

Eine Übersicht über die gewöhnlichsten mit
Borkenkäfern assoziierten Bläuepilze in Schweden
und einige für Schweden neue Bläuepilze

*En översikt av de vanligaste med barkborrar förenade
blåytesvamparna i Sverige
och några för Sverige nya blåytesvampar*

von

AINO MATHIESEN-KÄÄRIK

MEDDELANDEN FRÅN
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 43 . NR 4

INHALTSÜBERSICHT

I. Einleitung.....	3
II. Material und Methodik.....	6
A. Material	6
B. Methodik	7
III. Die untersuchten Insekten und bei ihnen vorkommende Pilze.....	9
A. Im Walde.....	9
1. Übersichtstabelle.....	9
2. Einzelne Borkenkäfer.....	12
a) Rindenbrütende Ipiden	12
b) Holzbrütende Ipiden.....	26
c) Bockkäfer.....	28
d) Andere Käfer.....	31
B. In den Sägewerken.....	33
IV. Die Pigmentbildung und Sporenbildung der untersuchten Bläuepilze bei verschiedener Holzfeuchtigkeit.....	38
V. Die untersuchten Pilze	40
a) Ascomyceten	40
b) Imperfekte Pilze	53
VI. Zusammenfassung.....	67
Sammanfattning	69
Literaturverzeichnis	73

I. Einleitung

Der Angriff der Borkenkäfer und der holzbohrenden Käfer bereitet im Holze der stehenden und neugefällten Stämme besondere Lebensbedingungen für gewisse holzbewohnende Pilze. Der Insektenangriff wird daher vom Angriff solcher Pilze, die sonst auf mechanisch beschädigten, stehenden oder gefällten Stämmen nicht vorkommen, begleitet. Dass dabei auf gewissen Wuchsstellen bestimmte Lebensgemeinschaften zwischen Insekten und Pilzen entstanden sind, und dass diese Gemeinschaften keine zufälligen sind, dass also auf bestimmten Wuchsstellen bestimmte Borkenkäfer assoziiert mit bestimmten Pilzen vorkommen, haben bereits zahlreiche Arbeiten bewiesen. Eine gute Zusammenfassung über solche Arbeiten findet man in dem Übersichtswerke von LEACH (1940). Von den mehr spezialisierten Lebensgemeinschaften zwischen holzbewohnenden Käfern und Pilzen sind besonders die Assoziationen Ambrosiakäfer-Ambrosiapilze und Borkenkäfer-Bläuepilze bekannt. Die beiden genannten Assoziationen, Ambrosiakäfer-Ambrosiapilze und Borkenkäfer-Bläuepilze werden gewöhnlich für ökologisch ganz verschieden gehalten (LEACH, l. c.). Neulich hat FRANCKE-GROSMANN (1952) die Ökologie zweier durch Borkenkäfer verbreiteter Bläuepilze, *Trichosporium tingens* und dessen var. *macrosporum* untersucht und gefunden, dass diese Bläuepilze von zwei ökologisch gleichwertigen, aber systematisch nicht nahestehenden Borkenkäfern als Ambrosiapilze „gezüchtet“ werden. Damit hat sie gezeigt, dass es keine klaren Grenzen zwischen den beiden oben genannten ökologischen Gruppen, den Ambrosiapilzen und den Bläuepilzen, gibt. Was über die beiden Assoziationen bekannt ist, wird nachfolgend kurz zusammengefasst.

Man betrachtet gewöhnlich als wahre Ambrosiakäfer gewisse holzbrütende Ipiden, die ihre Mutter- und Larvengänge im Splintholz anlegen, und deren Larven ganz oder zum Teil auf die Pilznahrung angewiesen sind. Diese Pilze, deren Konidien rasenweise die Wände der Gangsysteme bedecken, werden durch den Käfer verbreitet und auf verschiedene Weise gepflegt. Die Wände der Gangsysteme werden dabei mehr oder weniger dunkel verfärbt, wobei die Missfärbung sich auch etwas im Holze verbreiten kann. Doch wachsen solche Ambrosiapilze nicht tief in das Holz hinein. Einige Ambrosiapilze haben in der Kultur dunkles Myzel; die meisten sind jedoch hyalin. Ihre Pigmentbildung im Holze wird als eine Reaktion mit diesem und mit Mikroorganismen

angesehen. Die Ambrosiapilze sind also der wichtigste und unbedingt notwendige Bestandteil der Nahrung für die jungen Ambrosiakäfer und Larven. Die Pilze ihrerseits können nicht ohne die Käfer verbreitet werden.

Früher wurden die Ambrosiapilze als sehr schwer kultivierbar betrachtet; in der letzten Zeit ist es aber gelungen, eine ganze Reihe von ihnen in Reinkultur zu züchten und sie damit morphologisch zu charakterisieren, wenn auch ihre systematische Stellung nicht ganz sicher ist, weil ihre Hauptfruchtformen nicht bekannt sind. Hier wären die Arbeiten von DOANE und GILLILAND (1929), LEACH, HOLTON, CHILTON und CHRISTENSEN (1940), VERRALL (1943), WEBB (1945), BAKSHI (1950) und mehrere Arbeiten, die sich mit den tropischen Arten befassen (TROTTER 1934, GADD und LOOS 1947 u. a.), zu nennen. Systematisch werden die Ambrosiapilze teils zu den Hefen — zu der Familie *Endomycetaceae* — und teils zu den imperfekten Pilzen — hauptsächlich zu der Gattung *Monilia* — gestellt. Es wird im allgemeinen angenommen, dass die einzelnen Pilzarten an bestimmte Käferarten gebunden sind, und dass nur systematisch und ökologisch nahestehende Käferarten von denselben Ambrosiapilzen begleitet sein können.

Was die andere Gruppe, die mit den Borkenkäfern assoziierten Bläuepilze, betrifft, so spielen hier als Wirtkäfer die rindenbrütenden *Ipiden* die Hauptrolle. Diese Pilze sind durch ihr dunkles, im Holze schnellwachsendes Myzel gekennzeichnet, und ebenso wie die Ambrosiapilze bilden sie in den Insektengängen sehr zahlreiche klebrige Sporen, die für die Verbreitung durch Insekten geeignet sind. Es hat sich erwiesen (NELSON und BEAL 1929, GROSMANN 1930, LEACH u. a. 1934), dass die Bläuepilz-Sporen von den Käfern exo- und endogen verbreitet werden. Auch in diesem Falle sind also die Pilze von den Käfern für ihre Verbreitung abhängig; ob die Käfer ihrerseits die Bläuepilze als Nahrung verwenden, und in welchem Grade die verschiedenen Pilze für die Käfer in dieser Hinsicht von Bedeutung sind, wird noch immer diskutiert. Es steht jedoch fest, dass die Käfer wenigstens einen indirekten Nutzen von den Pilzen ziehen, indem durch diese die Lebensbedingungen in den Stämmen, wie Feuchtigkeit, Luftgehalt u.s.w. in eine für die Käfer günstigere Richtung verändert werden (LEACH, ORR und CHRISTENSEN 1934, LEACH 1940). Die mit den Borkenkäfern assoziierten Bläuepilze sind leicht kultivierbar, und unter ihnen spielen die *Ophiostoma*-Arten eine besondere Rolle. Ausserdem kommt eine Anzahl *Graphium*- und *Leptographium*-Arten und nahestehender Formen vor, von denen wenigstens ein Teil Nebenfruchtformen von *Ophiostoma*-Arten sein können. Auch einige andere *Dematiaceen*, *Stilbaceen* und *Tuberculariaceen* gehören zu den hauptsächlich durch Borkenkäfer verbreiteten Bläuepilzen. Dass auch unter den genannten Bläuepilzen eine ganz grosse Spezialisierung im Bezug auf den Wirtkäfer vorkommt, ist mehrmals hervorgehoben worden (RUMBOLD 1931, 1936, 1941, GROSMANN 1930, SIEMASZKO

1939, RENNERFELT 1950, BAKSHI 1950, 1951 a und b, MATHIESEN 1951). Es hat sich gezeigt, dass es mehrere Bläuepilze gibt, die nur zusammen mit einer bestimmten oder einigen, ökologisch nahestehenden Käferarten vorkommen.

Wie schon erwähnt, hat FRANCKE-GROSMANN (1952) gezeigt, dass es gerade unter den zu den imperfekten Pilzen gehörenden Bläuepilzen eine ökologisch interessante Art gab, welche die Rolle des Ambrosiapilzes für einige Holz- und Rindenbrütende Ipiden spielte und gleichzeitig auch als ein starker Bläuepilz wirkte. Neben diesem imperfekten Pilz, *Trichosporium tingens*, kamen bei den untersuchten Käfern ihre spezifischen *Ophiostoma*-Arten vor, von denen vermutet wird, dass sie nicht die gleiche Rolle wie *Trichosporium* für die Käfer spielen. Von allen bisher bekannten Bläuepilzen scheint nur die amerikanische zu den *Tuberculariaceen* gehörende *Tuberculariella ips*, die ebenfalls gleichzeitig mit *Ophiostoma*-Arten vorkommt, die gleiche Ökologie wie *Trichosporium tingens* zu haben. Es schien daher von Interesse bei den weiteren Untersuchungen über Bläuepilze besonders zu beachten, ob vielleicht diese oder andere ähnliche Pilze auch bei anderen starke Bläue verursachenden Borkenkäfern eine grössere Rolle spielten, als es bisher angenommen wurde.

Andererseits sind, wie schon erwähnt, besonders die *Ophiostoma*-Arten die charakteristischen Begleitpilze der Borkenkäferangriffe. Es hat sich in letzter Zeit herausgestellt, dass diese Gattung viel artenreicher ist, als man es bisher annahm, und dass eine grosse Anzahl Arten gerade zusammen mit Borkenkäferangriff vorkommt und dass von diesen mehrere an ganz bestimmte Käferarten gebunden sind. Einige solche Borkenkäfer begleitende Arten, wie *Ophiostoma ips*, sind fast über die ganze Erde verbreitet, andere, auch morphologisch gut gekennzeichnete Arten, sind bis jetzt nur von einigen Stellen bekannt, vielleicht weil sie weniger gesucht worden sind. Welche Faktoren die Verbreitung der einzelnen Arten, besonders derjenigen, die streng zu gewissen Käfern gebunden sind, begrenzen, ist bisher nicht ganz klargelegt worden. Es gibt Käferarten, die anscheinend unter fast gleichen Bedingungen leben, von denen die einen konstant von gewissen Bläuepilzen begleitet werden, die anderen aber überhaupt keine Pilzbegleiter haben. Die Ökologie der Pilze gehört doch so eng mit der Ökologie der Käfer zusammen, dass sie nur zusammen studiert werden können. Bevor man näher auf die Fragen über die Verbreitungsweise und Wachstumsbedingungen einzelner Pilze eingehen kann, muss ihr Vorkommen in der Natur klargelegt sein. Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit war deshalb, Studien über die Begleitpilze der bisher weniger untersuchten Borkenkäfer fortzusetzen und, auch die früheren Arbeiten zusammenfassend, eine Übersicht über die wichtigsten in Schweden vorkommenden durch Borkenkäfer verbreiteten Bläuepilze zu geben, und zu zeigen, zu welchen Borkenkäfern diese assoziiert sind.

Für die grosszügige Hilfe beim Einsammeln des Materials und für die wertvollen Anregungen möchte ich Herrn Dozent Dr. E. RENNERFELT meinen aufrichtigsten Dank aussprechen. Ebenfalls bin ich Herrn Prof. Dr. J. A. NANNFELDT für die wertvollen Ratschläge bei der Durcharbeitung des Materials zu wärmstem Dank verpflichtet. Das Insektenmaterial wurde an der Entomologischen Abteilung des Institutes bestimmt, wo ich besonders den Herren K.-J. HEQVIST und Dr. B. LEKANDER danken möchte. Die Sprache wurde von Fräulein G. NACHT, Zürich, korrigiert und die lateinischen Diagnosen von Herrn Dr. E. ROOS, Göteborg, übersetzt, denen ich hier herzlich danke.

