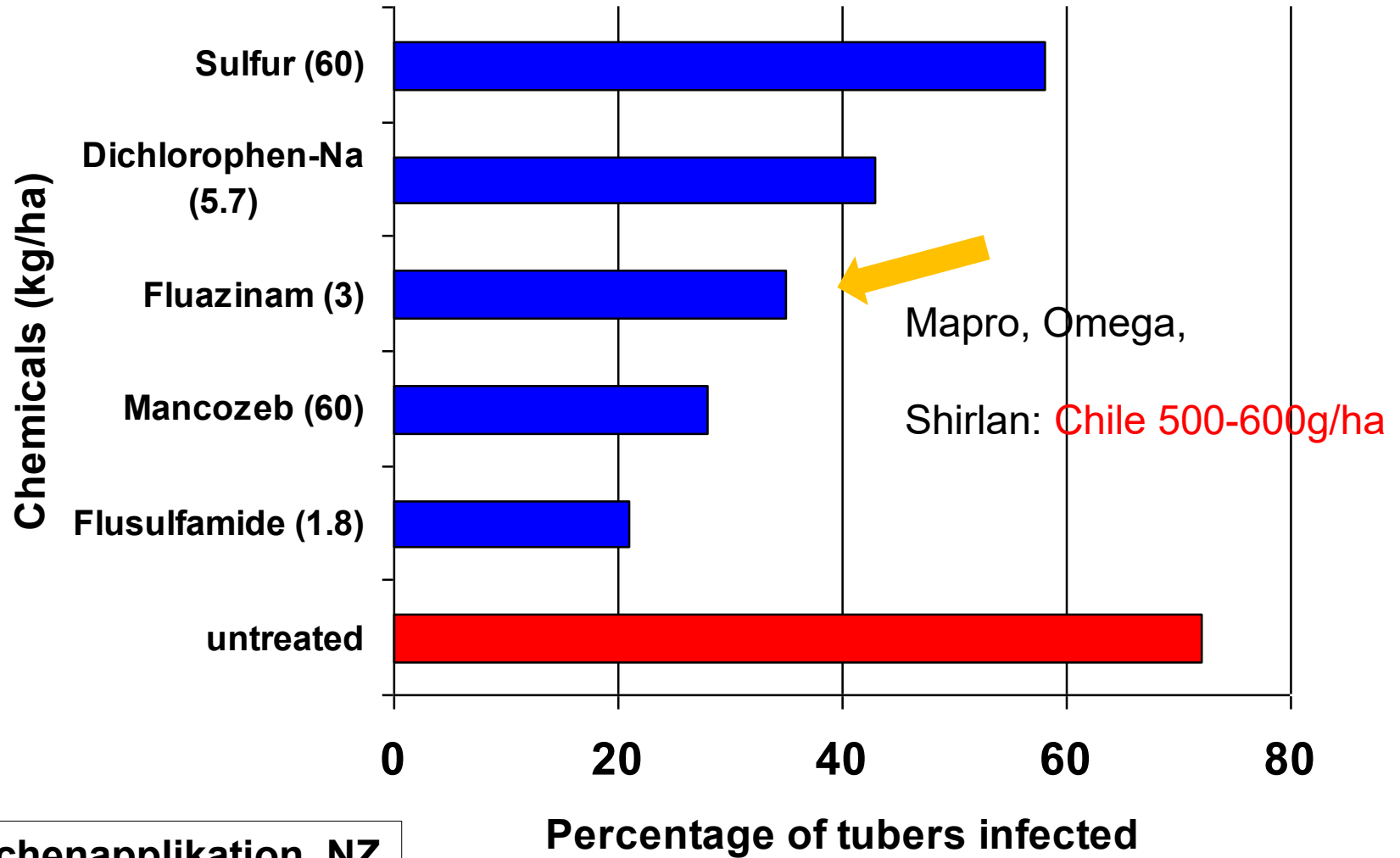
## Befallsrisiko Stufe 3 'Feldwahl'

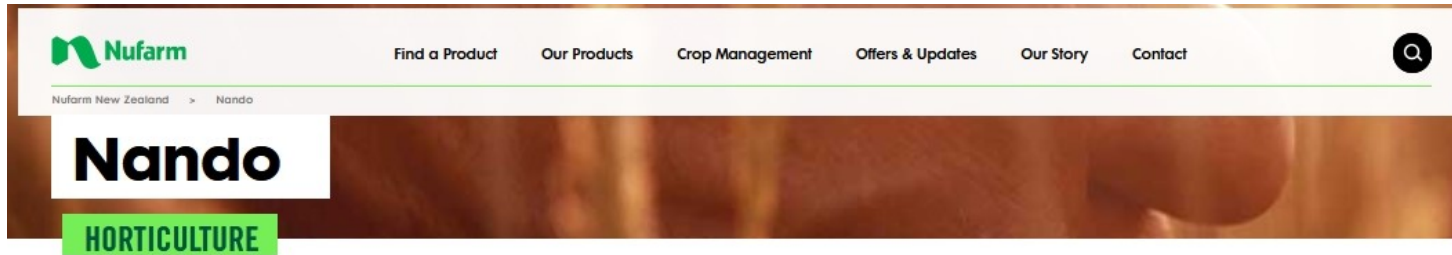




# Befallsrisiko Stufe 3 'Bodenbewirtschaftung'







For the control of a wide range of diseases in grapes, field tomatoes, potatoes and vegetable brassicas.

**Product Group:** Fungicide  
**Active Ingredient:** 500g/litre Fluazinam  
**Formulation:** Suspension concentrate

**Benefits of Nando:**

- Nando is a powerful protectant fungicide.
- It is a contact fungicide thus complete coverage of foliage is important.
- Nando is safe to use, has low mammalian toxicity and is non-volatile.

**Nando used in Potatoes, Tomatoes and Brassicas:**

**As a foliar spray provides:**

- superior sclerotinia control in potatoes and tomatoes
- excellent late blight control in potatoes and tomatoes
- very good control of early blight in potatoes

**When pre-plant incorporated into the soil provides:**

- extremely effective protection against powdery scab of potatoes
- extremely effective reduction in severity of club root in brassicas



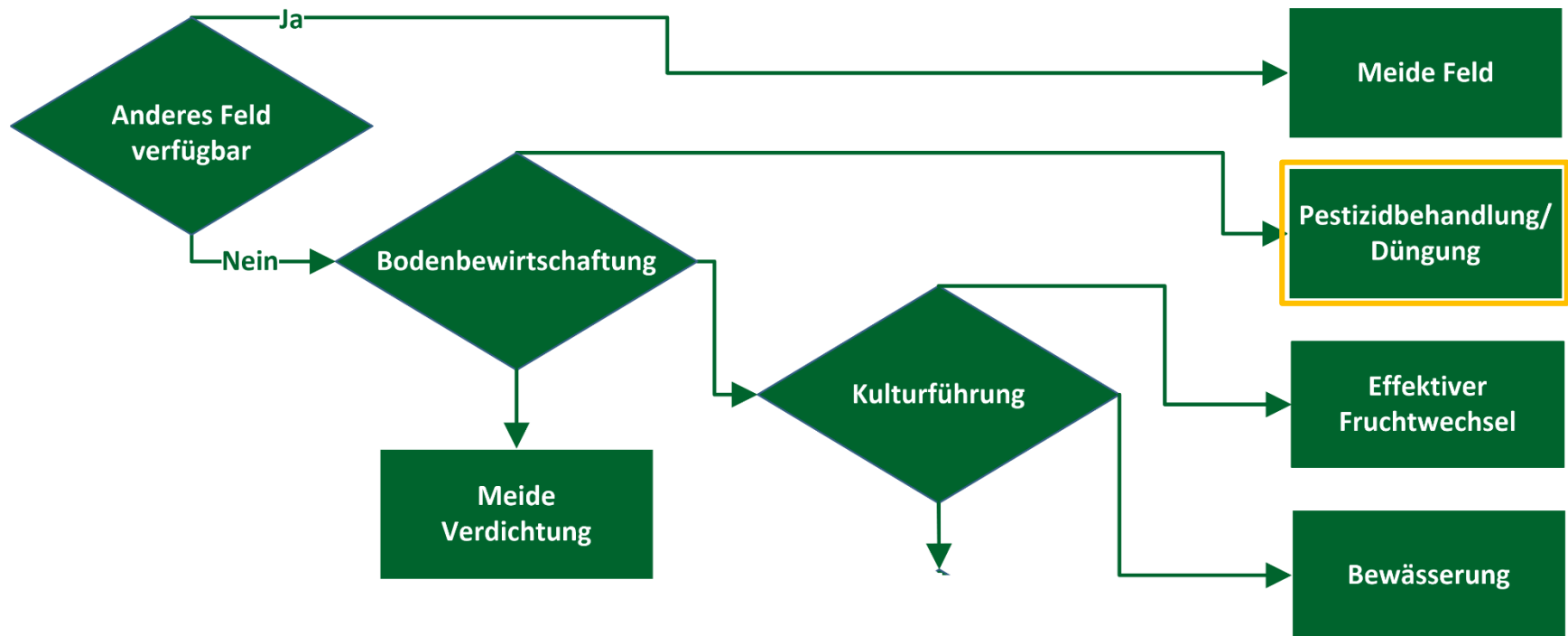
[Download Label](#)

[Download HazNote](#)

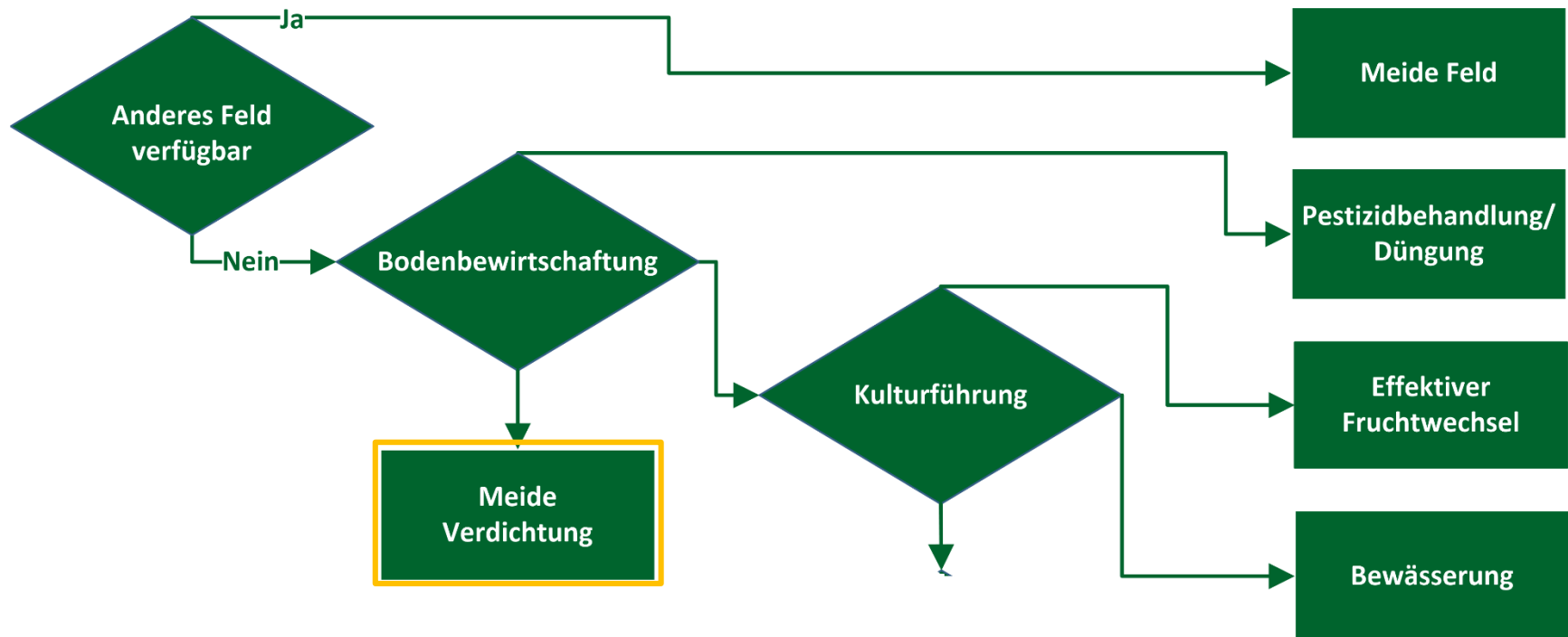
[Download MSDS](#)

