



Fonds européen de développement  
régional (FEDER)  
Europäischer Fonds für regionale  
Entwicklung (EFRE)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

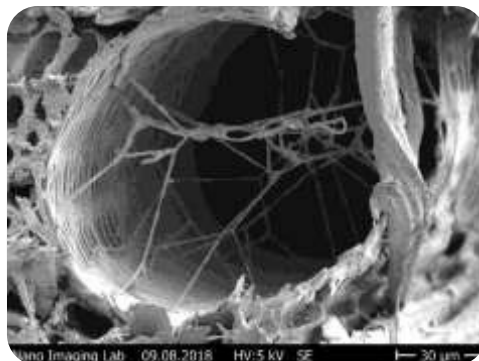
**VITIFUTUR** - Transnationale Plattform für angewandte Forschung und  
Weiterbildung im Weinbau

## Esca am Oberrhein

# Erkenntnisse aus dem Projekt VITIFUTUR

Peter Nick

Grenzüberschreitendes Abschluss-Symposium  
**Freiburg, 29.10.2019**



## Rettung aus dem Auwald?

### Genetische Faktoren aus der Europäischen Wildrebe gegen Esca & Co

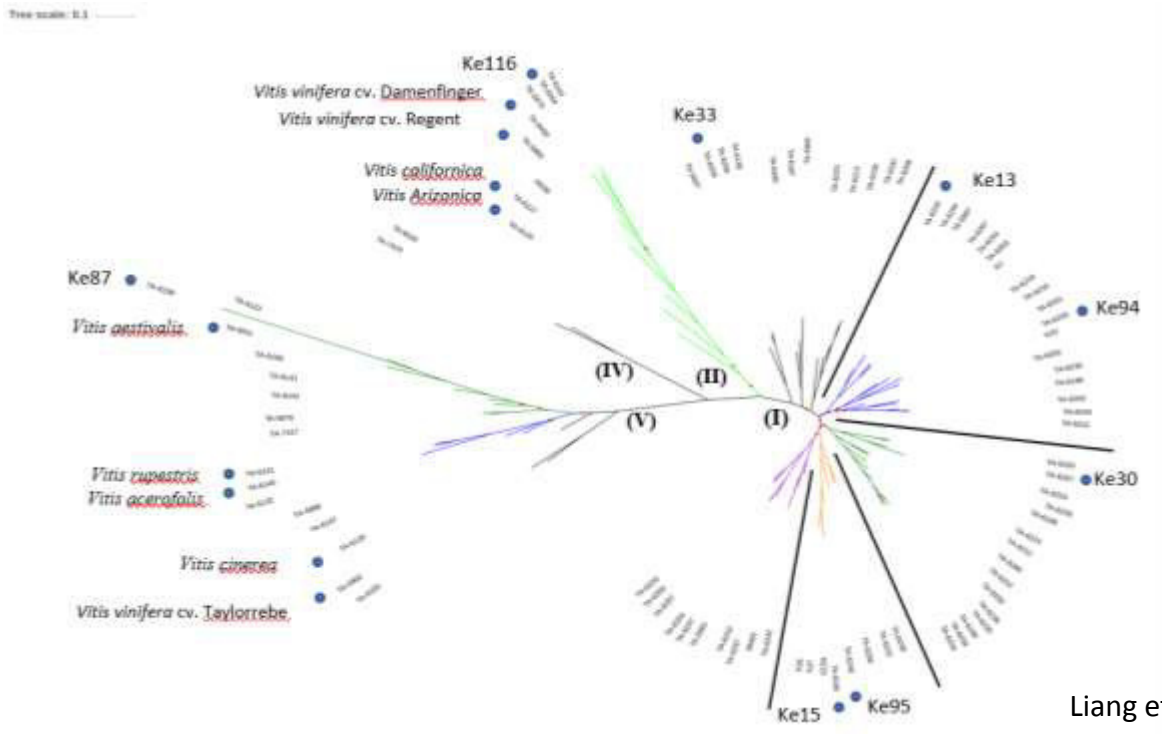
Botanisches Institut, Karlsruher Institut für Technologie

Prof. Dr. Peter Nick, M. Sci. Islam Khattab, Dr. Vaidurya Sahi

Im Botanischen Garten des KIT wurde die in Deutschland noch vorhandene Diversität der bedrohten Europäischen Wildrebe (*Vitis sylvestris*) kopiert

Gemeinsam mit der Chinesischen Akademie der Wissenschaften wurden alle Genome entschlüsselt und in einer Datenbank organisiert

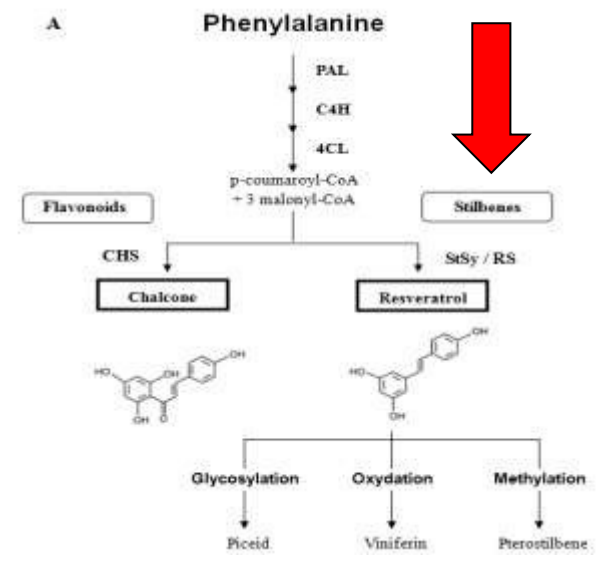
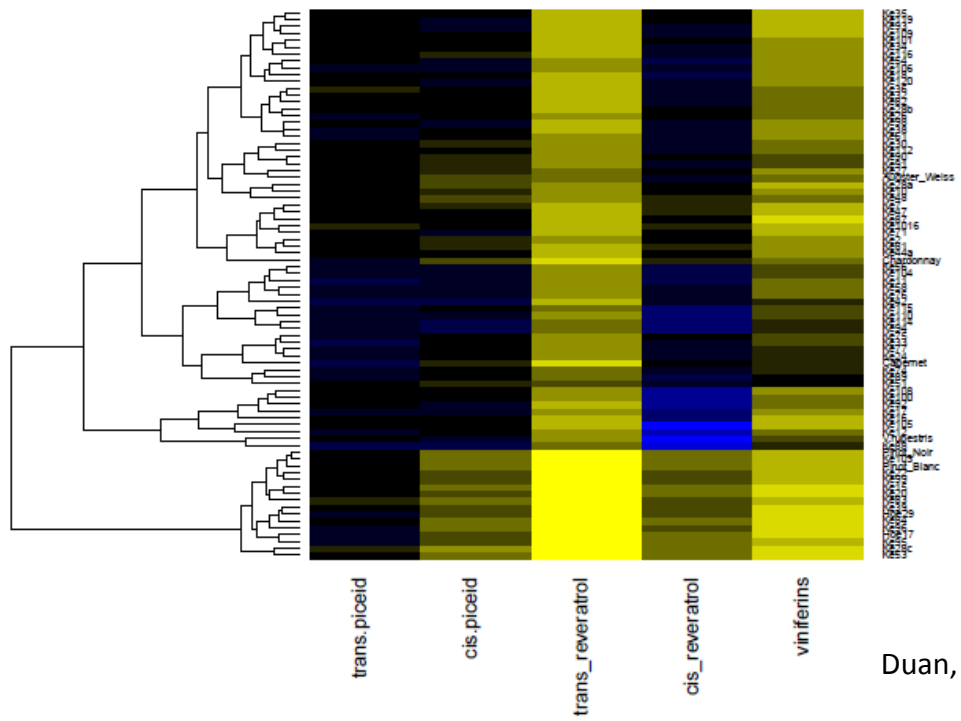
Wir haben nun alle Pflanzen und alle Gene und können für jedes Gen von Interesse nachsehen, welche Genvarianten zur Verfügung stehen



Im vorangegangenen Interreg-Projekt BACCHUS haben wir gemeinsam mit **INRA Colmar** die Aktivierung von Stilben-Abwehrstoffen untersucht.

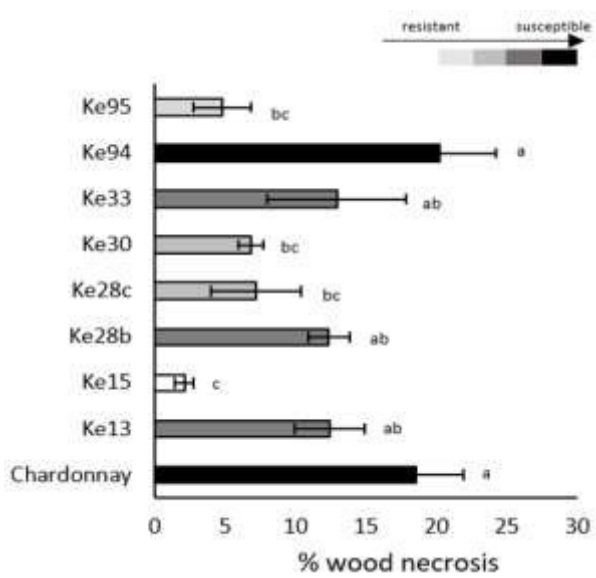
Dabei zeigte sich, dass bei der Europäischen Wildrebe hochaktive Typen vorkommen, die sehr schnell und stark Stilbene bilden.

Für einen dieser hochaktiven Typen konnten wir später zeigen, dass eine besonders effektive Form des Genschalters myb14 verantwortlich war.



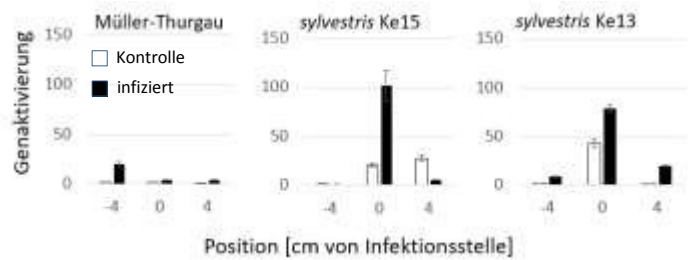
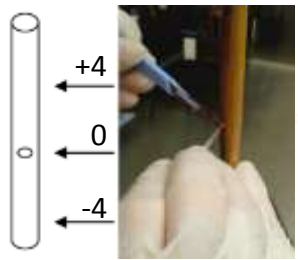
Duan, Huguency, Nick (2015) J Exp Botany

Ein an der **UHA Colmar** entwickeltes Testsystem für die Reaktion von Holz auf den Schadpilz *Neofusicoccum parvum* wurde für intakte Pflanzen erweitert.



