

**Beihefte zu Material und Organismen
Supplement to Materials and Organisms
Supplément à Matériaux et Organismes**

Herausgegeben von · Edited by · Edité par
Günther Becker, Berlin-Dahlem

Heft 1

Holz und Organismen

Internationales Symposium Berlin-Dahlem 1965

Herausgegeben von
Günther Becker und
Walter Liese



Duncker & Humblot · Berlin

Holz und Organismen

Internationales Symposium Berlin-Dahlem 1965

Beihefte zu Material und Organismen

Herausgegeben von Prof. Dr. phil. habil. Günther Becker
Bundesanstalt für Materialprüfung
Berlin-Dahlem

Heft 1

Holz und Organismen

Internationales Symposium Berlin-Dahlem 1965

Herausgegeben von

Prof. Dr. phil. habil. Günther Becker

Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin-Dahlem

und

Prof. Dr. rer. silv. Walter Liese

Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft
Reinbek (Bez. Hamburg)



DUNCKER & HUMBLLOT / BERLIN

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks,
der photomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten.

© 1966 Duncker & Humblot, Berlin 41

Gedruckt 1966 bei Berliner Buchdruckerei Union GmbH., Berlin 61
Printed in Germany

Vorwort

Holz ist Lebensraum und zugleich Nahrung für zahlreiche Organismen. Die vielfältigen Beziehungen zwischen beiden stellen ein Grenzgebiet dar, das nur durch Zusammenwirken mehrerer Wissenschaften ausreichend bearbeitet werden kann. Ihre Ergebnisse sind gleichermaßen für die Grundlagenforschung wie für die Lösung praktischer Probleme von Bedeutung. Ein internationales Symposium „Holz und Organismen“, das vom 20. bis 23. Oktober 1965 in der Bundesanstalt für Materialprüfung in Berlin-Dahlem stattfand, sollte Biologen verschiedener Arbeitsrichtungen, Chemiker, Holz- und Forstwissenschaftler sowie Technologen zu Aussprachen zusammenführen, Übersichten über bestimmte Themenkreise geben und neugewonnene Erkenntnisse vermitteln. Der Gedanke einer solchen Zusammenschau fand starken Widerhall, und die Zahl von 80 Teilnehmern war größer als zunächst vorgesehen. Zwei Drittel von ihnen kamen aus dem Ausland, und zwar von Australien, Frankreich, Ghana, Indien, Japan, Kenia, den Niederlanden, Nigeria, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Tschechoslowakei, dem Vereinigten Britischen Königreich und den Vereinigten Staaten von Amerika.

Die Beziehungen zwischen Holz und Organismen wurden in fünf Themengruppen behandelt:

1. Morphologische Veränderungen von Holz durch Organismen,
2. Chemische Veränderungen von Holz durch Organismen,
3. Physiologie und Ökologie von holzbewohnenden und -zerstörenden Mikroorganismen,
4. Physiologie und Ökologie von holzzerstörenden Insekten und anderen Tieren,
5. Wechselbeziehungen zwischen den in und von Holz lebenden Mikroorganismen und Tieren.

Hierzu wurden 45 Vorträge eingereicht und in Deutsch, Englisch oder Französisch mit simultaner Übersetzung vorgetragen. Diese große Zahl an Vorträgen sowie die Vielseitigkeit der behandelten Themen hätte dem Gelingen eines nur wenige Tage dauernden Kolloquiums entgegenstehen können; doch waren die Teilnehmer übereinstimmend der Ansicht, daß erst hierdurch die ganze Breite der wissenschaftlichen Fragestellungen auf dem Gebiet der Schädigung des Holzes durch Organis-

men vermittelt und die angestrebte engere Verbindung der an den Problem-Kreisen beteiligten Wissenschaften erreicht werden konnte. Zu einer Förderung des Erfahrungsaustausches und zu stärkerer, bleibender Zusammenarbeit beigetragen zu haben, darf als ein wichtiges Ergebnis des Symposiums angesehen werden.

Wie die Vorträge und Diskussionen gezeigt haben, ist die morphologische und chemische Erforschung des Holzabbaues in den letzten Jahren beträchtlich vertieft worden; die teilweise engen Beziehungen zwischen beiden Arbeitsrichtungen sind besser faßbar geworden. Über Stoffwechselphysiologie und Ökologie holzerstörender Organismen wurden inzwischen die wichtigsten Grundlagen erarbeitet; dennoch bestehen wesentliche Lücken, die jetzt deutlicher hervortreten. Als eine für das Verständnis von Entwicklung und Vermehrung der Organismen entscheidende Stoffgruppe haben sich die im Holz nur in geringer Menge vorkommenden Eiweißverbindungen erwiesen. Die engen und vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen holzbewohnenden Tieren und Mikroorganismen traten als besonders wichtig und beachtenswert hervor; die weitere, eingehende Bearbeitung gerade dieses Gebietes wird zum Verständnis vieler Lebenserscheinungen der Organismen beitragen.