**2kg/ha** vor Pflanzung einarbeiten

# Befallsrisiko Stufe 3 'Bodenbewirtschaftung'



# Befallsrisiko Stufe 3 'Bodenbewirtschaftung'



**Bodenverdichtung  
vermeiden!**



**Staunässe**

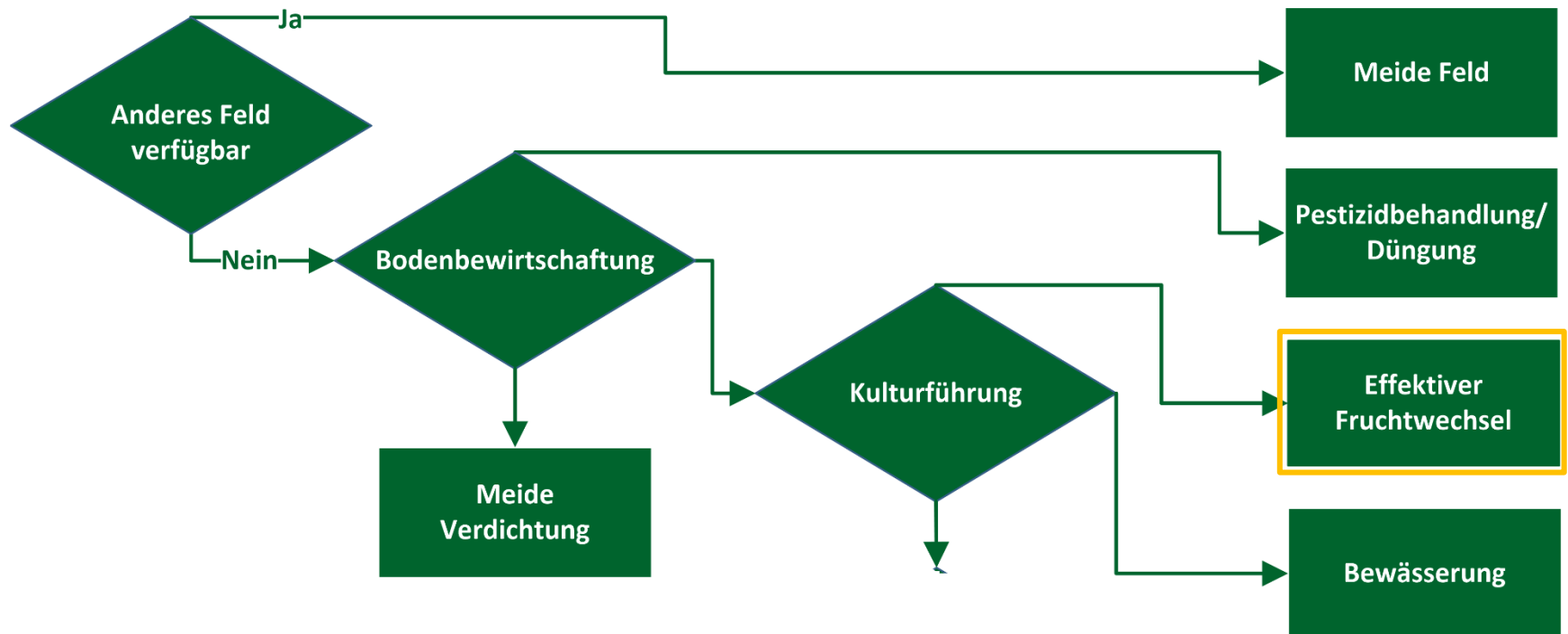


## Wucherungen der Lentizellen sind DIE Infektionspforten



Quelle: D. Johnson

# Befallsrisiko Stufe 3 'Kulturführung'





## Befallsrisiko Stufe 3: Alternative 'Biofumigation' mit Braunsenf (*Brassica juncea*)



Fangpflanzen/  
Biofumigation

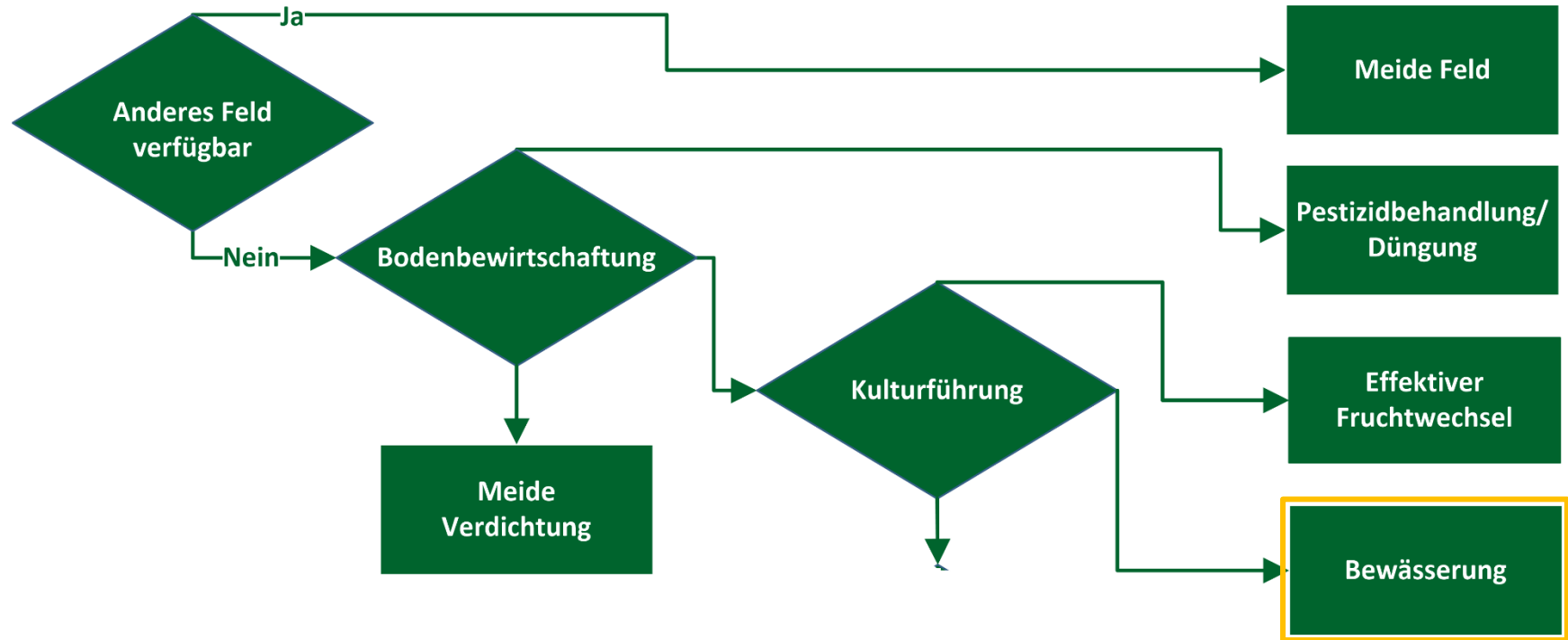
"Biofumigation has saved what we do. Because we haven't got the broad range of crops to grow we had to find a better way of growing potatoes in a quick rotation."

"People always want to plant something they can get money off, and this stuff doesn't. They're happy to go and buy a drum of Namacur and Roundup type products and kill something, but this (brassica planting) is long-term thinking."

Darren Long, MG Farm Produce, Tasmania

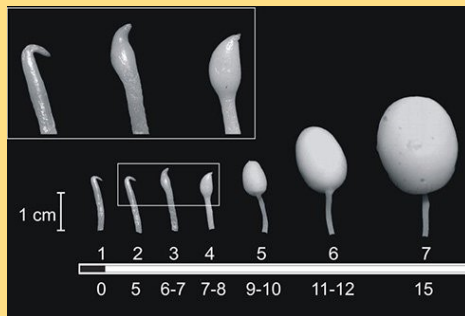


# Befallsrisiko Stufe 3 'Kulturführung'



## Kontrolle von *S. subterranea*, Förderung von *S. scabiei*

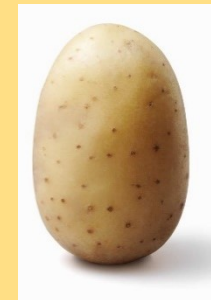
### Knollenansatz



Ca. 6 Wochen nach  
Pflanzung



für 4-5 Wochen



bis Knollenø  
25-30mm

## Befallsrisiko Stufe 3: Alternative 'Biocontrol'



[Journal of Plant Diseases and Protection](#)

April 2004, Volume 111, [Issue 2](#), pp 145–150 | [Cite as](#)

Two *Trichoderma harzianum*-based bio-control agents reduce tomato root infection with *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh., f. sp. *subterranea*, the vector of *Potato mop-top virus*

Authors

[Authors and affiliations](#)

S. L. Nielsen , J. Larsen

Biocontrol-  
Methoden

**Der Boden:**

**Kontamination Voraussetzung für den Erntebefall**

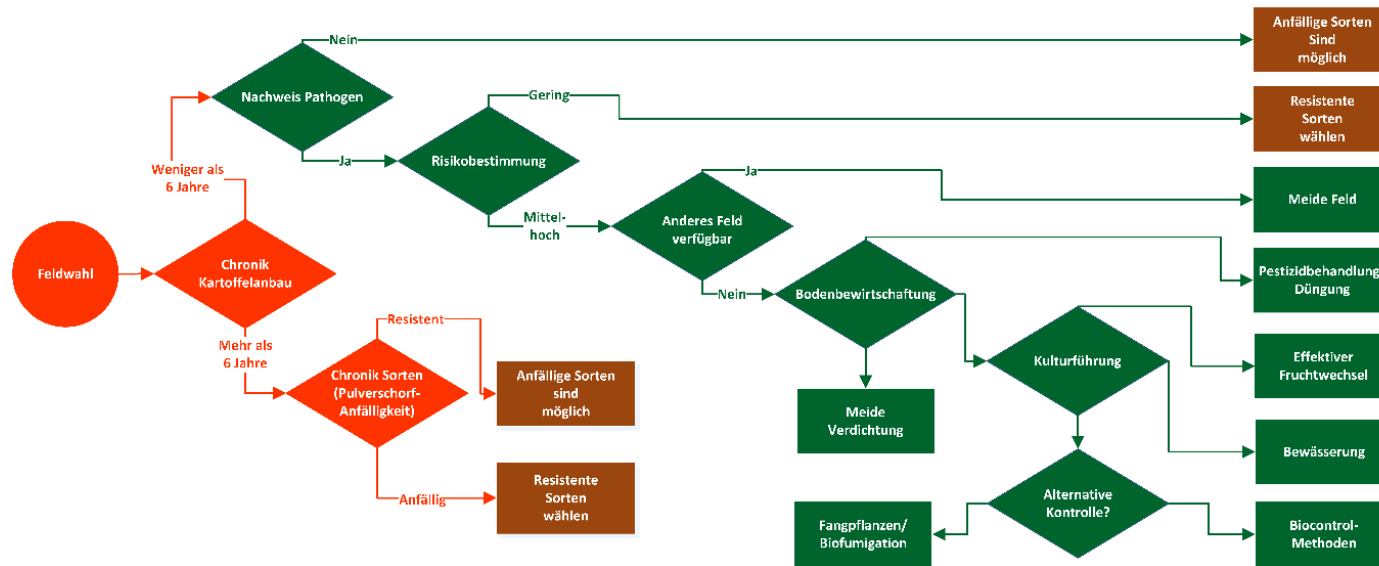
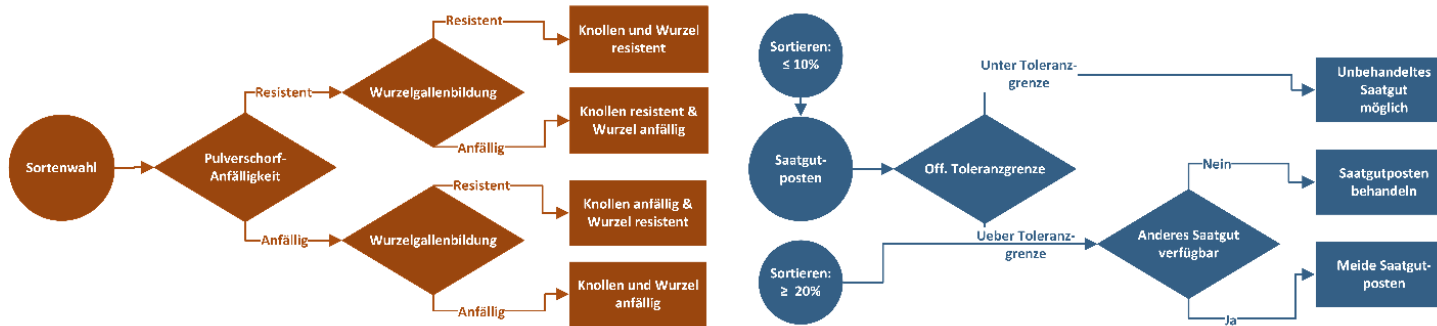
Ein frisch kontaminierter Boden bleibt **infektiös** für **mehrere Jahre**