Damit konnten genetisch eng verwandte Wildreben, die sich aber in ihrer Stilbenbildung unterscheiden, verglichen werden.

Stilbenaktive Wildreben waren resistent, ihre stilbenpassiven Zwillinge waren anfällig. Die resistenten Wildreben aktivierten schnell und stark das Gen Stilbensynthese in der infizierten Stelle.



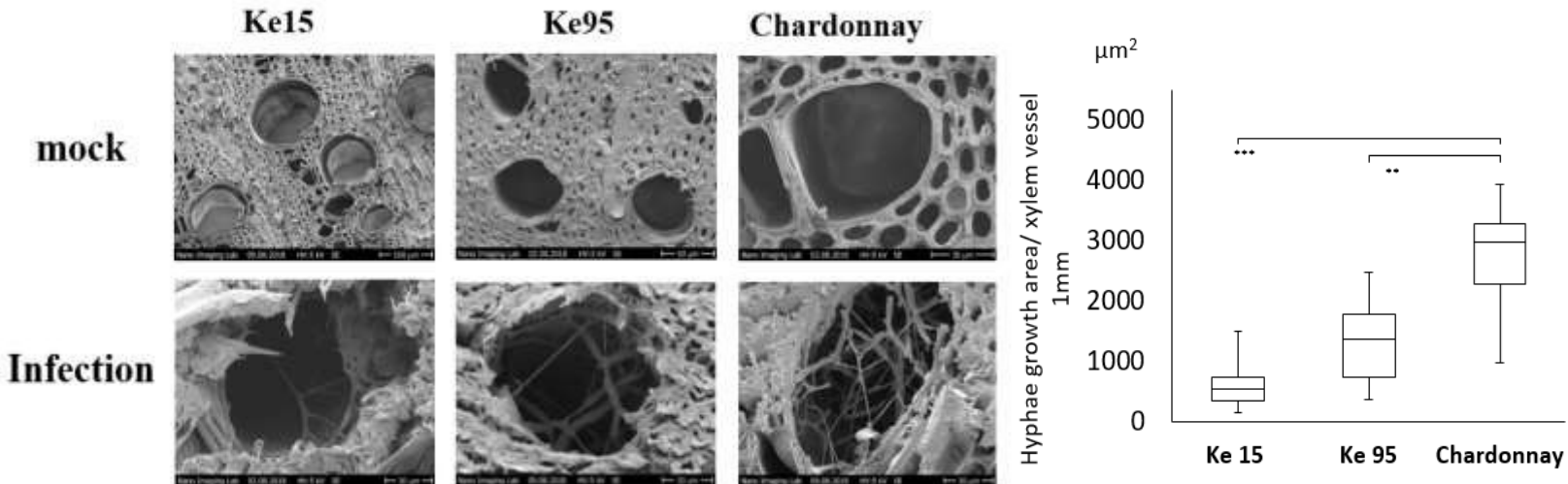
Islam Khattab

Gemeinsam mit dem **Nanolab in Basel** wurden die Ausbreitung des Pilzes im Holz über KryoREM untersucht und auch quantifiziert

In den stilbenaktiven Wildreben war das Wachstum der Hyphen in den Leitgefäßen stark reduziert.

In den stilbenpassiven Wildreben war das Hyphenwachstum ausgeprägter, am stärksten jedoch in Kulturreben wie Chardonnay.

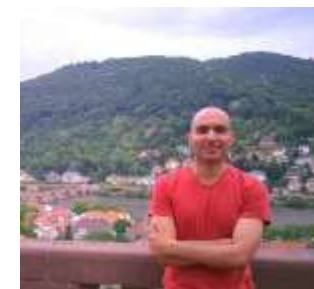
Die stilbenaktiven Wildreben bringen den Eindringling also schon bei der Infektion um, so dass nur wenige Hyphen entkommen können.



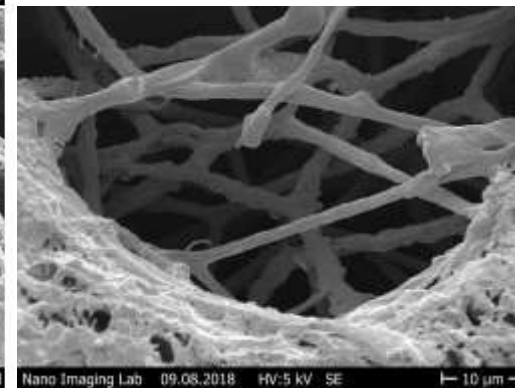
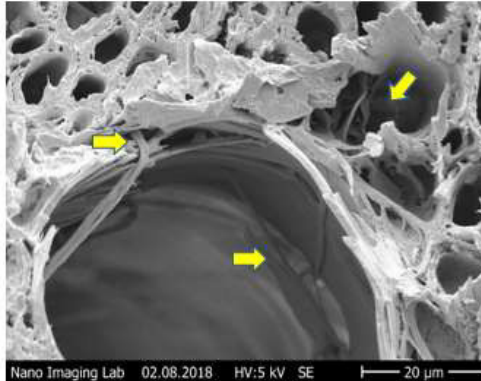
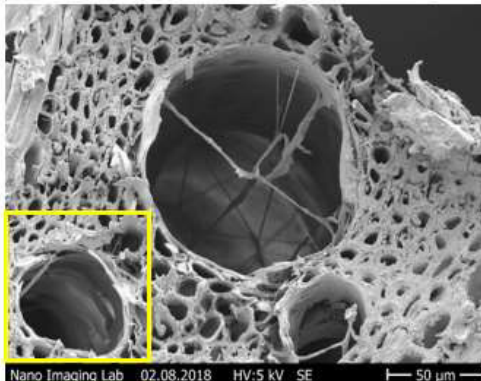
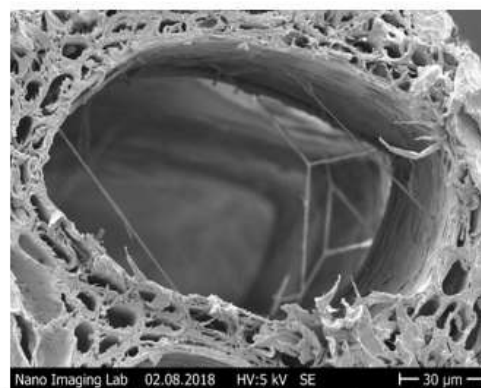
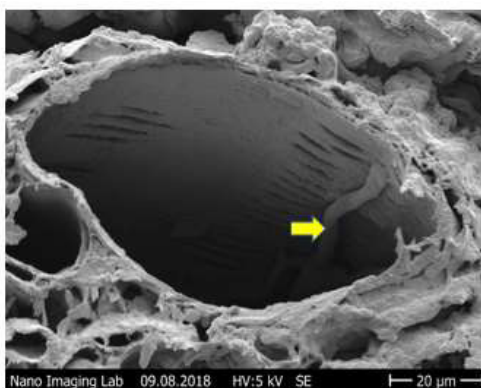
Weiterhin konnten wir viele Details der Infektion beobachten. Zum Beispiel zeigte sich, dass die Hyphen durch Hoftüpfel aus den Gefäßzellen ins umliegende Gewebe eindringen und innerhalb der Gefäße geometrische Muster ausbilden. Der Pilz scheint sich also an mechanischen Reizen zu orientieren.



Vaidurya Sahi



Islam Khattab

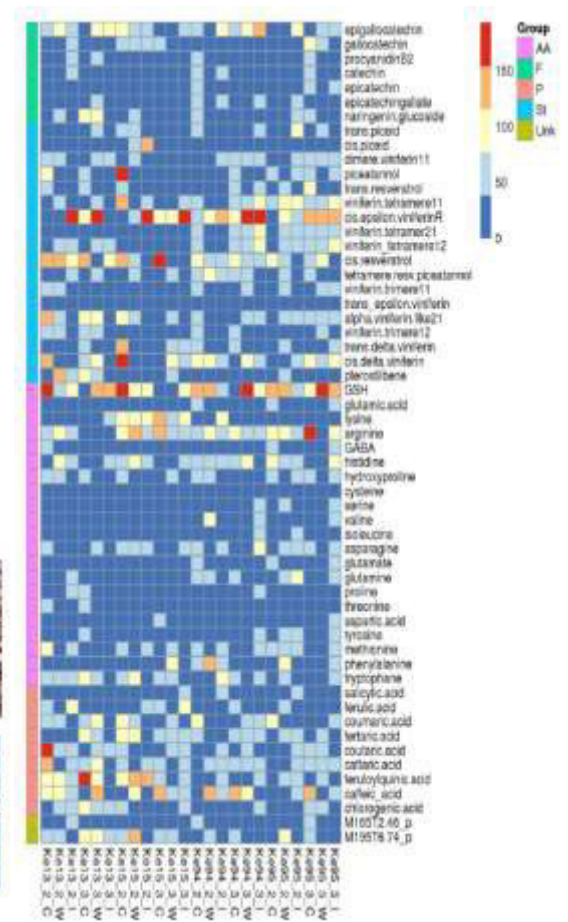


Wir haben dann mithilfe von Histochemie die Veränderung der Zellwand nach Infektion untersucht: anfällige Reben bilden mehr Lignin. Der Pilz manipuliert also den Wirt, so dass er mehr "Futter" für den Pilz bildet.