Die Vorträge, die unsere Kenntnisse erweitert und den Symposiumsteilnehmern zahlreiche neue Anregungen gegeben haben, vollständig abzudrucken, ist allgemein gewünscht worden. Die Herausgeber danken dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie dem Senator für Wirtschaft des Landes Berlin für die finanzielle Förderung, dem Verleger, Herrn Dr. J. Broermann, für sein verständnisvolles Entgegenkommen und ihren Mitarbeitern für die Hilfe bei der redaktionellen Arbeit.

Berlin-Dahlem und Hamburg-Reinbek, im Februar 1966.

Günther Becker

Walter Liese

Inhaltsverzeichnis

Morphologische Veränderungen von Holz durch Organismen **Morphological Changes of Wood by Organisms** **Altérations Morphologiques du Bois par des Organismes Vivants**

W. LIESE: Mikromorphologische Veränderungen beim Holzabbau durch Pilze	13
V. NEČESANÝ: Einfluß der Weißfäulepilze auf die Ultrastruktur äußerer Zellwandschichten	27
H. COURTOIS: Mikromorphologische Veränderungen verholzter Zellwände durch Basidiomyceten (Braunfäuleerreger)	41
J. F. LEVY: The Soft Rot Fungi and their Mode of Entry into Wood and Woody Cell Walls	55
H. GREAVES: The Effect of Bacterial Action on Some Wood Cubes in Shake Culture	61
W. MERRILL: Decay of Wood and Wood Fiberboards by Common Fungi Imperfecti	69
H. WILLEITNER: Über den Abbau von Holzspanplatten durch Moderfäulepilze	77

Chemische Veränderungen von Holz durch Organismen **Chemical Modification of Wood by Organisms** **Altérations Chimiques du Bois par des Organismes Vivants**

E. B. COWLING: Chemical Modification of Wood During Microbial Deterioration	91
K. SEIFERT: Über den Abbau der Holzcellulose durch Organismen	103
M. P. LEVI: Decay Patterns Produced by <i>Chaetomium globosum</i> in Beechwood Fibers. A Chemical and Microscopic Study	119

J. E. COURTOIS et C. CHARARAS: Les Enzymes Hydrolysant les Glucides (Hydrates de Carbone) chez les Insectes Xylophages Parasites des Conifères et de quelques autres Arbres Forestiers	127
P. RUDMAN: The Causes of Variations in the Natural Durability of Wood: Inherent Factors and Ageing and their Effects on Resistance to Biological Attack	151
F. F. NORD: Biochemistry of Lignin	163
R. RÖSCH: Über die Funktion der Phenoloxidasen holzabbauender Pilze ..	173
R. SOPKO: Ligninolytic Activity of White-Rot Fungi	187
 Physiologie und Ökologie von holzbewohnenden und -zerstörenden Mikroorganismen Physiology and Ecology of Wood-inhabiting and Wood-destroying Microorganisms Physiologie et Ecologie des Microorganismes Lignicoles et Lignivores 	
W. P. K. FINDLAY: Ecology of Wood-destroying and Wood-inhabiting Fungi	199
W. BAVENDAMM: Physiologie der Holzpilze. Ein Überblick über neuere Forschungsergebnisse	213
H. v. PECHMANN: Der Einfluß der Temperatur auf das Wachstum von Bläuepilzen	237
R. SCHMID und W. LIESE: Elektronenmikroskopische Beobachtungen an Hyphen von Holzpilzen	251
W. MERRILL and E. B. COWLING: Amount and Distribution of Nitrogen in Wood and its Influence on Wood Deterioration	263
E. B. COWLING and W. MERRILL: Distribution and Reuse of Nitrogen in Wood-destroying Fungi	269
K. DAMASCHKE und G. BECKER: Rhythmen des Sauerstoffverbrauchs von Basidiomyceten	275
U. AMMER und W. LIESE: Untersuchungen über das Abbauvermögen holzzerstörender Pilze	291
A. UHEYAMA: The Size Effect of Sample Blocks on Decay Rate of Beech Wood (<i>Fagus crenata</i>) in Laboratory Tests	301