II. Material und Methodik

A. Material

In der vorliegenden Arbeit wird in der Übersichtstabelle 1 eine Zusammenstellung über alle bisher in Schweden untersuchten Borkenkäfer und die bei ihnen gefundenen Pilze gegeben. Die Tabelle umfasst Material von den Jahren 1945—1952. Das bis und mit 1950 eingesammelte Material wurde schon früher durchgearbeitet und Resultate publiziert (RENNERFELT 1950, MATHIESEN 1950, 1951). Das Material über die zu den wichtigsten Bläueverbreitern gerechneten Borkenkäfer *Blastophagus minor*, *Bl. piniperda* und *Ips acuminatus* auf Kiefer und *Ips typographus* und *Pityogenes chalcographus* auf Fichte war reichhaltig genug, um daraus Schlüsse über ihre Pilze ziehen zu können; Material über andere Insekten bedurfte einer Komplettierung. Nach BUTOVITSCH (1939, 1941, 1943) und RENNERFELT (1950) sind die wichtigsten Bläueverbreiter die folgenden Käfer, nach ihrer Häufigkeit aufgeführt: *Blastophagus minor*, *Ips acuminatus*, *Hylastes ater*, *Acanthocinus aedilis* und *Pissodes pini* auf Kiefer; *Ips typographus*, *Hylastes cunicularius*, *Dryocoetus autographus*, *Pityogenes chalcographus* und *Tetropium castaneum* auf Fichte. Diese Käfer gehören teils zu den Borkenkäfer (*Ipidae*), in die Untergruppen Bastkäfer (*Hylesiniinae*) und echte Borkenkäfer (*Ipinae*) und teils zu den Bockkäfern (*Cerambycidae*) und Rüsselkäfern (*Curculionidae*). Mit Ausnahme von *Dryocoetus autographus*, von welchem keine frischen Angriffe gefunden wurden, wird in dieser Arbeit eine Übersicht über die häufigsten mit den genannten und mit einigen anderen Bläue führenden Käfern zusammen vorkommenden Bläuepilze gegeben.

Das neue Material wurde meist im Jahre 1952 von verschiedenen Teilen Schwedens eingesammelt (vgl. die Zusammenstellungen bei den entsprechenden Käfern). Im Walde wurden frische Angriffe und spätere Stadien des Angriffes an liegenden oder stehenden Stämmen und an Baumstümpfen untersucht. Fangbäume wurden in den Versuchsparken in Kulbäcksliden und Siljansfors

gefällt. Dazu kommt Material von Sägewerken, von unentrindeten und nicht geflössten, trocken aufgestapelten Stämmen (Järna) und von geflössten und im Wasser aufbewahrten Stämmen (Skutskär). Von Stora Kopparbergs AB Sägewerke in Skutskär wurde auch Brettermaterial das aus den von bestimmten Käfern angegriffenen Stämmen herausgesägt worden war und einige Zeit im Bretterhofe gelegen hatte, untersucht. So erhielt man für einige Borkenkäfer eine Übersicht über das Verhalten der Pilze von frischen Angriffen bis zum bearbeiteten Holz.

Bisher wurden hauptsächlich Nadelhölzer untersucht, weil auf diesen die Borkenkäfer zahlreicher und artreicher vorkommen als auf Laubhölzern und weil die Bläuepilze dort als Schadpilze eine praktische Bedeutung haben. Die Übersicht bezieht sich nur auf Nadelholzkäfer und -pilze.

B. Methodik

Beim Einsammeln des Materials wurden Insektengänge von frischen und älteren Angriffen blossgelegt, Käfer (resp. Larven) eingesammelt und später examiniert und die auf ihnen gefundenen Sporen auf übliche Weise kultiviert. Die Insektengänge wurden direkt an Ort und Stelle untersucht; ganze Stammteile oder grössere Späne mit Insektengängen wurden mitgenommen, in feuchte Kammern gestellt und danach wiederholt examiniert und die Pilze aus den Gängen reinkultiviert. Ausserdem wurden an Ort und Stelle den angegriffenen Stämmen mit sterilen Werkzeugen Bohrspäne entnommen, die in sterilen Röhren nach dem Laboratorium geschickt, und dort auf Malzagarplatten übergeführt wurden (vgl. RENNERFELT 1950). Bei einer Temperatur von 22° C wuchsen die Pilze nach 4—5 Tage längs der Späne aus und konnten von reinen Myzelkanten oder aus Sporen reinkultiviert werden. — Die in unserem Laboratorium vielfach angewendete Bohrspan-Methode hat sich in diesen Fällen gut bewährt. Die sehr zahlreichen Proben haben gezeigt, dass auf diese Weise die meisten Pilze, die man auf dem Holz findet, herauswachsen. Die Infektionsgefahr ist minimal und auch die eventuellen Bakterien- oder Hefeinfektionen, die die Arbeit mit kleinen Holzteilchen auf Agar oft erschweren, stören hier weniger. Auf den Spänen werden zahlreiche Perithezien, Graphien und Sporen überhaupt gebildet — auch von Arten, die dies auf Agar-Nährböden nicht zu tun gewillt sind. Die Resultate stimmen in den meisten Fällen mit den Ergebnissen überein, die man bei der direkten Untersuchung des Holzes und der Insektengänge erhielt. In jedem Falle muss man mit der Verwertung der Resultate recht vorsichtig sein und soweit als möglich bei der Untersuchung der Begleitpilze eines gewissen Käfers von ganz frischen Angriffen ausgehen. Da bei der Identifizierung der Bläuepilze die Kultureigenschaften von Bedeutung sind, und es schwer ist die Bläuepilze, besonders *Ophiostoma*-Arten, direkt auf dem eingesammelten Holze mit Sicherheit zu

bestimmen, weil dort nicht gleichzeitig alle Sporenformen gebildet werden, ist die Methode mit Bohrspänen zu empfehlen.

Als Substrat für die Kulturen wurde, neben speziellen Nährböden meist Malzagar verwendet, in einigen Fällen mit Zusatz von 0,5 % Apfelsäure. Ebenso wurden die Pilze auf Holz kultiviert, was oft zu guten Resultaten führte. Näheres darüber steht bei den einzelnen Arten. Wenn nichts anderes angegeben wird, beziehen sich die Beschreibungen der Kulturen auf das Wachstum der Pilze auf Malzagar bei 22° C (2,5 % Malzextrakt, 1,5 % Agar). Die gegebenen Zahlen für die Wachstumsgeschwindigkeit bedeuten den radialen Zuwachs in cm in 10 Tagen auf 2,5 % Malzagar bei 22° C. Die Perithezien und Sporen wurden zuerst bei frischen Präparaten im Wasser gemessen; nachher wurden die Ascosporen nochmals in Lactophenol gefärbt mit Baumwollblau gemessen, wobei sich einige Unterschiede zeigten. Die endgültigen Grössen für Ascosporen sind in Lactophenol gegeben. Die Konidiengrössen variieren bei den hier behandelten Arten so stark, dass hier die kleinen Unterschiede, die durch ungleiche Medien entstehen, nicht von Bedeutung sind.

Die Angaben über die Schwärmzeit usw. bei den Insekten beziehen sich, wenn nichts weiteres angegeben wird, auf Mittelschweden.

Wie bekannt ist, degenerieren die *Ophiostoma*-Arten, besonders diejenigen die mit den Borkenkäfern assoziiert sind, leicht in der Kultur. Perithezien, manchmal auch Graphien, werden nur während der ersten Monate gebildet. Der Vergleich mit den vorhandenen Kulturen früher beschriebener Arten ist oft nichtssagend, weil die Kulturen bestenfalls nur Myzelkonidien bilden. Kulturen von Graphium- resp. Myzelkonidien produzieren auch bei homothallischen Arten oft keine Perithezien, so dass die Zusammengehörigkeit gewisser Sporenformen nur einseitig, von den Ascosporen ausgehend, geschehen kann. Bemerkenswert ist, dass besonders die Perithezienbildung oft bei ganz reinen Kulturen nicht gelingt, während sie bei Kulturen, die durch Bakterien, Hefen oder Schimmelpilze verunreinigt sind, viel besser stattfindet. Auch die Pigmentbildung ist oft bei solchen Kulturen stärker. Obwohl auf einigen anderen Substraten als Malzagar, besonders auf Klötzchen aus frischgesägtem Holz oder auf mit Nährstoffen impregnierten Holzklötzchen, eine bessere Sporenbildung erzielt wurde, waren doch die Forderungen einzelner Arten so verschieden, dass hier keine allgemeinen, besseren Kulturmethoden angegeben werden können.

III. Die untersuchten Insekten und bei ihnen vorkommende Pilze

A. Im Walde

1. Übersichtstabelle

In der Tabelle 1 wird eine Zusammenstellung über die wichtigsten Bläueverbreitenden, holz- und rindenbewohnenden Käfer und die mit ihnen zusammen vorkommenden Bläuepilze gegeben, unter Verwertung des während den Jahren 1945—1952 eingesammelten Materials. In Tab. 1 wurde nur das Material berücksichtigt, das im Walde und in Sägewerken von Stämmen, wo die Entwicklung der Käfer ungestört vor sich gegangen war, eingesammelt wurde. Ein Teil des Materials (1945—1950, incl.) ist schon früher (1950, 1951) veröffentlicht worden, wobei die Resultate kurz folgende waren.

Die Borkenkäfer *Blastophagus minor* und *Ips acuminatus* waren konstant von Bläuepilzen begleitet, die für diese Arten spezifisch und teils neu für Schweden waren. *Ips typographus* führte konstant *Ophiostoma penicillatum* mit sich, der auch in Deutschland (GROSSMANN 1930) und Polen (SIEMASZKO 1939) zusammen mit ihm gefunden wurde, während *Pityogenes chalcographus* Bläuepilze nur zufällig führte. *Blastophagus piniperda* hatte bei frischen Angriffen, ausser Hefen, keine mit grösserer Frequenz vorkommende Begleitpilze, und der Bockkäfer *Monochamus sutor* war oft von den sog. sekundären Bläuepilzen begleitet, also Bläuepilzen, die meist bei alten Käferangriffen vorkommen und nicht zu gewissen Borkenkäfern spezialisiert sind. Über andere Insekten war weniger Material vorhanden.

Für die vorliegende Arbeit wurde vor allem ergänzendes Material über die wichtigsten Bläueverbreiter: *Ips sexdentatus*, *Hylastes ater*, *Orthotomicus proximus* und *Pissodes pini*, *Monochamus sutor* und *Acanthocinus aedilis* gesammelt. Daneben erhielt man auch Material über andere in der Tabelle vermerkte Arten. Als ganz neue kamen hinzu: *Hylastes cunicularius* auf der Fichte, der ökologisch *Hylastes ater* auf Kiefer entspricht; *Xyloterus lineatus*, der seit langem als ein *Ambrosia*-züchtender Käfer bekannt ist, aber oft auch von einer starken Bläue begleitet zu sein schien, und der sowohl auf Fichte als auf Kiefer vorkommt, und *Rhagium inquisitor*, der sehr oft unter der Borke der Nadelhölzer zusammen mit den Borkenkäfern vorkommt.

Von den genannten Insekten verursacht *Ips sexdentatus* eine starke Bläue; weil er aber nicht überall vorkommt, wurde er anfangs nicht zu den wichtigsten Bläueverbreitenden Insekten gerechnet. *Orthotomicus proximus* kann oft von Bläue begleitet sein, ebenso *Hylastes cunicularius*. Zusammen mit *Xyloterus*-Angriff kann auf bearbeitetem Holz eine starke Bläue auftreten; wie es sich aber bei frischen Angriffen zeigte, wurde diese Bläue durch *Hylurgops palliatus*, der meist zusammen mit *Xyloterus*-Angriff vorkommt, in die Stämme

gebracht. Reiner *Xyloterus*-Angriff ruft nur eine eigenartige braune Missfärbung in der Nähe der Gänge hervor.