Kontaminierte Erde kann **den Erreger weiterverbreiten**, z.B.  
durch überbetrieblichen Maschineneinsatz oder Gebinde

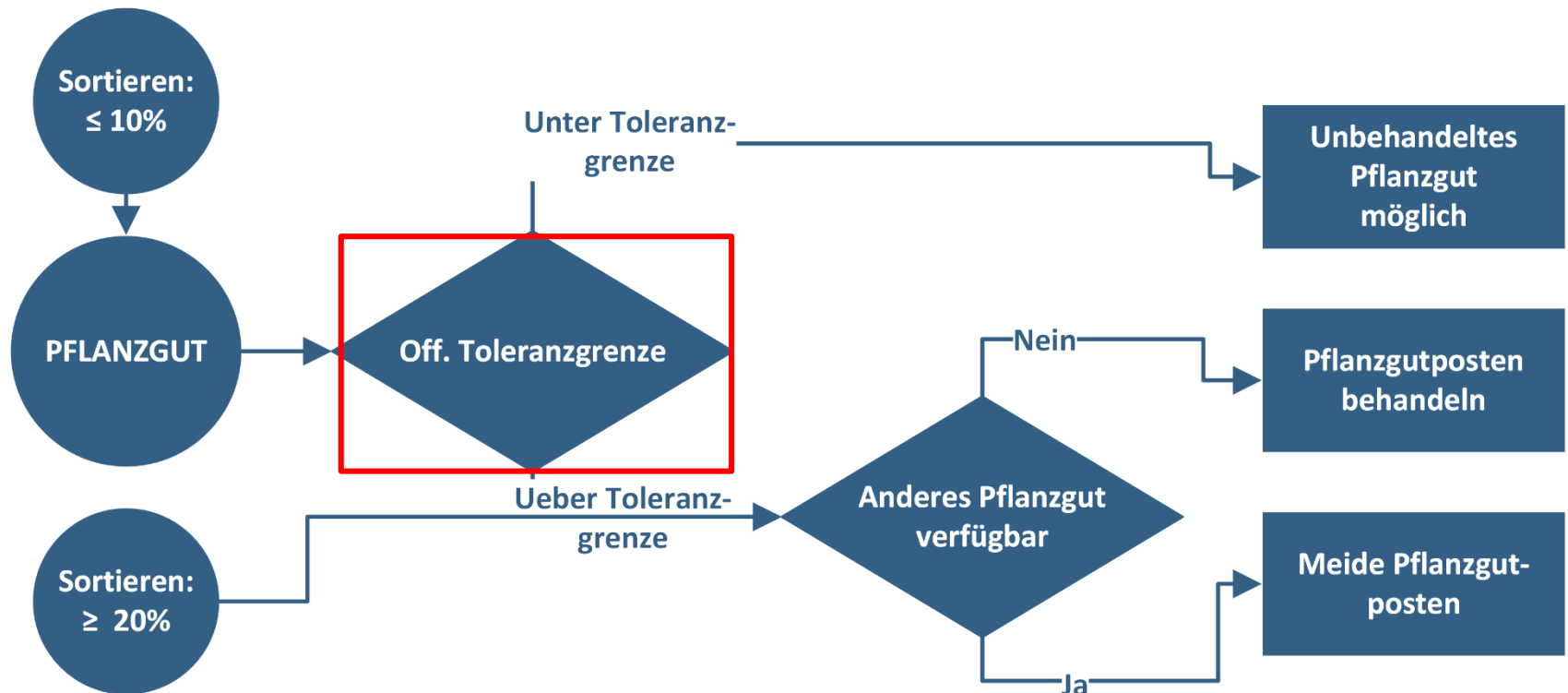
**Es existiert keine effiziente Kontrollmethode  
für die Bodendekontamination**

# Integriertes Kontrollmanagement: Anleitung

U. Merz & R.E. Falloon



# Das Pflanzgut: **Wichtigste** Quelle für die **Krankheitsverbreitung**



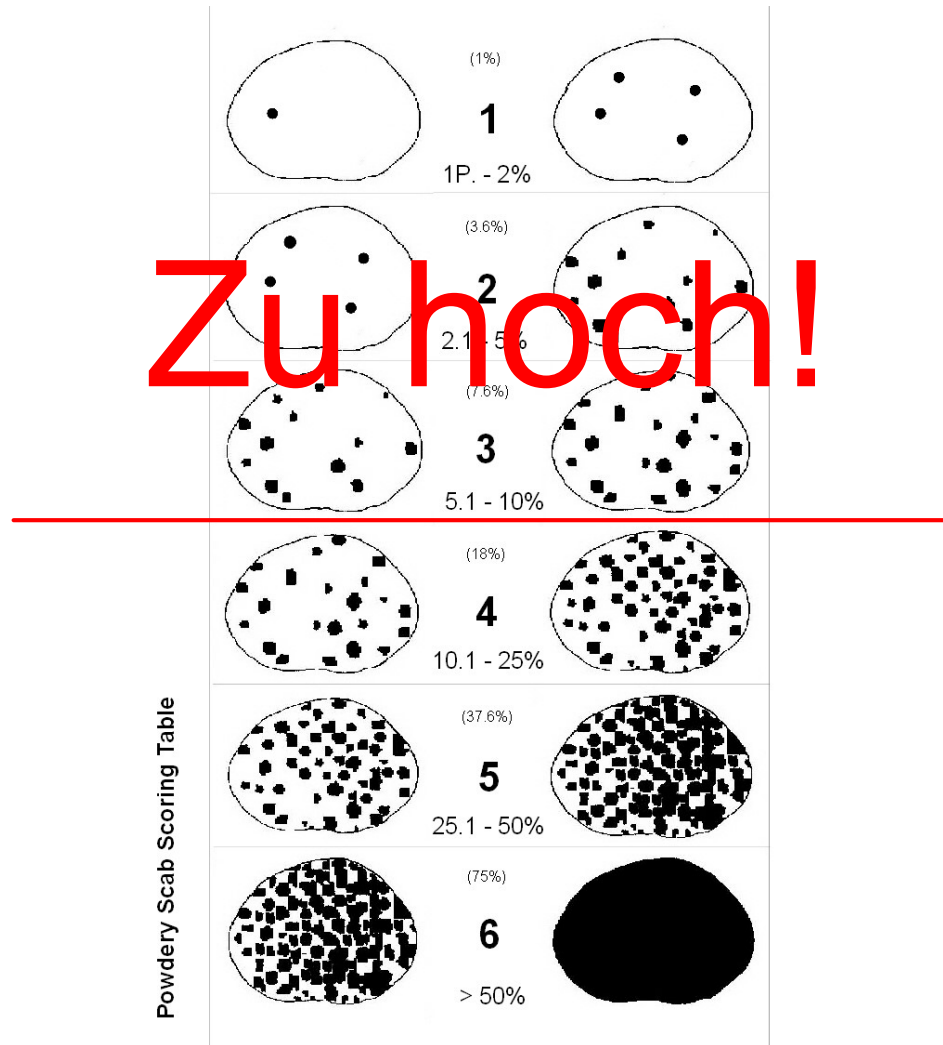
# Das Pflanzgut: Befallstoleranz und Zertifizierung

## EU Directive vom Februar 2014

	Gewöhnlicher Schorf	Pulverschorf
Basis-Saatgut	5 von 100 Knollen (5%): > 1/3 der Oberfläche	3 von 100 Knollen (3%): > 1/10 der Oberfläche
	Zusammen nicht mehr als 6%	
Zertifiziertes Saatgut	5 von 100 Knollen (5%): > 1/3 der Oberfläche	3 von 100 Knollen (3%): > 1/10 der Oberfläche
	Zusammen nicht mehr als 8%	



# Das Pflanzgut: Befallstoleranz



# Das Pflanzgut: Befallstoleranz und Zertifizierung

## EU Directive vom Februar 2014

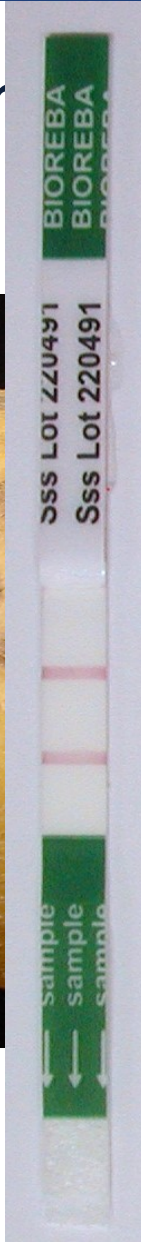
	Gewöhnlicher Schorf	Pulverschorf
Basis-Saatgut	5 von 100 Knollen (5%): > 1/3 der Oberfläche	3 von 100 Knollen (3%): > 1/10 der Oberfläche
	Zusammen nicht mehr als 6%	
Zertifiziertes Saatgut	5 von 100 Knollen (5%): > 1/3 der Oberfläche	3 von 100 Knollen (3%): > 1/10 der Oberfläche
	Zusammen nicht mehr als 8%	