A. L. SHIGO: Organism Interactions in Decay and Discoloration in Beech, Birch and Maple	309
A. UHEYAMA: Studies on the Succession of Higher Fungi on Felled Beech Logs (<i>Fagus crenata</i>) in Japan	325
F. MANGENOT: Influence de Certaines Fractions Extraites du Bois sur la Compétition entre Champignons Lignivores et Populations du Sol	333
M. FOUGEROUSSE: Champignons Lignicoles des Bois Fraîchement Abattus en Afrique Tropicale	343

Physiologie und Ökologie von holzerstörenden Insekten und anderen Tieren
Physiology and Ecology of Wood-destroying Insects and other Animals
Physiologie et Ecologie des Insectes et autres Animaux Vivant
dans le Bois et le Détruisant

P. KNUDSEN: The Limited Distribution of <i>Hylotrupes bajulus</i> L. in Norway in Relation to Climatic Differences	353
R. L. GIESE: The Bioecology of <i>Corthylus columbianus</i> Hopkins	361
J. D. BLETCHLY: Aspects of the Habits and Nutrition of the Anobiidae with Special Reference to <i>Anobium punctatum</i>	371
J. M. BAKER: Application of X-Radiography to the Estimation of Larval Size in <i>Anobium punctatum</i> (Deg.)	383
S. CYMOREK: Experimente mit <i>Lyctus</i>	391
G. BECKER: Einflüsse physikalischer Faktoren auf Termiten	415
I. HRDÝ: Ein Beitrag zur Bionomie von <i>Coptotermes formosanus</i> . Laboratoriumszucht und Verwendbarkeit dieser Art für die Prüfung der Termitenfestigkeit von Material	427
R. D. TURNER: Implications of Recent Research in the Teredinidae	437
H. KÜHNE: Über Beziehungen zwischen <i>Teredo</i> , <i>Limnoria</i> und <i>Chelura</i>	447
A. R. HOCKLEY: Population Changes in <i>Limnoria</i> in Relation to Temperature	457
S. K. ELTRINGHAM: Environmental Factors Influencing the Settlement, Activity and Reproduction of the Wood-boring Isopod <i>Limnoria</i>	465

**Wechselbeziehungen zwischen den in und von Holz lebenden
Mikroorganismen und Tieren**
**Inter-relationships between Microorganisms and Animals
that Inhabit and Digest Wood**
**Liens Réciproques entre Microorganismes et Animaux Vivant
dans le Bois et s'en Nourrissant**

G. BECKER: Über Beziehungen zwischen Tieren und Mikroorganismen im Holz	481
A. E. LUND: Subterranean Termites and Fungal-Bacterial Relationships	497
H. FRANCKE-GROSMANN: Über Symbiosen von xylo-mycetophagen und phloeophagen Scolytoidea mit holzbewohnenden Pilzen	503
D. M. NORRIS: The Complex of Fungi Essential to the Growth and Development of <i>Xyleborus sharpi</i> in Wood	523
G. JURZITZA: Die Symbiose der Anobiiden mit hefeartigen Pilzen	531

**Morphologische Veränderungen
von Holz durch Organismen**

**Morphological Changes of Wood
by Organisms**

**Altérations Morphologiques du Bois
par des Organismes**

Mikromorphologische Veränderungen beim Holzabbau durch Pilze

VON WALTER LIESE*

Lehrstuhl für Holzbiologie, Universität Hamburg, und Institut für Holzbiologie und Holzschutz der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Reinbek (Deutschland)

Die vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Holz und Organismen sind der Inhalt unseres Symposiums. Einleitend sollen daher nicht die Organismen und ihr physiologisch-ökologisches Verhalten behandelt werden, sondern Fragen, die den engen Zusammenhang beider Komplexe bei der Holzzerstörung besonders sichtbar zum Ausdruck kommen lassen, wie die mikromorphologischen Veränderungen der Zellwände während des Angriffs durch Pilze.