Tabelle 1. Die untersuchten Borckenkäfer und die bei ihnen gefundenen Bläuepilze.

	Auf Kiefer							Auf Fichte					Auf Kiefer und Fichte				
	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Ips acuminatus</i>	<i>Orthotomicus proximus</i>	<i>Pityogenes quadridens</i>	<i>Blastophagus minor</i>	<i>Bl. piniperda</i>	<i>Hylastes ater</i>	<i>Pissodes pini</i>	<i>Ips typographus</i>	<i>Pityogenes chalcographus</i>	<i>Hylastes cunicularius</i>	<i>Hylurgops palliatus</i>	<i>Tetropium sp.</i>	<i>Xyloterus lineatus</i>	<i>Acanthocinus aeditis</i>	<i>Monochamus sutor</i>	<i>Rhagium inquisitor</i>
Anzahl Lokalitäten	6	14	5	9	34	23	6	8	10	9	4	7	2	2	7	9	4
Anzahl Proben	30	86	18	37	244	91	30	33	72	32	31	29	16	23	27	49	21
<i>Ophiostoma pini</i>		40/6*	7/3	1	27/9	33/12	4/2	16/5	2/2				2/1		3/2	3/2	2/2
<i>O. minutum</i>					2/2	1		2/1									
<i>O. penicillatum</i>							6/2	60/10	12/4	17/4	26/7	2/1	2/1	6/2	14/6	2/1	
<i>f. pini</i>				3/2			15/4										
<i>O. polonicum</i>								1				2/1		1			
<i>O. canum</i>		1	2/2	126/27	4/3												
<i>O. piceae</i>		1	6/3	3/2	2/2	3/1	2/2	1	39/7	4/3	14/4	10/6	3/1	4/1	6/2	11/6	2/1
<i>O. floccosum</i>					1				3/2	1							
<i>O. clavatum</i>	2/1	67/10	1			1											
<i>O. brunneo-ciliatum</i> ...	15/5																
<i>Ophiostoma II</i>	4	14/6				3/3			5/2						1	4/1	
<i>O. ips</i>		4/1	9/4			1	1	1							1	1	
<i>O. olivaceum</i>											3/2			15/4			
<i>O. galeiformis</i>											3/2						
<i>O. coeruleum</i>		3/2	4/1		8/3	5/4	1								3/1	3/1	2/1
<i>O. pluriannulatum</i> ...					1			1	1								
<i>O. tetropii</i>												9/1					
<i>O. albidum</i>								6/2	5/3			1		1		3/1	
<i>O. coerulescens</i>		1	1						1								
<i>Graphium aureum</i> ...							1								2/1	2/1	
<i>Graphium fragrans</i> ...	9/2		1														
<i>Graphium pycnocephalum</i>		1	2/1						2/2	2/1		2/2		3/2	5/2		
<i>Graphium I</i>										3/2				1	1		
<i>Graphium II</i>								2/2									
<i>Leptographium Lundbergii</i>																	
<i>Scopularia phycomyces</i>	1	3/3	1	2/2	5/3	2/2	2/2	4/3							2/1		1
<i>Trichosporium tingens</i>	2/1	20/8		1	109/29	9/5		3	1		1	1		3/2			
<i>Tuberculariella ips</i> ...	7/1																
<i>Monilia ferruginea</i> ...																	
<i>Monilia?</i>													18/1			9/3	
Luftbläuen:																	
<i>Alternaria sp.</i>														1	1		

(Forts.)

Forts. Tab. I

	Auf Kiefer							Auf Fichte					Auf Kiefer und Fichte				
	<i>Ips sexdentatus</i>	<i>Ips acuminatus</i>	<i>Orthotomicus proximus</i>	<i>Pityogenes quadridens</i>	<i>Blastophagus minor</i>	<i>Bl. piniperda</i>	<i>Hylastes ater</i>	<i>Pissodes pini</i>	<i>Ips typographus</i>	<i>Pityogenes chalcographus</i>	<i>Hylastes cunicularius</i>	<i>Hylargops palliatus</i>	<i>Tetropium sp.</i>	<i>Xyloterus lineatus</i>	<i>Acanthocinus lineatus</i>	<i>Monochamus sutor</i>	<i>Rhagium inquisitor</i>
Anzahl Lokalitäten	6	14	5	9	34	23	6	8	10	9	4	7	2	2	7	9	4
Anzahl Proben	30	86	18	37	244	91	30	33	72	22	31	29	16	23	27	49	21
<i>Atractina sp.</i>			2/2								2/1						
<i>Cephalosporium sp.</i> ...					2/2				2/2	1							
<i>Cladosporium elatum</i> ..						2/2											
<i>Cladosporium herbarum</i>			1	1	6/5	2/2	1		5/2		1		1	5/1	1		
<i>Coniothyrium sp.</i>					1												
<i>Discula pinicola</i>		3/2				2/2										2/2	
<i>Haploglyphium penicillatum</i>						1		1	2/1	1	1	1		1			
<i>Phialophora sp.</i>						1	3/1		1	1				1			
<i>Phoma sp.</i>					5/3	1	2/2	1	1	1							
<i>Pullularia pullulans</i> ..		7/5	6/3	6/4	36/20	20/11	4/4	6/5	6/3	8/5	5/2	2/2		4/3	2/2		
<i>Rhinotrichum sp.</i>					1						1						
<i>Stemphylium sp.</i>			1		1												
Sterile Bläuepilze....	1	2/2	5/2		5/5	1			2/2	2/2	1						1

* Die ersten Zahlen in den Spalten beziehen sich auf die Anzahl *Proben*, wo der Pilz gefunden wurde, die zweiten beziehen sich auf die Anzahl *Lokalitäten*, wo der Pilz gefunden wurde.

Ausser den in der Tabelle zusammengestellten Käfern wurden einige Proben von *Ips duplicatus*, *Orthotomicus suturalis*, *Polygraphus punctifrons*, *Anobium emarginatum* und *Sirex sp.* erhalten. Von diesen wurde *Ips duplicatus* von einer starken Bläue begleitet, verursacht durch eine *Ophiosstoma*-Art, die nahe bei *O. clavatum* oder *O. brunneo-ciliatum* zu stehen schien, die sich aber nicht identifizieren liess. *Polygraphus punctifrons* und *Anobium emarginatum* führten keine Bläuen und *Orthotomicus suturalis*-Material war zu spärlich, um darüber etwas aussagen zu können. In den Gängen von *Sirex* wurden zufällig sog. sekundäre Bläuepilze, wie *O. piceae*, *O. coeruleum* und andere getroffen. — In der Tabelle I sind alle bei einem Insekt gefundenen Pilze eingetragen. Die Zahlen beziehen sich auf die Anzahl Proben, wo der Pilz gefunden wurde. Die Gänge wurden meist mehrmals vom Frühling bis zum Herbst untersucht. Gerade im Herbst kamen viele zufällige Pilze hinzu, welche die Übersicht erschwerten. Wenn man nur Arten, die in neugelegten Gängen gefunden wer-

den, beachtet, wird das Bild viel klarer. Dann werden bei gewissen Käfern nur ein paar bestimmte Pilzarten gefunden, nämlich jene, die in der Tabelle mit der grössten Frequenz bei diesen Käfern vorkommen. Deshalb sind für jede Insektenart noch Tabellen zusammengestellt, in welchen das Material und die gefundenen Pilze nach der Einsammlungszeit aufgeführt sind. In diesen Tabellen werden als „Insektenbläuen“ Pilze bezeichnet, die durch ihre schleimigen Sporen der Verbreitung durch Insekten angepasst sind, während die sog. „Luftbläuen“ durch den Wind verbreitet werden. Von Hefen wurden nur die myzelbildenden beachtet.

2. Einzelne Borkenkäfer

a) Rindenbrütende Ipiden

1. *Ips sexdentatus* BOERN

Ips sexdentatus, der zwölfzählige Kiefernborckenkäfer, kommt nach TRÄGÅRDH (1939) von Skåne bis Norrbotten vor; er ist in Südschweden sehr selten und in Nordschweden ziemlich häufig. *I. sexdentatus* kommt hauptsächlich auf Kiefern vor und bevorzugt gröbere Stämme, sowohl liegende als auch stehende, wo er unter der dicken Borke lebt. Die Muttergänge verlaufen in der Fiberrichtung zwischen Holz und Rinde, und furchen den Splint etwas. Die Larvengänge, die den Splint kaum furchen, stehen nicht dicht, sind kurz und erweitern sich schnell zu Puppenkammern. *Ips sexdentatus* wird oft von einer intensiven Bläue begleitet.

Das Material über *Ips sexdentatus* stammt von Lappland bis Dalarna her (Tab. 2). Die besten Proben waren von Murjek, Lpl, wo *I. sexdentatus* auf liegenden Kiefernstämmen fast rein vorkam. Das Material wurde am 9. Sept. eingesammelt. Zu dieser Zeit waren die jungen Käfer gerade ausgebrütet, aber noch nicht ausgeflogen. Das Holz wies eine starke Missfärbung auf, die jedoch nicht das ganze Splintholz durchdrang, sondern in scharf begrenzten, radialen Streifen eine Tiefe von 3—5 mm erreichte. Die Missfärbung ging deutlich von den Mutter- und Larvengängen aus und war am tiefsten unter dem Muttergange. Auf der Fichte war die Missfärbung mehr grünlich und viel schwächer als auf der Kiefer.

In den Larvengängen und Puppenkammern befanden sich zur Zeit der Einsammlung stellenweise kleine Häufchen weisser, glänzender Sporenmassen und kleine Graphien. Die Sporenmassen bestanden aus Sporen von *Tuberculariella ips* und aus den *Graphium*-Sporen einer neuen *Ophiostoma*-Art, hier *Ophiostoma brunneo-ciliatum* genannt. Auf den Wänden der inneren Teile der Muttergänge befanden sich Resten der grossen Graphien dieser Art. Perithezien wurden keine gefunden. Von 6 von den 7 eingesammelten Proben wurden 31 Isolierungen vorgenommen mit folgenden Resultaten. (Tab. 3.)

Tabelle 2. Mit *Ips sexdentatus* gefundene Bläuepilze

Einsamm- lungsstelle	Standort	Datum	Anzahl Proben	Insekten- bläuen	Luft- bläuen	Andere Pilze
Hauptjärn, Nb.	Liegende Kiefernstämme	10. 7. 46	2	<i>Ophiostoma brunneo- ciliatum</i> 2 ²	—	—
Robertsfors, Vb.	Stehende tote Kiefer, Angriff von vorigem Jahre	29. 5. 52	5	—	Sterile Bläue 1; <i>Rhizoc- tonia</i> 1	<i>Penicillium</i> 2; <i>Fusarium</i> 1; <i>Basidiom.</i> 1
Njupeskärr, Dalarna	Liegende Kie- fernstöcke, starke Bläue	24. 7. 52	6	<i>O. clavatum</i> 2; <i>O. brunneo- ciliatum</i> 2; <i>Trichosporium?</i> (steril) 2	—	<i>Hyaline</i> 4 ¹ ; <i>Basidiom.</i> 1
Korskrogen, Häsl.	Liegende, stark exponierte Kiefernstöcke, beinahe trok- ken	1. 8. 52	10	<i>O. brunneo-cilia- tum</i> 4; <i>O. ips?</i> 4; <i>Graphium fra- grans</i> 3; <i>Scopu- laria phycomy- ces</i> 1	—	<i>Hyaline</i> 3; <i>Trichoder- ma</i> 2
Murjek, Lpl.	Liegende Kie- fernstöcke, exponiert	9. 9. 52	6	<i>O. brunneo-cilia- tum</i> 6; <i>Tubercu- lariella ips</i> 6; <i>Graphium fra- grans</i> 6	—	<i>Penicillium</i> 2; <i>Trichoder- ma</i> 2
Murjek Lpl.	Liegende Fichte	9. 9. 52	1	<i>O. brunneo-cilia- tum</i> 1; <i>Tubercu- lariella ips</i> 1	—	<i>Penicillium</i> 1; <i>Tricho- derma</i> 1

¹ Unbestimmbare sterile Pilze mit hyalinem Myzel.