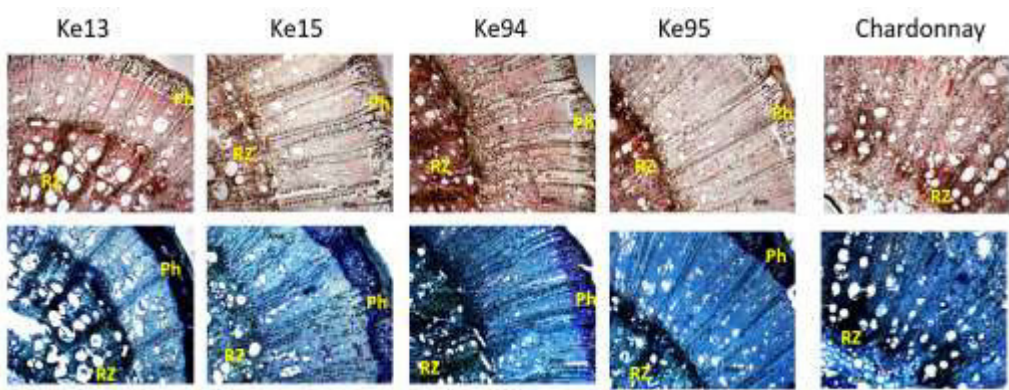
Gemeinsam mit **INRA Colmar** haben wir dann die Veränderungen im Stoffwechsel des Wirts über Metabolomik kartiert.

Neben den hochaktiven Viniferin-Stilbenen fanden wir Reaktionen bei Monolignolen (den Vorstufen von Holz), aber auch bei Glutathion (ein Regulator von oxidativem Stress)

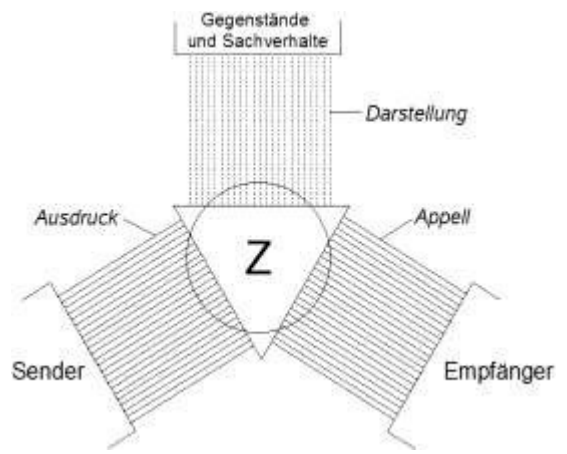
### Metabolom-Analyse



Toluidinblau Phloroglucin





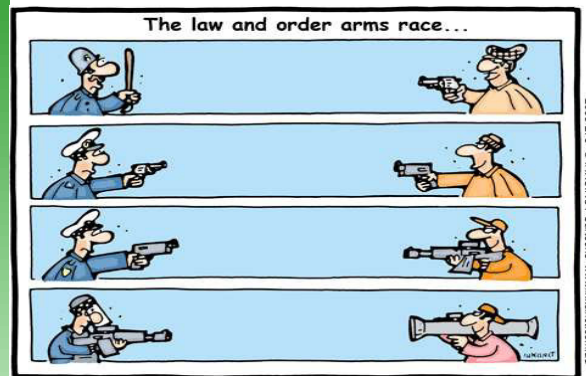


# Chemische Kommunikation

## Ein neuer Ansatz gegen Esca & Co

Botanisches Institut, Karlsruher Institut für Technologie

Prof. Dr. Peter Nick, M. Sci. Islam Khattab, M. Sci. Christian Metzger, Dr. Pingyin Guan





Robert Koch (1843-1910)



Das Tuberkelbazillus wird über das Kochsche Postulat überführt

## Wie überführt man einen Krankheitserreger?

Mithilfe des Kochschen Postulats:

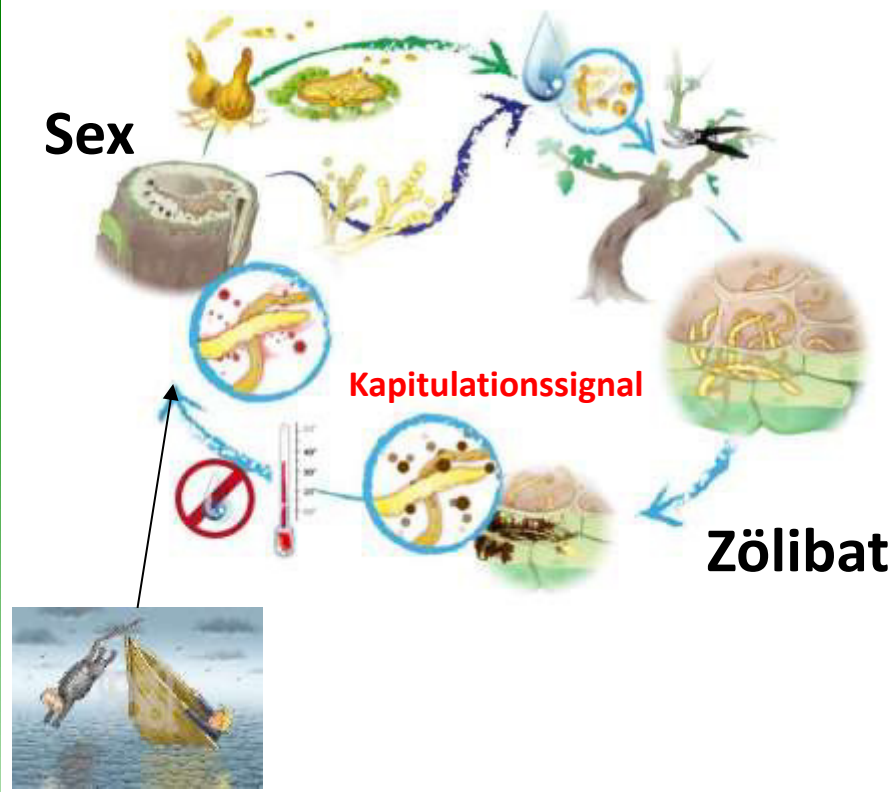
1. Immer wenn der Erreger **vorhanden** ist, sind auch sich die **Symptome der Krankheit**.
2. Wenn der Erreger **nicht vorhanden** ist, zeigen sich auch die **Symptome der Krankheit nicht**.

Esca & Co ignorieren das Kochsche Postulat:

1. Gesunde Weinstöcke beherbergen dieselben Pilze, in derselben Menge und Zusammensetzung.
2. Es sind viele Pilze vorhanden, manchmal fehlen einige und die Symptome zeigen sich, manchmal sind sie vorhanden und die Symptome zeigen sich nicht.

**Wir brauchen eine neue Sichtweise!**

## Evolution ist Kommunikation



Die Ratten verlassen das sinkende Schiff...

Klimawandel bringt neue Krankheiten: Esca.

Ursache: an sich harmlose Pilze, die zölibatär im Innern des Rebstamms von Holzresten leben.

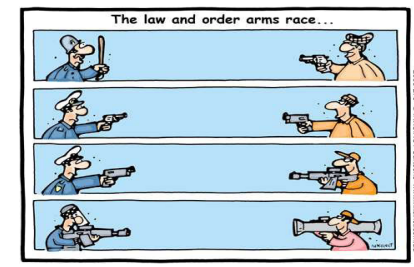
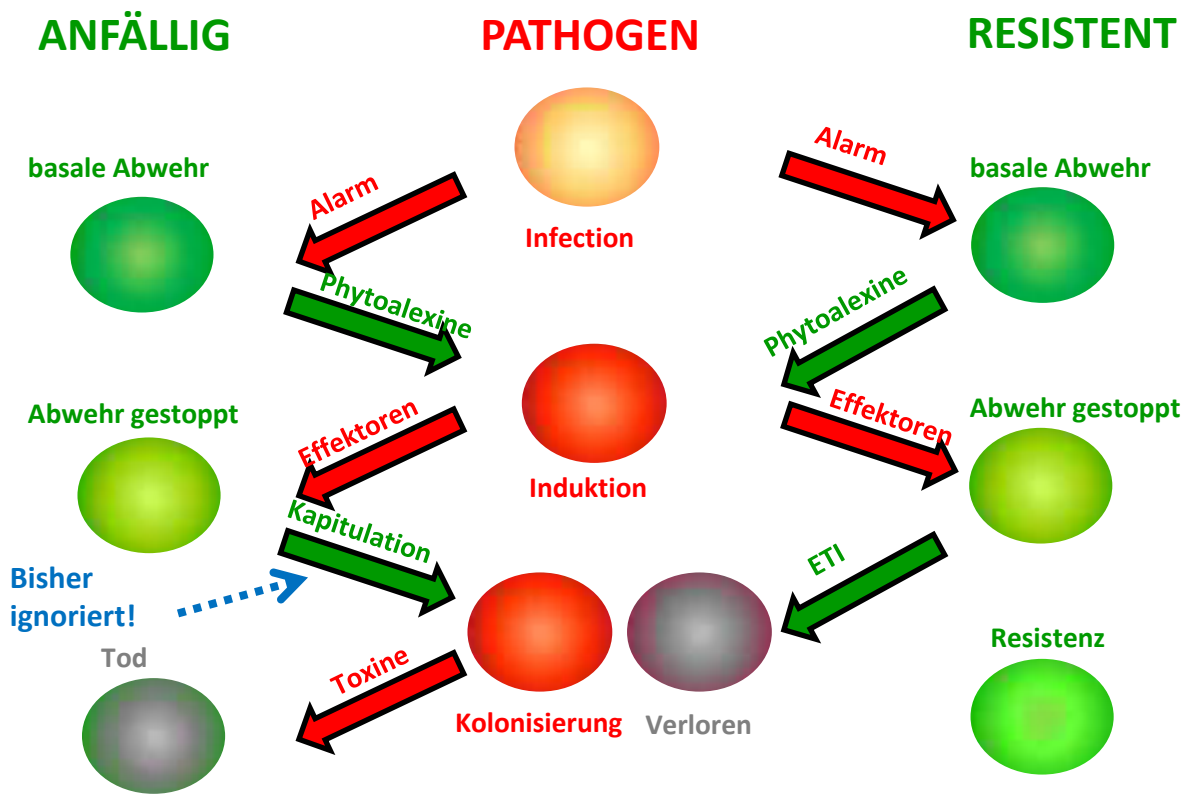
Wenn es dem Wirt schlecht geht, nehmen sie das wahr, schalten sie auf Sex um, bringen den Wirt mit Toxinen um und hauen ab.

