

Die Fruchtbildung höherer Pilze IV. Auslösung der Fruchtbildung durch mechanische Mycelverletzungen

G. GRAMSS

DDR 6908 Jena-Winzerla, Grenzstraße 28

Eingegangen am 8.10.1980

Gramss, G. (1981) – Fruiting in Higher Fungi IV. Initiation of Fruiting by Mechanical Injury of the Mycelium. Z. Mykol. 47 (2): 285–290.

Key Words: *Xylaria polymorpha* – fruiting initiation – mycelial injury-wound closure – mobilization of storage substances.

Abstract: In *Xylaria polymorpha*, mechanical injury of the surface mycelium on sterile substrates results in the formation of primordia 2 to 5 mm in size on wounded sites within 2 to 3 weeks. In 2-l glass chambers and 10-l basins containing sterily overgrown straw-sawdust substrate, fruiting initiation by means of mechanical injury succeeds for the first time 24 to 30 weeks after substrate inoculation. The primordia, 4 to 10 mm in length, appear then within 2 to 3 weeks but till 9 weeks after mycelial wounding, too. They reach their full size of 40 to 80 mm within 4 to 5 subsequent weeks. Density of ascocarps on wounded mycelial parts is 40 to 90 times that of non-injured areas. In a technical vitality assay for sterile spawn of wood-rotting mushrooms, regeneration of mycelial fluff on sites of injury is valuated. A comparison with this technique supports the hypothesis that, for the purpose of wound closure, metabolic pathways are activated which mobilize storage substances in adjacent mycelial parts and allow their translocation to the site of injury. The kind of metabolic pathways involved, the kind of substances mobilized, and the pattern of their translocation may be so similar to those operating during naturally induced fruiting that fruiting by mycelial injury emerges as a by-product of the healing process. Fruiting, however, only takes place when the mycelium had previously accumulated sufficient nutrients.

Zusammenfassung: Bei *Xylaria polymorpha* führt die mechanische Verletzung des Oberflächenmyzels auf Sterilsubstraten innerhalb von 2–3 Wochen zur Bildung von 2–5 mm langen Primordien auf Wundstellen. In 2-l-Glaskammern und 10-l-Näpfen mit steril durchwachsenem Stroh-Holzmehl-Substrat gelingt die Fruchtanregung durch Verwundung des Oberflächenmyzels erst 24–30 Wochen nach der Substratbeimpfung. Die Primordien von 4–10 mm Länge entstehen innerhalb von 2–3 Wochen, doch auch noch 9 Wochen nach der Myzelbeschädigung. Sie erreichen innerhalb von weiteren 4–5 Wochen ihre volle Größe von 40–80 mm. Die Fruchtkörperdichte auf verletzten Substratpartien ist 40–90 mal höher als auf nicht verletzten Flächenteilen. In einem technischen Vitalitätstest für Sterilbrut holzbewohnender Speisepilze wird die Regeneration des Myzelflaums auf verwundeten Substratpartien bewertet. Der Vergleich mit diesem Verfahren stützt die Hypothese, daß zum Zweck des Wundverschlusses Stoffwechselzyklen induziert werden, die die Nährstoffreserven im umgebenden Myzel abbauen und der Wundstelle zuführen. Die Art der Stoffwechselzyklen, die Art der mobilisierten Nährstoffe und die Art des Stofftransports mögen jenem bei der natürlich auftretenden Fruchtbildung so ähnlich sein, daß die Fruktifikation durch Myzelverletzung gleichsam als Nebenerscheinung des Heilungsprozesses auftritt. Zur Fruchtbildung kommt es aber nur dann, wenn das Myzel bereits genügend Nährstoffe akkumuliert hatte.