² Die Zahlen nach Pilznamen bedeuten Anzahl Proben, in welchen der Pilz gefunden wurde.

Tabelle 3. Mit *Ips sexdentatus* in Murjek gefundene Bläuepilze

Probe Nr	Holzart	Anzahl Kulturen	Ausgewachsene Pilze (in Anzahl Kulturen)					Hefe
			<i>Tubercu- lariella ips</i>	<i>Ophiostoma brun- neo-ciliatum</i>		<i>Graphi- um fragrans</i>	<i>Penicil- lium, Trichoder- ma</i>	
				Perithe- zien	Graphien			
1	Kiefer	6	5	5	4	4	1	4
2	»	5	5	5	5	—	1	4
3	»	5	4	5	5	1	—	5
4	»	5	3	4	2	3	1	3
5	»	5	4	3	2	3	1	5
6	Fichte	5	1	3	3	—	1	2

Es zeigte sich also, dass zusammen mit *I. sexdentatus* auf Kiefer und Fichte die gleichen Pilze vorkamen. Konstante Begleiter von *Ips sexdentatus* waren somit *Tuberculariella ips* und *Ophiostoma brunneo-ciliatum*. Ziemlich oft kam auch *Graphium fragrans* vor. Nach unpubliziertem Material RENNERFELTS

wurde dieselbe *Ophiostoma*-Art schon früher (1946) zusammen mit *Ips sexdentatus* gefunden. Die genannten Pilze waren miteinander in dem Holze, auch in den Grenzteilen des gesunden und verblauten Holzes, so gemischt, dass es schwer war, sie rein zu erhalten. Schon etwa nach 4 Tagen wurde das Holz in einem Raum mit 100 % Luftfeuchtigkeit sehr stark verblaut, und Perithezien von *Ophiostoma brunneo-ciliatum* wurden während dieser Zeit in grosser Zahl angelegt. *Tuberculariella* dagegen produzierte nur wenige Sporen. Die Perithezien wurden sowohl auf der Holzoberfläche als auch im Holzinnern gebildet, wobei die Hälse in der Fiberrichtung wuchsen und über 5 mm lang werden konnten, bis sie in die Insektengänge hineinreichten. Sie wuchsen dann etwas in diese hinein und endeten in einem typischen Zilienkranze. Die eigentümlichen grossen Graphien von *Ophiostoma brunneo-ciliatum* wurden nicht mehr gebildet. Wurde das Holz stark durchfeuchtet, begann gleich eine starke Sporenproduktion bei *Tuberculariella*, die auch auf so feuchtem Holz fortsetzte, auf welchem *Ophiostoma* nicht mehr gedieh (Tab. 22). *Tuberculariella* braucht also für eine reichliche Sporenproduktion eine grössere Holzfeuchtigkeit als *Ophiostoma brunneo-ciliatum*. Dadurch wird auch ihre reichliche Sporbildung in den innersten Teilen der *Ips*-Gänge verständlich. Die beiden *sexdentatus*-Pilze können also unter gewissen Feuchtigkeitsbedingungen nebeneinander fruktifizieren; in welchem Grade der eine oder der andere dabei dominiert, kann unter anderem auch von dem Feuchtigkeitsgrade abhängig sein.

Ophiostoma brunneo-ciliatum und *Tuberculariella ips* sind beide sehr schnellwüchsig und stark pigmentbildend, sowohl auf Malzagar als auch auf dem Holz. Die Verfärbung der Kiefernholzscheiben nach Infizierung mit reiner *Ophiostoma brunneo-ciliatum* ist dunkelgrau, ebenso mit *Tuberculariella ips*. Als holzfärbende Agenten sind sie gleichwertig.

Die *sexdentatus*-Pilze wurden in Deutschland von FRANCKE-GROSMANN (1950) und in Polen von SIEMASZKO (1939) untersucht. In Deutschland wurde die starke Bläue, die zusammen mit *I. sexdentatus* auftritt, von *Ophiostoma ips* verursacht. In Polen waren die Begleitpilze von *I. sexdentatus* *Ophiostoma ips* und *Tuberculariella ips*. Auch die Originalkulturen von FRANCKE-GROSMANN und Abbildungen von SIEMASZKO bestätigen, dass das deutsche und polnische *Ophiostoma* ziemlich gut übereinstimmt mit dem amerikanischen *O. ips* und sicher zu einer anderen Gruppe als das schwedische *Ophiostoma brunneo-ciliatum* gehören. (Vgl. die Beschreibung S. 41.) *Tuberculariella* dagegen stimmt mit der polnischen Form ziemlich gut überein. Eine nahe verwandte Assoziation scheint die amerikanische Assoziation *Ips pini* und *I. grandicollis* mit *Ophiostoma ips* und *Tuberculariella ips* zu sein, die in der Arbeit von LEACH, ORR und CHRISTENSEN (1934) behandelt worden ist. Die schwärmenden Käfer trugen die Sporen beider Pilze und infizierten die Stämme;

die Sporen wurden sowohl exogen als auch endogen übertragen. *Tuberculariella* bildete dichte Sporenmassen hauptsächlich in den Puppenkammern. *Ophiostoma* bildete zahlreiche Perithezien sowohl in den Puppenkammern als auch in den Larvengängen. Die Larven und jungen Käfer weideten an den Pilzen und hatten massenweise Sporen von beiden Pilzen in ihren Verdauungsorganen. Es wurde angenommen, dass die Sporen beider Pilze zur Ernährung der Larven und Käfer dienten, obgleich sie, durch starke Zellwände geschützt, lange in den Käfern unbeschädigt bleiben. Es wurde unterstrichen, dass nicht immer die beiden Pilze gefunden wurden, sondern auch nur der eine oder der andere. *O. ips* schien öfter vorzukommen. Welche Faktoren für das Vorherrschen des einen oder des anderen bestimmend sind, war nicht bekannt. — Es lassen sich gute Parallelen zwischen den beschriebenen Borkenkäfern und ihren Begleitpilzen und dem schwedischen *Ips sexdentatus* und seinen Begleitpilzen ziehen, so dass man wohl das, was für *I. pini* gefunden wurde, auch für *I. sexdentatus* und seine Begleitpilze annehmen kann: dass sowohl die Sporen von *Tuberculariella* als auch von *Ophiostoma* von den Larven und Käfern als Nahrung aufgenommen werden, und dass die Sporen beider Arten exogen und endogen verbreitet werden.

Aus dem bisher untersuchten Material geht noch nicht hervor, ob *I. sexdentatus* immer die beiden Pilzsymbionten hat, oder ob diese auch einzeln vorkommen, und welche Faktoren ihr Vorkommen bestimmen. Versuche haben jedoch gezeigt, dass *Tuberculariella* von grosser Feuchtigkeit stark gefördert wird, obwohl sie gleichzeitig auch sehr sauerstoffbedürftig ist, wie die anderen Bläuepilze, so dass sie sehr intensiv in den äusseren Schichten des stark feuchten Holzes wächst und sporifiziert, aber nicht tief hineindringen kann. Sie gedeiht also vorwiegend in den Puppenkammern und inneren Teilen der Larvengänge, während die Muttergänge und äusseren Larvengänge anscheinend für sie zu trocken sind, um dort Sporen bilden zu können. *Ophiostoma* dagegen fängt schon bei niedrigerer Feuchtigkeit mit der Sporenbildung an und sporifiziert somit auch in den äusseren Teilen der Gänge. Wie bei den anderen mit Borkenkäfern assoziierten *Ophiostoma*-Arten werden auch bei *O. brunneo-ciliatum* die Graphien während des Larven- und Puppenstadiums gebildet, während die Perithezienbildung zu der Zeit kulminiert, wo die jungen Käfer herauskommen. Gerade die Ascosporen mit ihren dicken, schleimigen Wänden wurden massenhaft unbeschädigt im Darmkanal von jungen und alten Käfern von *I. pini* gefunden, so dass gerade diese zu der endozoischen Übertragung geeignet sind, weil die *Graphium*-Sporen leichter verdaut werden können.

Wie *Trichosporium tingens* bei *Blastophagus minor*, kann *Tuberculariella ips* bei *I. sexdentatus*, nach ihrer Wuchsweise und ihren grossen nährstoffreichen Sporen, die der Käfer als Nahrung aufnimmt, mit den Ambrosiapilzen verglichen werden.

2. *Ips acuminatus* GYLL.

Ips acuminatus, der ebenso wie *Blastophagus minor* unter der dünnen Rinde der Kiefern lebt, wo seine Muttergänge strahlenförmig zwischen Rinde und Holz verlaufen und den Splint ziemlich tief furchen, kommt von Halland bis Lappland vor, ist aber häufiger in den nördlichen Teilen des Landes. Über diesen Käfer hatte man schon früher zahlreiche Angaben, und nach dem neuen Material konnten nur die früheren Funde bestätigt werden.

Tabelle 4. Mit *Ips acuminatus* 1952 gefundene Bläuepilze

Einsamm- lungsstelle	Material	Datum	Anzahl Proben	Insekten- bläuen	Luft- bläuen	Andere Pilze
Robertsfors Vb.	Liegende Kie- fernstämmen, an- gefangene Gänge	29. 5. 52	2	<i>Ophiostoma cla- vatum</i> 2; <i>Tri- chosporium tingens</i> 1	<i>Pullularia</i> 1	Hyaline 1
Robertsfors Vb.	Liegende Kie- fernstämmen, vorjähriger Angriff	29. 5. 52	2	<i>Leptographium Lundb.</i> 1	<i>Pullularia</i> 2; <i>Discula pinicola</i> 2	<i>Mucor</i> 1; Hyaline 1
Älvdalen, Dalarna	Liegende Kie- fernstämmen, be- ginnender An- griff, keine Miss- färbung	5. 6. 52	4	<i>T. tingens</i> 2; <i>O. clavatum</i> 2	<i>Pullularia</i> 2; Steriler Bläuepilz 1	<i>Penicil- lium</i> 2
Vindeln, Vb.	Liegende Kie- fer, Larvengänge	6. 7. 52	4	<i>O. clavatum</i> 4; <i>T. tingens</i> 3	—	<i>Dipodas- cus</i> 1; Hyaline 1 Hyaline 3
Njupeskärr, Dalarna	Liegende Kie- fer, Puppen, sehr starke Bläue	24. 7. 52	6	<i>T. tingens</i> 6; <i>O. clavatum</i> 4; <i>O. ips</i> 1	<i>Discula pinicola</i> 1	

Bei ganz frischen Angriffen in Robertsfors und Älvdalen, wo sich die Muttergänge erst im Anfangsstadium befanden und im Holze noch keine Spuren von Bläue zu sehen waren, zeigten Holzproben aus der Nähe der Gänge, dass die beiden Pilze, *Trichosporium tingens* und *Ophiostoma clavatum* schon vorhanden waren. Einige untersuchte *acuminatus*-Mutterkäfer waren beim Einbohren infiziert mit *O. clavatum*-Sporen. In den kaum begonnenen Gängen setzte sogleich Myzelwachstum und Sporenproduktion beider Pilze ein, die in diesem Stadium nur mikroskopisch nachweisbar waren. Zuerst schien *Trichosporium* stärker zu wachsen, aber anfangs Juli waren beide Pilze regelmässig in den Gängen sichtbar. Die Sporen von *Trichosporium* wurden später hauptsächlich in den inneren Teilen der Larvengänge gebildet, die von *O. clavatum* in Larven- und auch Muttergängen. Diese Erscheinung kann damit zusammenhängen, dass *Trichosporium* zu einer starken Sporenproduktion eine grössere Substratfeuchtigkeit benötigt als *O. clavatum* (Tab. 22). Sind die jungen

Käfer ausgeflogen, nimmt die Sporenproduktion von *Trichosporium* ab, setzt aber bei stärkerer Durchfeuchtung des Holzes sofort intensiv ein. Bei *O. clavatum* werden die Graphien von Mitte Juni bis Mitte Juli gebildet, danach setzt die Perithezienbildung ein, vorausgesetzt dass das Holz hinreichend feucht ist. In dieser Zeit lässt sich *O. clavatum* auf demselben Holze nicht mehr zu einer Graphienbildung zwingen. *O. clavatum* produziert also hauptsächlich während der Entwicklungszeit der Larven Graphium-Sporen, während zur Zeit, wo die jungen Käfer ausschlüpfen, hauptsächlich Perithezien gebildet werden.