Bekämpfung: Arsenit (zum Glück inzwischen verboten).

Fällt uns nichts Besseres ein?

Neue Sichtweise: das Infektionsgeschehen als chemische Kommunikation begreifen. Es werden zahlreiche Signale zwischen Wirt und Pathogen ausgetauscht.

Abhängig von diesem evolutionär entstandenen **chemischen Dialog** gewinnt die eine oder die andere Seite. **Dialog** bedeutet **Spezifität!**

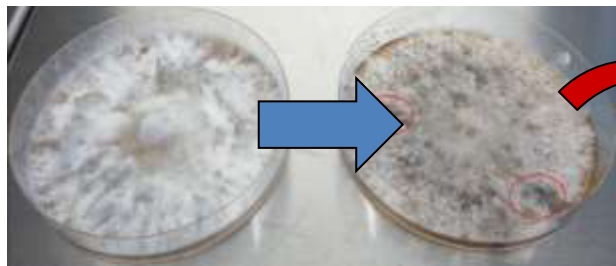


Welches Signal lässt einen harmlosen Pilz (Dr. Jekyll) zum üblen Killer werden (Mr. Hyde)? Wir haben es herausgefunden.

+Kapitulations  
 -Signal

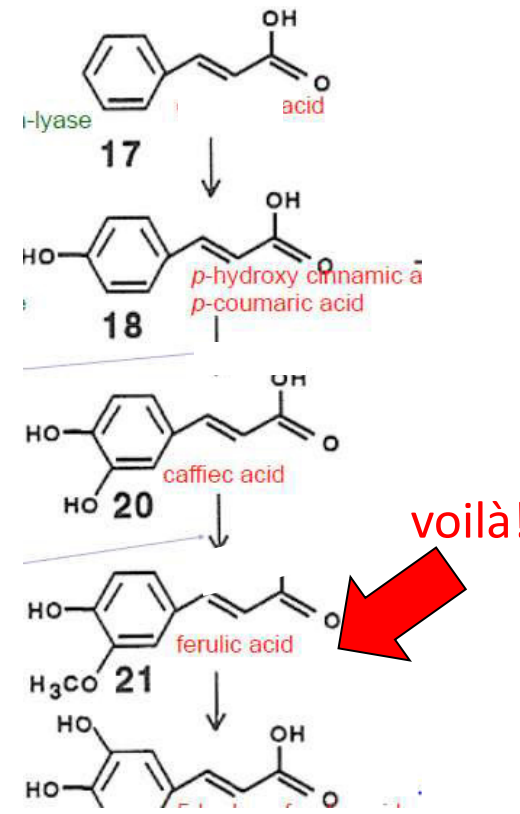
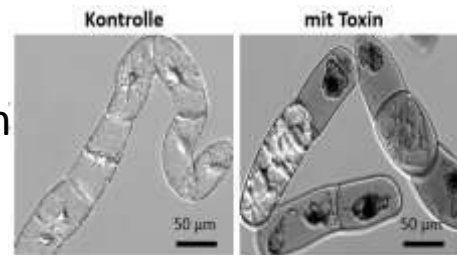


Verhaltens-  
 änderung



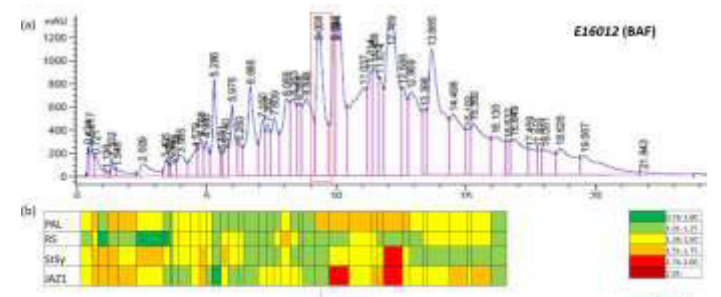
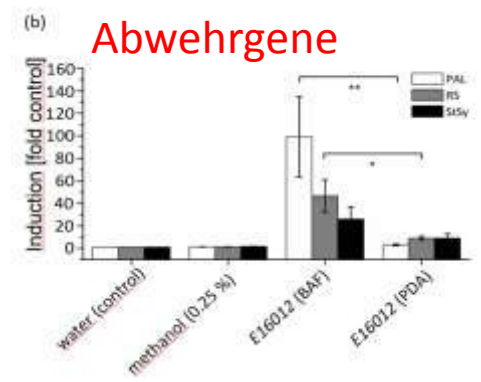
Toxin

Messung in  
 Zellkultur

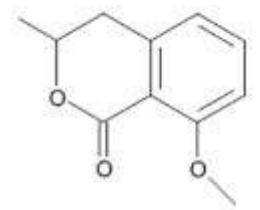


## Wie findet man solche Signale? Aktivitätsgeleitete Fraktionierung

Fallbeispiel: Signal aus dem Schadpilz *Eutypa lata* das auf Mikrotubuli und Phytoalexingene des Wirts wirkt (Guan et al., J Exp. Bot., eingereicht)

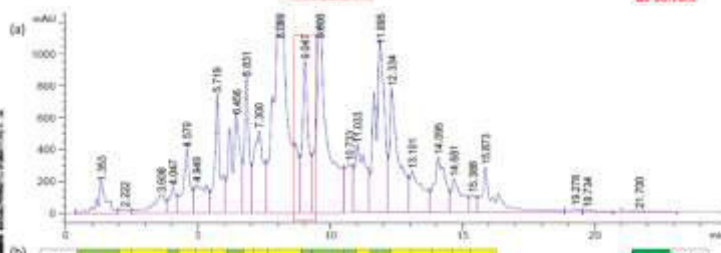
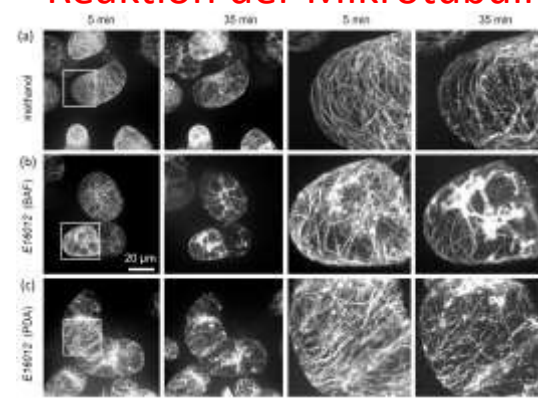


Das Signal!



O-methylmellicin

## Reaktion der Mikrotubuli



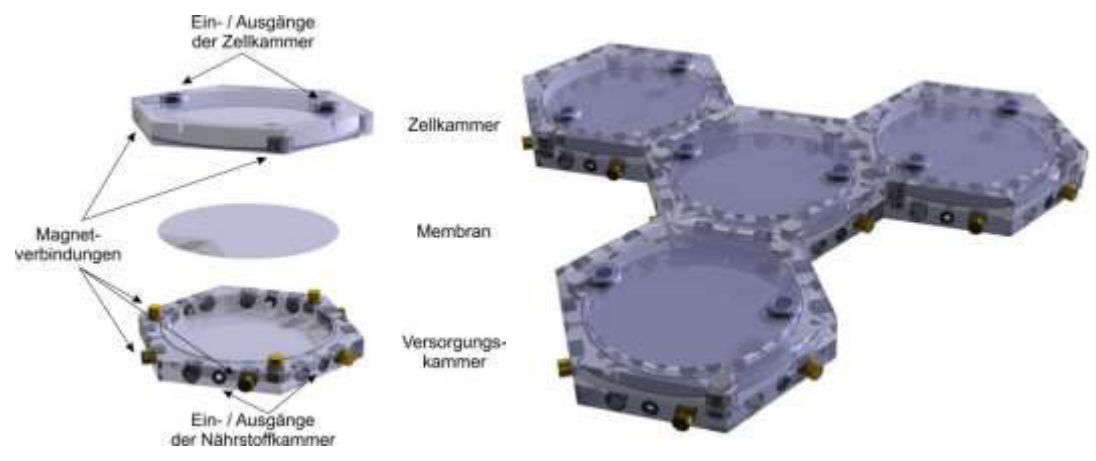
Präparative HPLC: welche Fraktion wirkt?

# Vision: Ökosystem auf dem Chip?



# DialogProTec

Suche nach chemischen Signalen, die auf die Immunität der Weinrebe wirken



Projekt: Chemischer Dialog als Protektive Technologie im nachhaltigen Pflanzenschutz (**DialogProTec**), Interreg Oberrhein Wissenschaftsoffensive. Koordination KIT-BOT, Start Juli 2019. Partner: Kaiserslautern, Strasbourg, Freiburg, Frick, KIT-IMT

## Unsere Vision: eine „Impfung“ gegen Esca & Co



Fonds européen de développement  
régional (FEDER)  
Europäischer Fonds für regionale  
Entwicklung (EFRE)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**VITIFUTUR** - Transnationale Plattform für angewandte Forschung und  
Weiterbildung im Weinbau