# Das Pflanzgut: Befallstoleranz und Zertifizierung

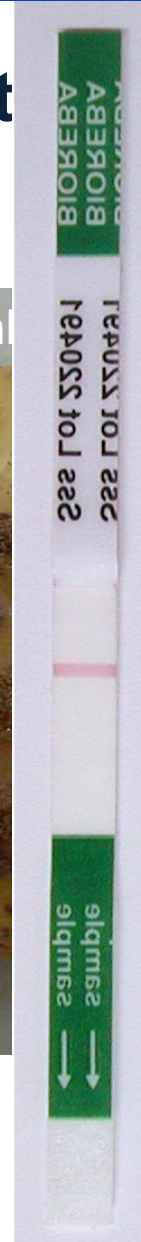


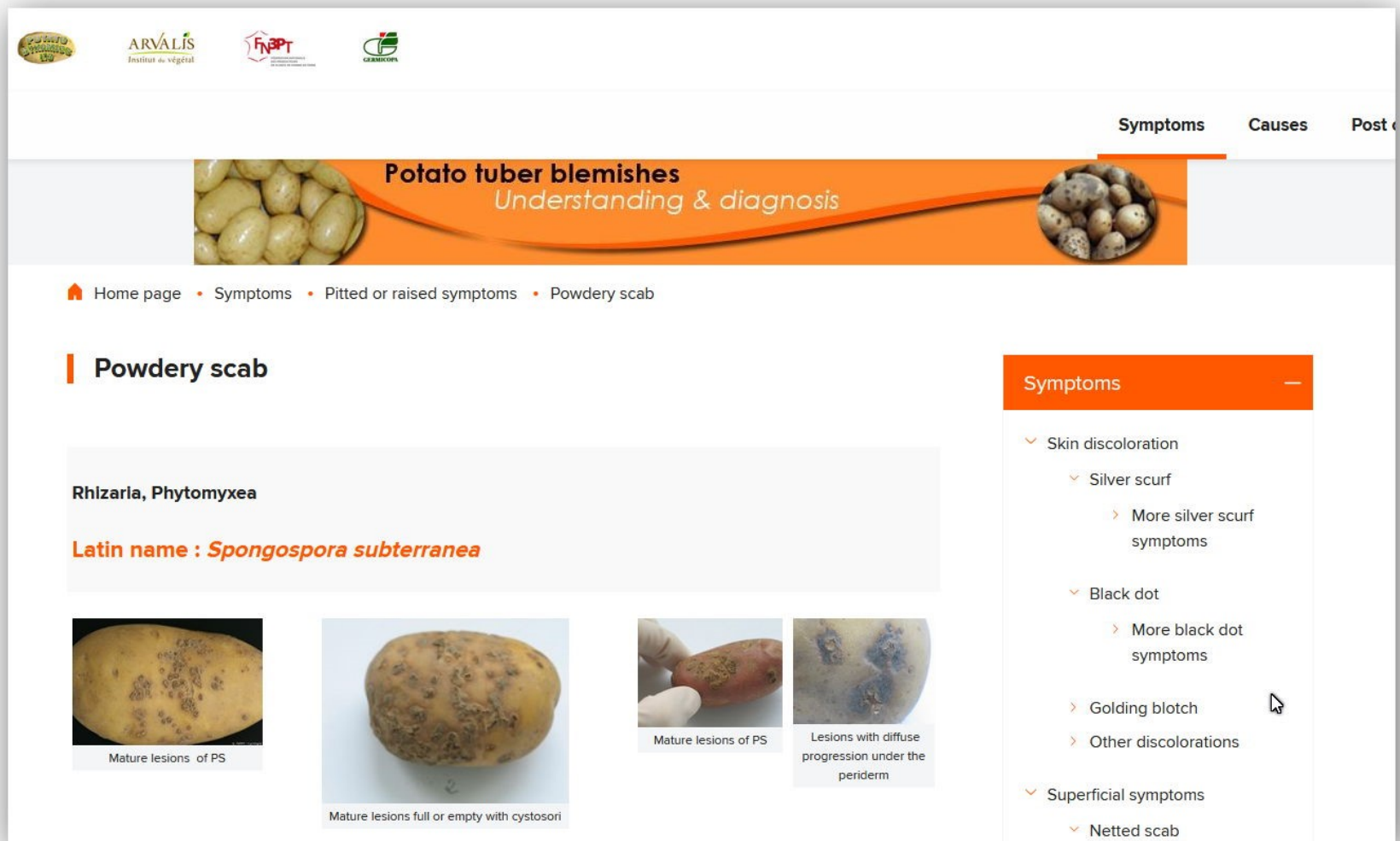
# Zertifizierung Inspektors Tool 'AgriSt


Pulverschorf



Gewöhnlicher Schorf







[Symptoms](#) [Causes](#) [Post c](#)

## Potato tuber blemishes


Understanding & diagnosis

[Home page](#) • [Symptoms](#) • [Pitted or raised symptoms](#) • [Powdery scab](#)


### Powdery scab

Rhizaria, Phytomyxea


Latin name : *Spongospora subterranea*




Mature lesions of PS



Mature lesions full or empty with cystosori



Mature lesions of PS



Lesions with diffuse progression under the periderm

Symptoms

- v Skin discoloration
  - v Silver scurf
    - > More silver scurf symptoms
  - v Black dot
    - > More black dot symptoms
  - > Golding blotch
  - > Other discolorations
- v Superficial symptoms
  - v Netted scab

<https://www.potato-tuber-blemishes.com/Symptoms/Pitted-or-raised-symptoms/Powdery-scab>

# Aussortieren: Befallene Knollen werden verfüttert



# Mist enthält **lebende** und **infektiöse** Dauersporen!

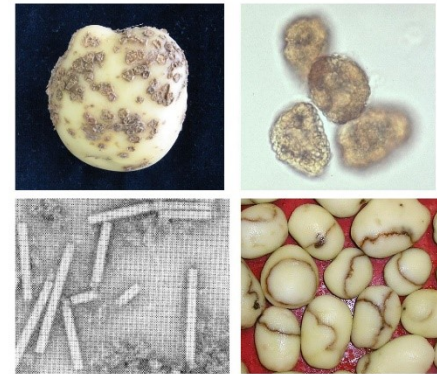


## Control of major contaminant



### ● Powdery scab (*Spongospora subterranea*)

- Spore ball (aggregate of resting spores) is highly tolerant against diverse environmental conditions (*heat, drought* etc.).
- Practical method for effective sterilization of potato grounds has not been developed.
- The pathogen transmits *Potato mop-top virus* (PMTV), the causal agent of potato spraing.

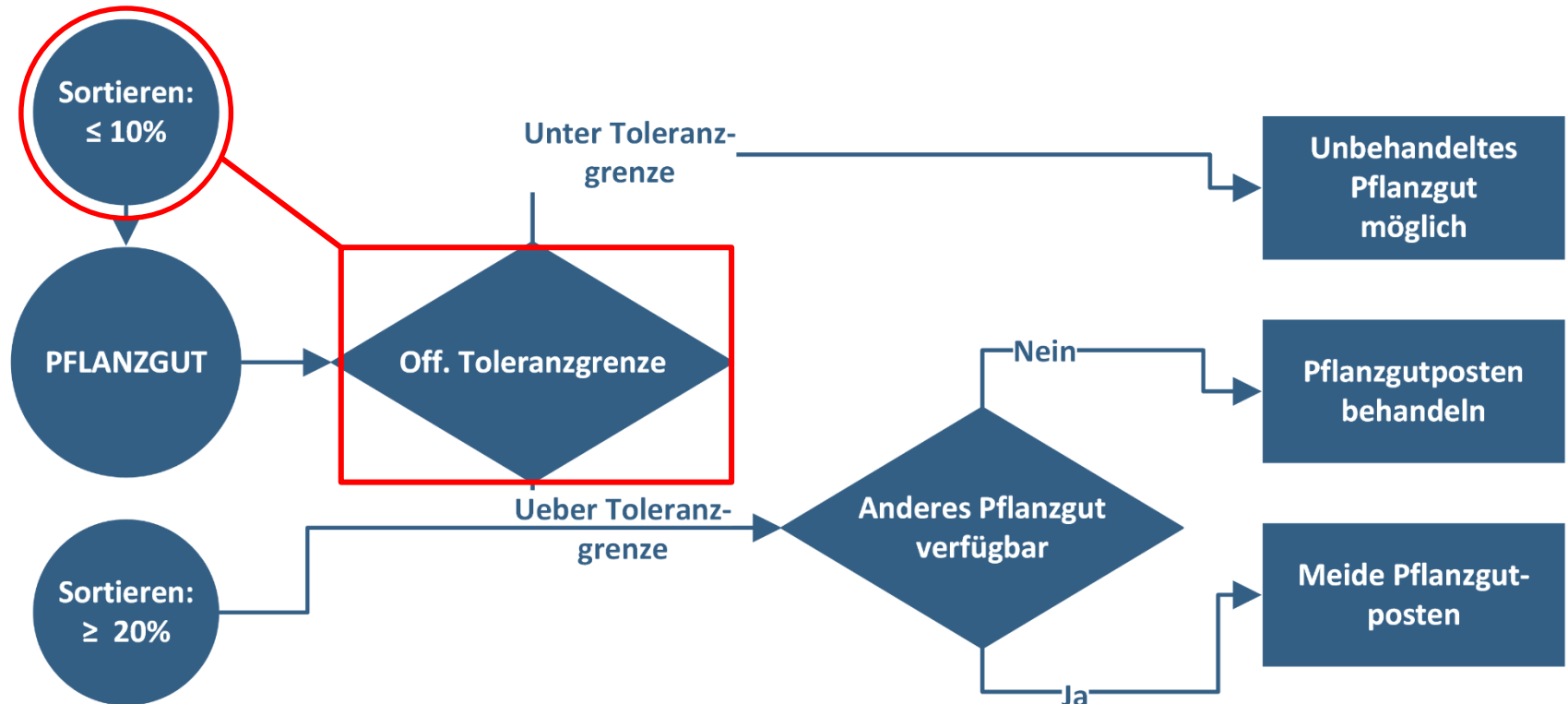


Throwing of the dung manure that came from cattle fed potato grounds into cropping fields has been suspended by Hokkaido prefectural government since 2007.