Auf stark verblautem Holz mit *acuminatus*-Angriff von vorigem Jahre wuchsen keine der genannten Pilze aus, sondern eine *Leptographium*-Art und Luftbläuen.

3. *Orthotomicus proximus* EICHH.

Orthotomicus proximus ist eine kiefernwohnende Art und kommt nur auf gefällten Stämmen vor, wo er seine Gänge unter der dünnen Rinde anlegt. *O. proximus* schwärmt spät, erst anfangs Juni. Auf den liegenden Stämmen greifen *Bl. minor* und *Pissodes* die Stammoberseite nicht an, und dort findet *O. proximus* Platz für seine Gänge — vorausgesetzt, dass die Stämme der Sonne exponiert liegen. *O. proximus* bevorzugt somit andere Standorten als die genannten Käfer und führt auch andere Pilze mit sich.

Die Muttergänge von *Ips proximus* gehen in der Fiberrichtung zwischen Holz und Rinde und furchen den Splint etwas. Die Larvengänge stehen dicht und werden lang und verschlungen; die Puppenkammern liegen zwischen Holz und Rinde. Diese Art ist nach TRÄGÅRDH (l. c.) ziemlich allgemein im ganzen Lande.

Von *Orthotomicus proximus* liegt leider nur eine kleinere Anzahl Proben vor. Es ist jedoch interessant festzustellen, dass nach RENNERTFELTS unpubliziertem Material von Siljansfors schon 1946 auch derselbe Pilz mit *I. proximus* gefunden wurde, wie jetzt.

Auch bei *I. proximus* ging die Bläue deutlich von den Gangsystemen aus und nicht tief in das Holz hinein. Auch hier verbreitete sich die Bläue nicht durch das ganze äussere Splintholz, sondern beschränkte sich nur auf die Nähe der Gangsysteme. Die beste Probe wurde von Murjek im Herbst eingesammelt, als die Käfer gerade flugreif geworden waren. Die Wände der Larvengänge und Puppenwiegen waren bei diesem Material von sehr kleinen Graphien bedeckt, die kaum grösser waren, als gewöhnlich die *Leptographium*-Konidienträger sind. Die Muttergänge waren leer, und Perithezien wurden keine gebildet. Nach einer kurzen Zeit in der feuchten Kammer (4—5 Tage) wurde die Bläue viel intensiver und breitete sich weiter aus, auch wurden auf der Holzoberfläche und im Holzinnern Perithezien gebildet, von denen nur die Halsspitzen in

Tabelle 5. Mit *Orthotomicus proximus* gefundene Bläuepilze

Einsamm- lungsstelle	Material	Datum	Anzahl Proben	Insekten- bläuen	Luft- bläuen	Andere Pilze
Siljansfors Dir.	Liegende Kie- ernstämme	2. 9. 46	3	<i>Ophiostoma ips</i> 3		
Njupeskärr, Dir.	Liegende Kie- fer, Larven und Puppen, starke Bläue	24. 7. 52	6	<i>O. ips</i> 4; <i>O. piceae</i> 3; <i>O. pini</i> 3	<i>Pullularia</i> 2; sterile Bläue 2; <i>Cladospo- rium</i> 1	Hyaline 5; <i>Penicillium</i> 1 <i>Trichoder- ma</i> 1
Murjek, Vb.	Liegende Kie- fer, ausgeflogene Käfer, deutliche Bläue	9. 9. 52	1	<i>O. ips</i> 1; <i>Graphium fragans</i> 1		Hyaline 1
Järna, Sdl.	Liegende Kie- fer, ausgeflogene Käfer, starke Bläue	9. 9. 52	8	<i>O. coeruleum</i> 4; <i>O. pini</i> 3; <i>O. piceae</i> <i>Graphium pycnoceph- alum</i> 2 <i>O. clavatum?</i> 1	<i>Pullularia</i> 3; sterile 3 <i>Stemphy- lium</i> 1	<i>Aspergillus</i> 2; <i>Trichoderma</i> 2; <i>Geotrichum candidum</i> 2; <i>Penicillium</i> 1; <i>Cephalospo- rium</i> 1

die Gänge hineinreichten. Diese *Ophiostoma*-Art war ganz verschieden von *sexdentatus-Ophiostoma* und wurde als *Ophiostoma ips* bestimmt. Dieser Pilz entspricht nicht ganz den amerikanischen *O. ips*-Kulturen. Kulturversuche mit Sporen aus Larven- und Puppenkammern ergaben denselben Pilz und ausserdem *Graphium fragans*, Schimmel, Hefe und Bakterien. Bläuen von *Tuberculariella* oder *Trichosporium*-Typ wurden bei *O. proximus* keine gefunden. *Ophiostoma ips* hatte sich während des Sommers in den Muttergängen und besonders in den Larvengängen im Konidienstadium gut entwickelt und befand sich noch nach dem Ausfluge der Insekten im Spätherbst im gleichen Stadium. Unter günstigen Bedingungen, in Wärme und grosser Luftfeuchtigkeit war es bereit, sofort Perithezien zu bilden. Es ist möglich, dass die frühen Froste die Entwicklung des Pilzes in den untersuchten Stämmen im Walde verhindert hatten.

4. *Pityogenes quadridens* HART.

Pityogenes quadridens kommt in ganz Schweden auf Kiefern vor, unter der dünnen Rinde der Wipfelpartie und der Äste.

Wie früher, kamen auch jetzt mit *P. quadridens* nur zufällig einige Bläuepilze und hyaline Pilze vor. Im Material von Regna war *Dipodascus* ziemlich häufig. Von Mutterkäfern wurden sehr zahlreiche Hefen und Bakterien isoliert; andere Pilze kamen selten vor. Die Entwicklungszeit dieses kleinen Borkenkäfers ist kurz und die dünnen Wipfelteile und Äste, wo er seine Gänge hat, trocknen zu schnell aus, um den Bläuepilzen einen passenden Standort zu bieten.

Tabelle 6. Mit *Pityogenes quadridenes* 1952 gefundene Bläuepilze

Einsamm- lungsstelle	Material	Datum	Anzahl Proben	Insekten- bläuen	Luft- bläuen	Andere Pilze
Åkersberga, Upl.	Liegende Kie- fer, keine Bläue	22. 5. 52	10	<i>Leptographi- um Lundb.</i> 1 <i>Ophiostoma pini</i> 1	<i>Pullularia</i> 1	<i>Penicillium</i> 1; <i>Botrytis</i> 1
Regna Ög.	Liegende Kie- fer, beginnender Angriff	17. 5. 52	10	<i>Leptogra- phium Lundb.</i> 1	<i>Cladospo- rium</i> 1	<i>Dipodascus</i> 6; <i>Penicillium</i> 3; <i>Basidio- myceten</i> 1 <i>Geotrichum candidum</i> 1
Högby, Ög.	D:o	22. 5. 52	2	—	<i>Pullularia</i> 1	<i>Geotrichum candidum</i> 1
Vindeln, Vb.	Liegende Kiefer, Larvengänge	3. 6. 52	4	—	—	—

5. *Blastophagus minor* HART.

Über die Biologie und die Begleitpilze von *Bl. minor* sind schon mehrere Arbeiten vorhanden (RENNERFELT 1950, MATHIESEN 1951, FRANCKE-GROSMANN 1952), da er zu den wichtigsten Bläue verbreitenden Käfern Schwedens gehört. Die folgenden Angaben sollen nur als Ergänzung dienen. — *Bl. minor* lebt auf gefällten und trocknenden Kiefern, unter der Spiegelrinde, hauptsächlich auf der Unterseite solcher Stämme, die nicht direkt auf dem Boden liegen und mehr oder weniger der Sonne exponiert sind. Seine Muttergänge furchen den Splint tief, die Larvengänge sind kurz und gehen tief in das Splintholz; die Puppenkammer liegen im Holze. *Bl. minor* ist sehr gewöhnlich von Skåne bis Norrbotten.

Zusammen mit *Bl. minor* wurden mit grosser Frequenz die Bläuepilze *Ophiostoma canum* und *Trichosporium tingens* gefunden (RENNERFELT 1950). FRANCKE-GROSMANN (1952) betrachtete *Trichosporium tingens* als einen Ambrosiapilz, wichtig für die Ernährung der Larven; *Ophiostoma canum* dagegen wurde als mehr zufällig und ohne Bedeutung für den Käfer aufgefasst. Unter anderem wurde auch im Sommer 1952 Material über *Bl. minor* gefunden, aber diesmal wurden nur die ganz frischen Angriffe beachtet. Aus Tab. 7 geht hervor, dass, wie schon früher observiert, schon zu Beginn der Angriffe, meist beide Pilze zugegen waren, seltener nur der eine oder nur der andere. Versuche zeigten (Tab. 22), dass grosse Luft- und Substratfeuchtigkeit besonders stark die Sporenbildung von *Trichosporium* fördert, während *O. canum* auch auf weniger feuchtem Holz sehr gut Graphien entwickelt. Grosse Luftfeuchtigkeit ist jedoch notwendig, um die Sporentropfen der *O. canum*-Graphien schleimig zu halten, wie sie in den Gängen vorkommen. Sobald die Graphien an die Aussenluft kommen, beginnen sie auszutrocknen und können schon nach 10 Minuten hart und kreidig werden, was ein Festkleben der Sporen an die

Tabelle 7. Mit *Blastophagus minor* 1952 gefundene Bläuepilze

Einsamm- lungsstelle	Material	Datum	Anzahl Proben	Insekten- bläue	Luft- bläue	Andere Pilze
Södertörn, Sdl.	Liegende Kie- fer, Eiergrüb- chen, keine Farbe im Holze	16. 5. 52	6	<i>Ophiostoma</i> <i>canum</i> 1; <i>Tri-</i> <i>chosporium</i> <i>tingens</i> 1	<i>Pullula-</i> <i>ria</i> 1	
D:o	Sporen auf Käfer	16. 5. 52	6	<i>O. canum</i> 6; <i>T. tingens</i> 6		Hyaline Myz. 2; <i>Peni-</i> <i>cillium</i> 1
Regna, Ög.	Liegende Kie- fer, Muttergänge	17. 5. 52	3	<i>T. tingens</i> 3 <i>O. canum</i> 2		<i>Penicillium</i> 1
Åkersberga, Upl.	Liegende Kie- fer, Muttergänge mit Eiergrüb- chen, im Holze starke bis keine Missfärbung	22. 5. 52	13	<i>T. tingens</i> 9; <i>O. canum</i> 8	<i>Cladospo-</i> <i>rium</i> 1; <i>-</i> <i>Pullularia</i>	<i>Penicillium</i> 9; <i>Mucor</i> 2; <i>Basidio-</i> <i>myceten</i> 1
D:o	Sporen auf Käfer	22. 5. 52	11	<i>T. tingens</i> 8; <i>O. canum</i> 8		<i>Penicillium</i> 9; <i>Trichoder-</i> <i>ma</i> 1; <i>Paeci-</i> <i>lomyces</i> 1
Fagersjö, Sdl.	Liegende Kie- fer, Eiergrüb- chen, starke Missfärbung	22. 5. 52	2	<i>T. tingens</i> 2; <i>O. canum</i> 1		
Lövö, Upl.	Liegende Kie- fer, Muttergänge keine Bläue im Holze	22. 5. 52	11	<i>T. tingens</i> 9; <i>O. canum</i> 4		<i>Penicilli-</i> <i>um</i> 6; <i>Dipo-</i> <i>dascus</i> 1; hyaline Myz.
Älvkarleby, Upl.	Liegende Kie- fer, Larven- gänge, sehr starke Bläue	28. 6. 52	8	<i>T. tingens</i> 6; <i>O. canum</i> 2	<i>Pullula-</i> <i>ria</i> 1	<i>Basidio-</i> <i>myceten</i> 6; <i>Penicilli-</i> <i>um</i> 3; <i>Mucor</i> 1

Käfer verunmöglicht. Ebenso wie bei den Begleitpilzen von *Ips sexdentatus* zeigte sich auch hier, dass die mit den Ambrosiapilzen verglichenen Pilze eine höhere Feuchtigkeit fordern als die *Ophiostoma*-Arten.

