

Willkommen
Welcome
Bienvenue



Fachseminare im Linzer Baumforum

Angriff und Abwehr im lebenden Baum Teil 2

Linz | September 2018



Prof. Dr. Francis W.M.R. Schwarze

Sind Stammverletzungen potentielle Eintrittspforten für holzzeretzende Pilze?



? %



? %



? %

Tilia platyphyllos

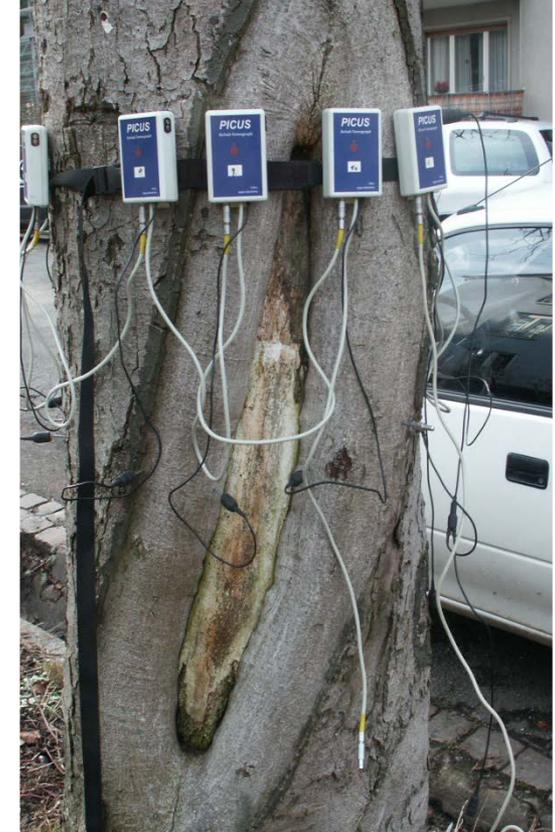
Sind Stammverletzungen potentielle Eintrittspforten für holzzeretzende Pilze?



? %

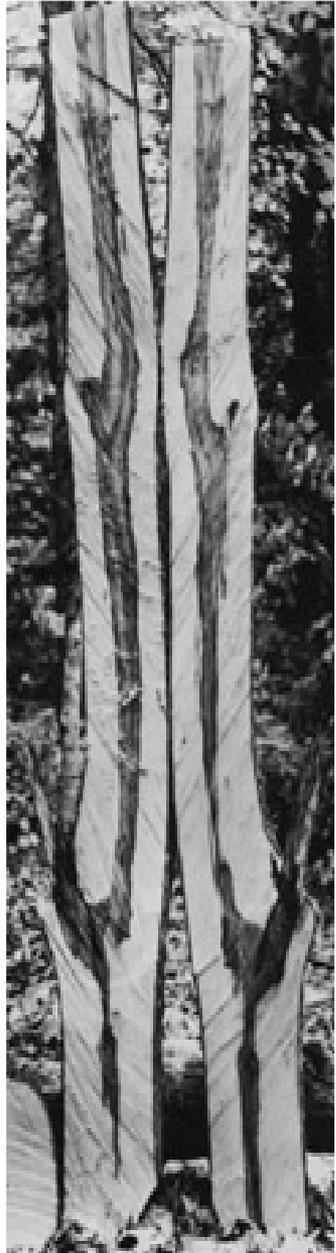


? %



? %

Aesculus hippocastanum



COMPARTMENTALIZATION
EINGRENZUNG

OF
VON

DECAY
FÄULE

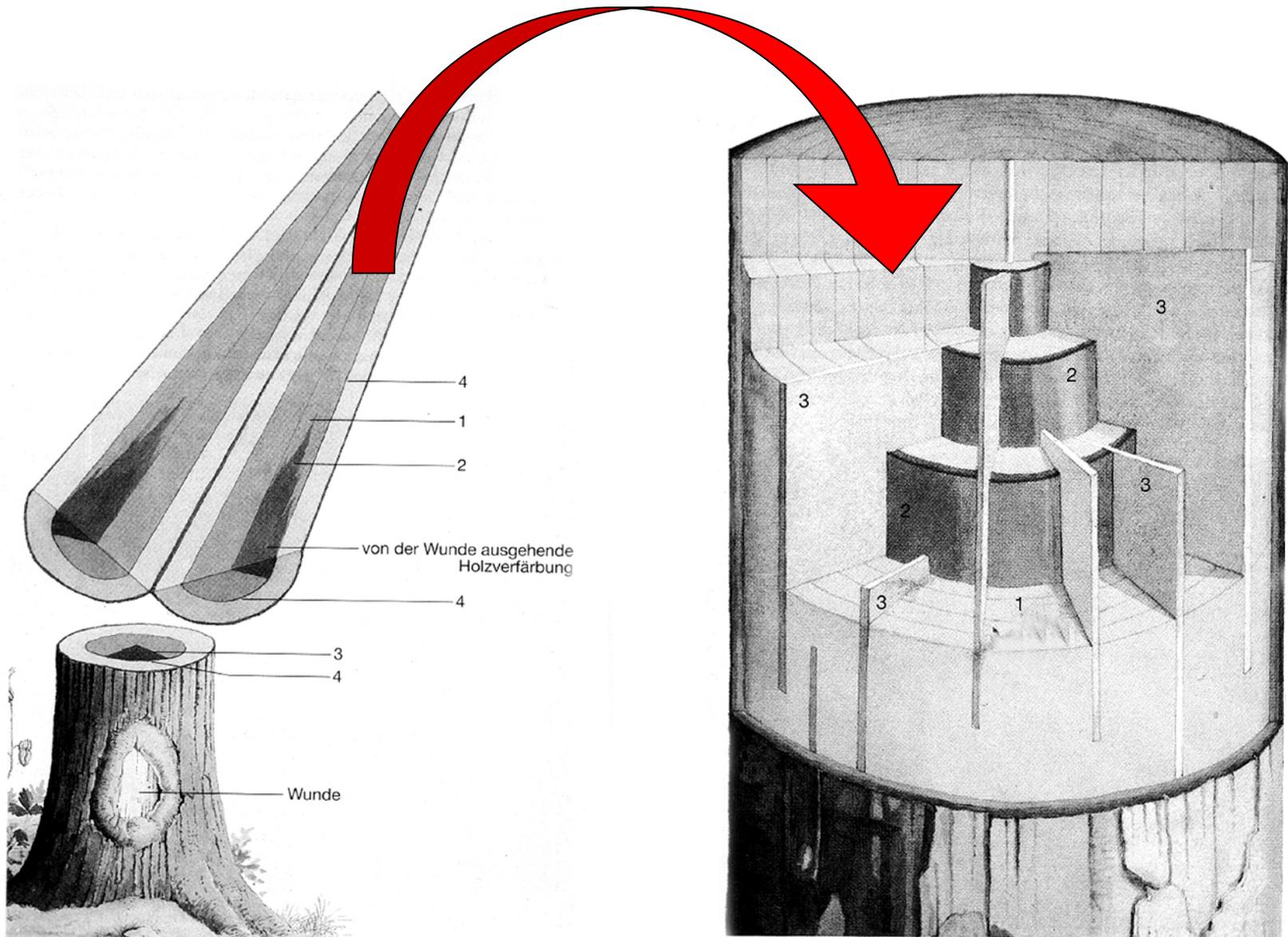
IN
IM

TREES
BAUM



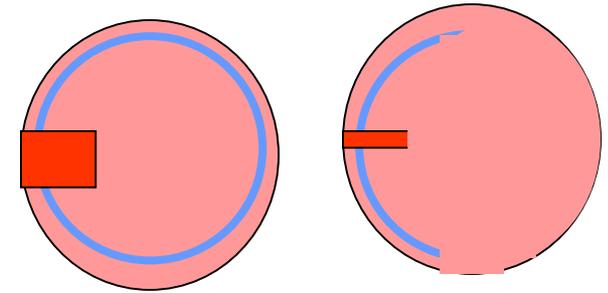
Shigo & Marx 1977

CODIT- Modell



Forschungsbedarf „Barrierezone“ und holzzeretzende Pilze

Besteht ein Zusammenhang zwischen Wundgröße und Ausmaß der Barrierezone nach Stammverletzungen?



Sind Baumarten wie die Linde zurecht als effektive Kompartimentierer eingestuft?

Sind Stammverletzungen potentielle Eintrittspforten für holzzeretzende Pilze?

Welchen Einfluss hat die Barrierezone auf die Fäuledynamik holzzeretzender Pilze?



Abwehrreaktionen nach Stammverletzungen in *Fraxinus excelsior* (Esche) und *Tilia platyphyllos* (Linde)

Material & Methoden

20jährige Bäume

- Mai 2000
- Oktober 2001

Zielsetzungen

- Ausmaß der Barrierezone
- Histologie
- Widerstandsfähigkeit gegen holzzeretzende Pilze



Motorsäge



Zuwachsbohrer

Dr. M. Schubert & J. Grüner



Ausdehnung der Holzverfärbung nach Verletzung mit Esche der Motorsäge Linde

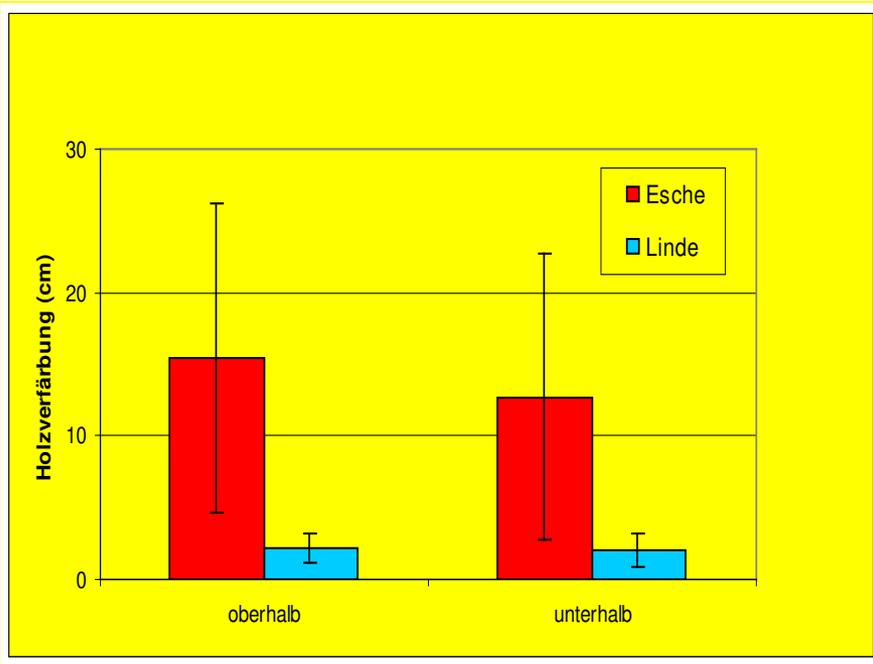


Schwarze, F.W.M.R., Grüner, J., Schubert, M., Fink, S. (2007). Defence reactions and fungal colonisation in *Fraxinus excelsior* and *Tilia platyphyllos* after stem wounding. *Arboricultural Journal* 30, 1-22.

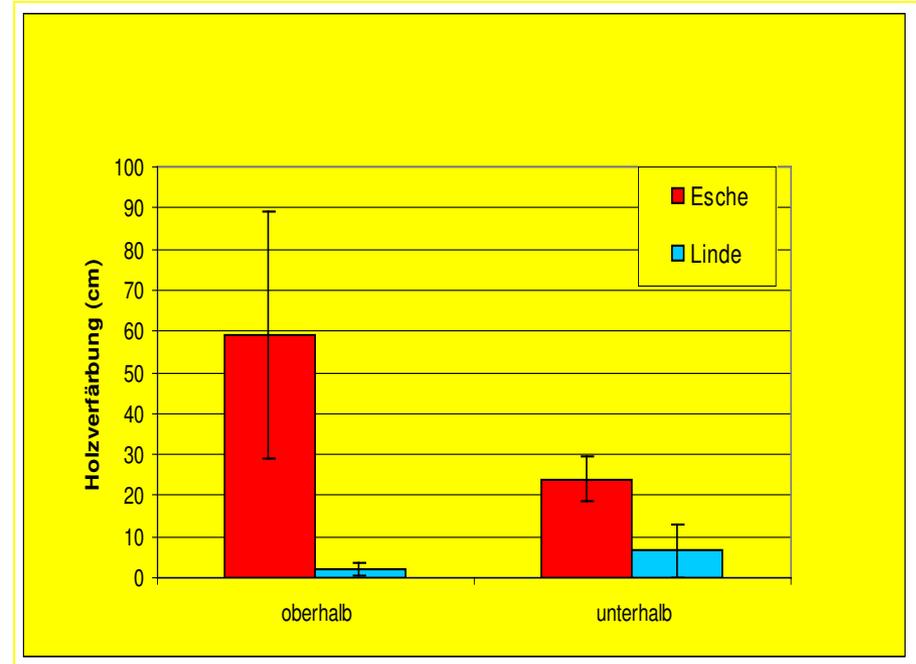
Ausdehnung der Holzverfärbung nach Verletzung mit dem Zuwachsbohrer



Axiale Ausdehnung der Holzverfärbung in Esche und Linde nach Stammverletzungen (n=20)



Zuwachsbohrer



Motorsäge

Ausdehnung der Barrierezone

Linde



Querschnitt

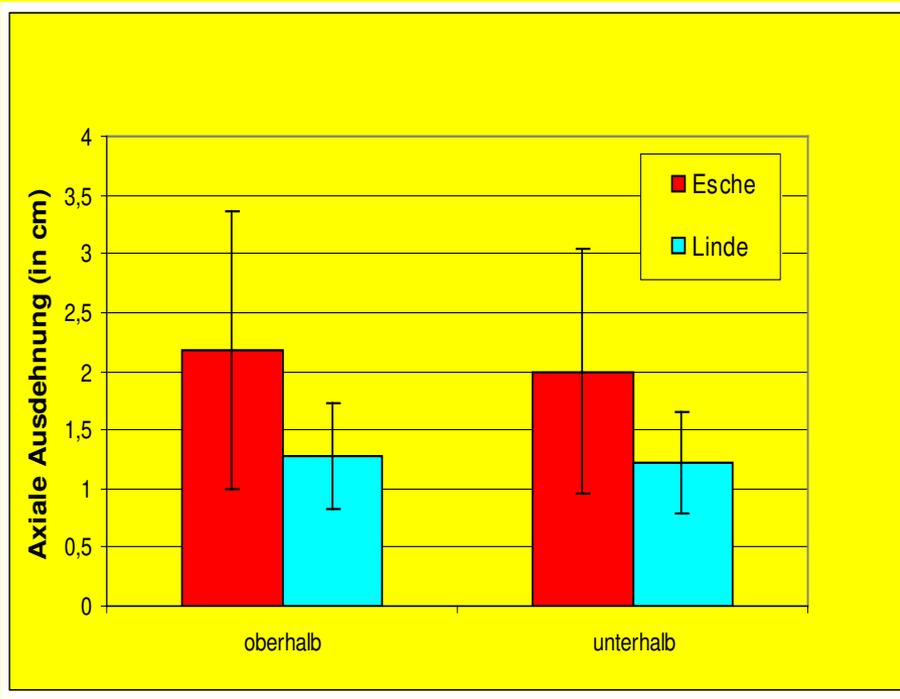


Radialschnitt

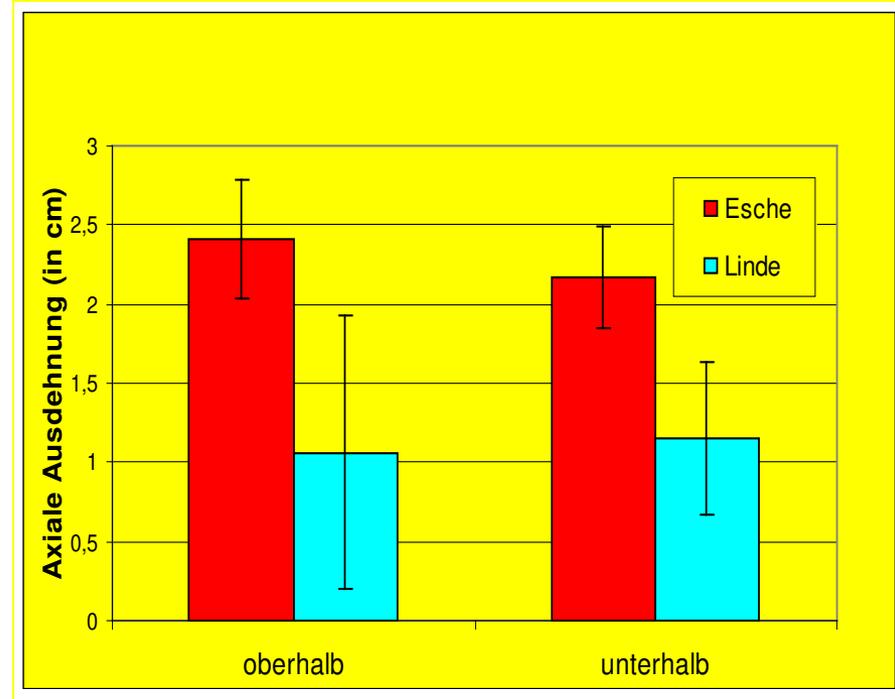


Radialschnitt

Ausdehnung der Barrierezone an Esche und Linde nach Stammverletzungen (n=20)