1. Hinweise für einen Zusammenhang zwischen Myzelbeschädigung und Auslösung der Fruchtbildung.

In älteren Publikationen wurde die Möglichkeit der Auslösung der Fruchtbildung durch mechanische Verletzung des vegetativen Myzels wiederholt erwähnt, aber nicht in schlüssiger Form belegt, so daß H a n d k e (1963) diesen Einflußfaktor auf die Fruktifikation zu jenen rechnet, die durch nichts bewiesen sind. Die neuere Literatur widmet dieser Frage nur wenig Raum. Bei D a v i s & J o n g (1976) ist die Entstehung von Basidiokarpium des Mykorrhizapilzes *Laccaria laccata* auf den Rändern von Agarblöckchen erwähnt, die auf frischen Nähragar überimpft wurden. L e o n a r d & D i c k (1973) bringen dagegen erstmals experimentelle Belege für die Fruchtbildung bei Einspormyzelien von *Schizophyllum commune*, die durch mechanische Verletzung des vegetativen Myzels ausgelöst wurde. Der praktische Laborbetrieb liefert eine Zahl von Hinweisen für einen gewissen Zusammenhang zwischen mechanischer Myzelverletzung und Auslösung der Fruchtbildung. Auf Schrägagar sind es besonders *Gloeophyllum sepiarium*, *Stereum hirsutum*, *Polyporus squamosus*, *Piptoporus betulinus*, *Sparassis crispa*, *Lentinus lepideus* und *Agaricus campestris*, deren amorphe Primordien oder fertile Sporokarpium unmittelbar auf dem Agarblöckchen entstehen, das bei der Überimpfung auf den frischen Nährboden übertragen worden war. Bei der teilweisen Entnahme von Sterilbrut aus den zur Brutproduktion benutzten Glasgefäßen kam es besonders bei *Pleurotus ostreatus*, *Kuehneromyces mutabilis*, *Hypholoma sublateritium*, *H. capnoides*, *Phaeolus schweinitzii* und *Heterobasidium annosum* zum Teil recht kurzzeitig zur Fruchtbildung auf dem im Glasgefäß verbliebenen wie auch auf dem entnommenen Substrat. Bei *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev., einem der wenigen Ascomyceten mit Befähigung zu intensivem Holzabbau, wurden die ersten Fruchtkörper nach langen, vergeblichen Versuchen auf relativ großen, auf frischen Nährboden überimpften Agarblöcken erhalten, so daß ein Zusammenhang zwischen Myzelverletzung und Anregung zur Fruchtkörperbildung nahelag. Um diese Vermutung zu stützen, wurde die schwärzlich pigmentierte Luftmyzelhaut mechanisch zerstört, die sich auf ruhenden Flüssignährböden entwickelt hatte. Weiterhin wurde das Myzel mehrerer Schrägagarplatten willkürlich beschädigt. In allen Fällen bildeten sich innerhalb weniger Wochen 2–10 mm lange Primordien an den Wundrändern der Myzelplatten.

2. Gezielte Auslösung der Fruchtbildung bei *Xylaria polymorpha*.

Mehrere 2-l-Rillengläser mit durchbohrtem Glasdeckel zum Anschluß einer Sterilbelüftung wurden zur Hälfte mit einem Substratgemisch aus Rotbuchenmehl–70 Volumen% zum Nennvolumen, Erbsstroh–60 Volumen% zum Nennvolumen, Malzextrakt–60 g/kg Trockensubstanz, Weizenmehl–30 g/kg Trockensubstanz, gefüllt, 1 h bei 130°C autoklaviert und steril mit 2 Stämmen von *X. polymorpha* beimpft. Die Zeitsequenz ist in Tabelle 1 dargelegt. Die auffallende Beschränkung der Fruchtbildung auf die Orte mit beschädigtem Oberflächenmyzel verleitet zur Wahl einer der fotografischen Darstellung besser zugänglichen Versuchsanordnung. Zu diesem Zweck wurden zwei 10-l-Näpfe mit 310 mm Durchmesser zu 1/2 mit dem obigen Substratgemisch gefüllt, 2 h bei 130°C autoklaviert und mit Submersmyzel beimpft. Es war vorgesehen, das spätere Oberflächenmyzel auf einer 15 mm breiten Spur jeweils in Kreuz- bzw. Kreisform zu beschädigen und auf diese Weise eine Anordnung der Fruchtkörper in einfachen geometrischen Figuren zu erhalten (Abb. 1, 2). In Tabelle 2 ist das Ergebnis des Versuchs dargestellt. Als besonders bemerkenswert ist hervorzuheben, daß bei Verwendung des angegebenen Substrats wiederholte Myzelverletzungen nicht zur Auslösung der Fruktifikation führten, bevor die in etwa 24–30 Wochen erreichte physiologische Reife des Myzels eingetreten ist. Die weitere Entwicklung der Primordien scheint dann nur eine Frage der ausreichenden