# Esca am Oberrhein

## Erkenntnisse aus dem Projekt VITIFUTUR

Hanns-Heinz Kassemeyer

Grenzüberschreitendes Abschluss-Symposium  
**Freiburg, 29.10.2019**





# Es gibt viele Krankheiten der Weinrebe



**Reblaus**  
*Daktulosphaira vitifoliae*



**Echter Mehltau**  
*Erysiphe necator*



**Falscher Mehltau**  
*Plasmopara viticola*



**Flavescence dorée**  
*Candidatus Phytoplasma vitis*



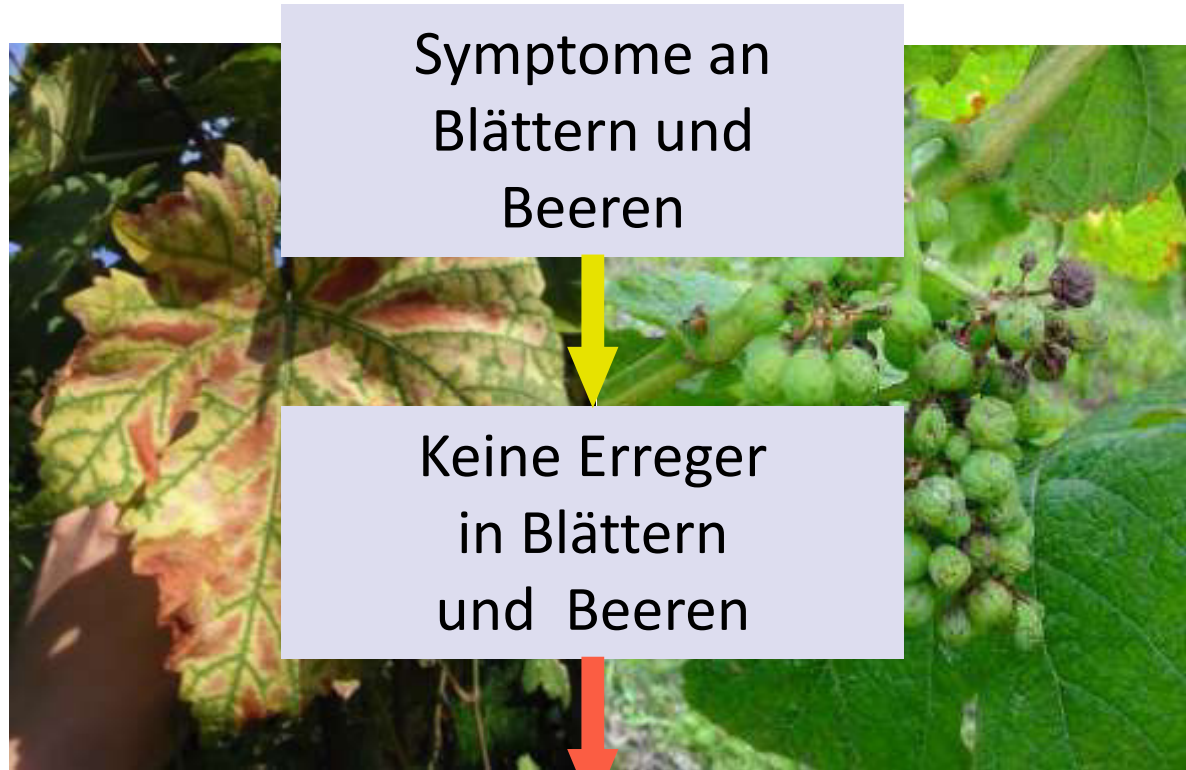
**Esca**



**Reiskrankheit**  
*Virus*

## Abgestorbene Rebstöcke





Symptome an  
Blättern und  
Beeren

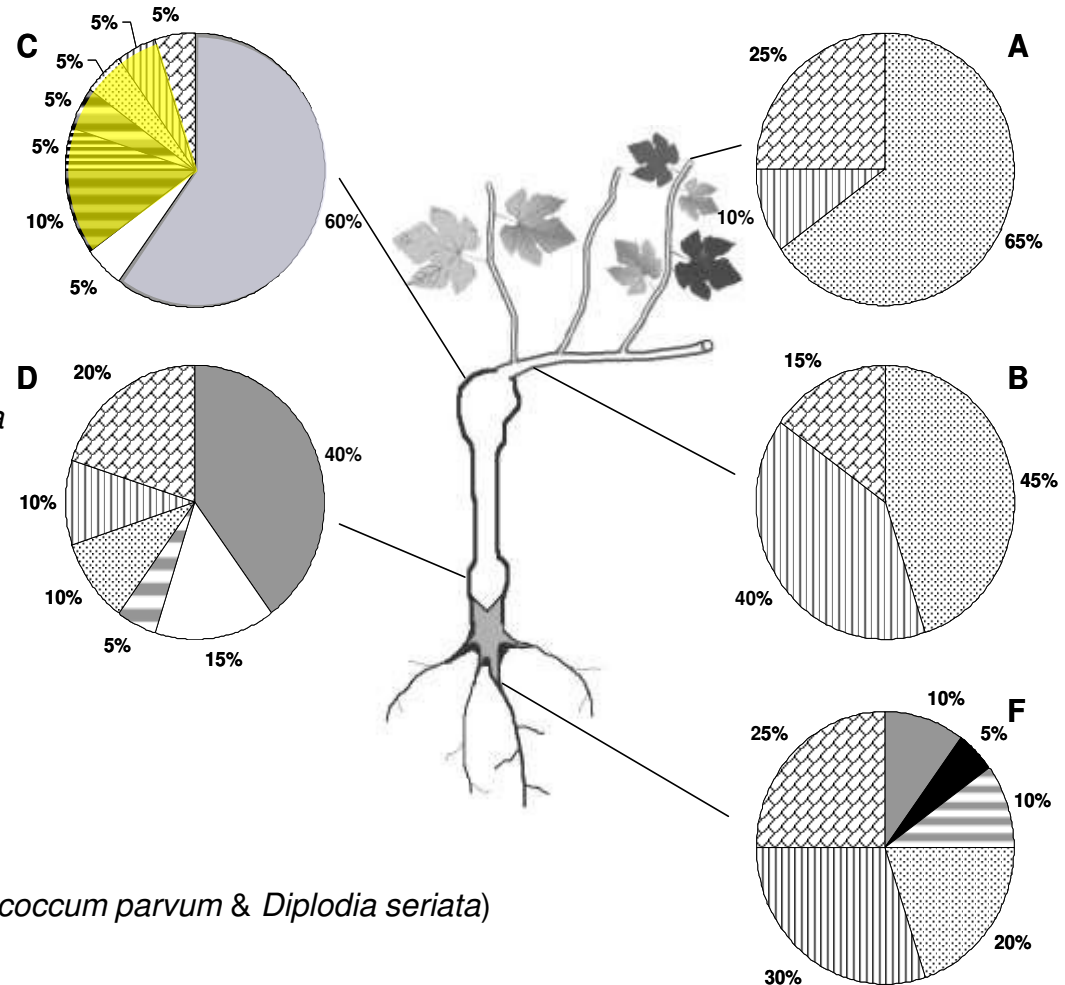
Keine Erreger  
in Blättern  
und Beeren

Große Ne  
zwischen  
Blattader  
Ursache der  
Symptome an  
Blättern und  
Beeren ?  
nete  
äter  
erfärbung

## Häufigkeit der Arten in 20 Pflanzen der Sorte Gutedel



- *Fomitiporia mediterranea*
- *Paeomoniella chlamydospora*
- ▨ *F. med* & *P. ch.*
- ▨ *E. lata*, *F. med* & *P. ch.*
- ▨ Bakterien
- *Eutypa lata*
- ▨ *P. ch.* & *E.lata*
- ▨ *E. lata* & *F. med.*
- ▨ Keine Besiedelung
- ▨ Andere Arten, vorwiegend Botryosphaeriaceae (*Neofusicoccum parvum* & *Diplodia seriata*)



Holzbewohnende Pilze können über Wunden in den Holzzylinder eindringen

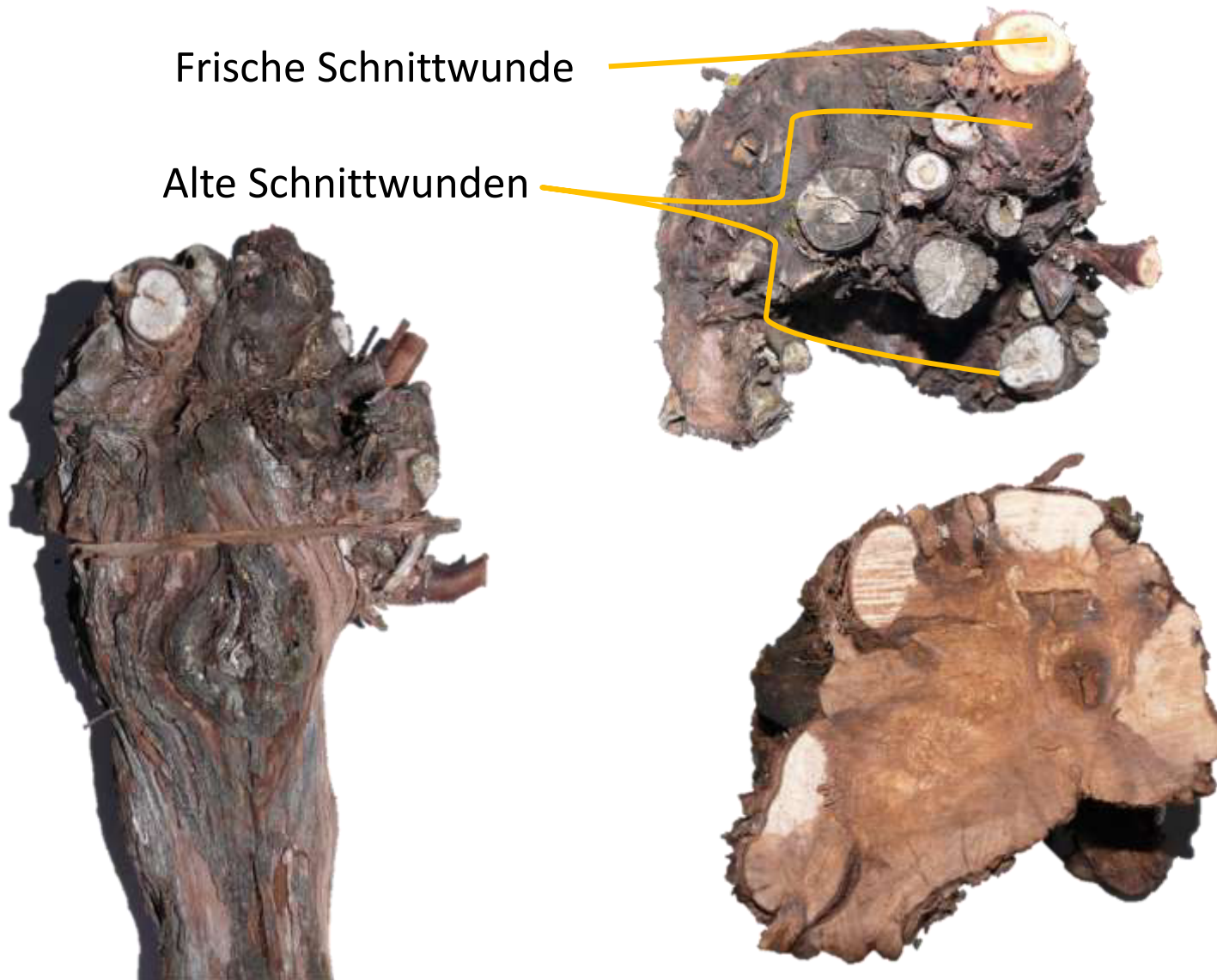
Schnittwunden sind ideale Eintrittspforten