Takato Nakayama, NARO, Japan



# Das Pflanzgut: **Wichtigste** Quelle für die Krankheitsausbreitung



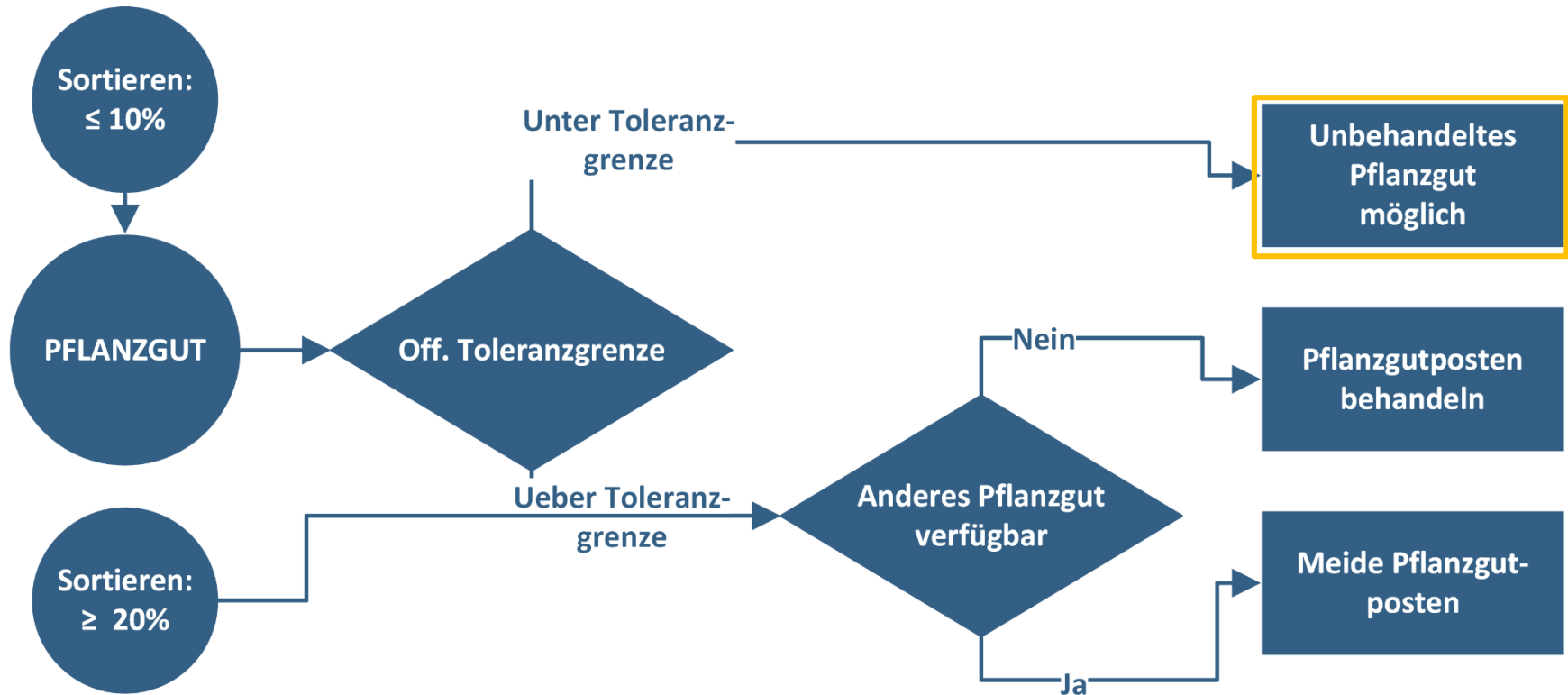
# Krankheitsbefall nach Sortierung

Tegg R.S. et al., 2016

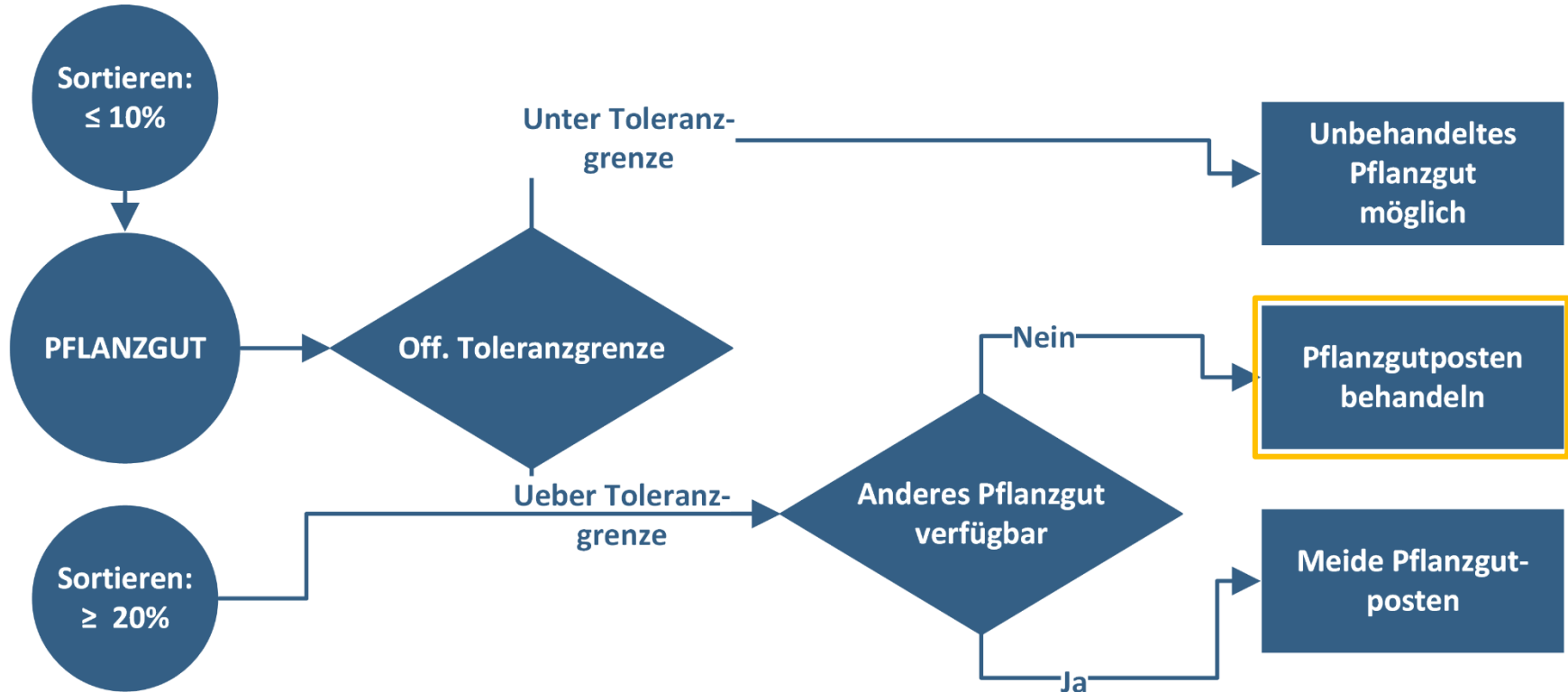
**Table 1** Impact of grading powdery scab infested seedlots on pathogen inoculum levels

Seedlot (initial powdery scab incidence)	Cultivar(year)	Treatment	<i>S. subterranea</i> (pg DNA/g peel) <sup>a</sup>	Disease risk rating <sup>b</sup>
1 (20 %)	Innovator(2011)	Pre-grading	1,130,585 (6.05)	H
		Post-grading	399,432 (5.60)	H
		LSD (0.05)	ns	
		<i>P</i> value ( <i>P</i> > <i>F</i> )	0.07	
2 (40 %)	Innovator(2011)	Pre-grading	1,164,655 (6.07)	H
		Post-grading	445,393 (5.65)	H
		LSD (0.05)	ns	
		<i>P</i> value ( <i>P</i> > <i>F</i> )	0.12	
3 (5 %)	Russet Burbank (2011)	Pre-grading	93,492 (4.97) b*	H
		Post-grading	7,856 (3.90) a	L
		LSD (0.05)	(0.27)	
		<i>P</i> value ( <i>P</i> > <i>F</i> )	<0.001	
4 (5 %)	Innovator (2011)	Pre-grading	126,324 (5.10) b	H
		Post-grading	5,452 (3.74) a	L
		LSD (0.05)	(0.40)	
		<i>P</i> value ( <i>P</i> > <i>F</i> )	<0.001	
5 (35 %)	Innovator (2012)	Pre-grading	568,883 (5.76)	H
		Post-grading	251,808 (5.40)	H
		LSD (0.05)	ns	
		<i>P</i> value ( <i>P</i> > <i>F</i> )	0.09	
6 (12 %)	Innovator (2012)	Pre-grading	311,158 (5.49)	H
		Post-grading	313,539 (5.50)	H
		LSD (0.05)	ns	
		<i>P</i> value ( <i>P</i> > <i>F</i> )	0.86	
7 (10 %)	Russet Burbank (2012)	Pre-grading	167,348 (5.22)	H
		Post-grading	44,543 (4.65)	H
		LSD (0.05)	ns	
		<i>P</i> value ( <i>P</i> > <i>F</i> )	0.08	
8 (7 %)	Russet Burbank (2012)	Pre-grading	115,624 (5.06) b	H
		Post-grading	6,284 (3.80) a	L
		LSD (0.05)	(0.35)	
		<i>P</i> value ( <i>P</i> > <i>F</i> )	<0.001	

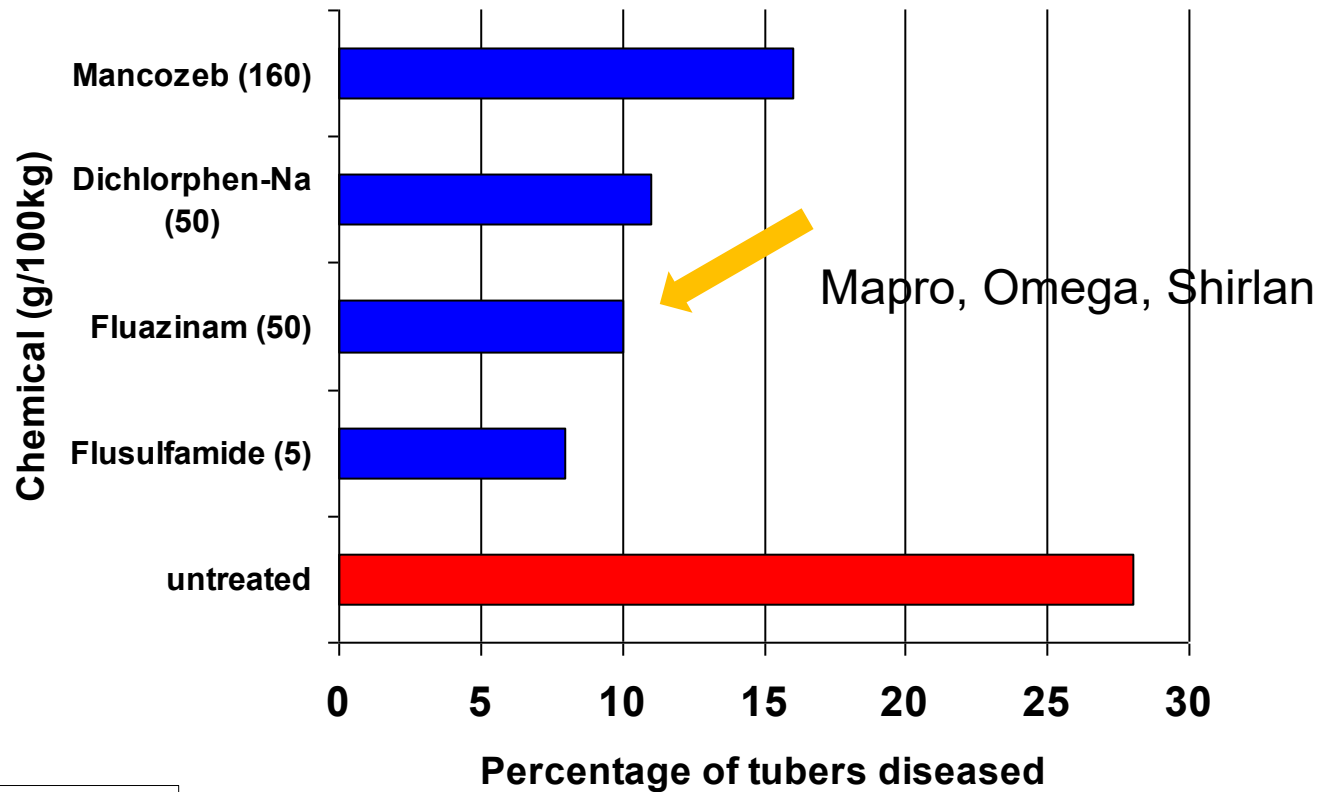
# Das Pflanzgut



# Das Pflanzgut

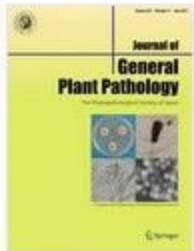


# Das Pflanzgut: **Chemische** Behandlung (Beizung)



Beizversuch, NZ

# Das Pflanzgut: Alternative 'Biocontrol'



[Journal of General Plant Pathology](#)

..... July 2017, Volume 83, [Issue 4](#), pp 253-263 | [Cite as](#)

Biocontrol of powdery scab of potato by seed tuber application of an antagonistic fungus, *Aspergillus versicolor*, isolated from potato roots

Authors

[Authors and affiliations](#)

Takato Nakayama 

## Das **Pflanzgut**:

Verantwortlich für die Verbreitung **von Feld zu Feld**

Befallenes Saatgut in gesunden Boden verursacht kaum einen Erntebefall, sorgt jedoch für eine **Bodenkontamination**