6. *Blastophagus piniperda* L.

Blastophagus piniperda ist eine gewöhnlich kiefern bewohnende Art und kommt auf den gleichen Stämmen wie *Bl. minor* vor. Er kommt nur unter der dicken Borke, wo seine Muttergänge in der Faserrichtung verlaufen und den Splint etwas furchen, vor. Das Material vom Jahre 1952 bestätigte die früheren Beobachtungen über *Bl. piniperda* in Schweden.

Bei frischen Angriffen, zur Zeit wo die Muttergänge begonnen und Eier gelegt wurden, wurde *Bl. piniperda* weder von Bläue- noch von anderen regelmässig vorkommenden Pilzen begleitet. In alten Gängen, in Järna, waren verschiedene Bläue- und andere Pilze zugegen, solche Arten, die man überall in alten Insektengängen findet.

Tabelle 8. Mit *Blastophague piniperda* 1952 gefundene Bläuepilze

Einsamm- lungsstelle	Material	Datum	Anzahl Proben	Insekten- bläuen	Luft- bläuen	Andere Pilze
Södertörn, Sdl.	Liegende Kie- fer, Muttergänge, keine Bläue	16. 5. 52	4	—	<i>Pullula- ria</i> 1	Hyaline Myz. 1
Åkersberga, Upl.	D:o	22. 5. 52	4	<i>Ophiostoma canum</i> 1	Unbe- stimmte <i>Bläue</i> 1	<i>Penicilli- um</i> 1; <i>Dipo- dascus</i> 1
Lovö, Upl.	Sporen auf Käfer	22. 5. 52	4			
Järna, Sdl.	Liegende Kie- fer, Käfer aus- geflogen	9. 9. 52	5	<i>O. coerule- um</i> 2; <i>O. pi- ceae</i> 1; <i>O. pi- ni</i> 1; <i>O. ips?</i> 1 <i>O. minutum</i> 1	<i>Pullula- ria</i> 3; <i>Haplogra- phium</i> 1; <i>Phialo- phora</i> 1	<i>Trichoder- ma</i> 2; hya- line Myz. 2

7. *Hylastes ater* PAYK.

Hylastes ater kommt im ganzen Lande häufig auf Kieferstümpfen und auf der Unterseite solcher Kiefernstämmen, die direkt auf der Erde liegen, vor. Der Muttergang furcht den Splint etwas, die Larvengänge verlaufen in der Rinde. Die Biologie dieses Käfers ist nicht näher bekannt; man nimmt an,

Tabelle 9. Mit *Hylastes ater* 1952 gefundene Bläuepilze

Einsamm- lungsstelle	Material	Datum	Anzahl Proben	Insekten- bläuen	Luft- bläuen	Andere Pilze
Vindeln, Vb.	Kiefernstümpfe, Muttergänge	28. 5. 52	6	<i>O. penicilla- tum</i> 6	<i>Pullula- ria</i> 1	<i>Penicillium</i> 2; <i>Cephalospo- rium</i> 2; <i>Dipo- dascus</i> 2; <i>Tri- choderma</i> 1
Robertsfors, Vb.	Stehende tote junge Kiefer, Angriff von vorigem Jahre	29. 5. 52	5	—	—	<i>Trichoder- ma</i> 5
Älvdalen, Dlr.	Liegende Kiefer, Eiergrübchen, Bläue nur unter der Rinde	5. 6. 52	8	<i>O. penicilla- tum</i> 8; <i>O. pini</i> 2	<i>Pullula- ria</i> 1	<i>Trichoder- ma</i> 2
Järna, Sdl.	Liegende Kiefer, Käfer ausgeflo- gen; unter den Gängen lokale, starke tief- gehende Bläue	9. 9. 52	6	<i>O. penicilla- tum</i> 4; <i>O. pi- ceae</i> 1; <i>O. ips?</i> 1; <i>O. coeru- lerum</i> 1; <i>Gra- phium aure- um</i> 1	<i>Phialo- phora</i> 3; <i>Pullula- ria</i> 2; <i>Pho- ma sp.</i> 2; <i>Cladospo- rium</i> 1	<i>Trichoder- ma</i> 2; Hyaline Myz. 1

dass die Generation zweijährig ist. *H. ater* wird oft von einer starken Bläue begleitet. Bei frischen Angriffen waren in den Muttergängen keine besondere Fruchtkörper zu finden, die Wände schienen nur von einer dunklen schleimigen Masse bedeckt zu sein. Aus den Sporen an den Wänden wuchs *O. penicillatum*, die Kiefernform, heraus.

Auf den liegenden Stämmen, wo der Angriff weitergegangen war, konnte aus dem verblauten Holze wieder dieselbe *Ophiostoma*-Art isoliert werden. Bei alten Angriffen von Järna wurden alle möglichen Bläuen gefunden, wie bei den alten Angriffen anderer Insekten. Die bei *H. ater* isolierte *O. penicillatum*-Form bildete auch Perithezien in der Kultur, die etwas grösser waren und längere Hälse hatten als bei der typischen Form auf Fichte, damit näher der Art von GOIDÀNICH (1936), *O. serpens*, auf *Pinus silvestris* in Italien, stehen. Es muss nochmals betont werden, dass die zahlreichen, von verschiedenem Material isolierten *O. penicillatum*-Formen in vielen Eigenschaften, wie Wachstumsgeschwindigkeit, Intensität der Farbe, Konidiengrösse, -Form und -Farbe, Peritheziengrösse, Halslänge usw. sehr stark variieren können. Auf ein und demselben Substrat weiter kultiviert, halten sich diese Eigenschaften konstant; z. B. Kulturen aus den Ascosporen von langhalsigen Perithezien bilden wieder langhalsige Perithezien und umgekehrt. Auf verschiedenen Substraten können diese Formen aber sehr verschieden aussehen und auch wenn man eine von Kiefernholz isolierte Form auf Fichtenholz überträgt, verändern sich die Myzel- und Konidieneigenschaften. Wie sich die Perithezieneigenschaften dabei verhalten, ist schwer zu sagen, da diese Pilze nicht weiter Perithezien bildeten. Bis Klarheit über die *O. penicillatum*-Formen geschaffen sein wird, wird die langhalsige Form als eine auf Kiefern vorkommende *O. penicillatum*-Form betrachtet (vgl. MATHIESEN 1950). Dieselbe Form ist auch zusammen mit anderen Borkenkäfern auf Kiefer gefunden worden; Perithezien waren bei ihr bisher unbekannt.

Zu dem hier zusammengestellten Material muss noch hinzugefügt werden, dass man in 1—2-jährigen Kiefernstümpfen neben Fäulnispilzen sehr oft auch Bläuepilze findet, und dass gerade die hier erwähnte *Ophiostoma penicillatum*-Form unter diesen sehr häufig vorkommt, auch wenn die Insektenangriffe schon alt sind. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieser Pilz durch *H. ater* in die Stümpfe geschleppt wird, wo er dann im Holze weiter lebt.

8. *Ips typographus* L.

I. typographus ist der schädlichste und gewöhnlichste Borkenkäfer auf Fichte, wo er seine Gänge unter der dickeren Rinde anlegt. Die Muttergänge gehen in der Fiberrichtung zwischen Holz und Rinde, während die Larvengänge in der Rinde verlaufen und dicht, lang und verschlungen sind. Auch bei *Ips typographus* wurden nur die früheren Funde wiederholt. *Ophiostoma*

Tabelle 10. Mit *Ips typographus* 1952 gefundene Pilze

Einsamm- lungsstelle	Material	Datum	Anzahl Proben	Insekten- bläuen	Luft- bläuen	Andere Pilze
Vindeln, Vb.	Liegende Fichte, Larvengänge, starke Bläue	8. 7. 52	5	<i>Ophiostoma penicilla- tum</i> 4; <i>O. pi- ceae</i> 2; <i>O. po- lonicum</i> 1; <i>O. pluriannu- latum</i> 1	<i>Pullula- ria</i> 1	<i>Penicillium</i> 1; Hyaline 1; <i>Geotrichum candidum</i> 1
D:o	Liegende Fichte, Angriff von vorigem Jahre	8. 7. 52	3	<i>O. penicilla- tum</i> 1		<i>Penicilli- um</i> 3; <i>Basi- diomyc.</i> 3; <i>Geotri- chum</i> 1; <i>Tri- choderma</i> 1

penicillatum ist, wie bekannt, der konstante Begleiter von *I. typographus*. In einem Falle wurde *O. polonicum* gefunden. Auf alten Angriffen, wo die Käfer schon ausgeflogen waren, konnte *O. penicillatum* noch weiter wachsen. *O. piceae* kommt oft zusammen mit *O. penicillatum* in den Gängen vor.

9. *Pityogenes chalcographus* L.

Pityogenes chalcographus spielt auf der Fichte die gleiche Rolle wie *P. quadridens* auf der Kiefer. Er lebt ebenfalls unter der dünnen Rinde in den Wipfelpartien und auf den Ästen der Fichten. In den frischen Angriffen von *P. chalcographus* wurden nur selten Bläuepilze gefunden, dagegen findet man immer sehr zahlreiche Hefen und Bakterien auf den Käfern. Ebenso wie bei *P. quadridens*, erfolgt auch bei den von *I. chalcographus* bewohnten Stammteilen die Austrocknung zu schnell für die Bläuepilze.

10. *Hylastes cunicularius* ER.

Hylastes cunicularius ist eine fichtenbewohnende Art und entspricht ökologisch *Hylastes ater* auf Kiefer. *H. cunicularius* ist häufig in ganz Schweden auf einjährigen Fichtenstümpfen und kommt auch auf der Unterseite der auf der Erde liegenden Fichtenstämme vor. Der Muttergang geht in der Fiberrichtung und furcht etwas den Splint, die Larvengänge sind ganz in der Rinde. Die Generation ist zweijährig. Auf den Stümpfen findet man immer eine mehr oder weniger starke Bläue, während auf den liegenden Stämmen zur Zeit wo die Muttergänge angelegt werden, eine sehr starke Bläue auftritt, die aber nur einige mm tief in das Holz hineingeht. Besonders die Wände der Gänge weisen eine starke Missfärbung auf, welche sich auch auf der Holzoberfläche unter der Rinde weiter ausbreitet. In den Gängen und auf dem Holze wurde immer eine *O. penicillatum*-Form gefunden, die zuweilen auch Perithezien