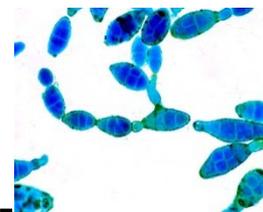
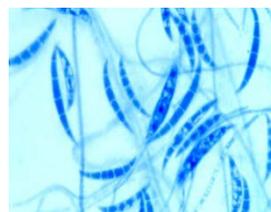
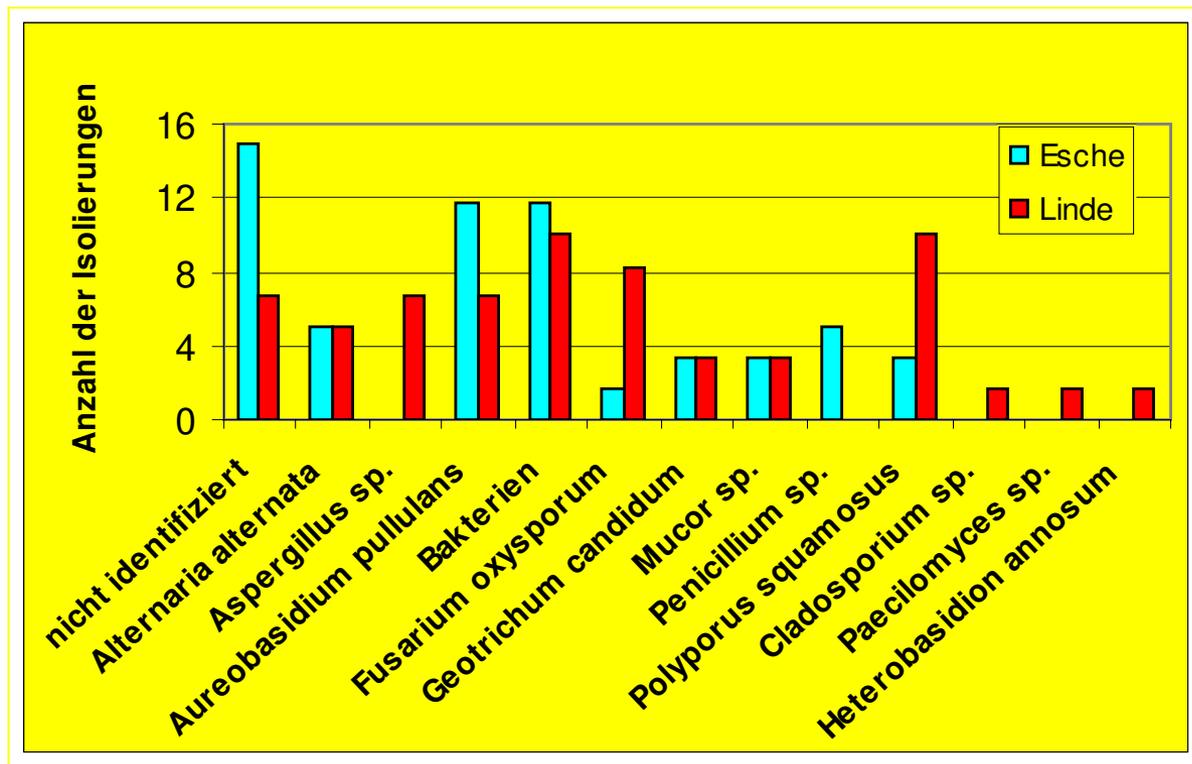


Zuwachsbohrer

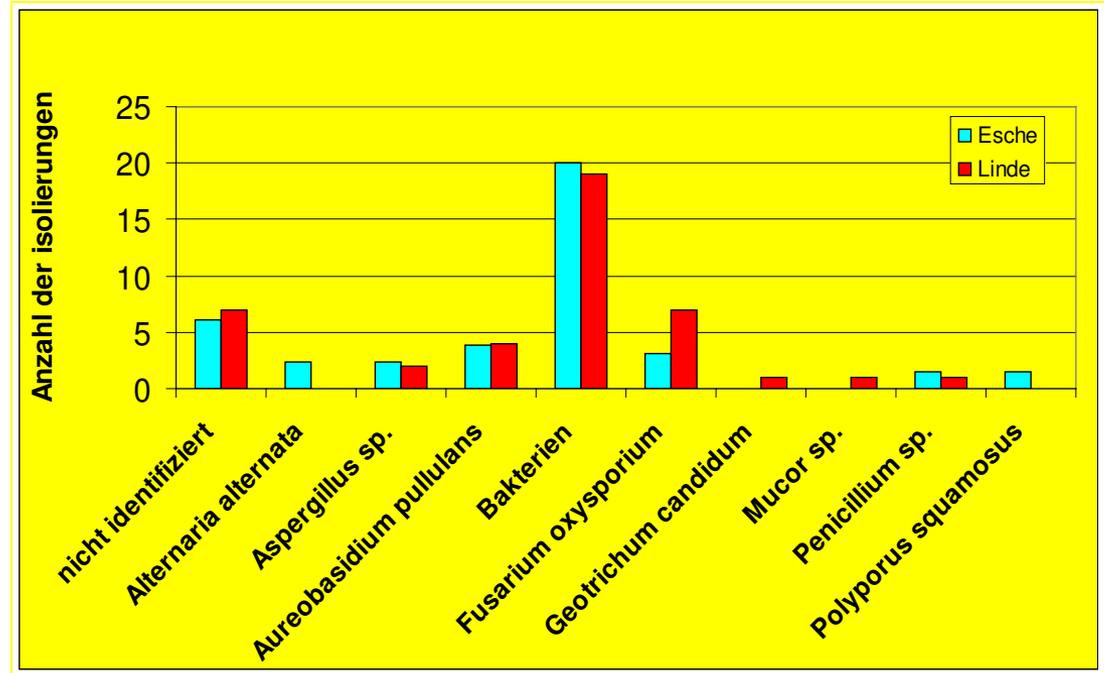


Motorsäge

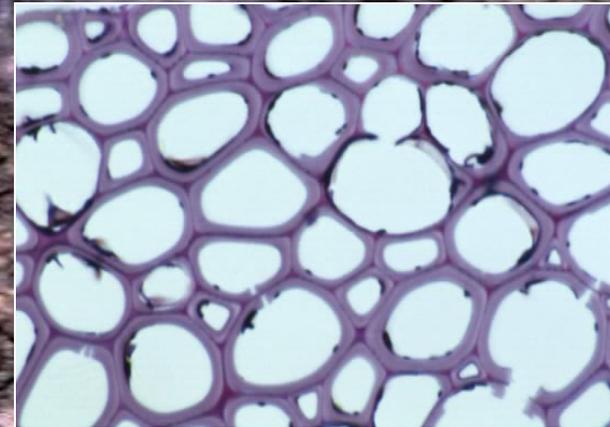
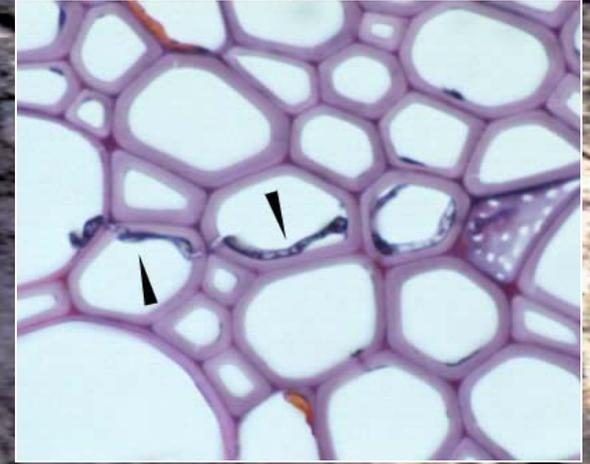
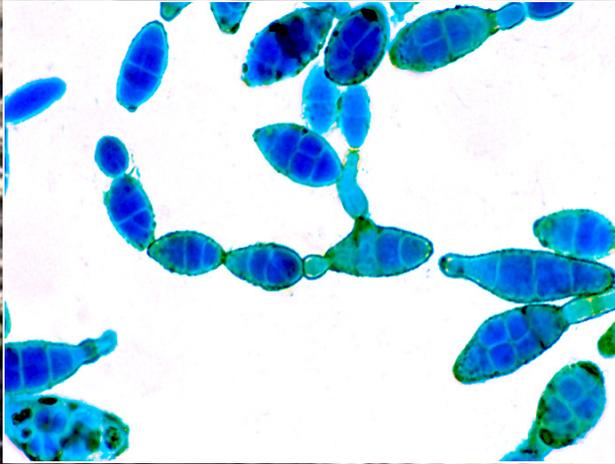
Isolationen aus Esche und Linde nach Verletzung mit der Motorsäge



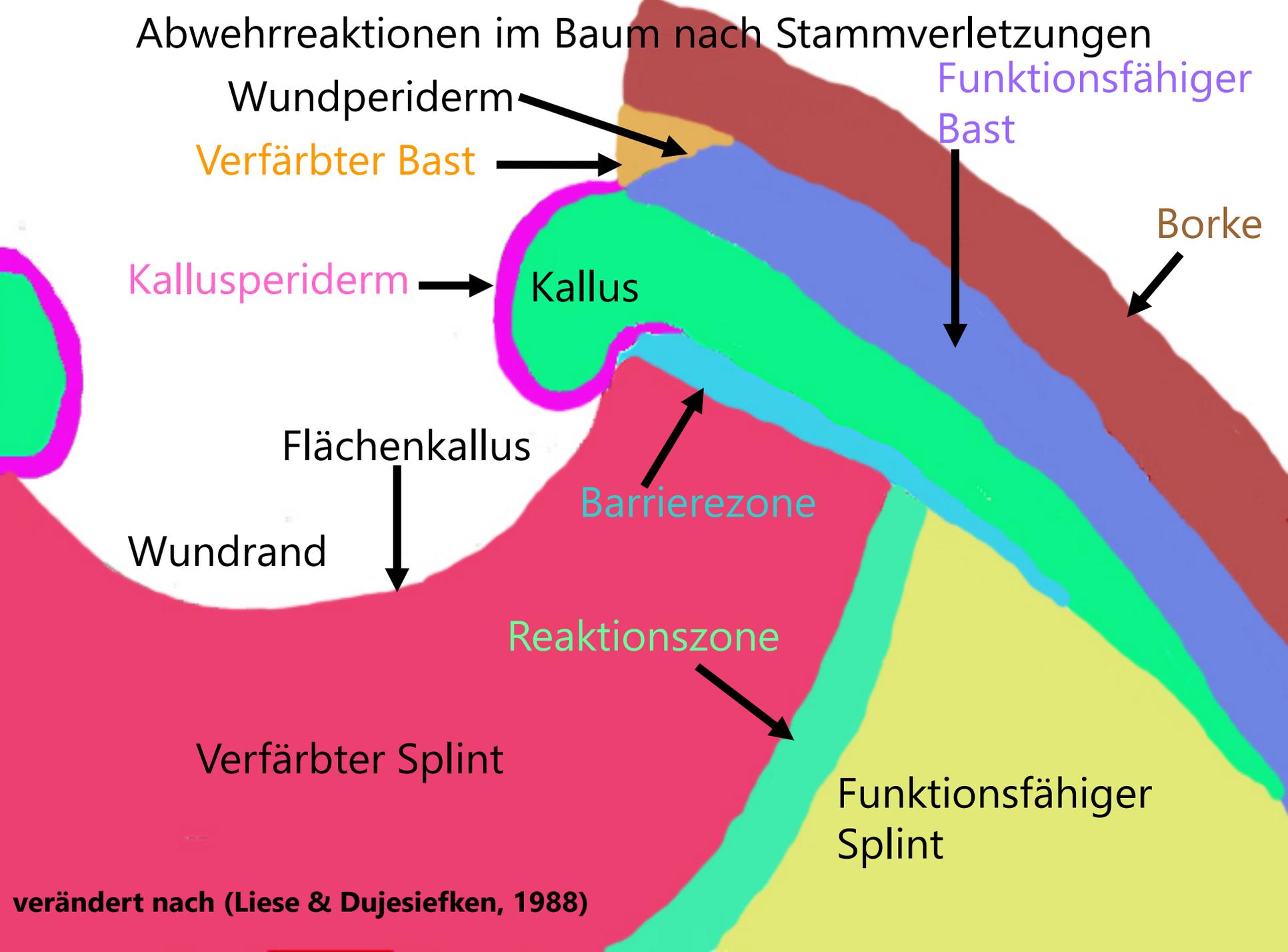
Isolationen aus Esche und Linde nach Verletzung mit dem Zuwachsbohrer



Holzabbau durch Deuteromyceten im lebenden Baum

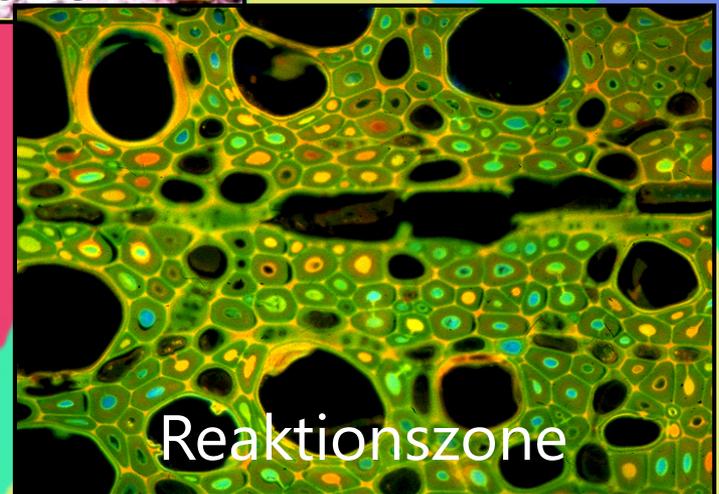
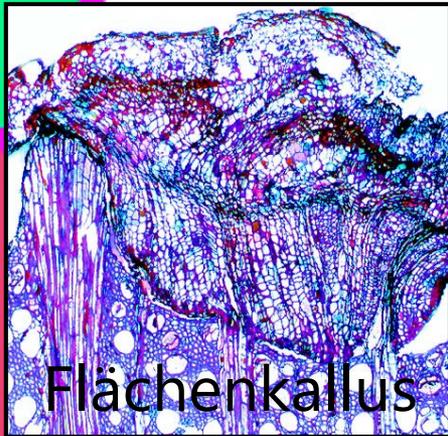
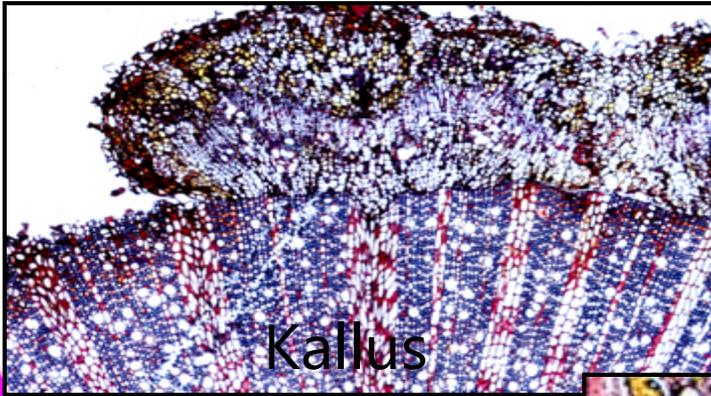