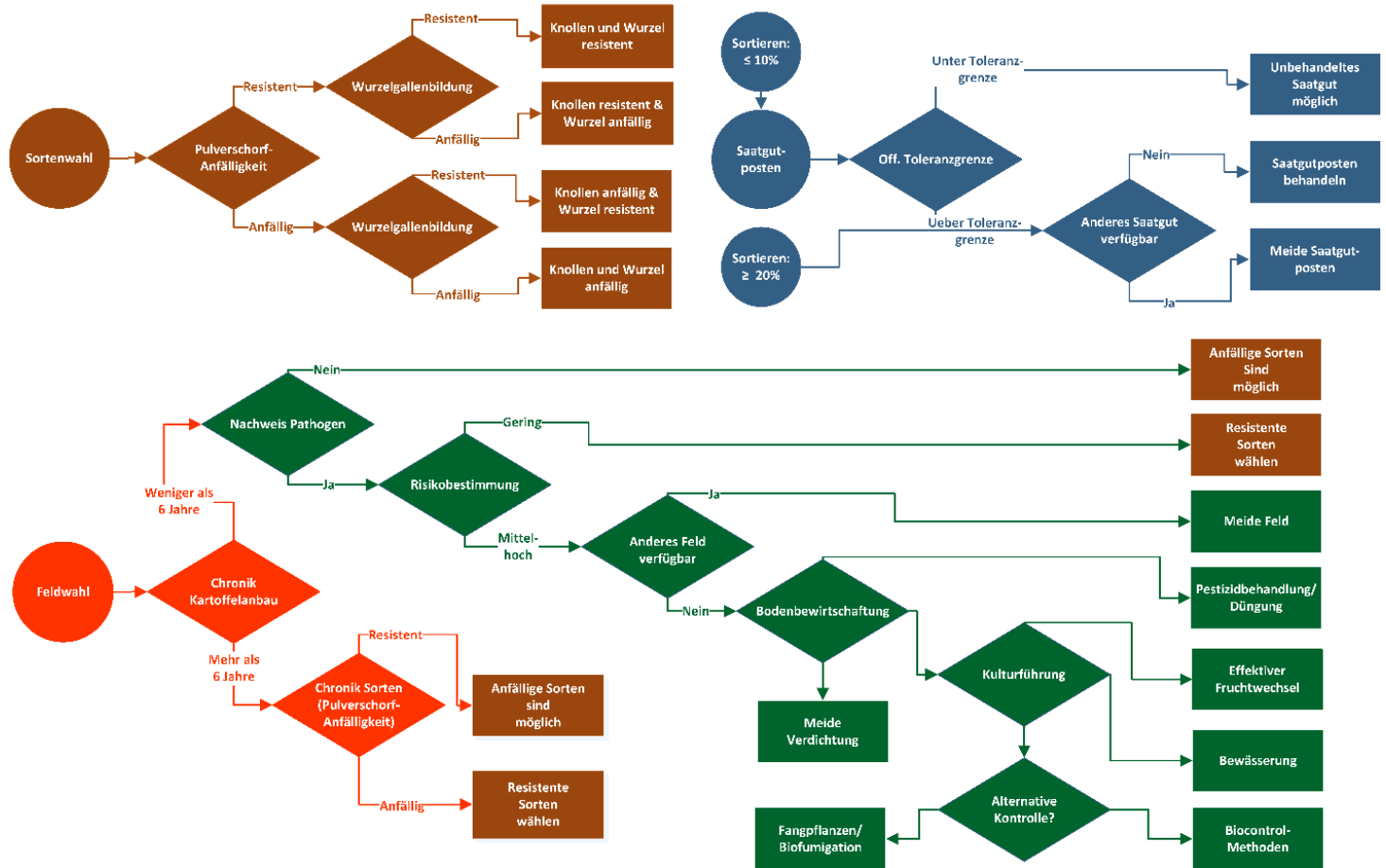
Ein kontaminierter Boden bleibt für viele Jahre **infektiös**