# Wunden am Kopf des Stammes

Frische Schnittwunde

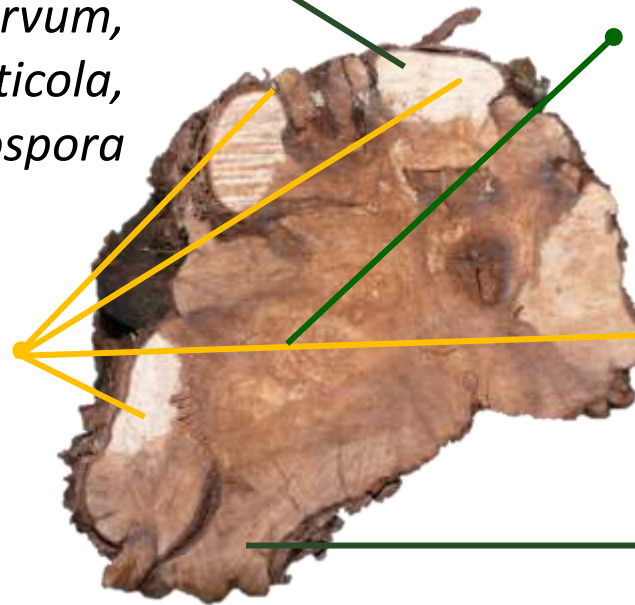
Alte Schnittwunden



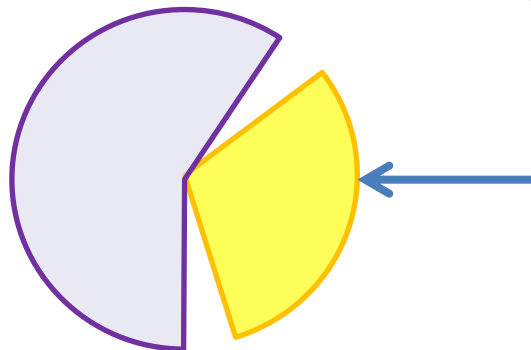
Braune Flecken / Gummosis  
*Diplodia seriata*  
*Neofusicoccum parvum*,  
*Phomopsis viticola*,  
*Phaeomoniella chlamydospora*

Weißfäule  
*Fomitiporia mediterranea*  
Mittelmeer  
Feuerschwamm

Lebendes Gewebe  
Versorgung  
der Laubwand



Hartfäule  
*Eutypa lata*



30 % Mittelmeer Feuerschwamm

Mittelmeer Feuerschwamm *Fomitiporia mediterranea* (Fmed)

Zersetzt Holz (Lignin) im Stamm

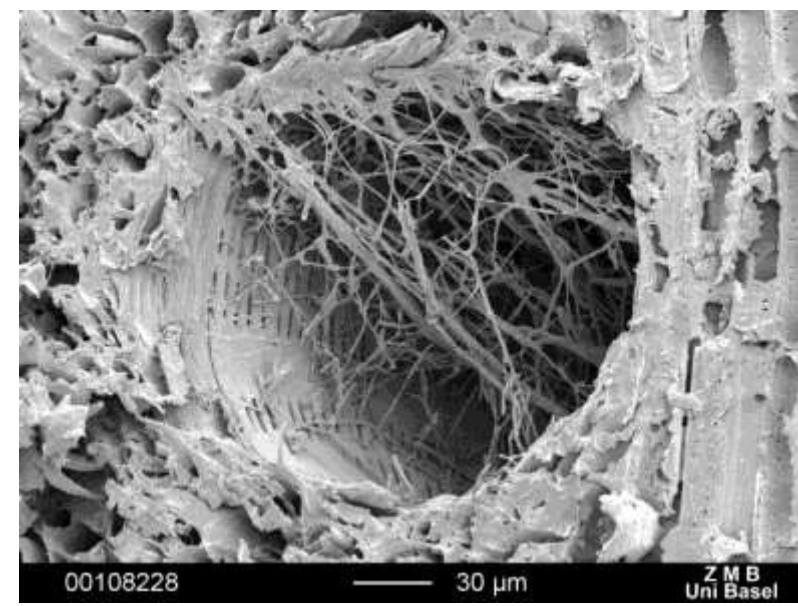




## Entwicklung von Fruchtkörpern am Stammkopf



## Besiedelung von Gefäßen und Holzfasern im Stamm



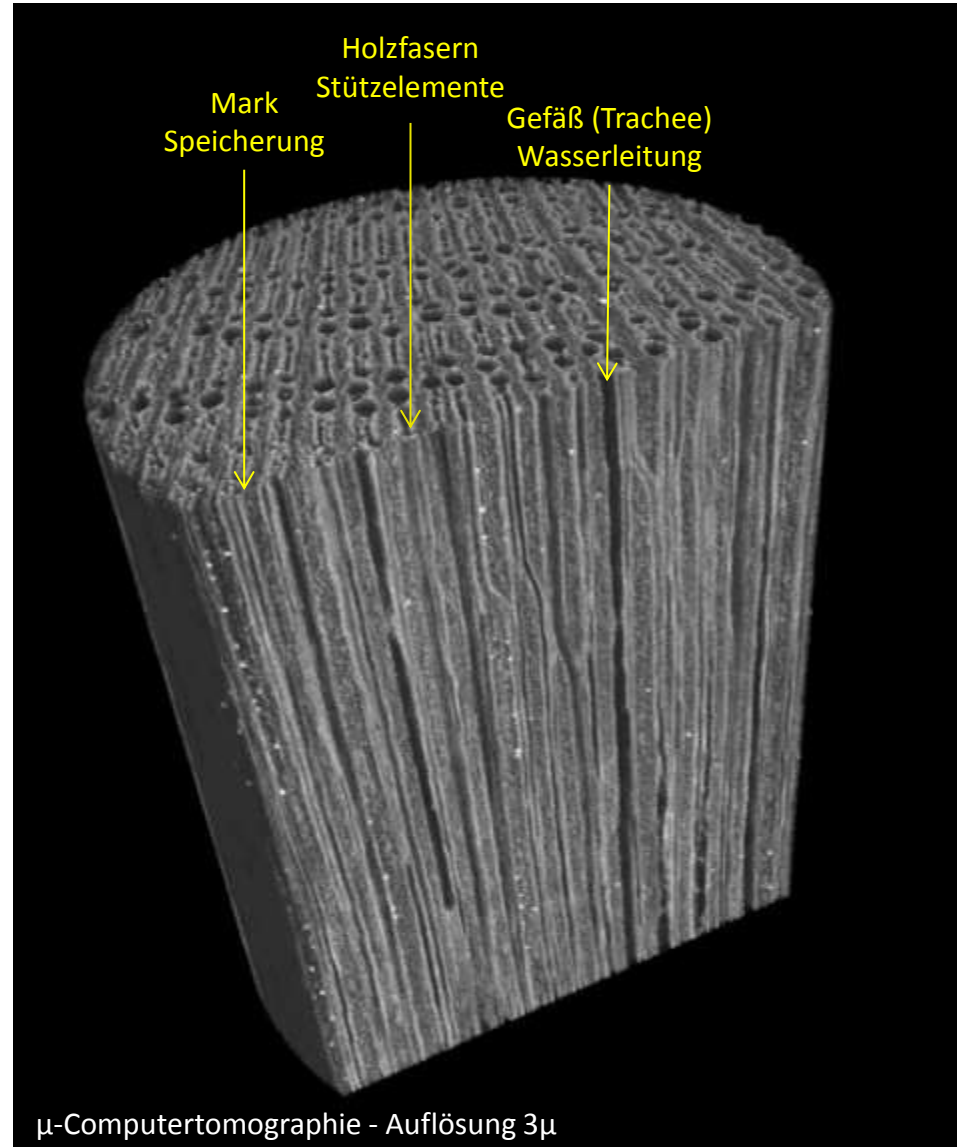
00108228

30 µm

ZMB  
Uni Basel

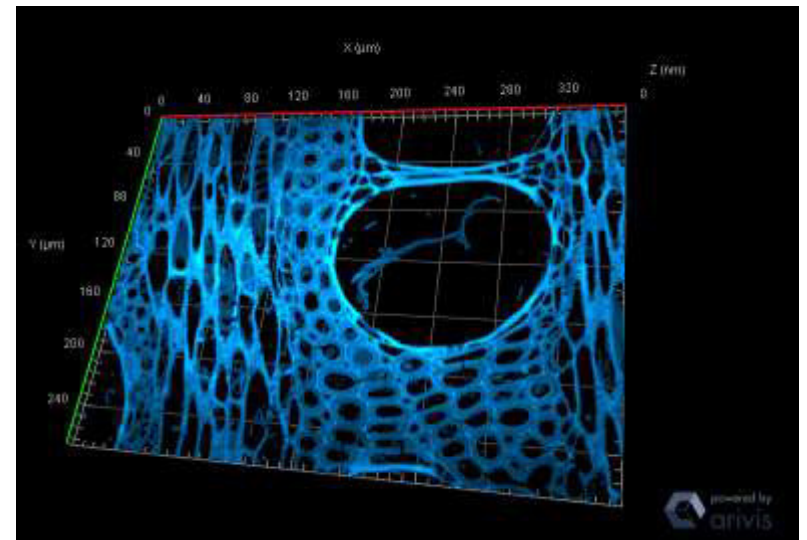
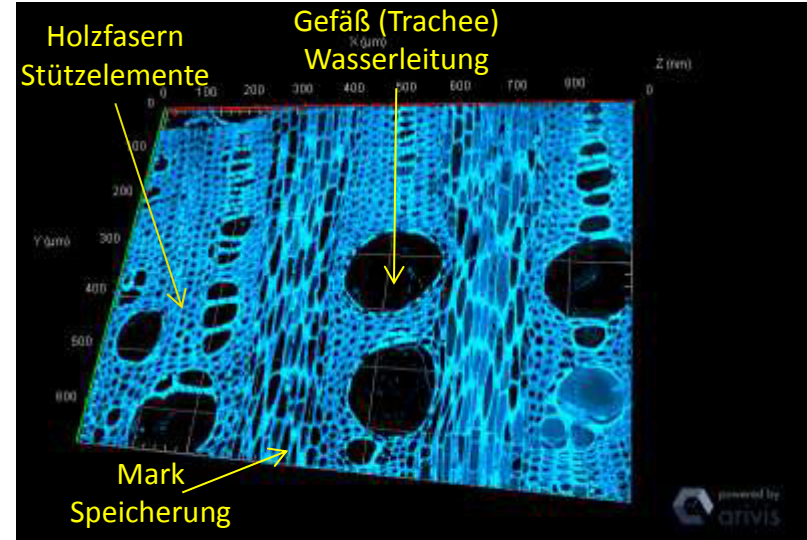
## Holzzylinder der Sorte Gutedel:

- Stützelement (Holzfaser)
- Transport von Wasser und Nährstoffen (Gefäße)
- Stärkespeicher (Mark)

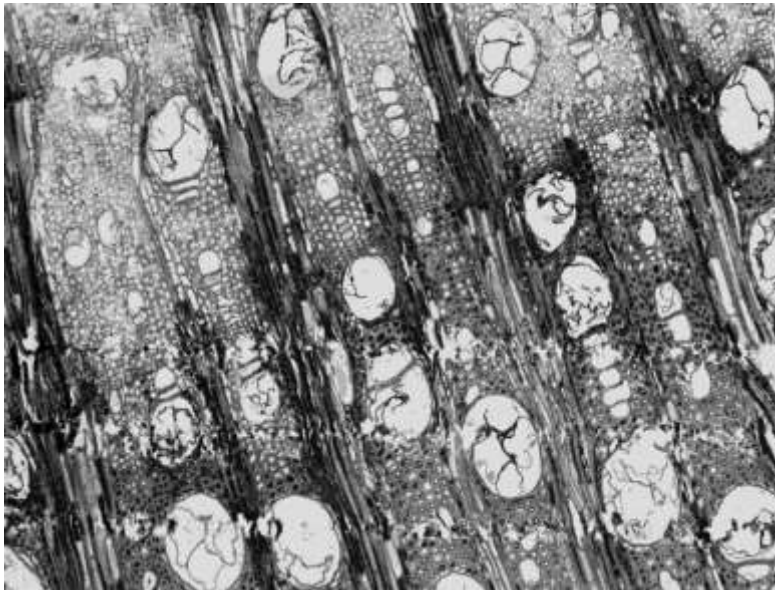


## Transport von Wasser und Nährstoffen

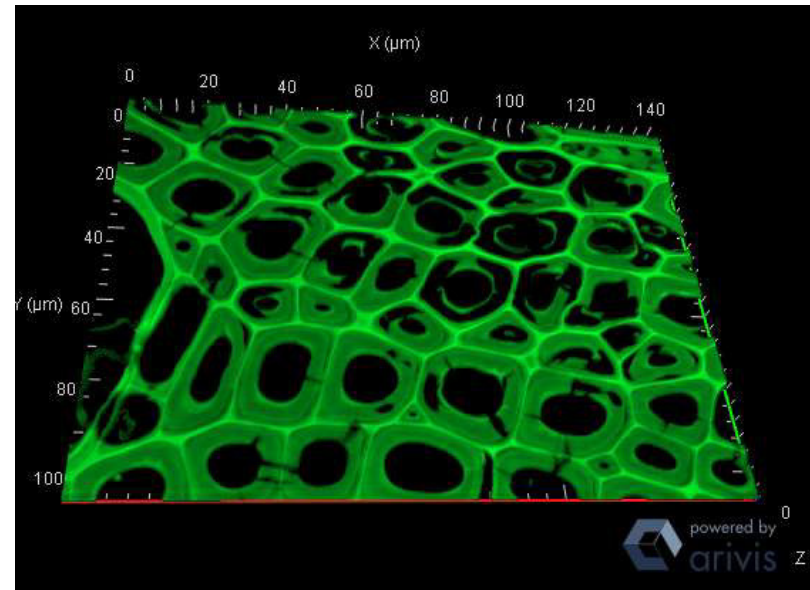
- Gefäße müssen funktionsfähig sein
  - ◆ Leitungsbahnen sind durchgängig
  - ◆ Keine Embolie
  - ◆ Gleichmäßige Saugspannung



## Mittelmeer Feuerschwamm zersetzt das Lignin in der Zellwand der Gefäße und Holzfasern

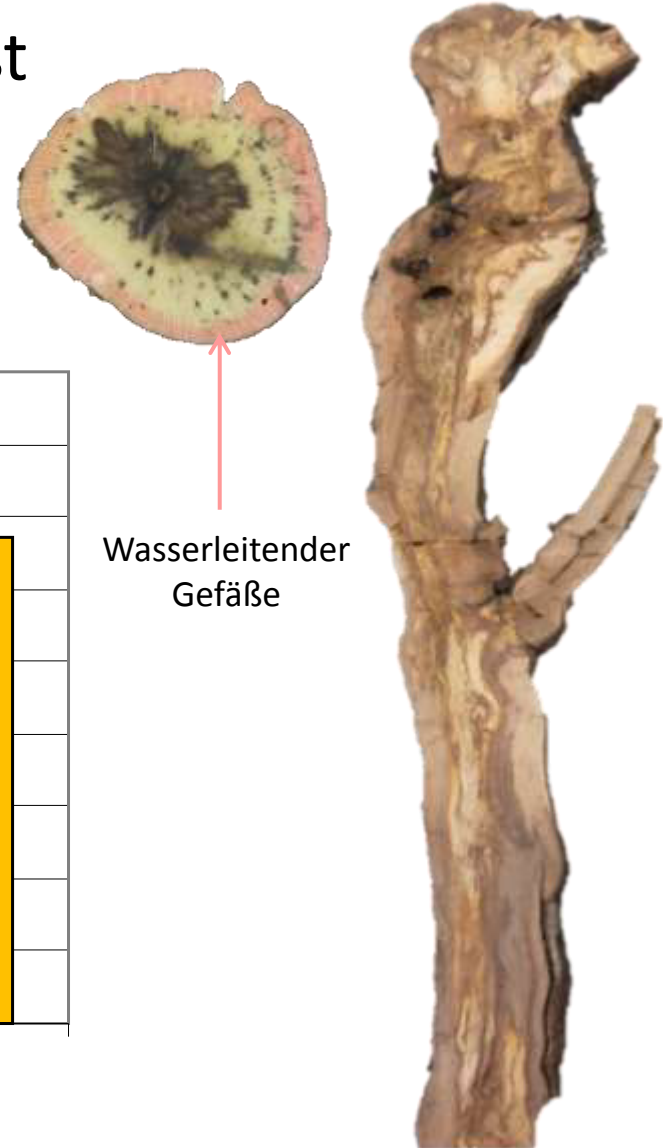
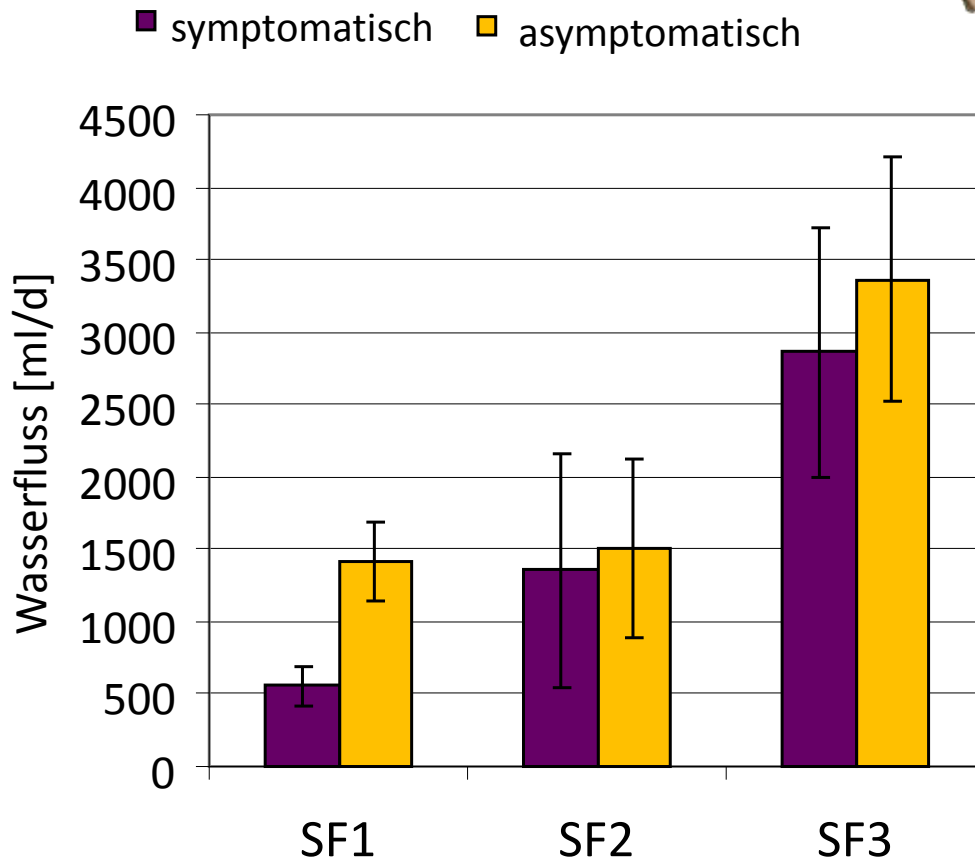