Frischluftversorgung zu sein. Die wenigen Fruchtkörper auf unverletzten Oberflächenteilen bildeten sich meist am Gefäßrand, wo das Myzel stellenweise durch Volumenschwund des Substrats von der Gefäßwand abgerissen war.

3. Hypothetische Betrachtungen zur Auslösung der Fruchtbildung durch Myzelverletzung.

Die Übertragung holzerstörender Speisepilze auf Rohsubstrate geschieht mit Sterilbrut auf Holzmehlbasis. Diese Sterilbrut wird turnusmäßig verschiedenen Vitalitätsprüfungen unterzogen (G r a m s s 1972), zu denen auch die Bewertung des Flaumbilds gehört: In mehrfacher Wiederholung werden etwa 5 cm³ Sterilbrut aus dem Brutgefäß entnommen, zerkrümelt und anschließend, zu einem festen Block vereinigt, in Petrischalen eingelegt. Nach vorgeschriebener Inkubationszeit und -temperatur ist der Brutblock mit senkrecht vom Substrat abstehenden Hyphen überzogen, deren Dichte und Länge die Kennwerte für das „Flaumbild“ liefern. Das bei der Brutentnahme vielfach zerteilte Myzel regeneriert also an den Bruchstellen innerhalb weniger Stunden senkrecht abstehende Lufthyphen, die durch Anastomosenbildung das Brutsubstrat wieder zu einem einheitlichen Block vereinigen. Sie überziehen ihn innerhalb von 2–3 Wochen, im Anschluß an die optimale Ausdehnung des Myzelflaums, mit der üblichen Kruste mehr oder weniger pigmentierten Oberflächenmyzels. Auf dieser Myzelkruste kam es bei einigen Zuchtstämmen in der 3. bis 5. Woche zur Primordienbildung, wenn die verwendete Brut die erforderliche physiologische Reife zur Fruktifikation besaß, das heißt, wenn der Grad des Substrataufschlusses und die Nährstoffakkumulation in den Hyphen für die Fruchtbildung ausreichten. An den Orten einer mechanischen Myzelbeschädigung zeigt sich also eine erhöhte physiologische Aktivität mit dem Ziel des „Wundverschlusses“. Diese Aktivität muß zwangsläufig durch die Mobilisierung der in den umgebenden Hyphen eingelagerten Reservestoffe wie Glycogen, Trehalose, Mannitol, verschiedene Zellwandkohlenhydrate (K i t a m o t o & G r u e n 1976) und Proteinen sowie dem Transport der Abbauprodukte zum Ort der Verwundung gekennzeichnet sein. Zumindest bei *Xylaria polymorpha* und einigen monokaryotischen Stämmen von *Schizophyllum commune* ist der durch die Verletzung ausgelöste Heilungsprozeß auch von einer Fruchtbildung begleitet. H a w k e r (1957) hielt die aus den verletzten Hyphen austretenden Substanzen (injury substances) für befähigt, die für die Fruchtbildung erforderlichen Stoffwechseländerungen zu induzieren. Auf dieser Interpretation basierend folgerten L e o n a r d & D i c k (1973) für Haplonten von *S. commune* in einer 1. Hypothese, daß die Freisetzung einer „fruiting inducing substance“ (FIS) für die Anregung der Fruchtbildung verantwortlich sein könnte. Als 2. Hypothese erwogen die Autoren eine mögliche fruchtinduzierende Wirkung durch die Änderung des O₂- oder CO₂-Partialdrucks an der Stelle der Verwundung. Eine 3. Hypothese erwägt die Mobilisierung und den Transport von Materialien und Energiereserven aus dem umgebenden Myzel an den Ort der Verwundung und deren nachfolgende örtliche Anreicherung.