**Wenn möglich gesundes Pflanzgut verwenden**

# Integriertes Kontrollmanagement: Anleitung

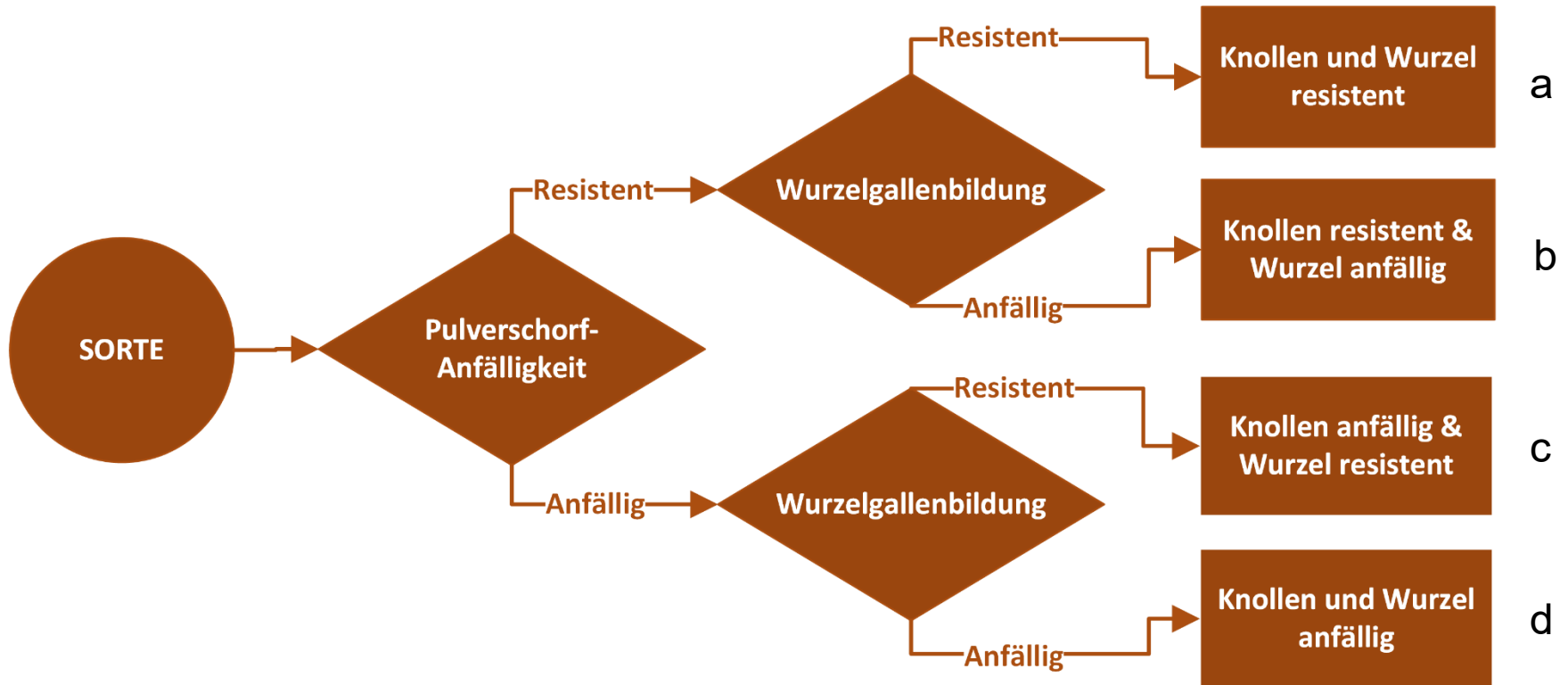
U. Merz & R.E. Falloon

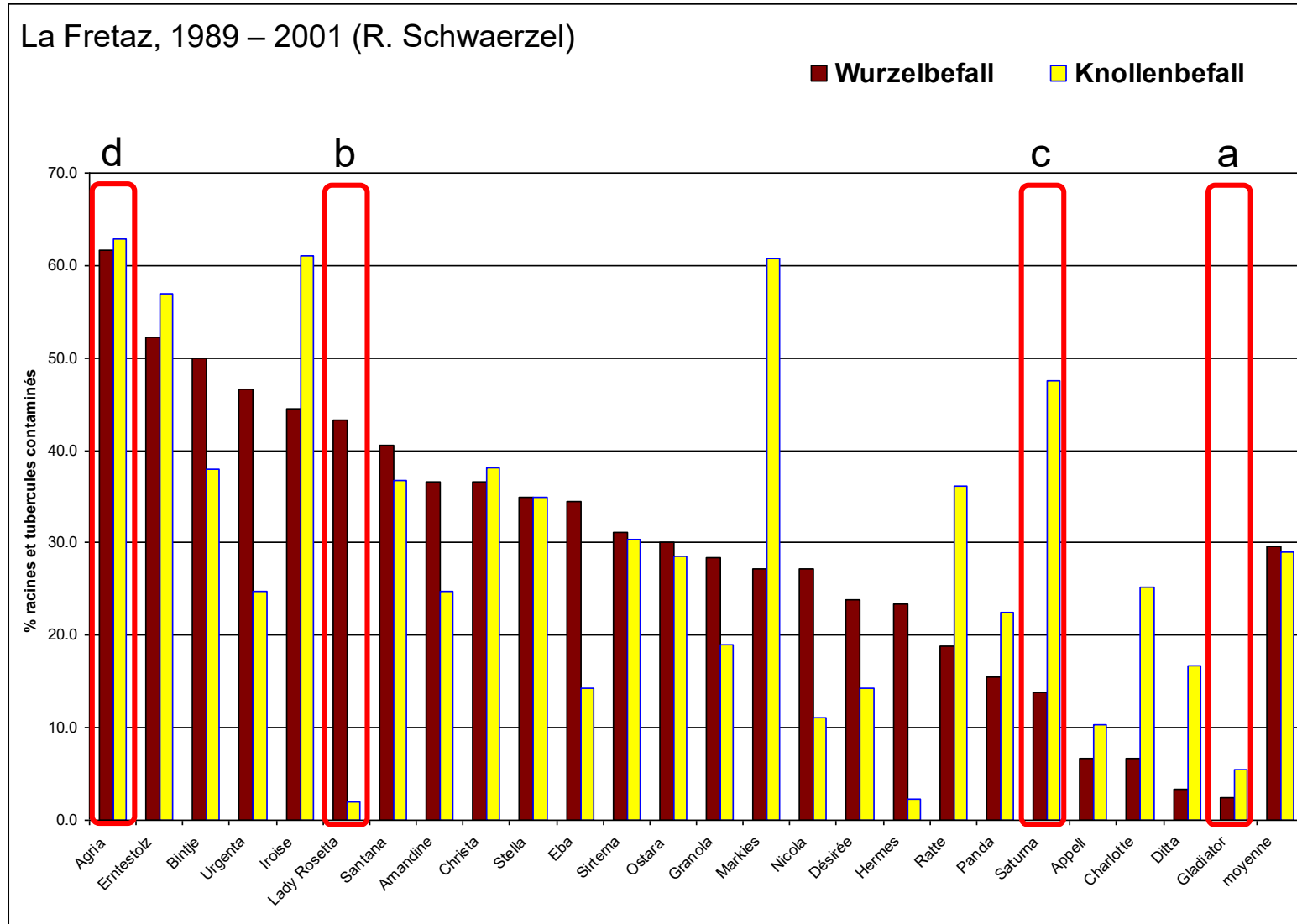
**Wirts-  
resistenz**



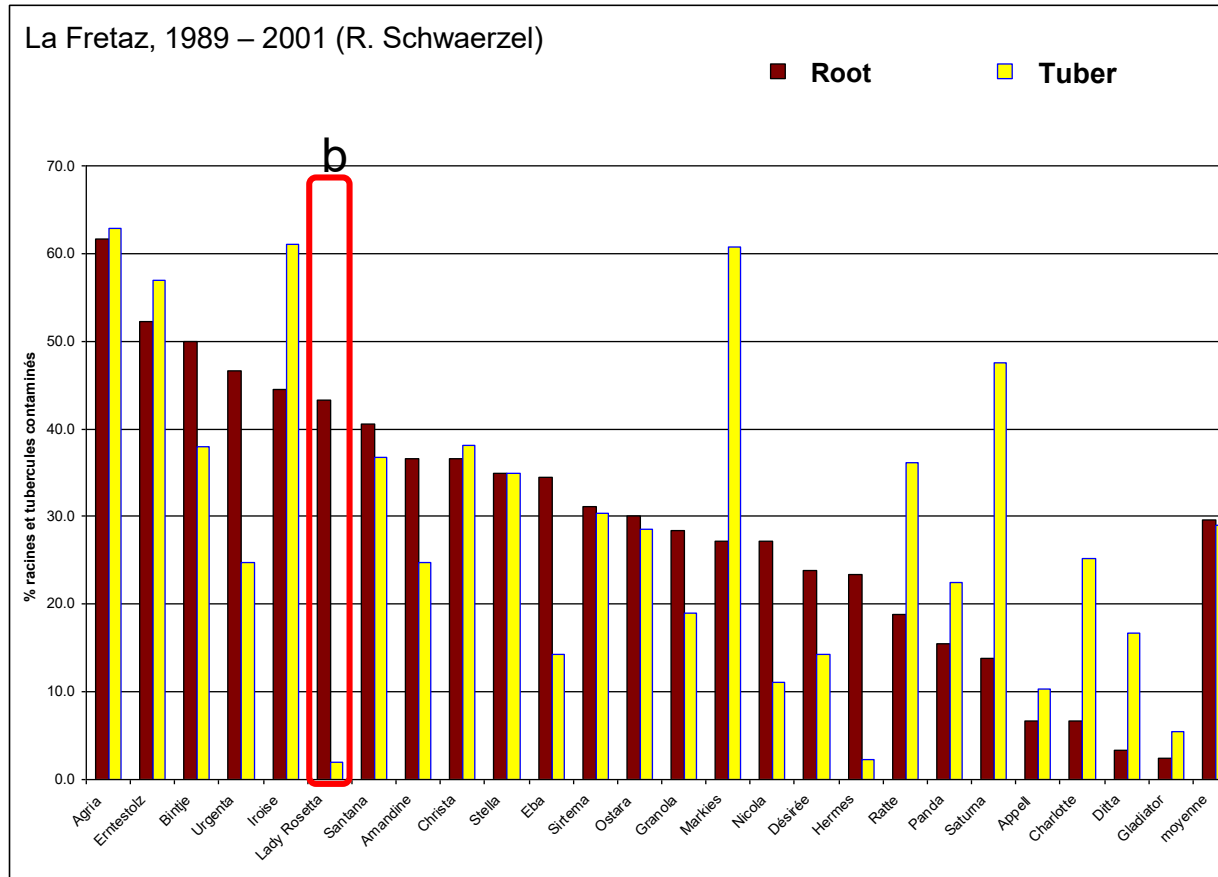


# Die Sorte





# Achtung! Sorten mit hoher Wurzel- und geringer Knollenanfälligkeit: 'Geheime' Inokulumvermehrung

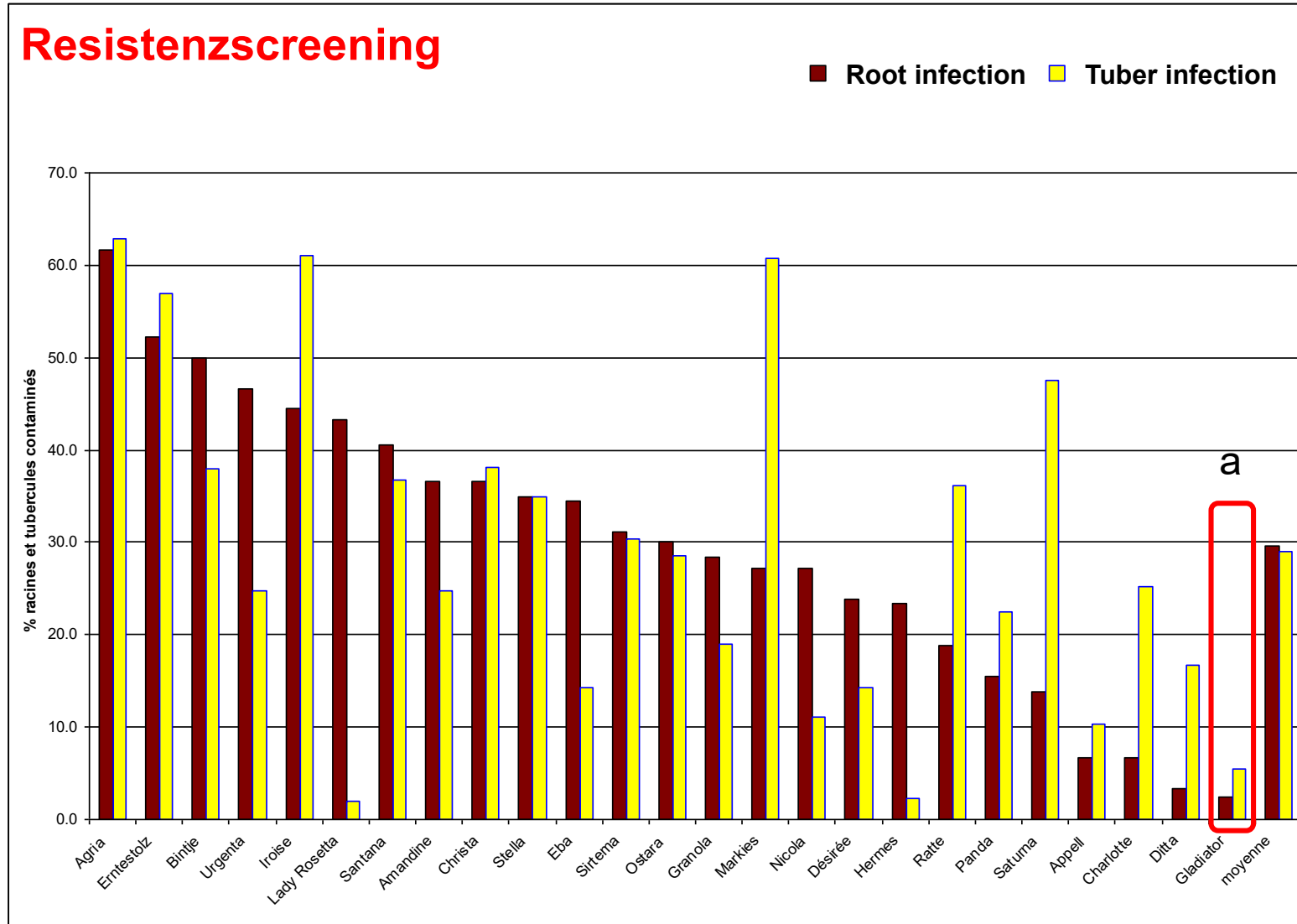


# Kolumbien: *S. phureja* / *S. tub. ssp. andigena*

Extremer Befall mit Wurzelgallen



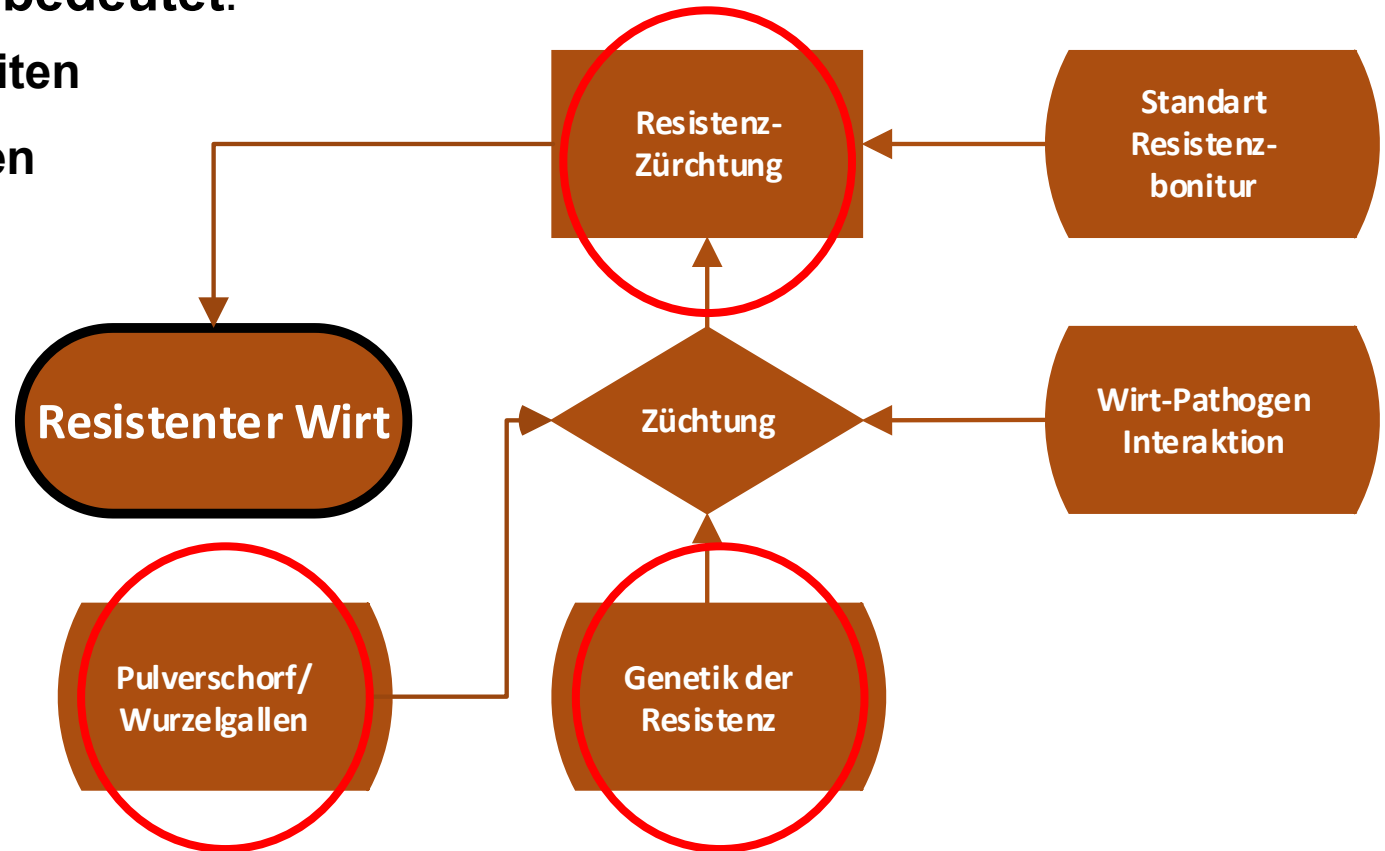
# Ausblick



# Resistenzzüchtung – Die **Langzeit**-Lösung

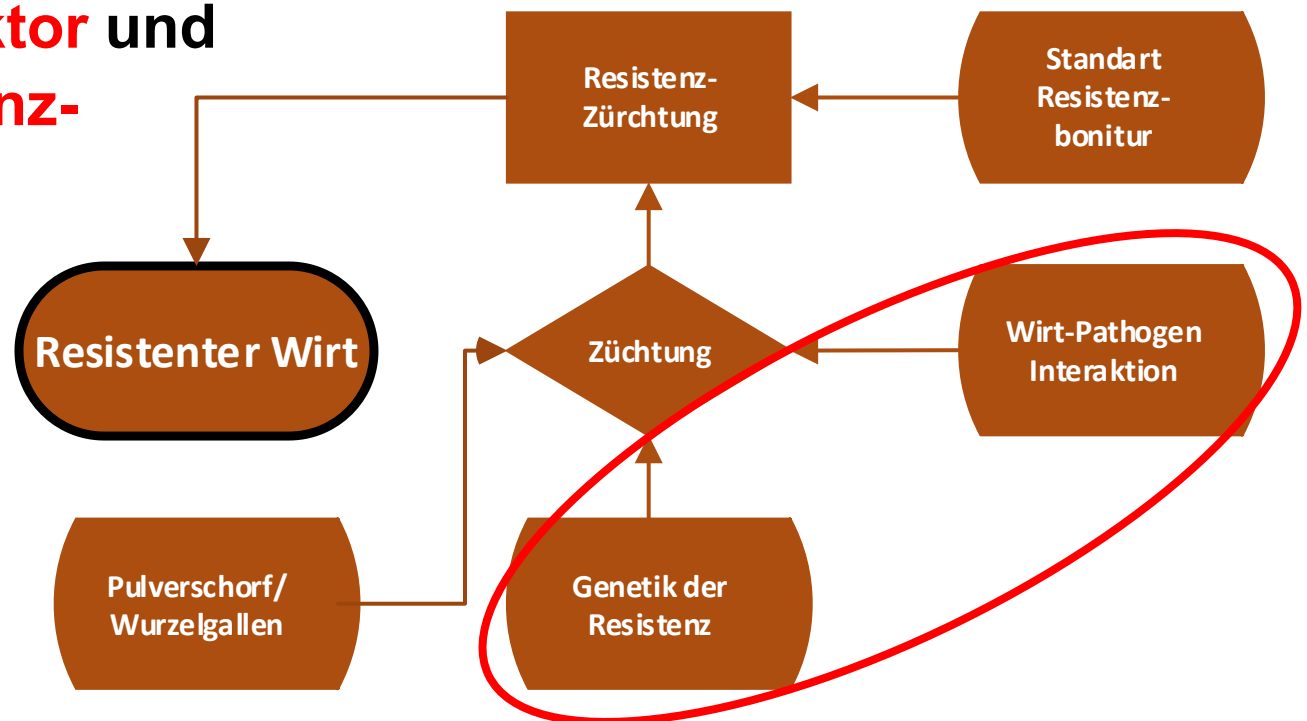
**Wirtsresistenz bedeutet:**

- **Zwei Krankheiten**
- **Zwei Genetiken**



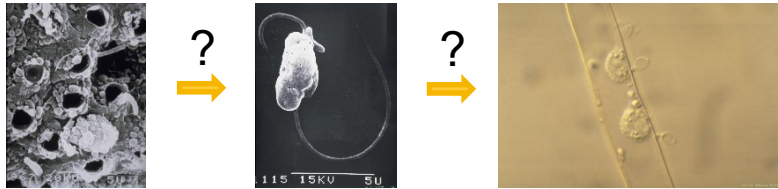
# Resistenzzüchtung: Notwendigkeit für weitere **Forschung**