Zersetzter Holzzylinder 5x



Gefäße und Holzfaserzellen mit zersetzter S2 Schicht der Zellwand 63x

## Wassertransport im Stamm ist beeinträchtigt



## Einschränkung der Ausbreitung der Erreger

- Entfernung absterbender und abgestorbener Rebstöcke



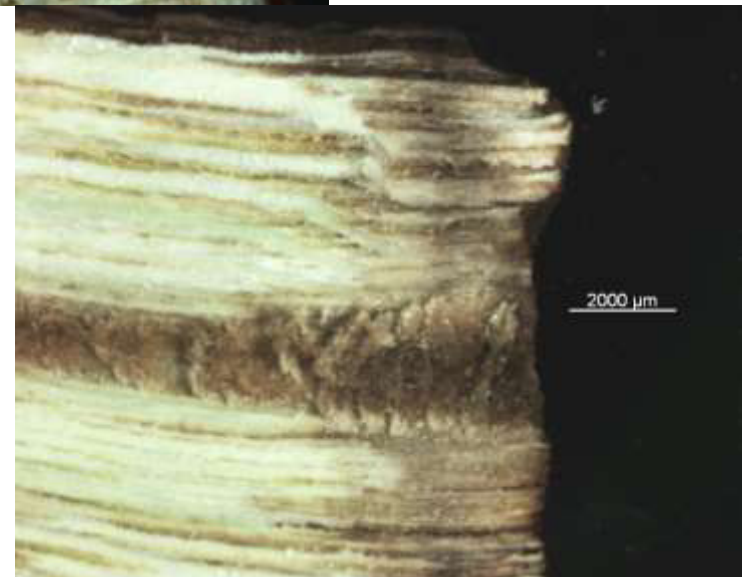
## Oberfläche der Schnittwunde

Nach dem Rebschnitt bleiben die Gefäße sehr lange offen

Querschnitt

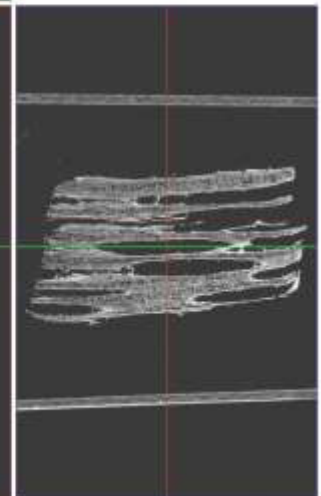
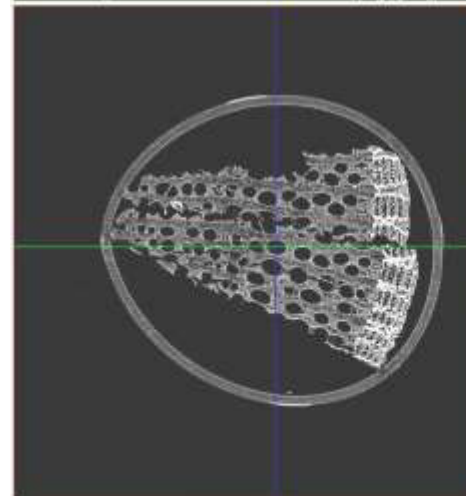
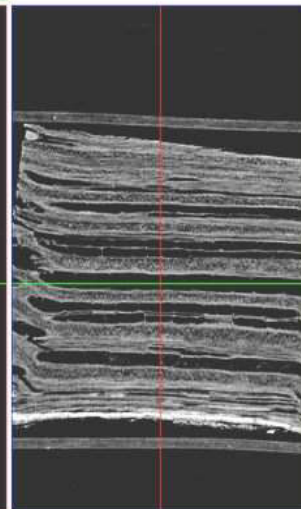
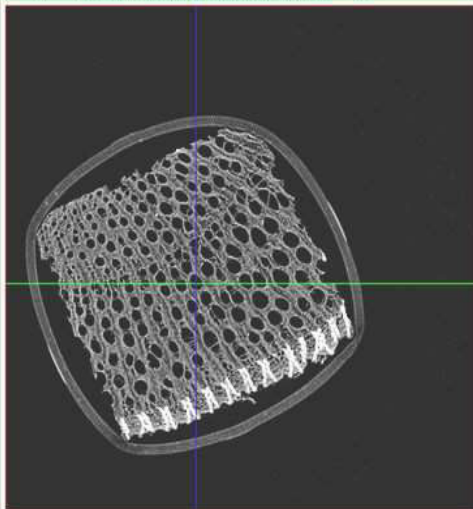
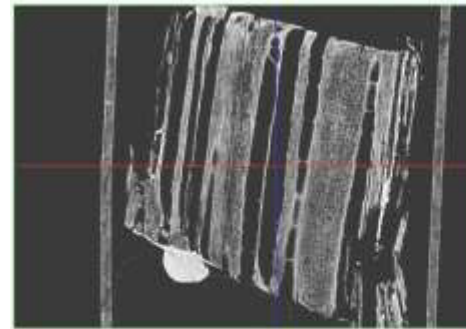
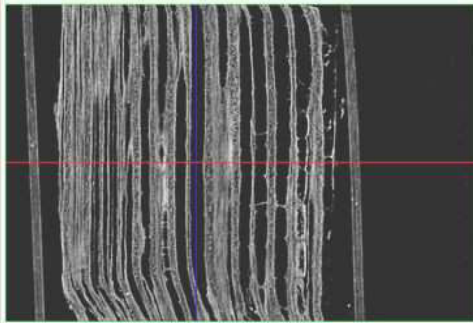


Längsschnitt



Diesjährige Schnittwunde  
5 mm unterhalb der  
Oberfläche

Oberfläche

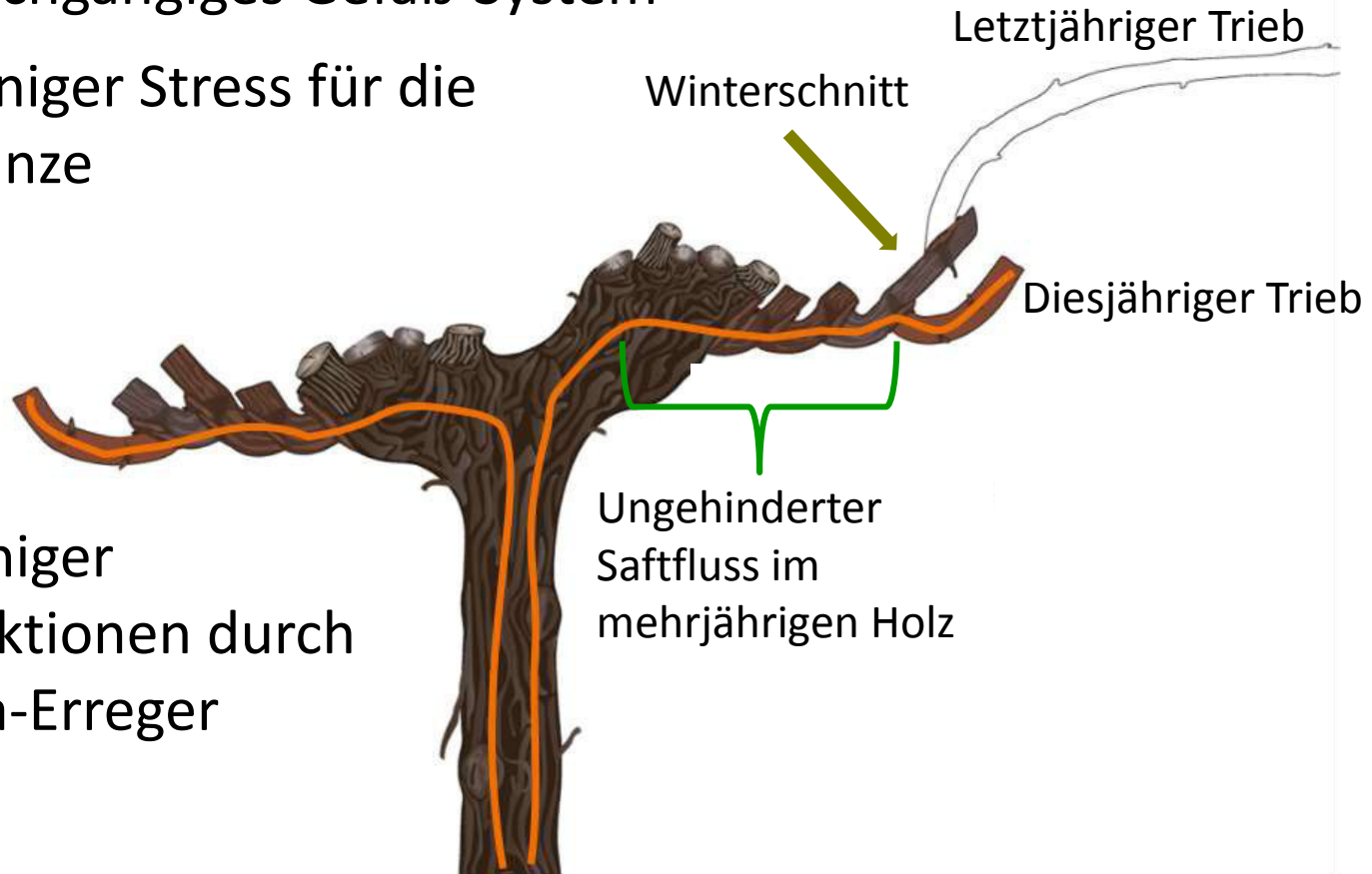


μ-Computertomographie - Auflösung 3μ



## Sanfter Rebschnitt von SIMONIT & SIRCH

- Kleine Wunden
- Durchgängiges Gefäß-System
- Weniger Stress für die Pflanze



- Weniger Infektionen durch Esca-Erreger

# Neuer Ansatz oder alter Ansatz?



# Neuer Ansatz oder alter Ansatz?



→ *Fomitiporia mediterranea* ist am Oberrhein wesentlich am Absterben der Rebstöcke durch Esca beteiligt

→ Abgestorbene und absterbende Rebstöcke sind eine bedeutende Infektionsquelle

→ Der Erreger infiziert die Pflanze über Wunden

**Daraus folgt:**

→ Die Rodung abgestorbener und absterbender Rebstöcke entfernt Infektionsquellen und ist eine wichtige Maßnahme zum Vorbeugen neuer Infektionen

→ Wundarmer Rebschnitt durch den der Saftfluss nicht behindert wird, vermindert die Infektionsgefahr

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Mehr Informationen unter:

[www.vitifutur.net](http://www.vitifutur.net) | <http://forum.vitifutur.net/>

*Der Oberrhein wächst zusammen, mit jedem Projekt.  
Dépasser les frontières, projet après projet.*

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)  
Fonds européen de développement régional (FEDER)