Abwehrreaktionen im Baum nach Stammverletzungen



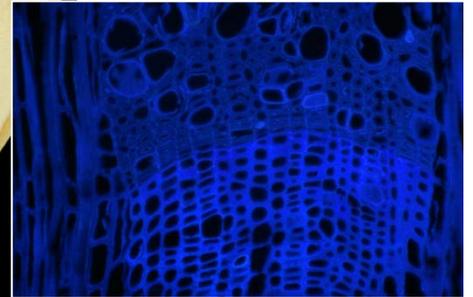
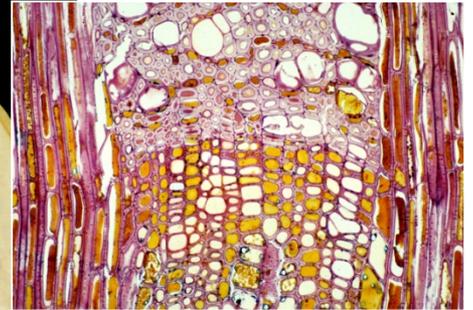
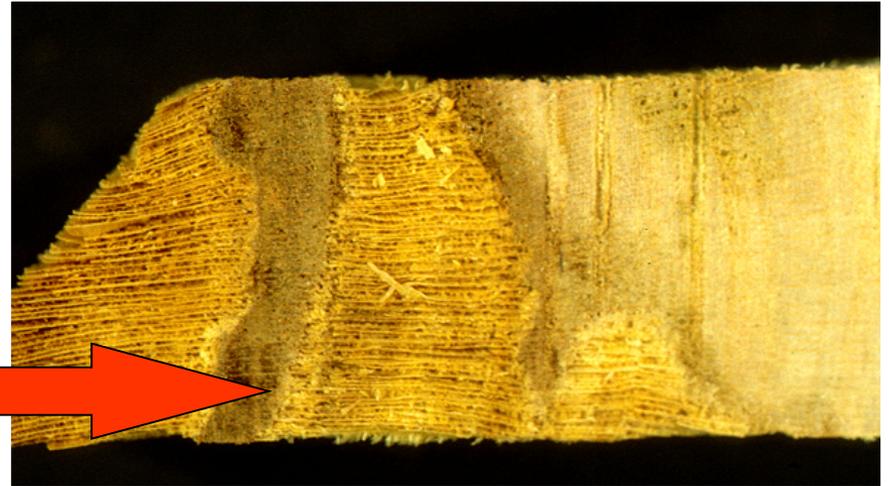
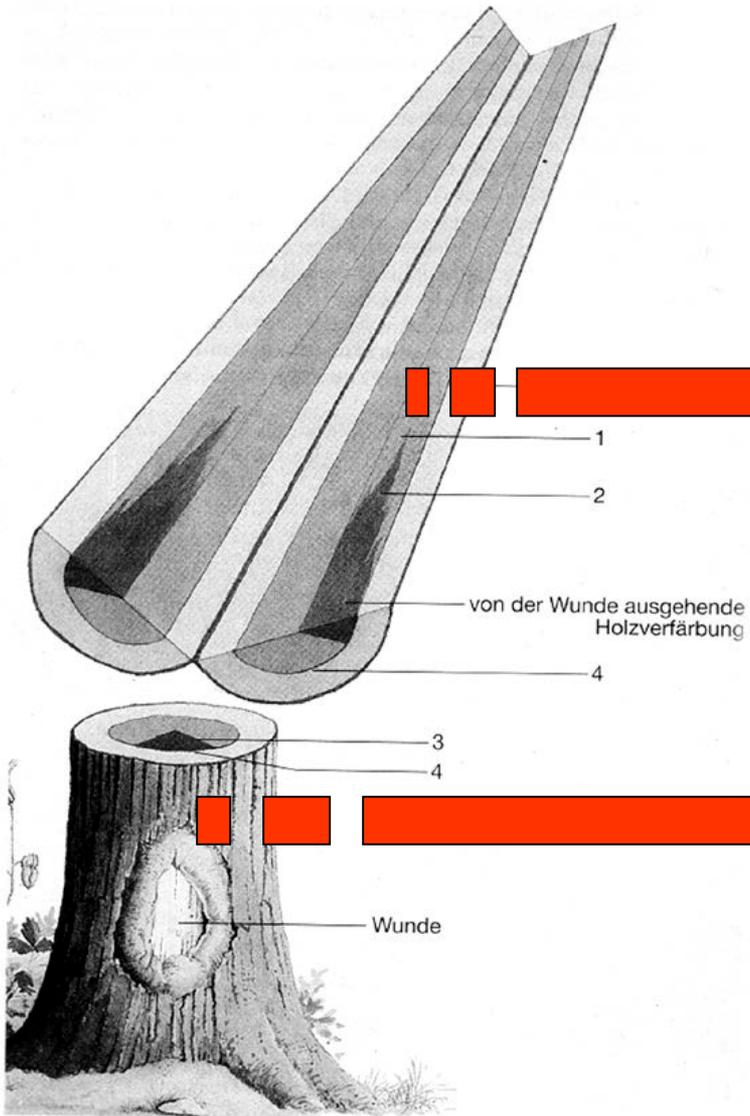
verändert nach (Liese & Dujesiefken, 1988)

Abwehrreaktionen im Baum nach Stammverletzungen

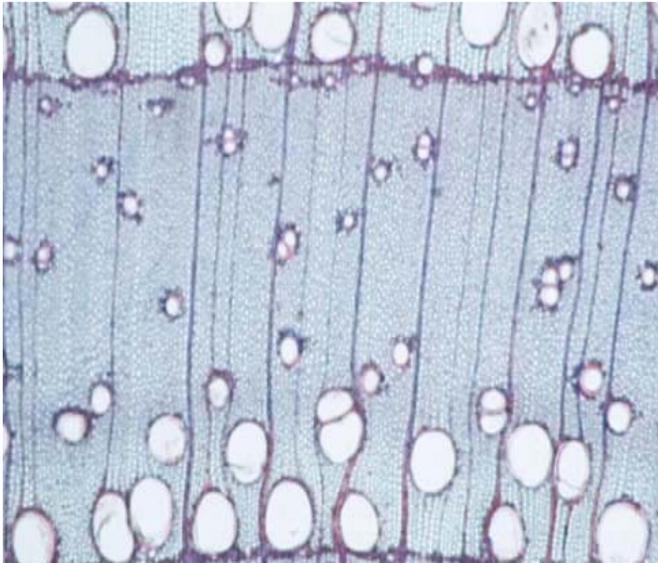


Verfärbter Splint =
Potentielles Substrat
für holzzersetzende Pilze!

Reaktionszonen und Barrierezonen

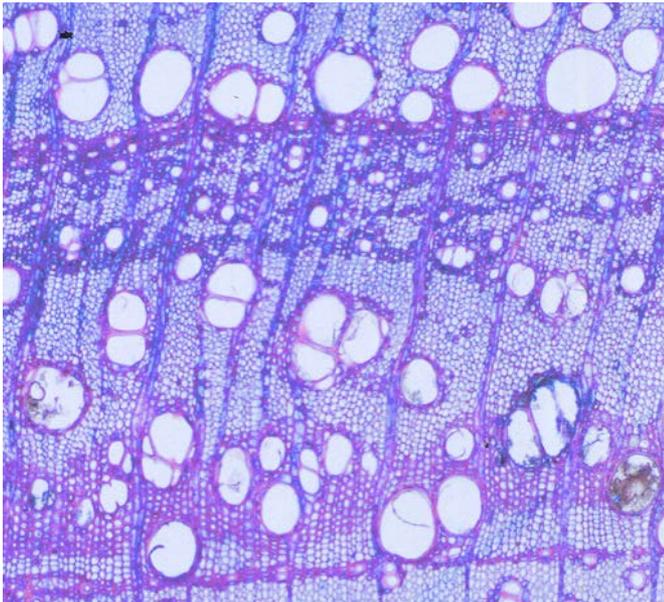


Anatomischer Aufbau der Barrierezone/Esche



Normalholz

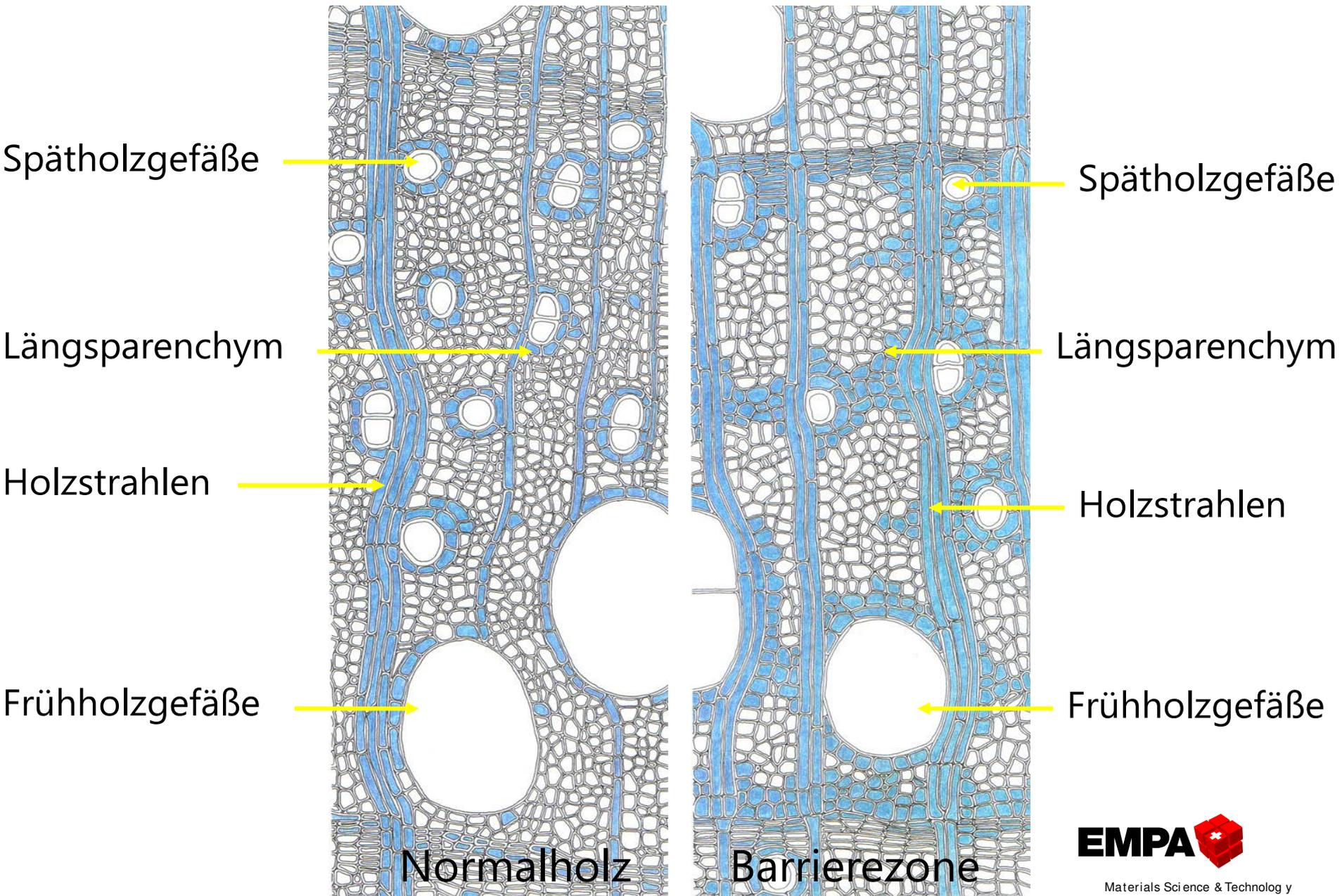
- Zykluspor
- 2-5reihige Holzstrahlen
- Längsparenchym:
Paratracheal-vasizentrisch
Apotracheal-terminal



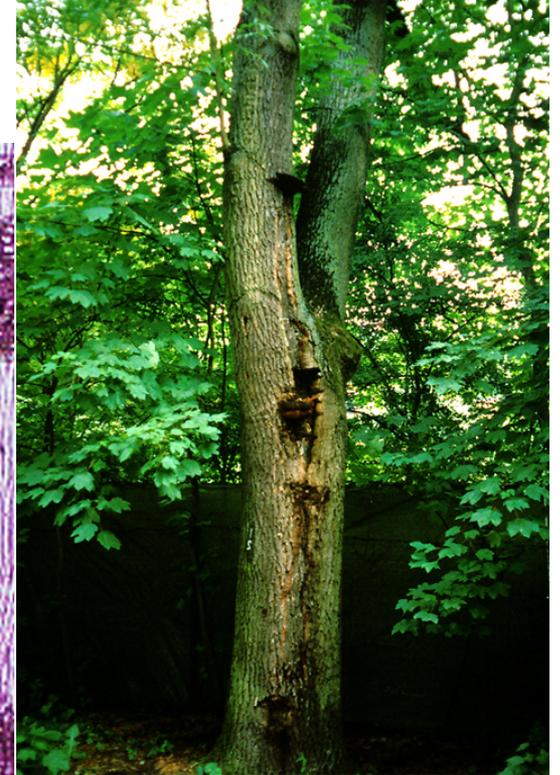
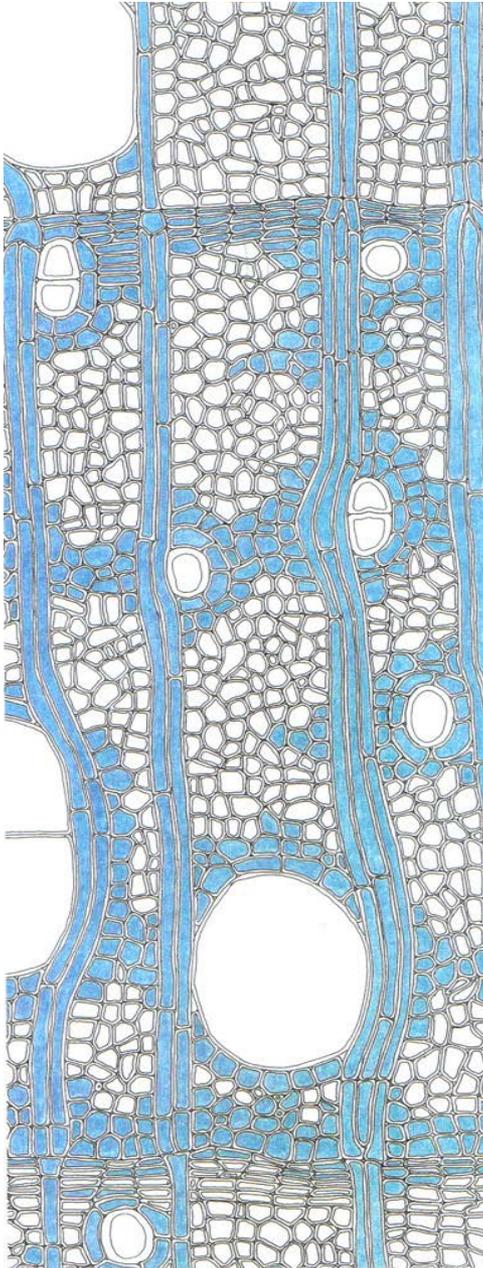
Barrierezone

- 5reihige Holzstrahlen
- Längsparenchym:
Paratracheal-vasizentrisch
Paratracheal-confluent/aliform
Apotracheal-terminal

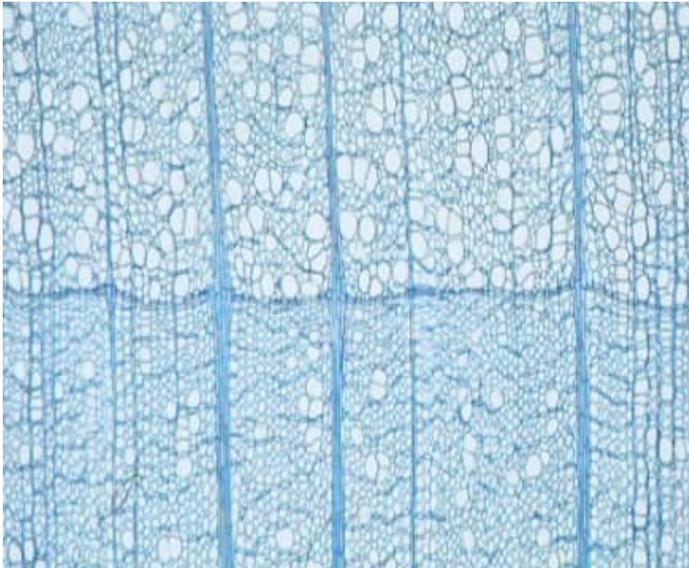
Vergleich von Normalholz mit der Barrierezone/Esche