Details der **Pathogen-Genetik, Biologie** and **Krankheitsepidemiologie**, die Rolle als **Vektor** und der **Wirtsresistenz-mechanismus**



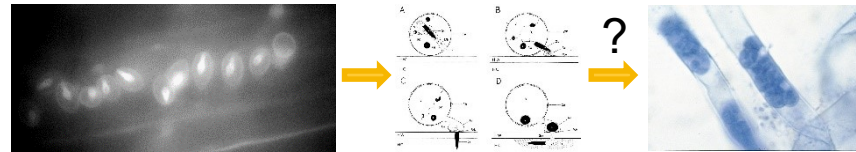


Zoosporenentlassung und Attraktion

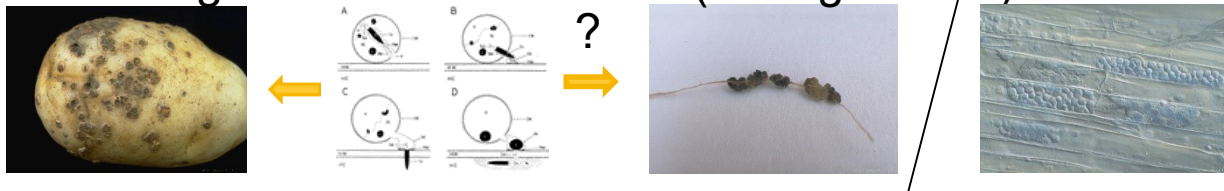


Resistenzzüchtung:  
z.B. Pathogen **Biologie**

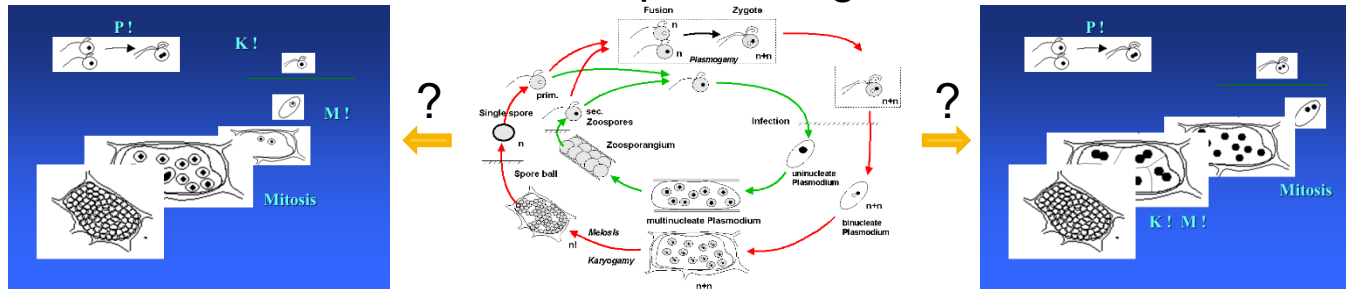
Penetration and Plasmodiumsentwicklung



Wirtsgewebe-Determination (Wirtsgenetik?)



Rekombination, Populationsgenetik und Virulenz

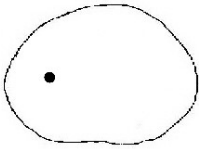
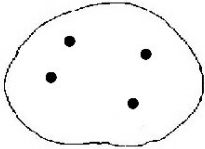
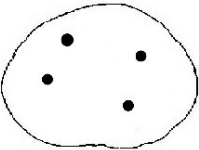
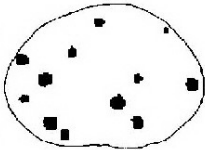
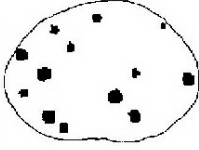
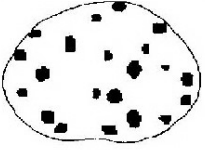
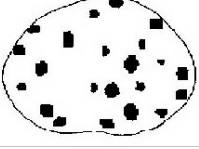
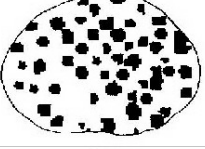
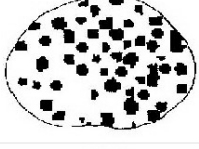
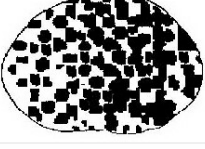
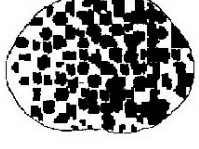
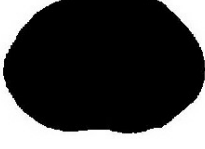


# Die Sorte: Schweizer Sortenliste Kartoffeln

Anfälligkeit gemeiner für Schorf	Anfälligkeit für Pulverschorf	Anfälligkeit für Viruskrankheiten		Bemerkungen zu besonderen Sortenmerkmalen und Verhalten gegenüber anderen Krankheiten und Schädlingen	Sortenname
		Blattroll (PLRV)	Mosaik (PVY)		
mittel	mittel	mittel	mittel	grossknollig, regelmässig; sehr kurze Keimruhe, frostempfindlich	Agata
gering	gering	mittel	hoch mittel PVY <sup>STV</sup>	festkochend, feinkörnig; grosse Knollen ergrünen rasch; sehr kurze Keimruhe; sensibel auf das physiologische Alter. *Vertragsproduktion mit Vermarktungsschutz	Amandine*
mittel	gering bis mittel	gering	mittel hoch PVY <sup>STV</sup>	festkochend, feinkörnig; kurze Keimruhe	Annabelle
gering	mittel	gering	hoch	festkochend, feinkörnig *Vertragsproduktion mit Vermarktungsschutz	Celtiane*
mittel	gering	mittel	hoch	festkochend, feinkörnig; grosse Knollen ergrünen rasch; Eisenfleckigkeit vor allem auf leichten Böden; resistent gegen Virus A	Charlotte
gering	gering	mittel	mittel hoch PVY <sup>STV</sup>	festkochende Speisesorte, mässige N-Düngung; anfällig auf Tabak-Rattle-Virus	Ditta
gering	mittel	gering	gering gering Y <sup>NTN</sup>	festkochend, feinkörnig	Erika
mittel bis gering	mittel bis hoch	mittel	hoch	festkochend; ziemlich anfällig für Eisenfleckigkeit; anfällig gegen Virus X, resistent gegenüber Virus A, sensibel auf das physiologische Alter	Gourmandine
mittel bis gering	hoch	hoch	hoch gering Y <sup>NTN</sup>	festkochend, *Vertragsproduktion mit Vermarktungsschutz	Gwenne*
gering	hoch	mittel	gering	Tendenz zum Ergrünen; ziemlich anfällig für Eisenfleckigkeit und Hohlherzigkeit	Lady Christl
gering	élevée	mittel	gering	vereinzelt Eisenflecken	Marabel
mittel bis gering	mittel	gering	gering	festkochend, feinkörnig	Venezia

# Sorteneigenschaften – Standards für die Befallserhebung

Powdery Scab Scoring Table

	(1%) <b>1</b> 1P. - 2%	
	(3.6%) <b>2</b> 2.1 - 5%	
	(7.6%) <b>3</b> 5.1 - 10%	
	(18%) <b>4</b> 10.1 - 25%	
	(37.6%) <b>5</b> 25.1 - 50%	
	(75%) <b>6</b> > 50%	

Suggested root gall scoring table

Score	Symptoms observed
0	no galls
1	1-2 galls
2	3-10 galls, mostly small (< 2 mm in diameter)
3	>10 galls, most in clusters
4	many galls, regularly distributed

<http://www.spongospora.ethz.ch/LaFretaz/index.htm>  
2002

Die **Sorte**:

Resistenz ist die **effizienteste** Kontrollmassnahme

**Knollen** und **Wurzel** haben **verschiedene** Resistenzgrundlagen

Screenings sollten **beide** Resistenzen berücksichtigen und die Werte in **Sortenlisten** einfließen

**Züchtung für effiziente Resistenz gegen  
Pulverschorf und Wurzelgallen ist möglich und  
notwendig**

## Take-home Message

- **Boden**, einmal kontaminiert, bleibt **langezeit infektiös** und es ist kaum möglich, ihn zu dekontaminieren: **Prevention**
- **Pflanzgut** ist **hauptverantwortlich** für die **Krankheitsverbreitung** und sollte soweit wie möglich **befallsfrei** sein: **Zertifizierung**
- Der Einsatz von **resistenten/toleranten Sorten** ist die **langfristig wirksamste Kontrollmethode**: **Resistenzzüchtung**

www.spongospora.ethz.ch

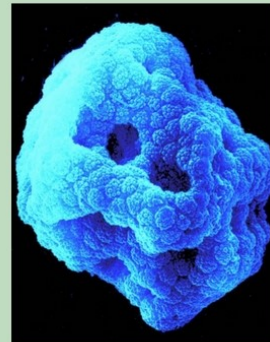
WELCOME TO THE  
**SPONGOSPORA COMPETENCE CENTER**

All about *Spongospora subterranea*, member of the Plasmodiophoridae family

This project has started in September 1995. The intention was to establish a site for INFORMATION and ORIENTATION on different aspects of the pathogen *Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea* and to encourage people to network with other researchers.

As the webmaster has retired since October 2018, this site will be slowly **moved** to a new (private) URL: [www.spongospora.net](http://www.spongospora.net)

Your host: [U. Merz](mailto:U.Merz)



**CONTENT:**

[General Description of the Genus \*Spongospora\*](#)

[Members of the Genus \*Spongospora\*](#)

[References](#)

[Places and People](#)

[Slide-Shop](#)

## *Spongospora* Workshops

1st European Powdery Scab Workshop, Aberdeen, Scotland, UK, July 20-22, 2000  
Powdery Scab Scoring Workshop, La Fretaz, CH, August 26-27, 2002  
1st International *Spongospora* Workshop: Scottsbluff, NE, USA, August 8-12, 2004  
2nd European Powdery Scab Workshop, Langnau, Switzerland, August 29-31, 2007  
3rd European Powdery Scab Workshop, Boldern, Switzerland, July 11-13, 2011  
2nd International Powdery Scab Workshop, South Africa, July 29 - August 1, 2014  
3rd International Powdery Scab Workshop, Switzerland, July 18 - 21, 2016  
**[2nd International \*Spongospora\* Workshop, Switzerland, September 5, 2019](#)**  
(after the [EAPR Pathology & Pests Section Meeting, September 2-4, 2019](#))