In Bewertung der 1. Hypothese ist zu sagen, daß die geringen Mengen an Zellinhaltsstoffen, die aus den verletzten Myzelverbänden austreten können, keine Nährstoffbasis für das nachfolgende 2–3 Wochen anhaltende Flaumwachstum (mit Lufthyphenlängen von 2–30 mm) sein können, sondern daß es dazu der Mobilisierung von Reservestoffen aus dem vegetativen Restmyzel bedarf. Die zum Zeitpunkt der Verwundung mit freigesetzte, ebenfalls hypothetische FIS kann kaum für die Primordienbildung verantwortlich sein: Sie entsteht ja nicht als Folge der Verletzung, sie könnte bereits in den noch intakten Hyphen wirksam werden. Eine Änderung des O₂- oder CO₂-Partialdrucks an der Stelle der Verwundung wäre mit Rücksicht auf die schon nach Stunden einsetzende Flaumregeneration von zu kurzzeitiger Wirkung, als daß sie, z. B. im Falle von *X. polymorpha*, noch 9 Wo-

chen nach der Myzelbeschädigung zur Bildung weiterer Primordien führen könnte. Die in der 3. Hypothese erwogene Mobilisierung und Verlagerung von Reservestoffen an den Ort der Verwundung bedarf aufgrund der Menge des neugebildeten Luftmyzels und der Fruchtkörper im Bereich der Verletzung keiner Überprüfung. Es wird deshalb gefolgert, daß für den Heilungsprozeß mechanisch beschädigter Myzelverbände durch einen unbekannten Mechanismus Stoffwechselzyklen mobilisiert werden, die den Abbau von Nährstoffreserven im Restmyzel einleiten und den Transport der Abbauprodukte an den Ort der Verwundung ermöglichen. Die Art der Stoffwechselzyklen, die Art der mobilisierten Substanzen und die Art des Nährstofftransports könnten den bei der regulären Fruchtbildung wirksamen so ähnlich sein, daß die Fruktifikation infolge Myzelverwundung gleichsam nur eine Nebenerscheinung des physiologisch etwa gleichartigen Heilungsprozesses ist. Die Fruchtbildung als Beiprodukt der Heilung tritt aber nur dann auf, wenn das Myzel zum Zeitpunkt der Verwundung physiologisch reif war, also genügend Nährstoffe akkumuliert hatte.

Literatur

- DAVIS, E. E. & S. C. JONG (1976) – Basidiocarp formation by *Laccaria laccata* in agar culture. *Mycologia* 68: 211–214.
- GRAMSS, G. (1972) – Methode zur Feststellung der Virulenz bei den Zuchtstämmen holzbewohnender Speisepilze. *Z. Pilzkd.* 38: 89–97.
- HANDKE, H. H. (1963) – Zur Fruchtkörperbildung holzbewohnender Basidiomyceten in Kultur, S. 43–49. In Lyr, H. & W. GILLWALD (eds): *Holzerstörung durch Pilze*. Berlin.
- HAWKER, L. E. (1957) – The physiology of reproduction in fungi. London.
- KITAMOTO, Y. & H. E. GRUEN (1976) – Distribution of cellular carbohydrates during development of the mycelium and fruit bodies of *Flammulina velutipes*. *Plant Physiol.* 58: 485–491.
- LEONARD, T. J. & S. DICK (1973) – Induction of haploid fruiting by mechanical injury in *Schizophyllum commune*. *Mycologia* 65: 809–822.