Anatomischer Aufbau der Barrierezone/Esche

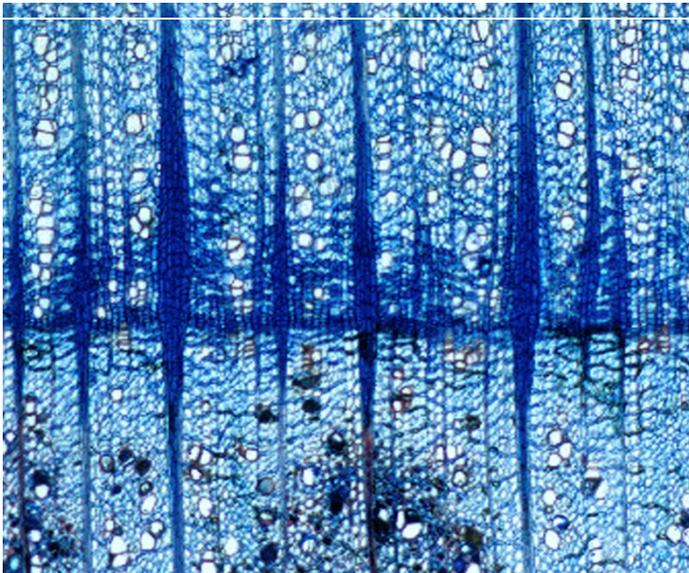


Anatomischer Aufbau der Barrierezone/Linde



Normalholz

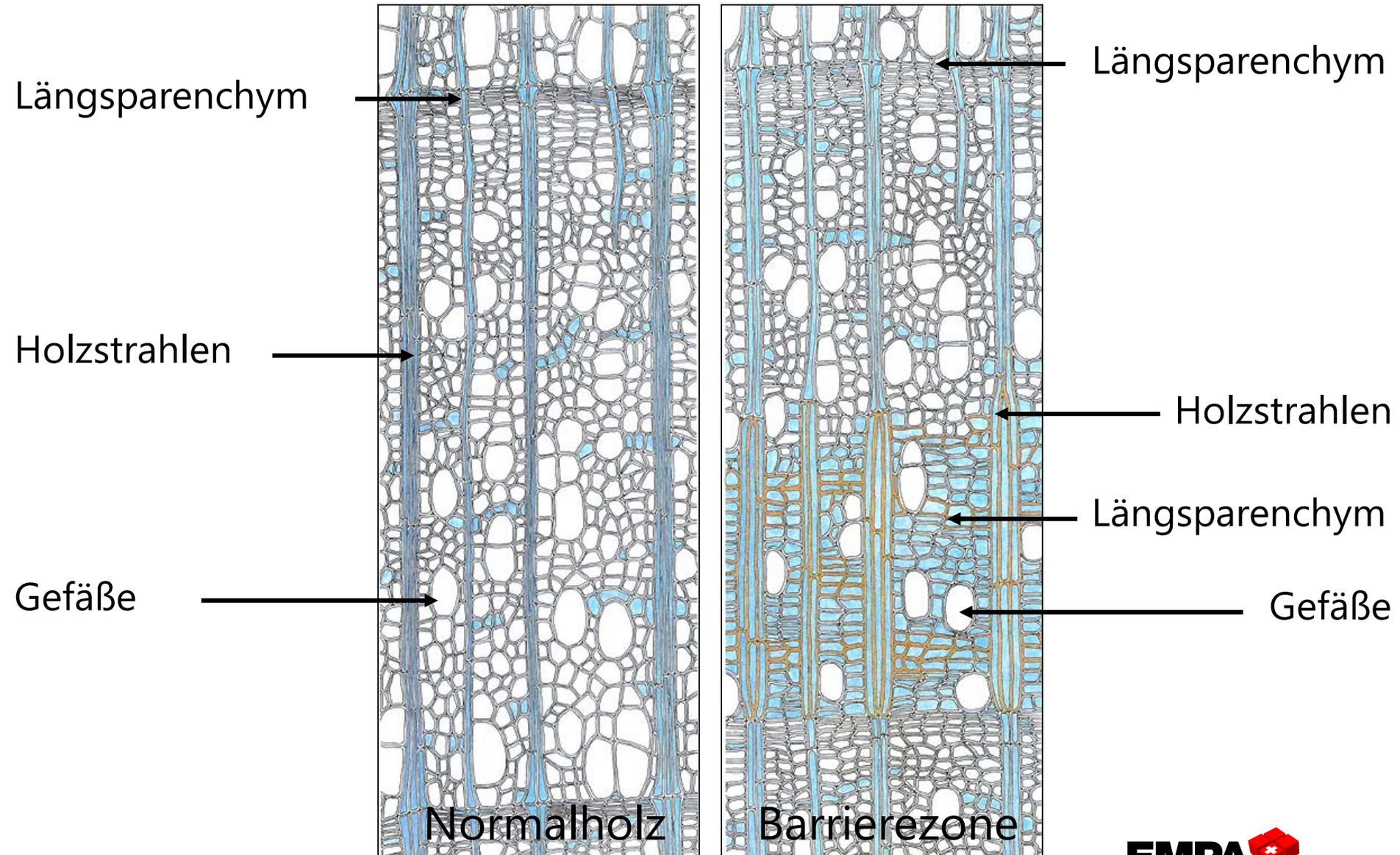
- Zerstreut mikropor
- 2-5reihige Holzstrahlen
- Apotracheal-reticulat und Apotracheal-terminal



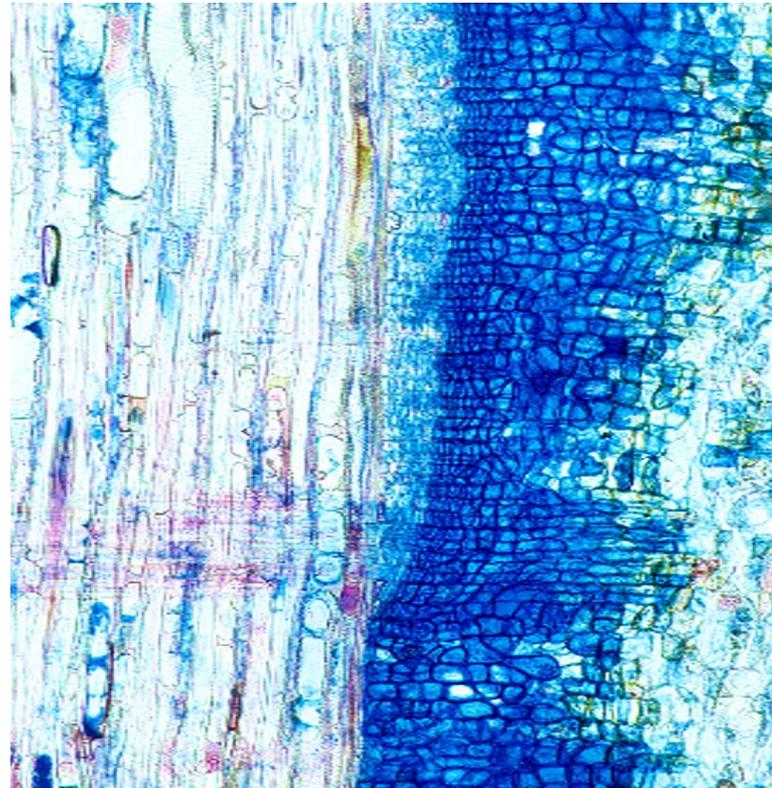
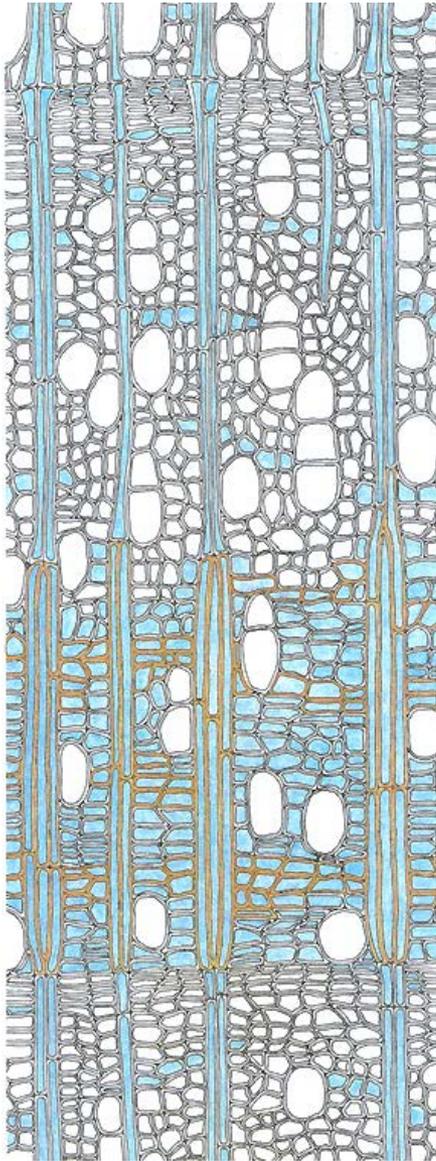
Barrierezone

- Zerstreut mikropor
- <10reihige Holzstrahlen
- Längsparenchym:
Apotracheal-reticulat und Apotracheal-terminal

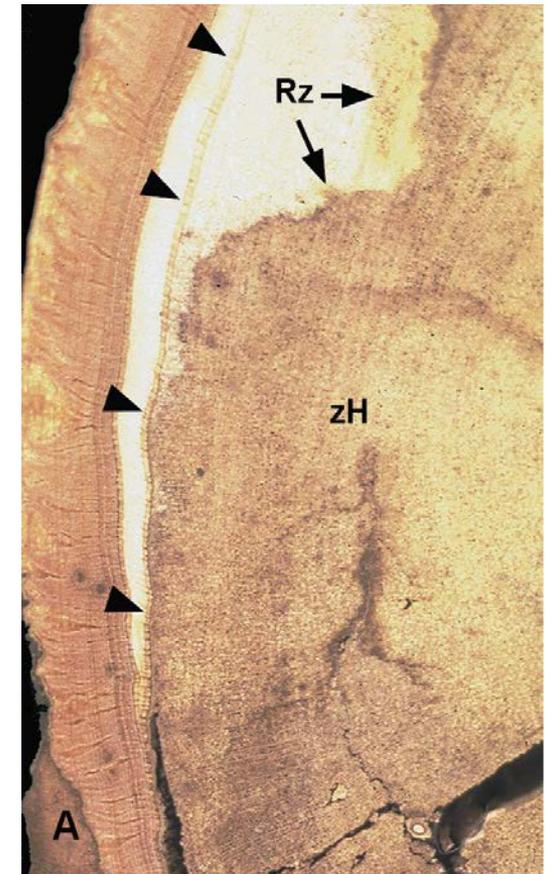
Vergleich von Normalholz mit der Barrierezone/Linde



Anatomischer Aufbau der Barrierezone/Linde



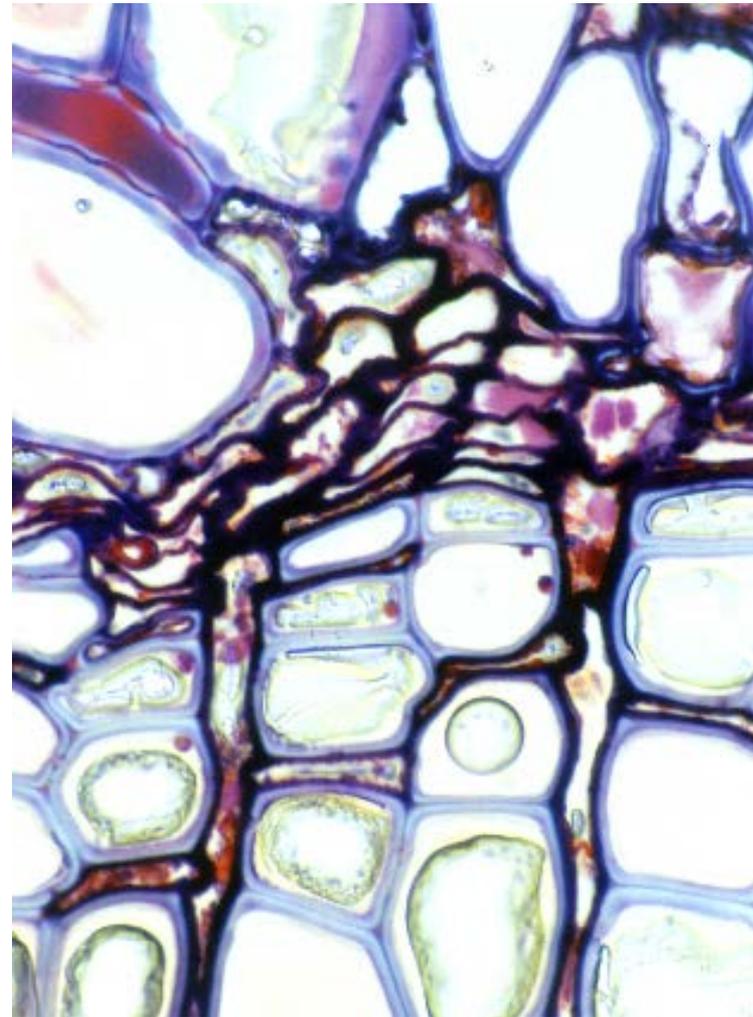
Radialschnitt



Anatomischer Aufbau der Barrierezone/Linde

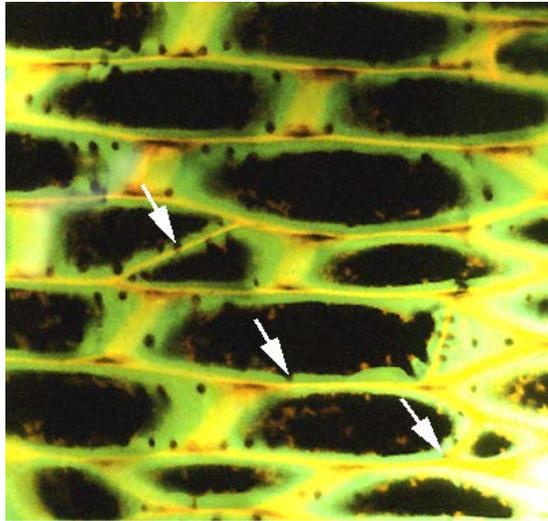


Holzstrahlparenchym

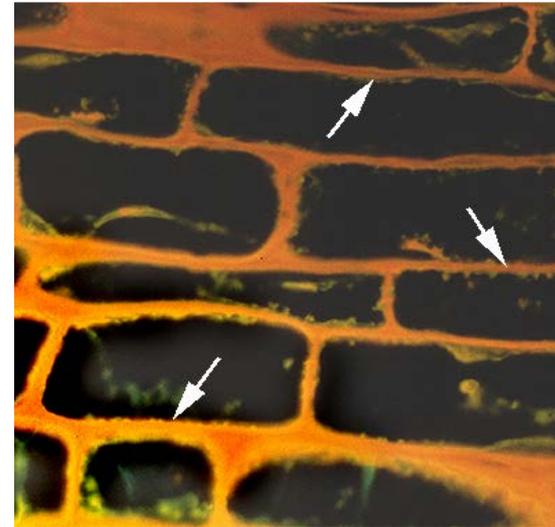


Längsparenchym **EMPA**

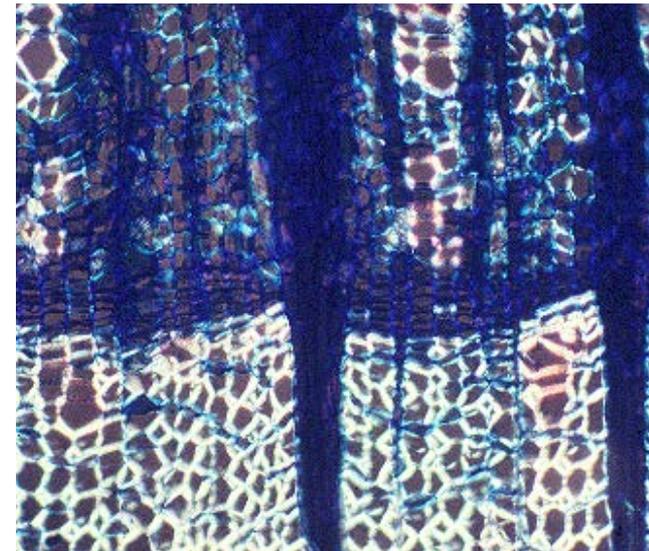
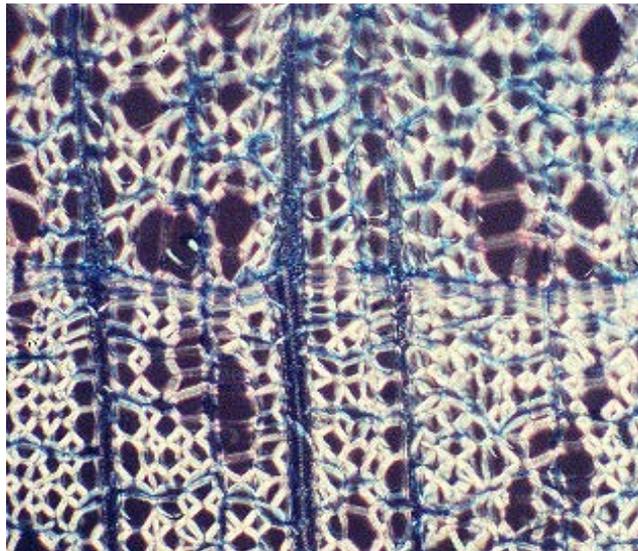
Holzstrahlparenchym im Normalholz und der Barrierezone