Der enzymatische Abbau des Holzes führt nicht nur zu chemischen, physikalischen und mechanischen Veränderungen der Zellwände, sondern ist auch morphologisch deutlich zu erfassen. Angeregt vor allem durch die charakteristischen Abbaubilder der Moderfäule, wurde vor einiger Zeit begonnen, das Wachstum der Pilze im Holzgewebe und die Wirkung der pilzlichen Enzyme auf die Zellwandstrukturen eingehender zu bearbeiten. Die bessere Beobachtungsmöglichkeit im Elektronenmikroskop und die hierdurch vertiefte Kenntnis über den Feinbau verholzter Zellwände erleichterte derartige Untersuchungen (W. LIESE u. U. HARTMANN-FAHNENBROCK, 1953; H. MEIER, 1955; V. NEČESANÝ u. L. JURASEK, 1956; V. NEČESANÝ, 1963; M. P. LEVI, 1964; N. CORBETT, 1965). Histologische Veränderungen durch einen Pilzangriff wurden dabei direkt sichtbar, und die Ergebnisse der letzten Jahre haben so zu neuen Vorstellungen über den Ablauf der Zellwandzersetzung geführt. Für die verschiedenen Befallarten wurden hierbei zahlreiche Einzelergebnisse gewonnen, aus denen sich einige allgemeinere Aussagen ableiten lassen, die der speziellen Erörterung vorangestellt sein sollen:

Die Erreger der makroskopisch deutlich voneinander unterscheidbaren Fäulnistypen führen auch im submikroskopischen Bereich zu verschiedenen Abbauförmern, diese lassen sich jedoch zu einigen wenigen Befallmustern zusammenfassen. Die Befallmuster werden von Fer-

* Mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

mentsystem und Wandstruktur bestimmt. Zelltyp, Holzart und Befallbedingungen wirken meist nur modifizierend. Die im Licht- und Elektronenmikroskop erfaßbaren Bilder eines momentanen Abbauzustandes lassen sich in ihrer zeitlichen Folge gliedern und ermöglichen dadurch eine weitere Deutung des Ablaufs der enzymatischen Zellwandzerstörung. Die Ergebnisse vertiefen zugleich unser Wissen über den Feinbau der Zellwand in morphologischer und chemischer Hinsicht.

Im folgenden werden zunächst die mikromorphologischen Veränderungen der verholzten Zellwände durch die verschiedenen Gruppen holzerstörender Pilze beschrieben, um dann die hierbei beobachteten Gemeinsamkeiten und Unterschiede diskutieren zu können. Die hier im Zusammenhang dargestellten elektronenmikroskopischen Untersuchungen wurden gemeinsam mit Fräulein Dr. R. SCHMID, München, durchgeführt und sind teilweise in Einzelbeiträgen bereits veröffentlicht worden (W. LIESE, 1963, 1964; W. LIESE u. R. SCHMID, 1961, 1962, 1964; R. SCHMID u. W. LIESE, 1964, 1965). Herrn Professor Dr.-Ing. F. KOLLMANN, Institut für Holzforschung und Holztechnik, Universität München, danke ich für die Arbeitsmöglichkeit am Elektronenmikroskop.

Bläue

Die Bläuepilze breiten sich in Nadelhölzern nicht allein in den nährstoffreichen Markstrahlen aus, sondern auch in den Längstracheiden. Die den Zellwänden aufliegenden Hyphen zeigen keine enzymatische Einwirkung auf die Wandsubstanzen (Fig. 1). Die Ausbreitung des Mycels von Tracheide zu Tracheide erfolgt teilweise durch die Hoftüpfel, wobei die Hyphen meist durch den offenen Porus in die Tüpfelkammer wachsen und dann entweder die Hofwandung oder den ihr aufliegenden Torus durchdringen. Der Torus wird von den Hyphen ohne Einschnürung in voller Breite durchwachsen (Fig. 2). Hierbei dürften vor allem mechanische Kräfte wirksam werden. Etliche Bläuearten können auch die verholzten Tracheidenwände in kleinen Kanälen von etwa $0,2 \mu$ Durchmesser passieren (Fig. 3). Dieser aus lichtmikroskopischen Untersuchungen bekannte Befund ist bemerkenswert, da für die Bläuepilze im allgemeinen keine Zellwand-lösenden Enzyme bekannt sind. Elektronenmikroskopische Beobachtungen zeigten, daß die Hyphen apikal ein besonders geformtes Gebilde besitzen, das zum Durchdringen der Wände dienen dürfte. Dieses in Anlehnung an den Begriff des „Appressoriums“ auf Vorschlag von R. RÖSCH als „Transpressorium“ bezeichnete Organell besteht aus einem längeren Stiel und einem verdickten Kopfteil, dem eine Spitze aufsitzt (Fig. 4). Zahlreiche Querfalten am Stiel deuten auf ein interkalares Wachstum des Transpressoriums durch die Zellwand hin, wobei von der Spitze ausgeschiedene Enzyme zusätzlich wegbereitend wirken könnten. Die Passage der Zellwand wäre daher auf gleichzeitige enzymatische Abbauvorgänge und mechanische Druckwirkung zurückzuführen. Bemerkenswert ist, daß die Hyphen