Tabelle 1: Zeitliche Sequenz der Fruchtbildung von *X. polymorpha* in 2-l-Glaskammern

Vorgang	Stamm a	Stamm b
Durchwachsungsphase	6 Wochen	6 Wochen
Hierbei Bildung schwärzlich pigmentierter Myzelplatten auf den Substratstirnseiten.		
Selbstaugelöste Fruchtbildung 24 Wochen nach Impfung	2 Pilze 12–16 mm lang an Kontaktstelle zur Glaswand	Keine Fruktifikation
Zu diesem Zeitpunkt mechanische Beschädigung des Oberflächenmyzels an je 4 Stellen zu 2 cm ² .		
Primordienbildung 2 Wochen nach Myzelverletzung	Je 5–10 Primordien von 5–10 mm Länge auf den verletzten Flächen	Je 6–12 Primordien von 6–23 mm Länge auf den verletzten Flächen
Fruchtbildung 7 Wochen nach Myzelverletzung, Mittel aus je 5 Proben	38 Fruchtkörper 40– 65 mm lang auf den ver- letzten Flächen, 4 Frucht- körper an Kontaktstelle zur Glaswand	34 Fruchtkörper 60– 80 mm lang auf den ver- letzten Flächen, 6 Frucht- körper an Kontaktstelle zur Glaswand

Tabelle 2: Fruchtbildung von *X. polymorpha* auf 10-l-Näpfen 310 mm Durchmesser

Vorgang	Kreuzförmige Nut	Kreisförmige Nut
Durchwachungsphase und Bildung pigmentierter Myzelplatten auf Substratstirnseiten. Zu diesem Zeitpunkt mechanische Beschädigung des Oberflächenmyzels in obigen geometrischen Figuren, Inkubation bei 16–20°C und Taglicht.	6 Wochen	6 Wochen
Zustand 5 Wochen nach 1. Verletzung (= 11 Wochen nach Impfung) Zu diesem Zeitpunkt erneute Beschädigung des Oberflächenmyzels, Folienabdeckung.	Keine Fruchtbildung	Keine Fruchtbildung
Zustand 10 Wochen nach 2. Verletzung (= 21 Wochen nach Impfung) Zu diesem Zeitpunkt 3. Beschädigung des Oberflächenmyzels und Inkubation unter Folie bei 16°C.	Keine Fruchtbildung	Keine Fruchtbildung
Zustand 9 Wochen nach 3. Verletzung (= 30 Wochen nach Impfung)	In Nuten weiße Primordien bis 5 mm und einzelne Fruchtkörper bis 30 mm	Wie nebenstehend
Zustand 13 Wochen nach 3. Verletzung (= 34 Wochen nach Impfung) Zu diesem Zeitpunkt Deckfolie zur besseren Belüftung beseitigt.	Unverändert, stagnierend	Wie nebenstehend
Zustand 2 Wochen nach Entfernen der Folie (= 36 Wochen nach Impfung)	Spontanes Wachstum der stagnierenden Primordien in den Nuten, vereinzelter Fruktifikation auf unverletztem Oberflächenmyzel	Wie nebenstehend
Auszählung der erwachsenen Fruchtkörper > 10–80 mm, 18 Wochen nach 3. Verletzung (= 39 Wochen nach Impfung).		
Zahl der Fruchtkörper in Nutfläche	196	191
Zahl der Fruchtkörper auf nicht verletzter Restfläche	16	34
Zahl der Fruchtkörper je 100 cm ² Nutfläche	216	213,3
Zahl der Fruchtkörper je 100 cm ² nicht verletzter Restfläche	2,4	5,1
Zunahme der Fruchtkörperdichte durch Myzelverletzung	$\frac{216}{2,4} = 89,6\text{fach}$	$\frac{213,3}{5,1} = 41,7\text{fach}$