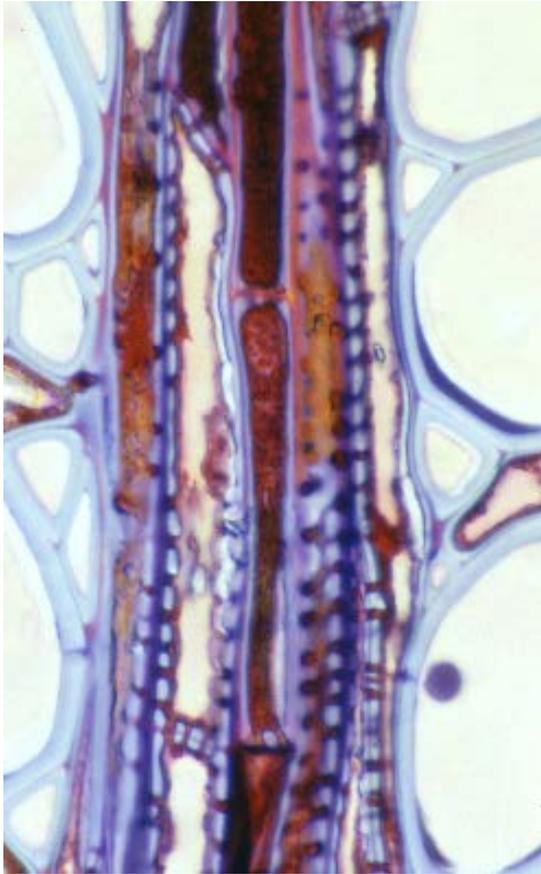
Normalholz



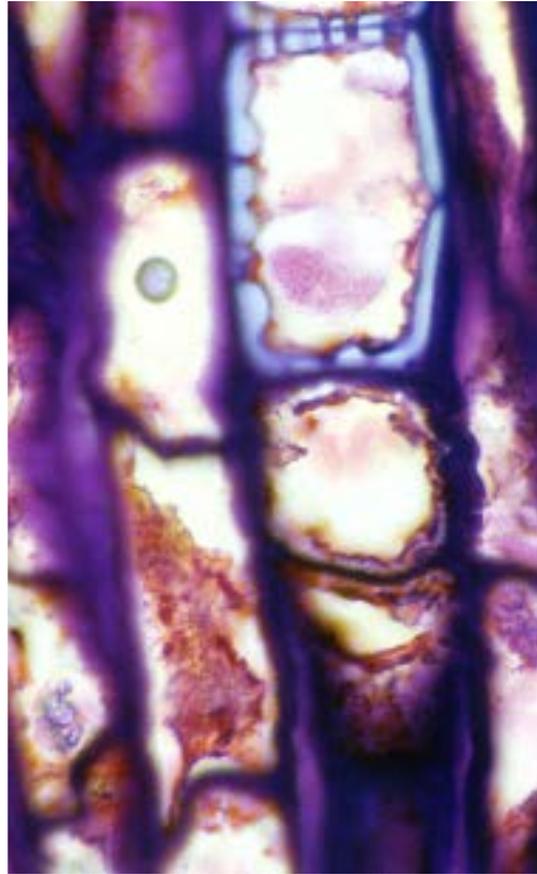
Barrierezone



Histologische Unterschiede im Zellwandaufbau des Holzstrahlparenchyms in Linde



Reaktionszone

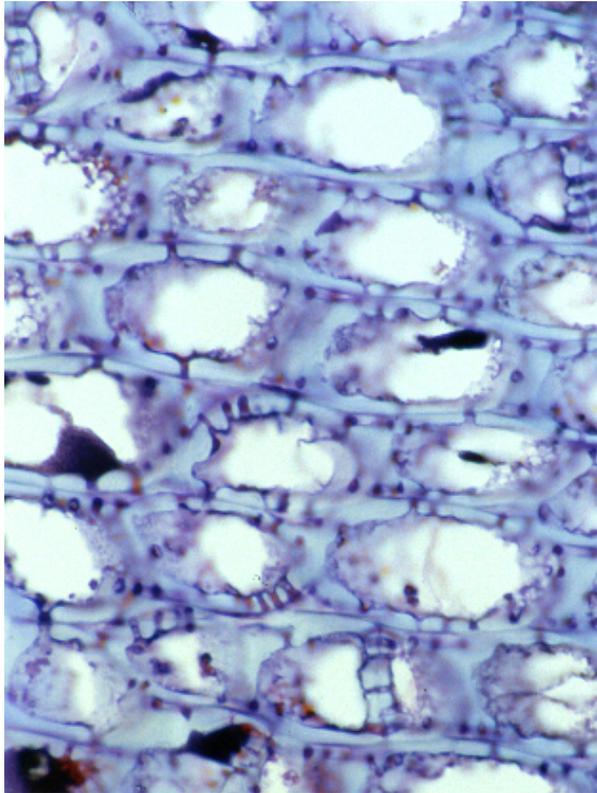


Barrierezone

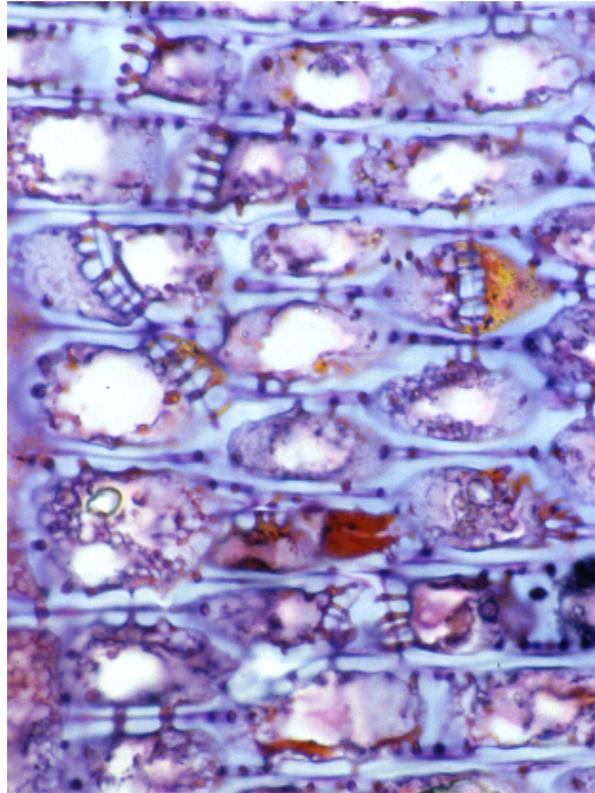


Schwarze, F.W.M.R., Grüner, J., Schubert, M., Fink, S. (2007). Defence reactions and fungal colonisation in *Fraxinus excelsior* and *Tilia platyphyllos* after stem wounding. *Arboricultural Journal* 30, 1-22.

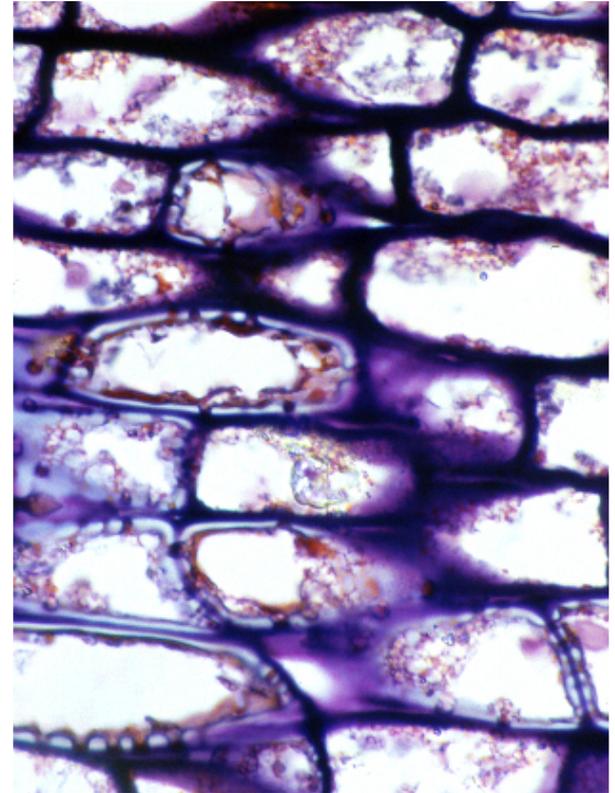
Histologische Unterschiede im Zellwandaufbau des Holzstrahlparenchyms in Linde



Normalholz

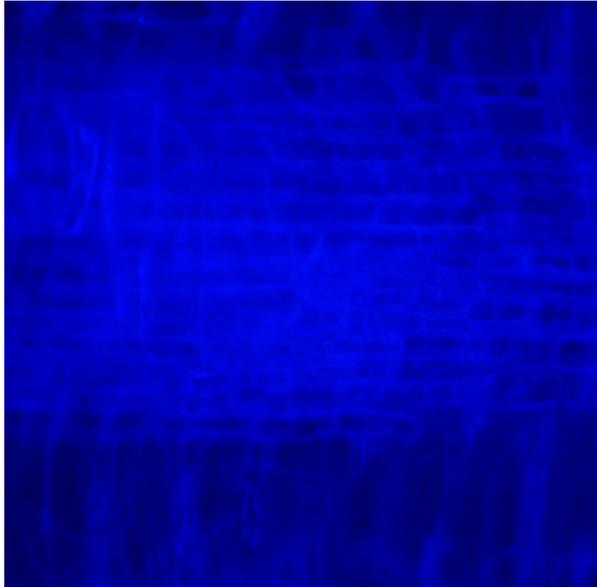


Reaktionszone

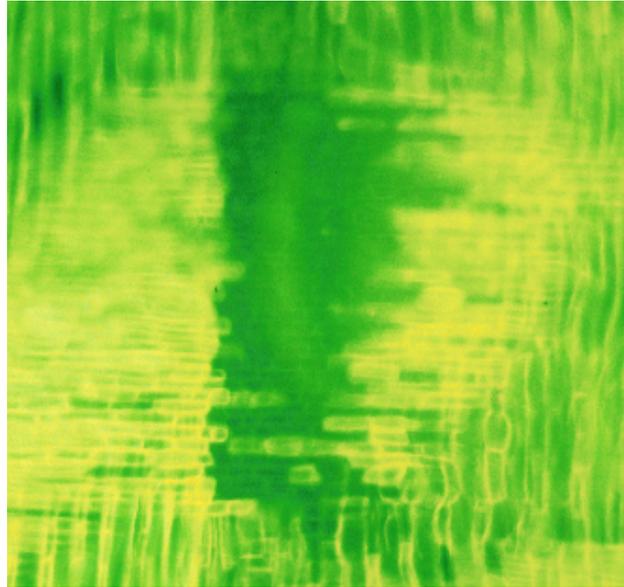


Barrierezone

Nachweis von Suberin (Korkstoff)



Autofluoreszenz



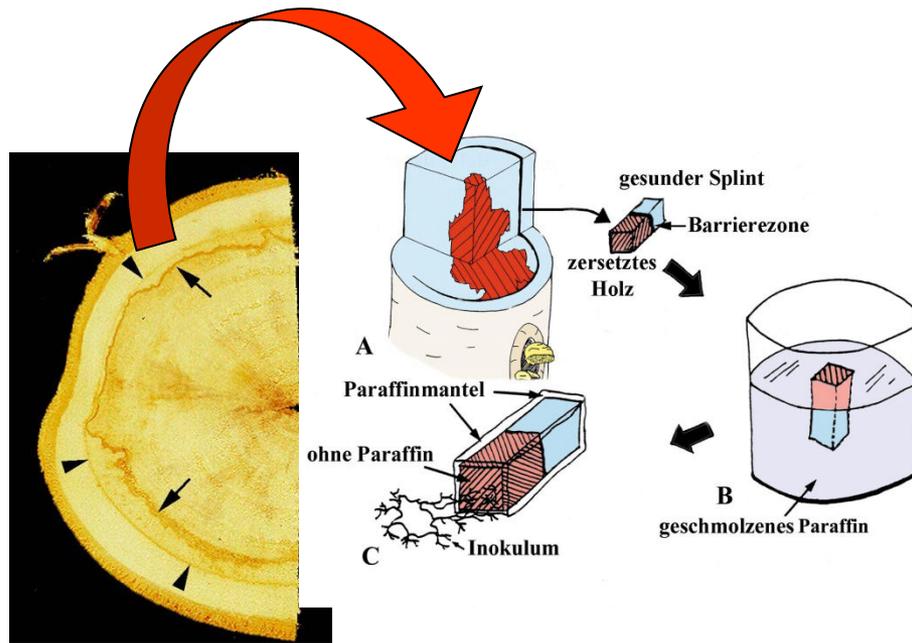
Sekundär-
Fluoreszenz



Sudan IV

Suberin besitzt wasserabweisende und pilzhemmende Eigenschaften!

Inkubation von Holzklötzchen mit Barrierezone



Polyporus squamosus
(Schuppiger Porling)

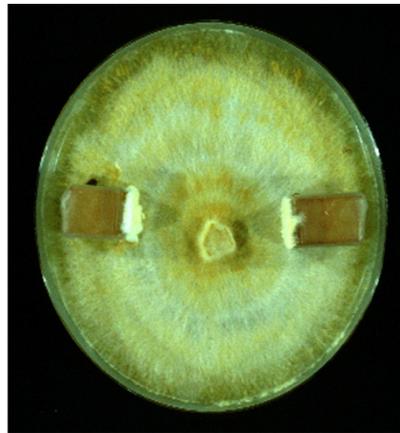
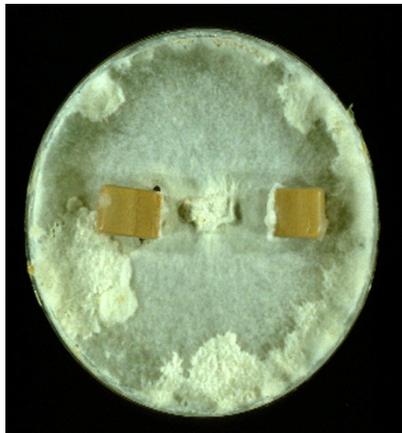
Inonotus hispidus
(Zottiger Schillerporling)

Ganoderma adpersum
(Wulstiger Lackporling)

Ganoderma lipsiense
(Flacher Lackporling)

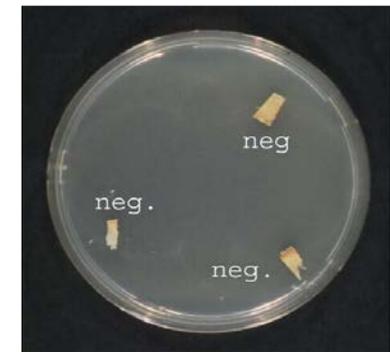
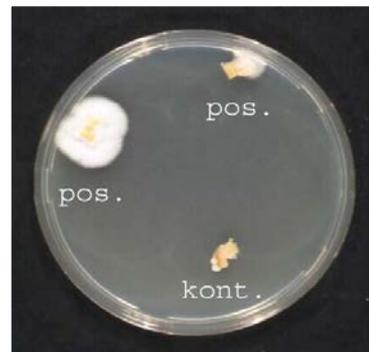
Fomitopsis pinicola
(Rotrandiger Baumschwamm)

Kretzschmaria deusta
(Brandkrustenpilz)



Reisolierungen aus Holzklötzchen mit Barrierezone von *Fraxinus excelsior* nach 8 Wochen (n=20)

Pilzart	Hyphenwachstum	
	Positiv	Negativ
<i>Ganoderma adpersum</i>	18	2
<i>Polyporus squamosus</i>	16	4
<i>Ganoderma lipsiense</i>	12	8
<i>Inonotus hispidus</i>	12	8
<i>Fomitopsis pinicola</i>	10	10
<i>Kretzschmaria deusta</i>	10	10



Reisolierungen aus Holzklötzchen mit Barrierezone von *Tilia platyphyllos* nach 8 Wochen (n=20)

Pilzart	Hyphenwachstum	
	Positiv	Negativ
<i>Ganoderma adspersum</i>	18	2
<i>Polyporus squamosus</i>	12	8
<i>Inonotus hispidus</i>	12	8
<i>Ganoderma lipsiense</i>	4	16
<i>Kretzschmaria deusta</i>	4	16
<i>Fomitopsis pinicola</i>	2	18



INTERAKTIONEN IM XYLEM LEBENDER BÄUME

COMPARTMENTALIZATION

Stammverletzungen



SPLINTHOLZ



DYSFUNCTION!