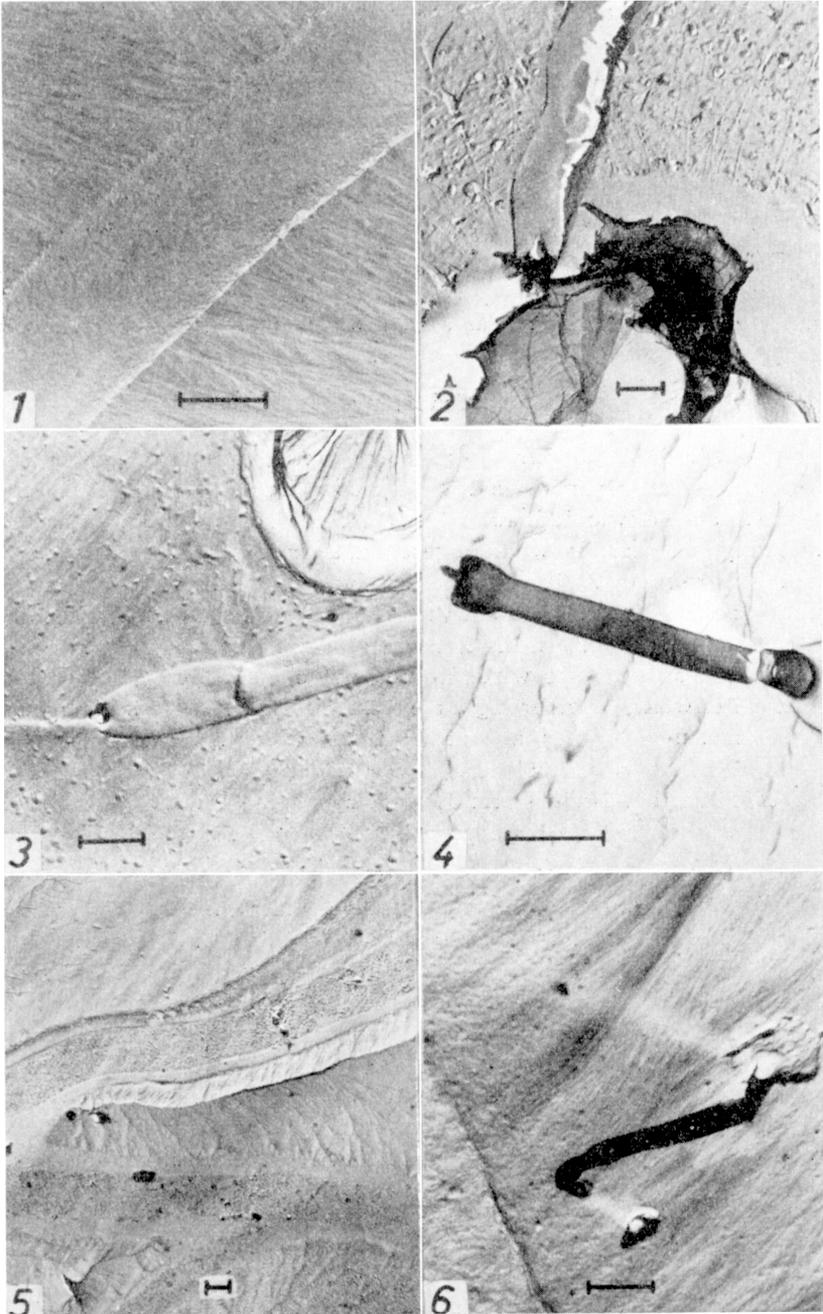


Fig. 1. Hyphe des Bläuepilzes *Ceratocystis coerulea* auf der Tertiärwand einer Tracheide (*Picea excelsa*). — Fig. 2. Durchbruch einer Hyphe von *Scopularia phycomyces* durch den Torus eines Hoftüpfels. — Fig. 3. Hyphe von *Ceratocystis coerulea* nach Durchwachsen eines Bohrloches. — Fig. 4. Transpressorium an der Spitze einer Hyphe von *Ceratocystis pilifera*. — Fig. 5. Lytischer Zellwandabbau durch Hyphen von *Bisporomyces* spec. — Fig. 6. Perforationshyphe des Moderfäulepilzes *Chaetomium globosum* nach Durchdringen der Zellwand.