Tabelle 11. Mit *Hylastes cunicularius* 195 gefundene Pilze

Einsamm- lungsstelle	Material	Datum	Anzahl Proben	Insekten- bläuen	Luft- bläuen	Andere Pilze
Vindeln, Vb.	1-jährige Fich- tenstümpfe Beginnender Angriff	28. 5. 52	10	<i>Ophiostoma penicilla- tum</i> 10; <i>O. pi- ceae</i> 4; <i>O. ga- leiformis</i> 1; <i>O. olivace- um</i> 1		<i>Basidio- myc.</i> 10; <i>Penicillium</i> 1; <i>Dipodascus</i> 1
Mora, Dlr.	1-jährige Fich- tenstümpfe, Muttergang	3. 6. 52	4	<i>O. galeifor- mis</i> 2; <i>O. pe- nicillatum</i> 2; <i>O. piceae</i> 2; <i>Scopularia phycomyces</i> 1	<i>Cladospo- rium</i> 1; <i>Haplogra- phium pe- nicilla- tum</i> 1	<i>Basidio- myc.</i> 2
Tönnersjö- heden, Hl.	1-jährige Fich- tenstümpfe, Larven	17. 6. 52	5	<i>O. penicilla- tum</i> 3; <i>O. pi- ceae</i> 3; <i>O. oli- vaceum</i> 2	<i>Pullula- ria</i> 2	<i>Basidio- myc.</i> 5; <i>Peni- cillium</i> 2; <i>Cephalospo- rium</i> 1; <i>Glio- cladium</i> 1
D:o	Frische Fich- tenstümpfe, keine Insekten	17. 6. 52	10	<i>O. piceae</i> 3	<i>Pullula- ria</i> 3	<i>Basidimyc.</i> 4; <i>Penicillium</i> 3; <i>Cephalospo- rium</i> 3; <i>Phycomyc.</i> 1
Vindeln, Vb.	Liegende Fich- te, Larven, Pup- pen, starke, nicht tiefgehende Bläue	7. 7. 52	2	<i>O. penicilla- tum</i> 2; <i>O. pi- ceae</i> 2		<i>Trichoder- ma</i> 1; <i>Phyco- myc.</i> 1

bildete, und die ähnlich jener Form war, die zusammen mit *Hylastes ater* auf Kiefer gefunden wurde. Die Perithezien gehörten zu der langhalsigen Gruppe. In Vindeln wurde auf einem Stumpfe mit frischem *cunicularius*-Angriffe eine *Ophiostoma*-Art gefunden, die bisher in Schweden unbekannt war, und die auch auf Material von Mora wiedergefunden wurde: *Ophiostoma galeiformis* BAKSHI. Diese Art ist jedoch bisher nur zufällig angetroffen worden. Mit dem Angriff von *H. cunicularius* kommt meist *O. penicillatum* vor. In den Baumstümpfen ist es nicht leicht zu beurteilen, ob die Bläue immer zu diesem Insekt gehört, weil oft auch einige andere Käfer vorkommen, die vor *H. cunicularius* die Stümpfe bewohnen können. In den frischen Stümpfen ohne Käferangriff fand man jedoch nicht die gleichen Bläuepilze, und auf der Oberfläche der Stümpfe kamen nur die Luftbläuepilze vor, die nicht tief in das Holz hineingingen, weil dieses nahe der Oberfläche zu schnell austrocknete. — Was die direkt auf der Erde liegende Stämme betrifft, auf welchen dieser Käfer auch gefunden wurde, so sind dort die Wände der Muttergänge sehr stark blaugrün verfärbt, aber die Missfärbung geht, wie bei anderen Käfern,

welche die auf der Erde liegenden Stämme angreifen (vgl. *Hylastes ater* und *Pissodes pini*), nur wenig in das Holz hinein. Dieses ist ausscheinend durch den hohen Wassergehalt solcher Stämme bedingt. Wie Versuche mit Holz-scheiben (Tab. 22) zeigen, wird von *O. penicillatum* bei einem hohen Wassergehalt des Holzes (200 % des Trockengewichtes und darüber) eine sehr starke Bläue auf der Oberfläche hervorgerufen, die aber nur einige mm tief in das Holz hineingeht. Gleichzeitig werden auf der Holzoberfläche zahlreiche Sporen gebildet — das gleiche Bild, das man auf den auf der Erde liegenden Stämmen trifft.

II. *Hylurgops palliatus* GYLL.

Auch *Hylurgops palliatus* ist sehr häufig im ganzen Lande. Er greift sowohl Kiefern als Fichten an, aber unseres Material wurde ausschliesslich von Fichte eingesammelt. *H. palliatus* bevorzugt Stämme in feuchter und beschatteter Lage und kommt meist auf solchen Stämmen vor, die mehrere Monate auf der Erde gelegen haben.

Tabelle 12. Mit *Hylurgops palliatus* 1952 gefundene Bläuepilze

Einsamm-lungsstelle	Material	Datum	Anzahl Proben	Insekten-bläuen	Luft-bläuen	Andere Pilze
Vindeln, Vb.	Liegende Fichte, beginnender Angriff	28. 5. 52	4	<i>O. penicillatum</i> 4;		
Regna, Ög.	Liegende Fichte mit <i>Xyloterus</i> -Angriff im Holze <i>Hylurgops</i> unter der Rinde, dort starke Bläue	10. 6. 52	10	<i>O. penicillatum</i> 7; <i>O. piceae</i> 2	<i>Rhinocla-diella</i> 1; sterile Bläue 1	<i>Penicillium</i> 1; <i>Gliocla-dium</i> 1
Vindeln, Vb.	Liegende Fichte, Larvengänge	7. 7. 52	6	<i>O. penicillatum</i> 6; <i>O. piceae</i> 6; <i>Graphium pycnocephalum</i> 1; <i>Scopularia phycomyces</i> 1	<i>Pullularia</i> 1	Hyaline Myz. 2; <i>Basidio-myc.</i> 1

H. palliatus legt seine Muttergänge unter der dicken Rinde an, wo sie in der Fiberrichtung verlaufen, den Splint etwas furchend. Die Larvengänge stehen von dem Muttergange ausgehend sehr dicht und breiten sich dann fächerförmig unter der Rinde aus.

H. palliatus wird auf der Fichte immer von einer grünlichen Missfärbung begleitet, die fast ausnahmslos von einer *O. penicillatum*-Form verursacht wird. Dieser Pilz ist etwas variierend — manchmal stimmt er ganz mit dem typischen *O. penicillatum* überein, manchmal werden Formen gefunden, die sich mehr der dunkleren, langhalsigeren Form auf Kiefer nähern.

H. palliatus kommt beinahe immer auf Holz vor, das von *Xyloterus lineatus* angegriffen ist. Man erhält oft, besonders auf bearbeitetem Holz, den Eindruck, dass *X. lineatus* von einer, durch die ganzen Stämme verbreiteten grünlichen Missfärbung begleitet ist. Wie aber die ganz frischen Angriffe von *Regna* zeigten, kommt diese Bläue von *palliatus*-Gängen her, die sich unter der Rinde befanden. Wie immer bei *H. palliatus* so war auch in diesen Fällen die Bläue von *O. penicillatum* verursacht. Gleichzeitig mit *O. penicillatum* kann bei *Hylurgops* auch *O. piceae* vorkommen, mit kleiner Frequenz bei frischen Angriffen und sehr oft, wenn die Larvengänge schon fertig sind. Die Sporenbildung bei *O. piceae* kulminiert bei älteren Angriffen, wenn die Käfer schon ausgeflogen sind.

Von BAKSHI (1951 b) wurde in England zusammen mit *H. palliatus* eine andere *Ophiostoma*-Art gefunden, *O. galeiformis* BAKSHI, die in Schweden bisher nicht mit *Hylurgops*, wohl aber zufällig mit *Hylastes cunicularius* angetroffen wurde.

b) Holzbrütende *Ipiden*

12. *Xyloterus lineatus* OL.

Xyloterus lineatus ist seit langem (NEGER 1909, 1911) als ein ambrosiazüchtender Käfer bekannt. Sein Pilzsymbiont ist aber nur vorbeigehend behandelt worden. *X. lineatus* fällt sowohl Kiefer als auch Fichte an und ist ausgesprochen sekundär. Er greift sowohl gefällt Stämme, als auch stehende, unterdrückte und beschädigte Bäume an. Der Mutterkäfer bohrt einen geraden, kurzen Gang in das Holz, der sich dann in zwei Hälften teilt, welche horizontal, parallel zu den Jahresringen, zu beiden Seiten verlaufen. Von diesen Gängen gehen seitlich die ca 4 mm langen Larvengänge aus. Die Larven entwickeln sich somit ganz im Holze. Die Generation ist einjährig.

Die Wände der fertigen Gangsysteme sind bedeckt von einem rötlich-braunen Pilz, der auch etwas um die Gänge herum in das Holz eindringt, diesem eine rötlichbraune Farbe gebend. Auf altem Holz, besonders wenn es feucht aufbewahrt ist, kann sich diese rötlichbraune Farbe bis ca 5 cm in der Fiberrichtung von den Gängen erstrecken. Bei alten Angriffen von *X. lineatus* wirkt oft eine blaue Missfärbung störend, die von *lineatus*-Gängen zu kommen scheint, die aber von *Hylurgops palliatus* verursacht wird, der oft zusammen mit *Xyloterus* vorkommt und unter der Rinde lebt. (Vgl. S. 25.)

Der braune Pilz entwickelt sich in den Gängen ziemlich langsam. In den halbfertigen Muttergängen findet man ihn nur spärlich, aber wenn die Eigrübchen fertig sind, bedeckt er schon dicht die Wände der inneren Teile der Muttergänge, um sich nachher auch sehr stark in den Larvengängen zu entwickeln. Die braunen Hyphen wachsen hauptsächlich in der Nähe der Gangsysteme im Holze und die Hyphenenden bekleiden palisadenartig die Gang-

Tabelle 13. Mit *Xyloterus lineatus* 1952 gefundene Pilze

Einsamm- lungsstelle	Material	Datum	Anzahl Proben	Insekten bläuen	Luft- bläuen	Andere Pilze
Åkersberga, Upl.	Liegende Kiefer, Angriff von vorigem Jahre	22. 5. 52	2	—	—	<i>Penicil- lium</i> 2; <i>Mu- coraceae</i> 1; <i>Trichoder- ma</i> 1; <i>Basi- diomyc.</i> 1
Regna, Ög.	Liegende Fichte. Auch <i>Hylurgops</i> - Angriff. Mutter- gänge begonnen,	17. 5. 52	9	<i>Monilia fer- ruginea</i> 9; <i>O. penicilla- tum</i> 2		<i>Penicil- lium</i> 2; <i>Mucor</i> 1
D:o	Mutterkäfer, Sporen	17. 5. 52	12	<i>O. penicilla- tum</i> 10; <i>O. piceae</i> 6		
D:o	Liegende Fichte, reiner <i>Xyloterus</i> - Angriff	17. 5. 52	6	<i>Monilia fer- ruginea</i> 5	<i>Cladospo- rium</i> 1	<i>Penicil- lium</i> 1; <i>Bo- trytis</i> 1; <i>Ba- sidiomyc.</i> 1
D:o	Fichte, feucht	10. 6. 52	6	<i>Monilia fer- ruginea</i> 4; <i>O. piceae</i> 4		<i>Basidio- myc.</i> 3; <i>Peni- cillium</i> 1; <i>Mucor</i> 1; <i>Dipodascus</i> 1
D:o	Käfer, Sporen	10. 6. 52	5	<i>Monilia fer- ruginea</i> 2; <i>O. piceae</i> 1		<i>Penicil- lium</i> 1; <i>Dipo- dascus</i> 1

wände. An den Hyphenspitzen werden zahlreiche Konidien, die massenweise dieselbe rotbraune Farbe haben wie die Hyphen, auf *Monilia*-Art abgesprosst. Die ausfliegenden jungen Käfer sind mit diesen Sporen behaftet. Zufällig wurden auch Sporen von Bläuepilzen auf ihnen gefunden. Keine anderen Pilze wurden bei reinem *Xyloterus*-Angriff gefunden, aber die weichen Pilzmassen waren mit zahlreichen Hefezellen und Bakterien gemischt. Eine eigentümliche Hefeart wurde aus *X. lineatus*-Gängen isoliert. In älteren Gängen wachsen schon vor dem Ausfliegen der jungen Käfer, besonders aber danach, in den leeren Gängen, oft zahlreiche *O. piceae*-Graphien aus. *O. piceae* ist doch auch in *Xyloterus*-Gängen nur ein sekundärer Pilz.