Abwehr gegen Lufteinbruch und Infektion durch Deuteromyceten und Wundparasiten

Verschluss der Zelllumina

Komposition der Einlagerungen

Anatomie

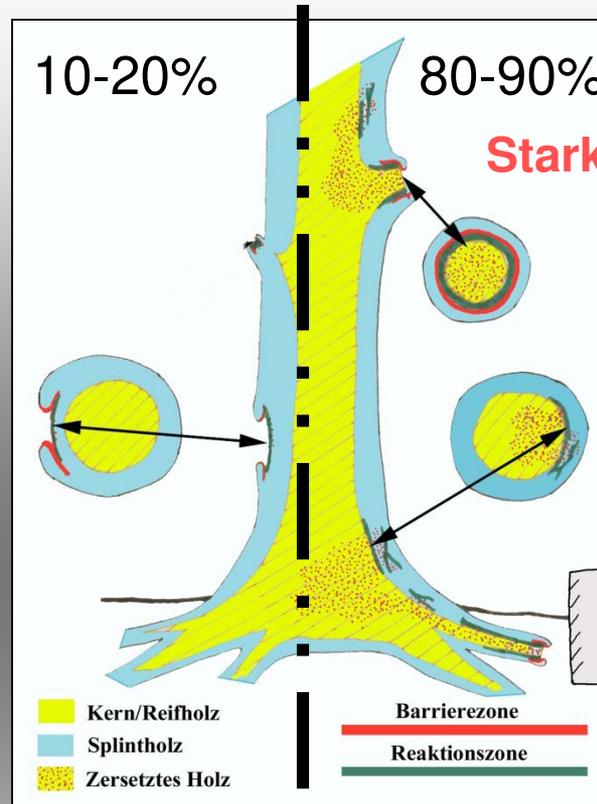
Abwehrreaktionen

Holzfeuchte

Suberinauflagerungen

Vitalität und Jahreszeit

Effektive Kompartimentierung



COMPARTMENTALIZATION

Starkast- und Wurzelverletzungen



KERN- & REIFHOLZ



DECAY!

Abwehr gegen eine Infektion durch holzersetzende Pilze

Enzymatisches Potenzial

Umschalten auf eine Moderfäule

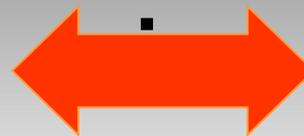
Pilzliche Aggressivität

Duale Holzzerstrategie

Inokulumpotenzial

Anpassung an das Substrat

Schwache Kompartimentierung



EFFEKTIVE KOMPARTIMENTIERUNG VON WUNDEN

COMPARTMENTALIZATION

Stammverletzungen



SPLINTHOLZ



DYSFUNCTION!

Abwehr gegen Lufteinbruch und Infektion durch Deuteromyceten und Wundparasiten

Verschluss der Zelllumina

Komposition der Einlagerungen

Anatomie

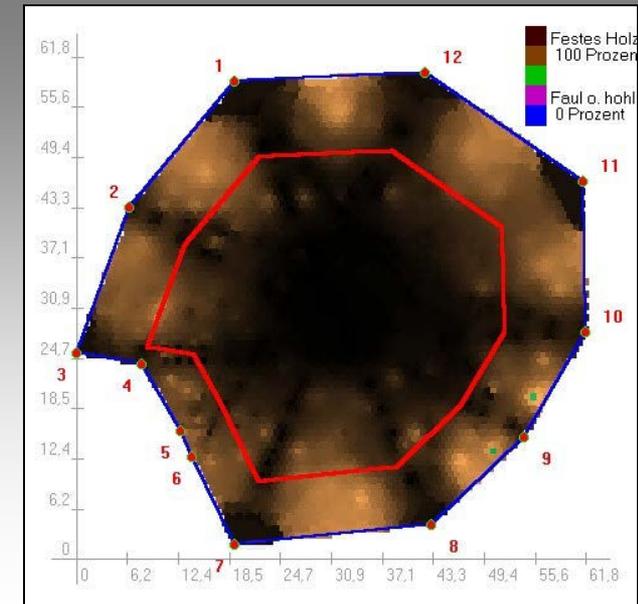
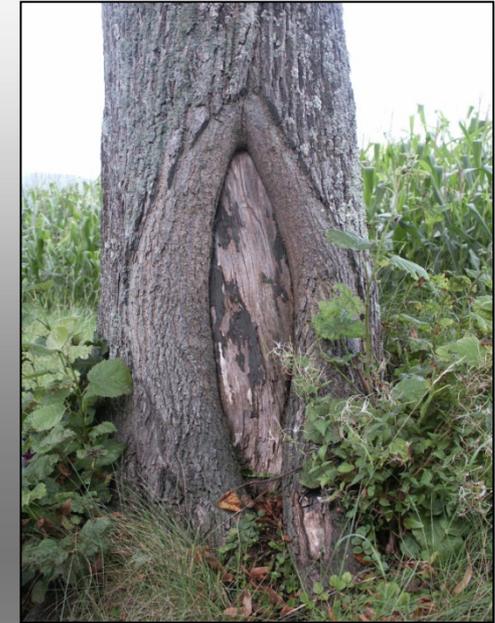
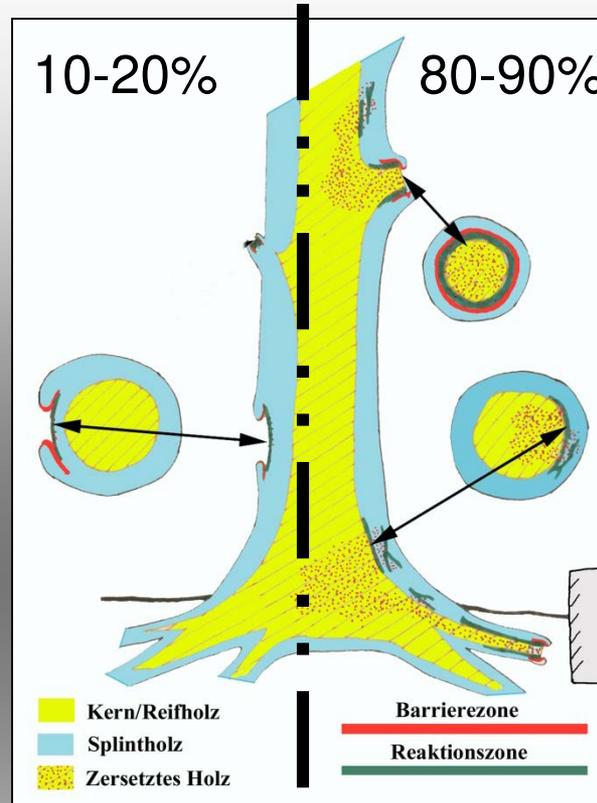
Abwehrreaktionen

Suberinauflagerungen

Holzfeuchte

Vitalität und Jahreszeit

Effektive Kompartimentierung



EFFEKTIVE KOMPARTIMENTIERUNG VON WUNDEN

COMPARTMENTALIZATION

Stammverletzungen



SPLINTHOLZ



DYSFUNCTION!

Abwehr gegen Lufteinbruch und Infektion durch Deuteromyceten und Wundparasiten

Verschluss der Zelllumina

Komposition der Einlagerungen

Anatomie

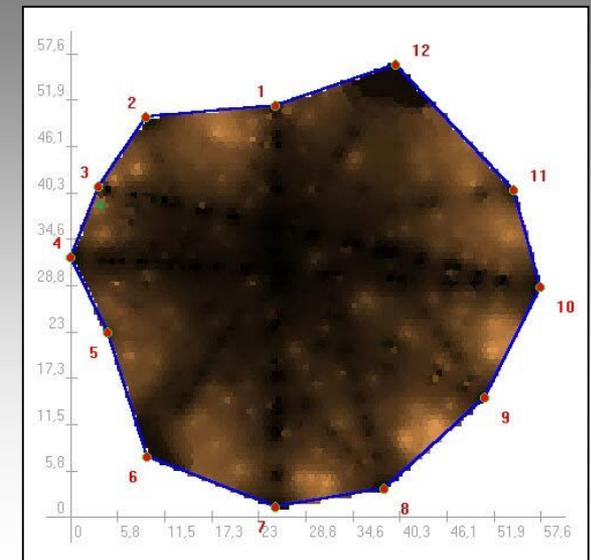
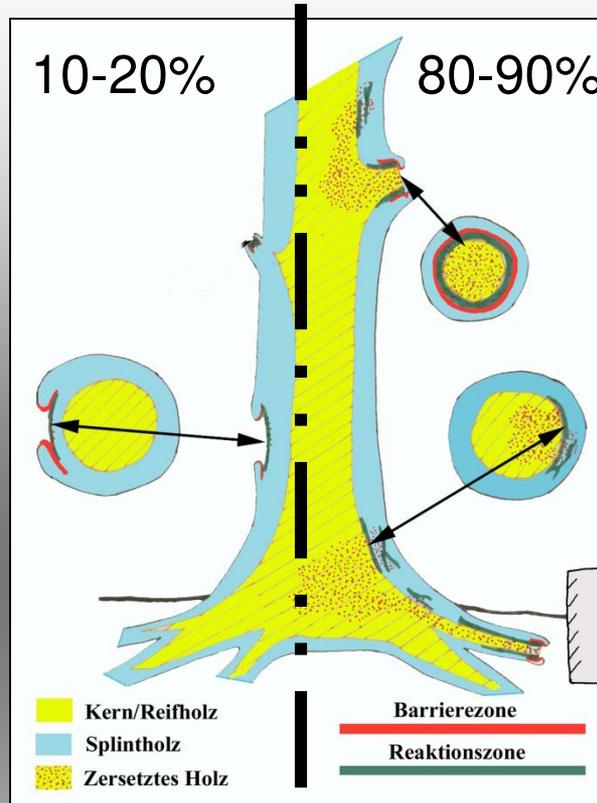
Abwehrreaktionen

Suberinauflagerungen

Holzfeuchte

Vitalität und Jahreszeit

Effektive Kompartimentierung



Holzzersetzungs-Dreieck



Die Länge der drei Seiten symbolisiert die Qualität der am Entstehen einer Holzzersetzung beteiligten Faktoren. Die Fläche des Dreiecks symbolisiert das Ausmaß der Holzzersetzung.

Wenn sich einer oder mehrere Faktoren ändern, dann verändert sich im Modell die Länge der betreffenden Seite und damit das Ausmaß der Dreiecksfläche.

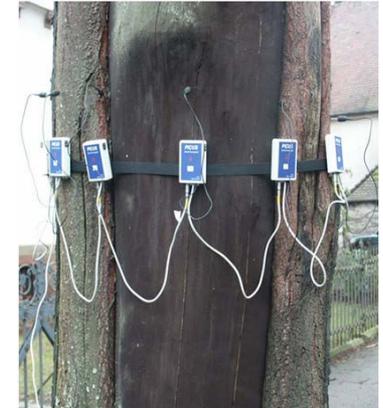
Voraussetzungen für das Entstehen von Krankheiten



Pflanzen sind sowohl unter- als auch oberirdisch kontinuierlich infektiösen Stadien von Schaderregern ausgesetzt. Trotzdem kommt es in den meisten Fällen nicht zum Krankheitsausbruch, denn bevor ein Krankheitserreger eine Wirtspflanze befallen und sich an ihr entwickeln kann, müssen mehrere Voraussetzungen unbedingt erfüllt sein.

Voraussetzungen für das Entstehen von Krankheiten

- Prädisposition der Wirtspflanze
- Pathogenität des Erregers
- Ausreichende Menge an Inokulum
- Räumliche und zeitliche Koinzidenz von Wirt und Parasit
- Ausreichende Angriffsfähigkeit des Erregers, um die Widerstandskraft der Wirtspflanze überwinden zu können
- Spezielle Ansprüche des Erregers (Vektoren, Wunden, Witterung)



Eine Infektionskrankheit kann nur dann zustande kommen, wenn alle determinierenden Faktoren erfüllt sind!

Krankheitsbereitschaft (Prädisposition)



Eine der Voraussetzungen ist die grundsätzliche Krankheitsbereitschaft (Prädisposition). Eine Pflanze gilt als prädisponiert, wenn ein Erreger in pflanzliche Gewebe eindringen, dort wachsen und sich fortpflanzen kann, was fast immer die Entwicklung mehr oder weniger deutlich ausgeprägter Krankheitssymptome zur Folge hat.

Wundparasiten

Schaderreger	Symptome	Wirt
<i>Chondrostereum pupureum</i>	Bleiglanz, Rindennekrosen, Weissfäule	<i>Prunus spp.</i>
<i>Nectria galligena</i>	Rindennekrosen	<i>Rosaceen</i>
<i>Stereum rugosum</i>	Rindennekrosen, Weissfäule	<i>Quercus rubra</i>
<i>Stereum sanguinolentum</i>	Rindennekrosen, Weissfäule	<i>Picea spp.</i> <i>Larix spp.</i>



Koch'sche Postulate

- Der Erreger ist aus dem erkrankten Pflanzenteil zu isolieren und auf seine Reinheit zu prüfen.
- Nach künstlicher Inokulation mit dem Erreger müssen an zuvor gesunden Pflanzen die gleichen Symptome auftreten, wie sie die ursprüngliche, erkrankte Pflanze gezeigt hat.
- Aus den nach künstlicher Inokulation erkrankten Pflanzen muss der Erreger re-isoliert werden.
- Der re-isolierte Erreger muss mit dem inokulierten Erreger identisch sein.