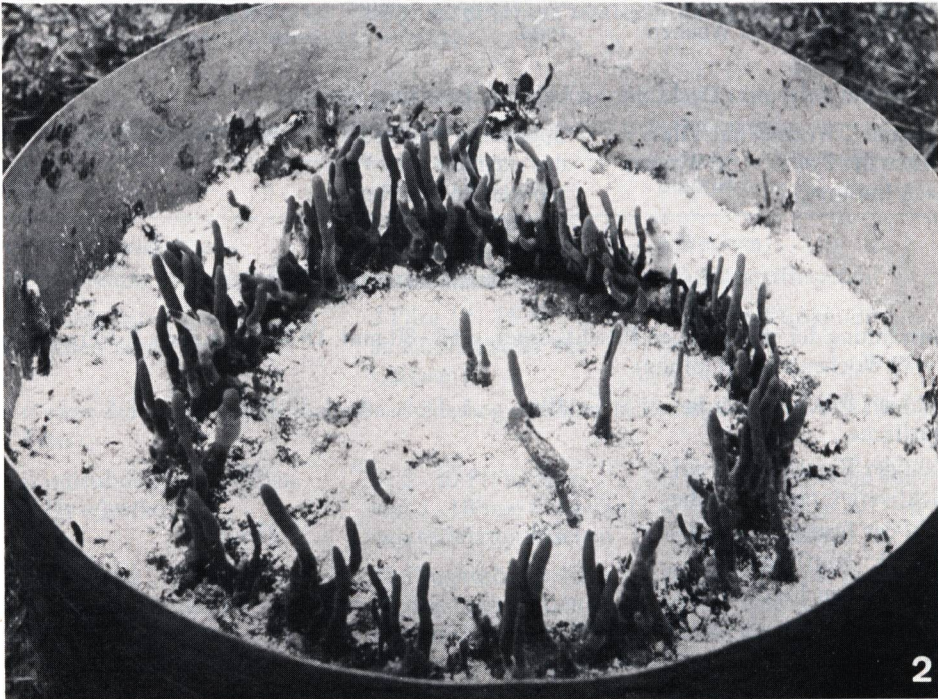


Abb. 1: *Xylaria polymorpha*: Ascokarprien in 10-l Näpfen mit 310 mm Durchmesser. Ertragsbild nach kreuzförmiger Myzelverwundung. — Abb. 2: *Xylaria polymorpha*: Ertragsbild nach kreisförmiger Myzelverwundung. Die Substratoberfläche ist in beiden Fällen zur Verbesserung des fotografischen Kontrasts mit Kreide belegt.



Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V.
German Mycological Society

Dieses Werk stammt aus einer Publikation der DGfM.

www.dgfm-ev.de

Über [Zobodat](#) werden Artikel aus den Heften der pilzkundlichen Fachgesellschaft kostenfrei als PDF-Dateien zugänglich gemacht:

- **Zeitschrift für Mykologie**
Mykologische Fachartikel (2× jährlich)
- **Zeitschrift für Pilzkunde**
(Name der Heftreihe bis 1977)
- **DGfM-Mitteilungen**
Neues aus dem Vereinsleben (2× jährlich)
- **Beihefte der Zeitschrift für Mykologie**
Artikel zu Themenschwerpunkten (unregelmäßig)

Dieses Werk steht unter der [Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz](#) (CC BY-ND 4.0).



- **Teilen:** Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, sogar kommerziell.
- **Namensnennung:** Sie müssen die Namen der Autor/innen bzw. Rechteinhaber/innen in der von ihnen festgelegten Weise nennen.
- **Keine Bearbeitungen:** Das Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Es gelten die [vollständigen Lizenzbedingungen](#), wovon eine [offizielle deutsche Übersetzung](#) existiert. Freigegebiger lizenzierte Teile eines Werks (z.B. CC BY-SA) bleiben hiervon unberührt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Mykologie - Journal of the German Mycological Society](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [47_1981](#)

Autor(en)/Author(s): Gramss Gerhard

Artikel/Article: [Die Fruchtbildung höherer Pilze IV. Auslösung der Fruchtbildung durch mechanische Mycelverletzungen 285-290](#)