Infektionsversuche an Bäumen mit holzzersetzenden Pilzen



Fomitopsis pinicola



Ganoderma lipsiense



Ganoderma adspersum



Ganoderma resinaceum



Trametes versicolor



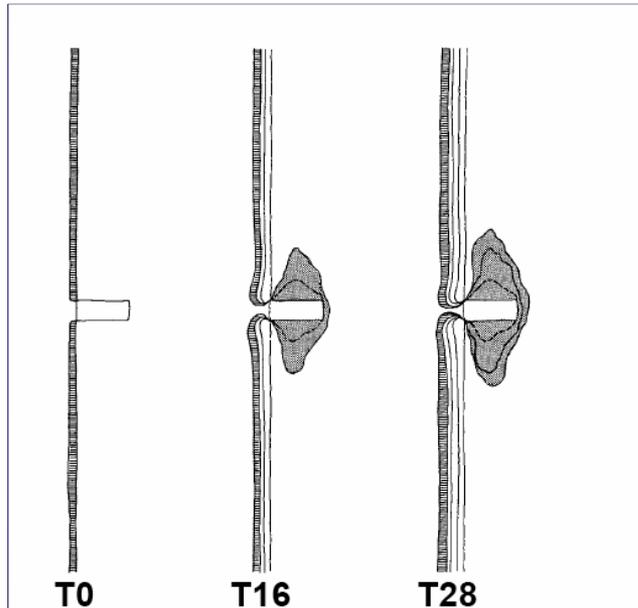
Kretzschmaria deusta



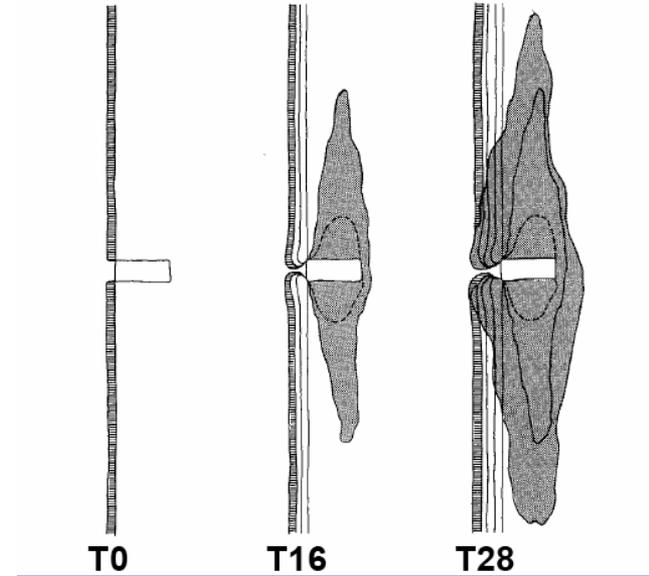
Quelle: Deflorio (2005)

Infektionsversuche an Bäumen mit holzzeretzenden Pilzen

Saprophyten

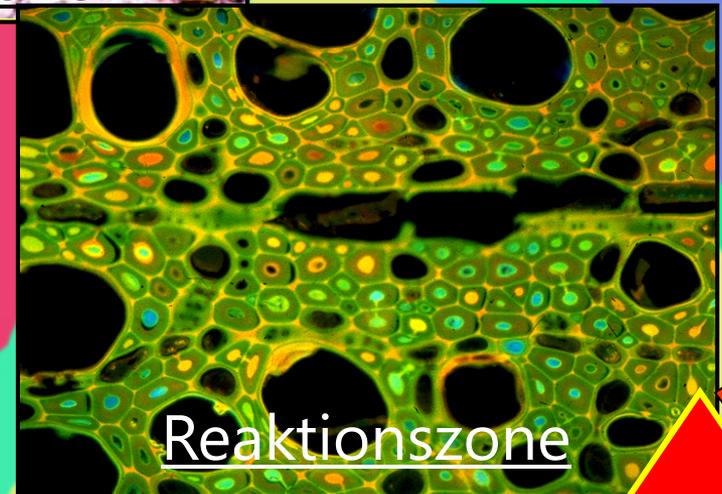


Fakultative Parasiten



Quelle: Deflorio (2005)

Abwehrreaktionen im Baum



Dysfunktionales Holz =
Potentielles Substrat für
holzzersetzende Pilze



Feuerschaden



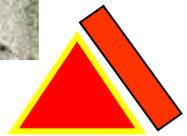
Wildverbiss



Blitzeinschlag



Sonnenbrand



Effektive Kompartimentierung nach Stammverletzungen

COMPARTMENTALIZATION

Stammverletzungen



SPLINTHOLZ

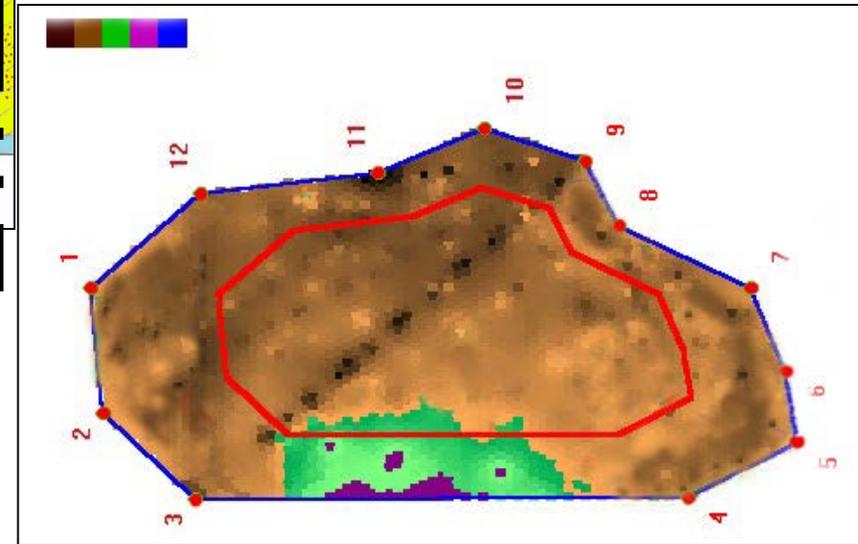
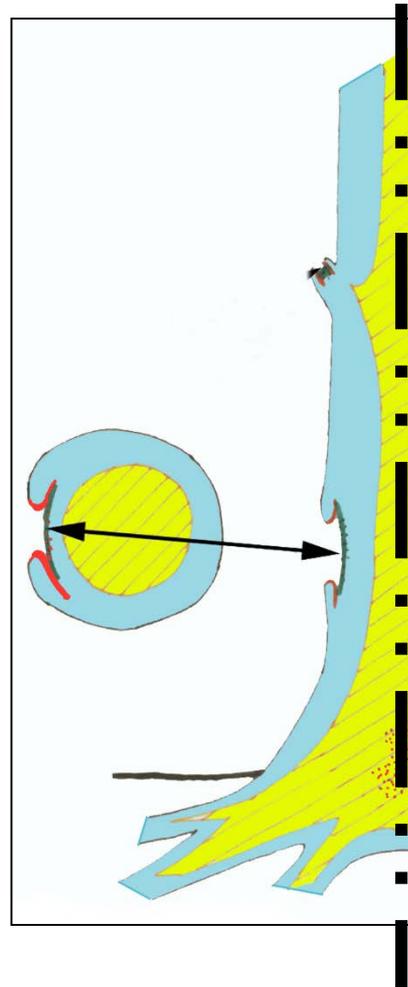


DYSFUNCTION!

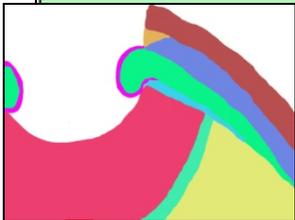
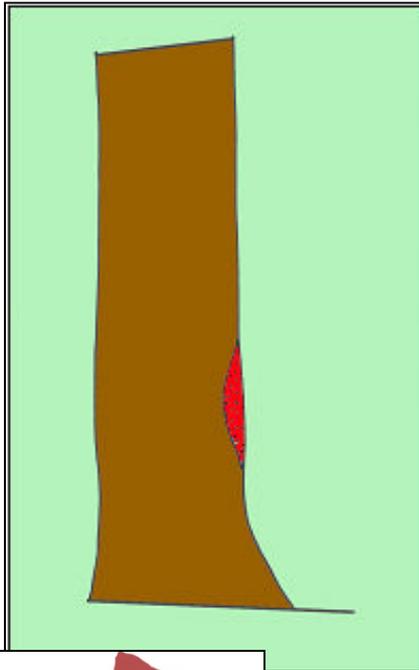
Abwehr gegen Lufteinbruch und Infektion durch Deuteromyceten und Wundparasiten



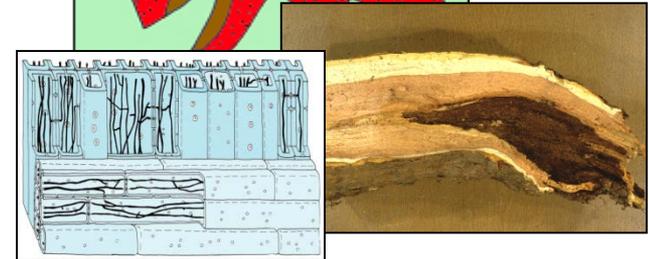
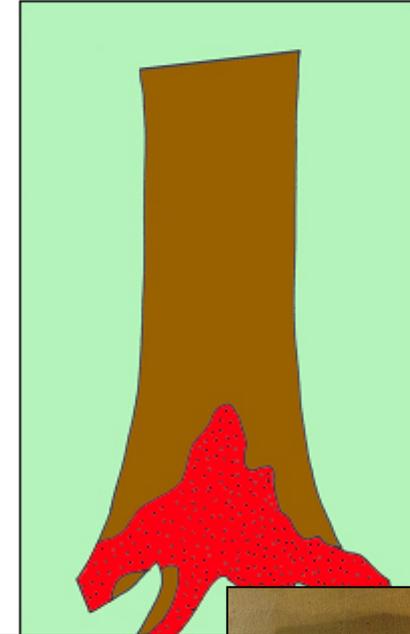
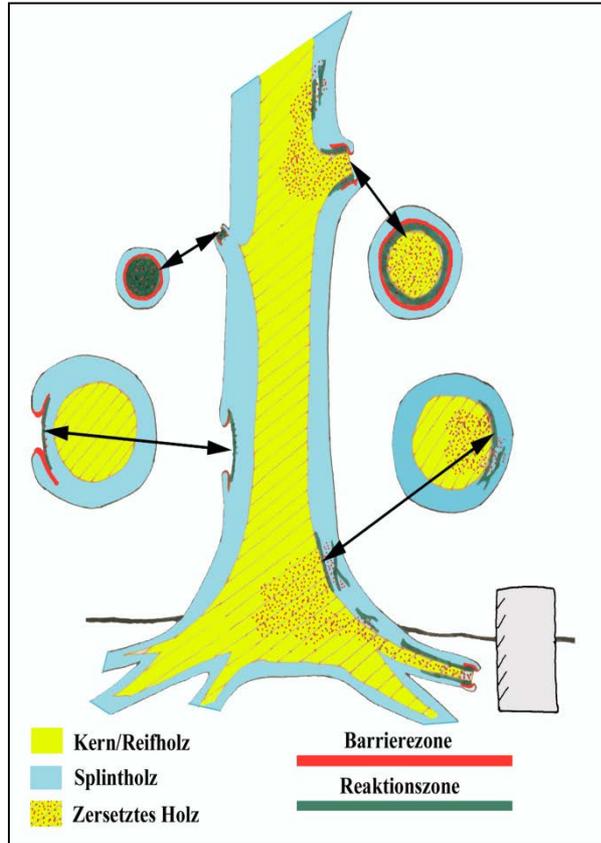
Effektive Kompartimentierung



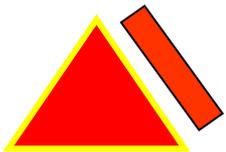
Eintrittspforten



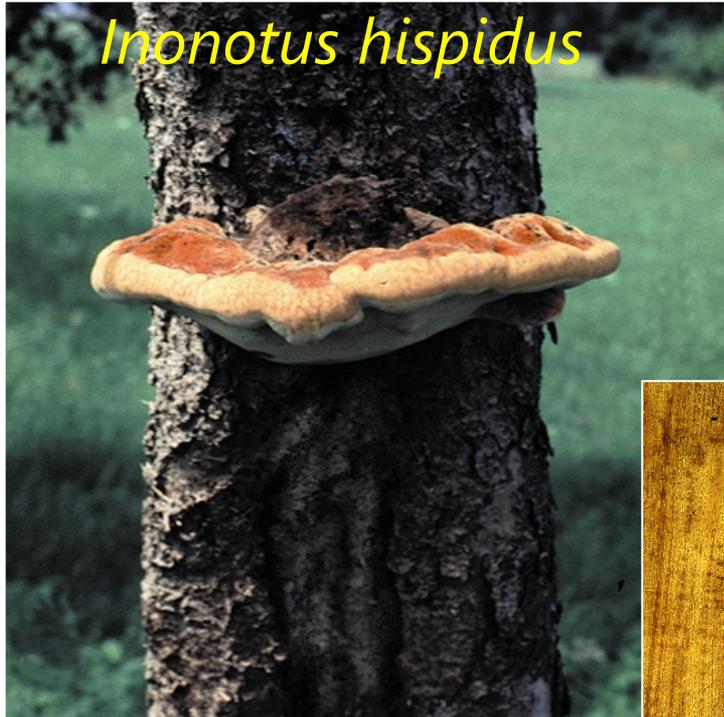
Geringe Menge von
dysfunktionales Holz



Hohe Menge von
dysfunktionales Holz

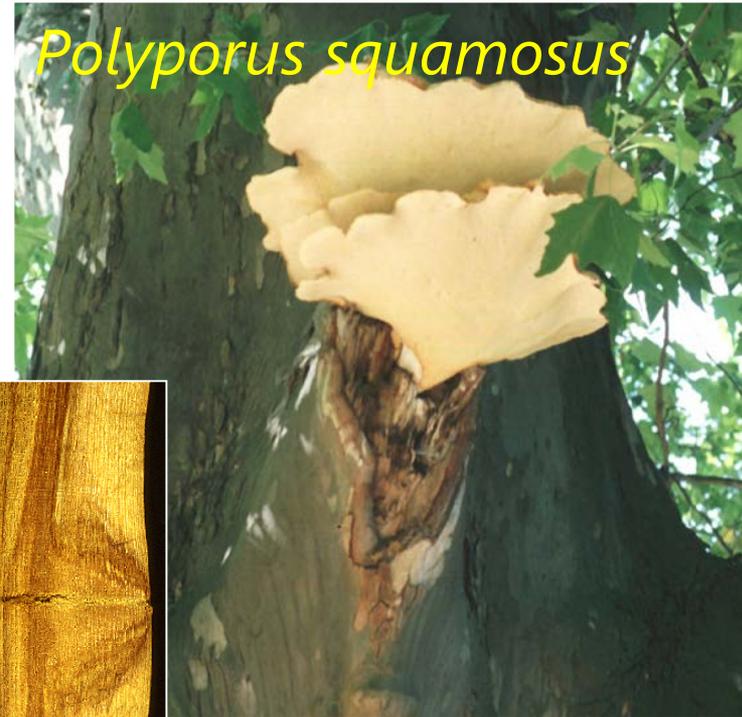


Wundparasiten



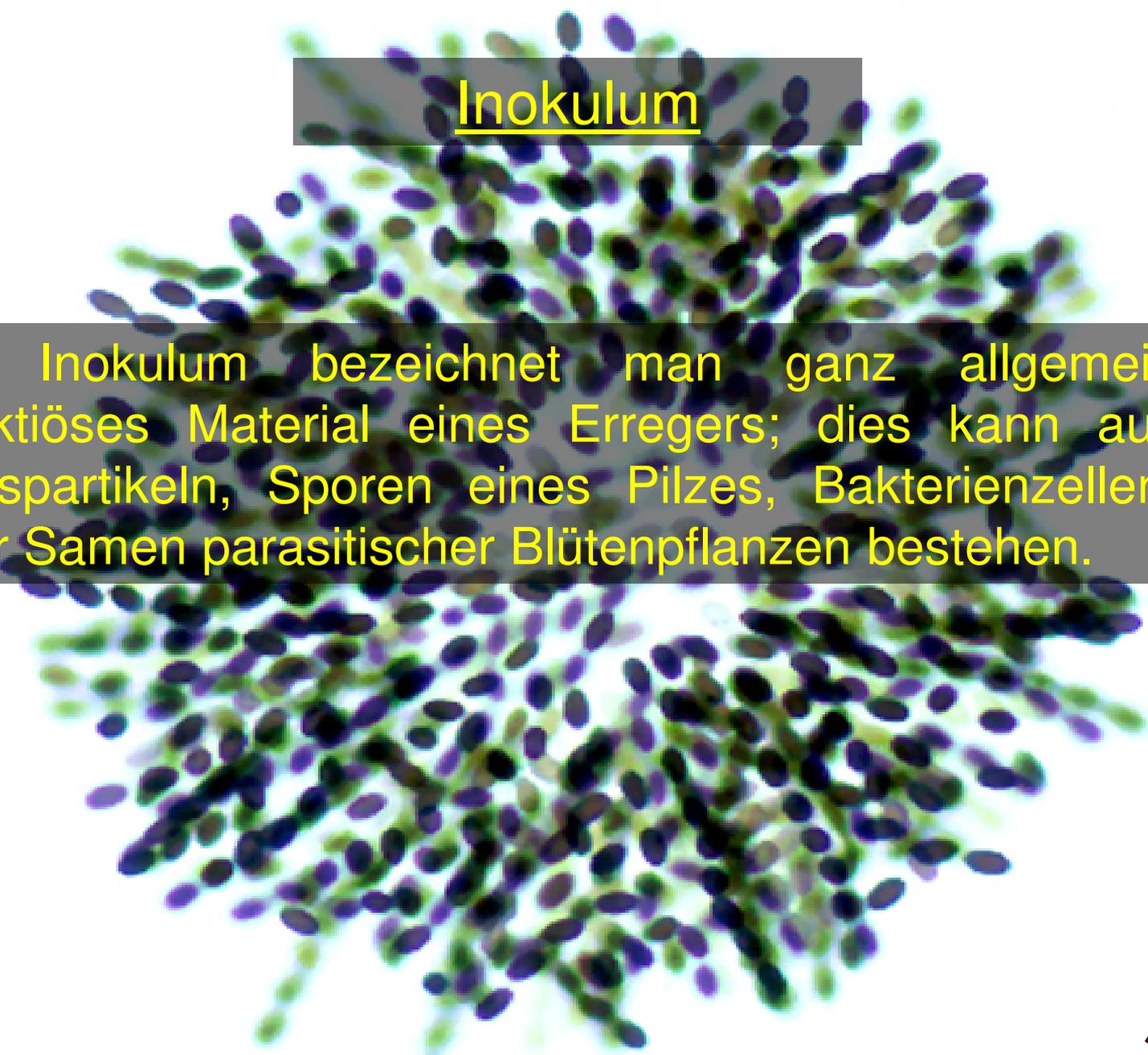
McCracken & Toole (1969)

McCracken & Toole (1974)



Kersten & Schwarze (2005)

- Für eine Infektion müssen im Holz bestimmte Umweltbedingungen vorliegen

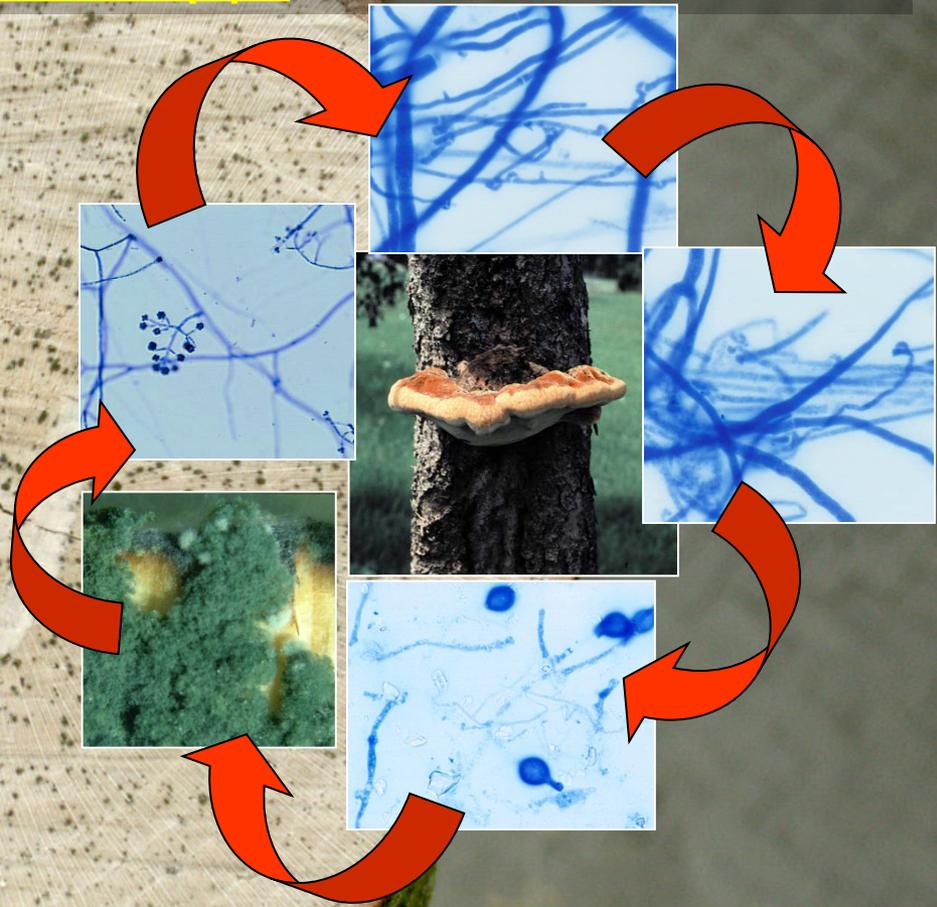
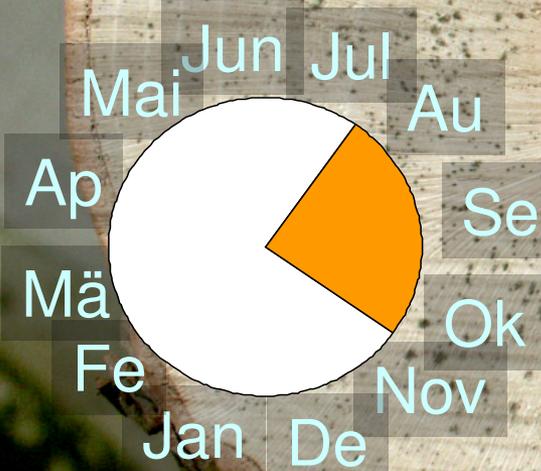


Inokulum

Als Inokulum bezeichnet man ganz allgemein infektiöses Material eines Erregers; dies kann aus Viruspartikeln, Sporen eines Pilzes, Bakterienzellen, oder Samen parasitischer Blütenpflanzen bestehen.



Biologische Kontrolle von Wundparasiten mit *Trichoderma* spp.

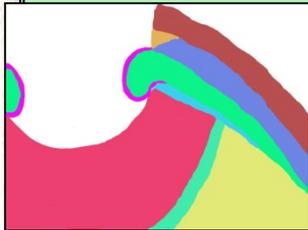
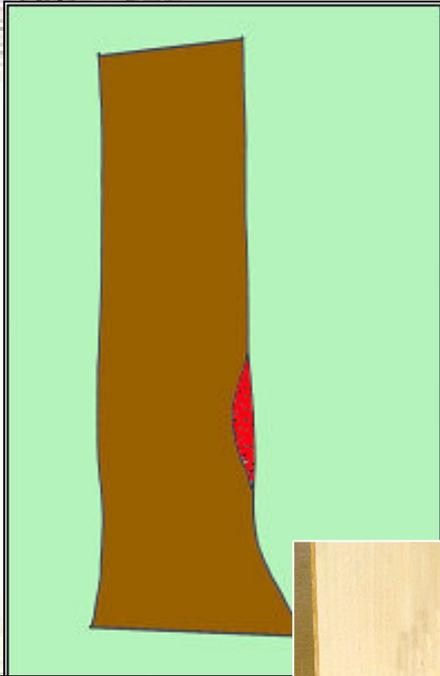


 **Sporulationszeit**

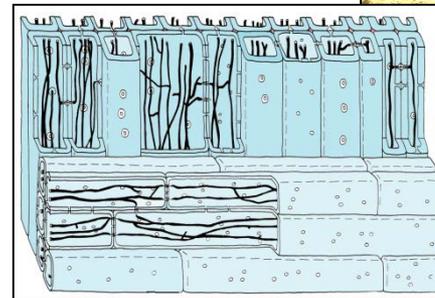
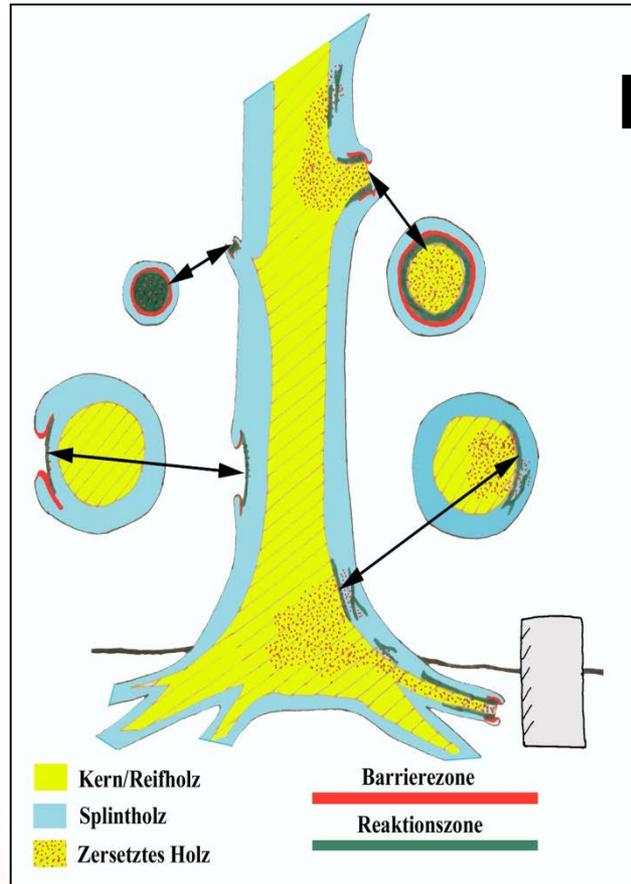
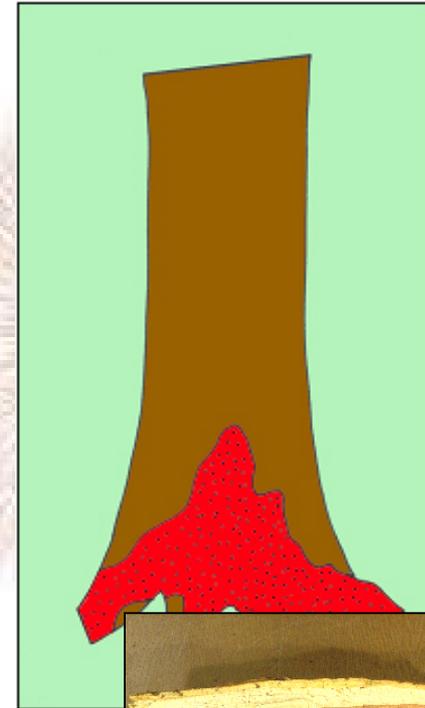
Quelle: Schwarze & Schubert (2003)



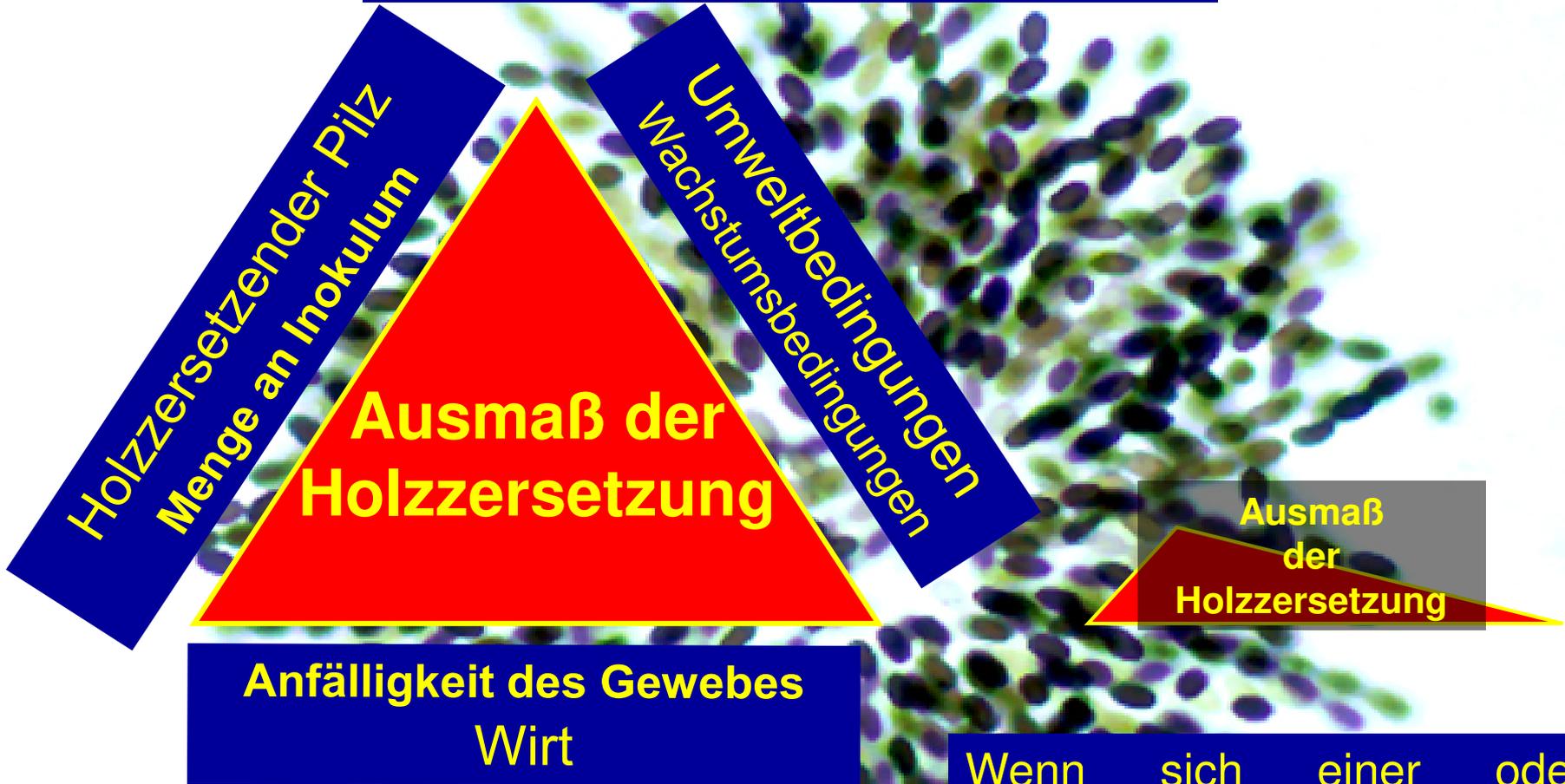
Geringe Holzverfärbung



Starke Holzverfärbung



Holzzersetzungs-Dreieck



Die Länge der drei Seiten symbolisiert die Qualität der am Entstehen einer Holzzersetzung beteiligten Faktoren. Die Fläche des Dreiecks symbolisiert das Ausmaß der Holzzersetzung.

Wenn sich einer oder mehrere Faktoren ändern, dann verändert sich im Modell die Länge der betreffenden Seite und damit das Ausmaß der Dreiecksfläche.

Stamminjektionen zur Bekämpfung der Kastanienminiermotte (*Cameraria ohridella*)



Pleurotus osteratus



Siewniak & Siewniak (2005)



Anfälligkeit des Gewebes
Wirt

Sind alle Faktoren „positiv“, dann ist das Ausmaß der Holzersetzung stark.



Schlussfolgerungen

- An den meisten Bäumen konnte zwischen der Stammverletzung und einer Holzzersetzung kein Zusammenhang aufgezeigt werden.
- Es konnten keine Unterschiede zwischen der gut (*Tilia* spp) und schlecht kompartmentierenden Baumart (*Aesculus* spp.) aufgezeigt werden.
- Die Größe der Stammwunde korrelierte nicht mit dem Ausmaß der Holzzersetzung im Stamm.
- Aus Holzproben entnommen von der Wundoberfläche oder aus Bohrkernen und Stammscheiben wurden überwiegend Deuteromyceten (Imperfekte Pilze) nachgewiesen.

Weiterführende Literatur zum Thema



DIAGNOSE UND PROGNOSE DER FÄULEDYNAMIK IN STADTBÄUMEN

FRANCIS W.M.R. SCHWARZE

F.W.M.R. SCHWARZE DIAGNOSE UND PROGNOSE DER FÄULEDYNAMIK IN STADTBÄUMEN

Francis W.M.R. Schwarze, geb. 1962 in UK, Ausbildung zum Baumpfleger am Merrist Wood College (England), 1992 MSc in "Pure and Applied Plant and Fungal Taxonomy" Reading University, UK. 1995 Promotion an der Universität Freiburg. Professur für Forstbotanik, mit dem Forschungsschwerpunkt Holzersetzung durch Pilze und Pilz-Wirt-Interaktionen. 2001 Habilitation. Seit 2003 Leiter der Fachgruppe Bioengineered Wood, Abteilung Angewandte Holzforschung, Empa. 2006 Vom Senat der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau zum ausserplanmässigen Professor ernannt.

Francis Schwarze hat bedeutende Beiträge zum grundlegenden Verständnis der Holzersetzung durch Pilze geleistet und das Wissen für die Entwicklung biotechnologischer Prozesse wie etwa der Erhöhung der Tränkbarkeit von Nadelholz, Jahrringanalysen, Verbesserung der akustischen Eigenschaften von Klangholz für Geigen oder der biologischen Kontrolle von pilzlichen Schaderregern an städtischen Bäumen genutzt. Viele Bereiche seiner Arbeit sind als wegweisende Forschung anerkannt und wurden in hochstehenden, internationalen Zeitschriften wie etwa Nature Biotechnology und New Phytologist veröffentlicht, und von hochkarätigen Zeitschriften wie Nature kommentiert.