Schon NEGER (1909, 1911) und SCHNEIDER-ORELLI (1911) haben die Symbiose von *Xyleborus*- und *Xyloterus*-Arten mit ihren entsprechenden Pilzen beschrieben. Das Vorkommen der Pilze in den Gängen wird beschrieben und die Pilze kurz behandelt. Der Ambrosiapilz von *Xyleborus* wird etwas eingehender beschrieben; der von *Xyloterus lineatus* soll ihm nahestehend sein. Auch einige *Ophiostoma*-Arten wurden in den Gängen gefunden. Die systematische Stellung der Ambrosiapilze wurde offen gelassen.

Da der *Xyloterus*-Pilz bisher nicht morphologisch behandelt worden ist,

und da er in Kultur von den anderen beschriebenen Ambrosiapilzen deutlich abweicht, wird er nachfolgend als eine neue Art, *Monilia ferruginea*, beschrieben.

c) *Bockkäfer*

13. *Tetropium castaneum* L.

Tetropium castaneum kommt im ganzen Lande vor. Er bevorzugt Fichten, kommt aber auch auf anderen Nadelbäumen vor, auf liegenden Stämmen und stehenden Bäumen, oft gerade auf den grössten Stämmen. Die Larven leben unter der Borke und verpuppen sich im Holze, wo sie auch überwintern. Die ganze Entwicklung dauert ein Jahr.

In Puppenkammern von *Tetropium* wurde in Hofors früher (MATHIESEN 1951) bei reinem *Tetropium*-Angriff auf stehenden und noch lebenden Fichten eine interessante *Ophiostoma*-Art gefunden, die seither nicht mehr getroffen worden ist. Es wurde nochmals nach diesem Käfer gesucht, aber es gelang leider nicht, frisches Material zu erhalten. In Gängen, wo die Käfer schon ausgeschlüpft waren, wurden keine *Ophiostoma*-Arten gefunden, sondern nur einzelne Luftbläuen. Das in *Tetropium*-Gängen gefundene *Ophiostoma tetropii*, isoliert 1949, wächst, im Gegensatz zu anderen mit Borkenkäfern assoziierten Bläuepilzen, sehr gut in der Kultur und produziert auf Malzagar noch nach vier Jahren zahlreiche Perithezien.

14. *Acanthocinus aedilis* L.

Acanthocinus aedilis ist, ebenso wie die anderen hier behandelten Bockkäfer, sehr gewöhnlich im ganzen Lande. Der Käfer kommt schon anfangs Mai heraus, und seine Entwicklung vollzieht sich während eines Sommers. Die Larven leben unter der dicken Borke der Kiefern und Fichten, sowohl auf stehenden als auch auf gefälltten Bäumen. *A. aedilis* ist ausgesprochen sekundär und greift nie frische Bäume an, sondern kommt nur zusammen mit anderen Borkenkäferangriffen vor. Die Larvengänge verlaufen in der Innenseite der Rinde und die Puppenkammer liegen zwischen Holz und Rinde oder im Holzinnern.

In den frischen Gängen von *Acanthocinus* wurde früher (MATHIESEN 1950) eine besondere *Ophiostoma*-Art, *O. olivaceum*, gefunden.

Das Material von 1952 stammt aus älteren Gängen, teils von Baumstümpfen, wo auch andere Käfer zugegen waren und teils von unentzündeten Stöcken aus einem Sägewerke, wo die jungen Käfer gerade aus den Stämmen ausflogen. Die Wände der frischen Larvengänge und Puppenkammern sind oft von einer dunkel bläulichgrünen Pilzschicht bedeckt, die auch in der Rinde und im Holz etwas weiter wächst. Aus der angegriffenen Rinde und Holz wurde *O. olivaceum* isoliert. Die Graphien und später die Perithezien dieses Pilzes

Tabelle 14. Mit *Acanthocinius aedilis* 1952 gefundene Bläuepilze

Einsamm- lungsstelle	Material	Datum	Anzahl Proben	Insekten- bläuen	Luft- bläuen	Andere Pilze
Vindeln, Vb.	Fichtenstümpfe Larvengänge	7. 7. 52	5	<i>O. piceae</i> 5; <i>O. penicillatum</i> 4; <i>O. olivaceum</i> 3; <i>Graphium pycno- cephalum</i> 1; <i>Scopularia phycomyces</i> 1	<i>Pullula- ria</i> 1; <i>Haplogra- phium</i> 1	Hyaline 2; <i>Basidio- myc.</i> 2; <i>Penicil- lium</i> 1; <i>Tricho- derma</i> 1
Järna, Sdl.	Kiefernstöcke, junge Käfer flugfertig	9. 9. 52	12	<i>O. olivaceum</i> 5; <i>O. coeruleum</i> 3; <i>O. penicillatum</i> 2; <i>O. pini</i> 2; <i>Gra- phium pycno- cephalum</i> 2; <i>Gra- phium aureum</i> 2; <i>Scopularia phycomyces</i> 2; <i>O. piceae</i> 1; <i>O. ips?</i> 1; <i>O. albidum</i> 1	<i>Cladospo- rium</i> 5; <i>Pullula- ria</i> 3; <i>Alterna- ria</i> 1	<i>Penicil- lium</i> 5; Hyaline 5; <i>Tricho- derma</i> 3; <i>Aspergil- lus</i> 1

waren zahlreich in den Puppenkammern und auf dem Bohrmehl, wenn dieses befeuchtet wurde. In den alten Gängen wurden die Fruchtkörper dieses Pilzes nicht mehr gefunden, aber im Gegensatz zu den anderen mit den Borkenkäfern assoziierten *Ophiostoma*-Arten, die bald nach dem Ausfliegen der Käfer verschwinden, wuchs dieser Pilz im Holze weiter. Zusammen mit anderen Bläuepilzen wurde er besonders oft in Baumstümpfen gefunden, aus denen die Käfer schon seit langem ausgeflogen waren. Im Material von Järna kamen sehr verschiedene Pilze vor — es handelte sich hier um Stöcke, die lange unentrindet gelegen hatten und wo verschiedene Borkenkäfer in grossen Mengen in der Nähe vorkamen. Die Pilze waren bei solchem Material bei allen Käfern sehr gemischt.

15. *Monochamus sutor* L.

Monochamus sutor ist ein gewöhnlicher Schädling auf den Nadelhölzern in ganz Schweden. Die Larven bohren sich bei den dickeren Stämmen einen U-förmigen Gang in das Holz, worin sie im Larvenstadium überwintern. *M. sutor* kann sowohl stehende als auch gefällte Stämme angreifen, wenn diese wohl exponiert liegen.

Der Kiefernbock wird nicht mit gleicher Frequenz wie der kleine Waldgärtner oder der zwölfzählige Kiefernborckenkäfer von Bläuepilzen begleitet, aber doch kommen Bläuepilze in von ihm angegriffenem Holz so oft vor, dass man auch ihn zu den wichtigen Bläueverbreitern rechnet.

Tabelle 15. Mit *Monochamus sutor* 1952 gefundene Bläuepilze

Einsamm- lungsstelle	Material	Datum	An- zahl Pro- ben	Insekten- bläuen	Luft- bläuen	Andere Pilze
Åkersberga, Upl.	Liegende Fichte, alte Gänge	22. 5. 52	3	<i>Graphium pi- ceae</i> 2; <i>Moni- lia?</i> 1; <i>O. peni- cillatum</i> 1		<i>Penicil- lium</i> 2; <i>Basidio- myc.</i> 2
D:o	Liegende Kiefer, Larven	22. 5. 52	11	<i>Monilia?</i> 7; <i>O. penicillatum</i> 2 <i>O. piceae</i> 1		
Vindeln, Vb.	Liegende Fichte, Larven	28. 5. 52	2	<i>O. penicilla- tum</i> 2; <i>O. piceae</i> 1		
Robertsfors, Vb.	Liegende Fichte, Angriff von vorigem Jahre	29. 5. 52	2	<i>O. penicillatum</i> 1	<i>Pullula- ria</i> 1	<i>Penicil- lium</i> 1; Hyaline Myz. 1
Vindeln, Vb.	Liegende Fichte, alter Angriff	6. 7. 52	4	<i>O. penicillatum</i> 2; <i>O. piceae</i> 1; <i>Monilia</i> 1	<i>Pullula- ria</i> 1; <i>Alter- naria</i> 1	<i>Penicil- lium</i> 1; <i>Basidio- myc.</i> 1
D:o	Liegende Kiefer	7. . 52	3	<i>Monilia?</i> 2	<i>Discula</i> 1	Hyaline 3; <i>Penicil- lium</i> 1; <i>Basidio- myc.</i> 1
Järna, Sdl.	Kiefer, Larven	9. 9. 52	7	<i>O. penicillatum</i> 7; <i>O. piceae</i> 3; <i>O. coeruleum</i> 3 <i>Graphium aureum</i> 2; <i>O. pini</i> 1; <i>O. ips?</i> 1	<i>Discula</i> 1 <i>Cladospo- rium</i> 1	Hyaline 3; <i>Tricho- derma</i> 1; <i>Mucor</i> 1; <i>Basidio- myc.</i> 1

Zusammenfassend kann man also sagen, dass in *Monochamus sutor*-Gängen einige weitverbreitete *Ophiostoma*-Arten vorkommen. Unter diesen befand sich oft eine *O. penicillatum*-Form, die gerade von dem am stärksten verblauten Holze immer isoliert wurde. Keine von den *Ophiostoma*-Arten kann man besonders spezifisch für *Monochamus* bezeichnen. Ein brauner *Monilia* gleichender Pilz wurde einige Male gefunden. Ob er zufällig oder auf irgendwelche Weise an *Monochamus*-Gänge gebunden vorkam, kann aus diesem Material noch nicht gesagt werden. Es muss jedoch unterstrichen werden, dass keiner von diesen Pilzen mit einer grösseren Frequenz vorkam, und dass es oft frische Gänge gab, wo überhaupt keine Pilzsporen gefunden wurden.

16. *Rhagium inquisitor* L.

Rhagium inquisitor ist auf Kiefer und Fichte sehr gewöhnlich im ganzen Lande. Er wurde hier aufgeführt, nur weil er oft zusammen mit anderen untersuchten Borkenkäfern auftrat. Die Larven leben unter der Borke und furchen

Tabelle 16. Mit *Rhagium inquisitor* 1952 gefundene Bläuepilze

Einsamm- lungsstelle	Material	Datum	An- zahl Pro- ben	Insekten- bläuen	Luft- bläuen	Andere Pilze
Mora, Dlr.	Liegende Kiefer, Larvengänge	3. 4. 52	5	—	—	<i>Penicil- lium</i> 1; <i>Cephalo- sporium</i> 1
Älvdalen, Dlr.	Liegende Kiefer, Larvengänge	5. 6. 52	3	—	—	—
Vindeln, Vb.	Liegende Kiefer, Larvengänge, schwache Bläue	7. 7. 52	3	<i>O. pini</i> 1	Sterile Bläue 1	<i>Penicil- lium</i> 2; <i>Cephalo- sporium</i> 1; hyaline <i>Myc.</i> 1
Järna, Sdl.	Kiefernstämmen, schwache Bläue, Larven	9. 9. 52	10	<i>O. albidum</i> 3; <i>O. coeruleum</i> 2; <i>O. penicillatum</i> 2; <i>O. pini</i> 1; <i>Scopularia phycomyces</i> 1		Hyaline 6; <i>Tricho- derma</i> 4

mit ihren Gängen etwas den Splint. Die Käfer haben anscheinend eine zwei-jährige Generation. Dieser Käfer legt seine Gänge nach den Borkenkäfern und Waldgärtnern in den von ihnen übriggebliebenen Rindenteilen an. Im Walde wurde keine Bläue zusammen mit ihm beobachtet, aber im Järna Sägewerk, wo er zusammen mit anderen Borkenkäfern sehr zahlreich auftritt, waren die Wände der Gänge missfärbt. Dort wurden die gewöhnlichen Bläuepilze gefunden, die immer auf altem Material vorkommen, wie *O. pini*, *O. coeruleum*, *Scopularia phycomyces* u. a. Eine weisse *Ophiostoma*-Art, *O. albidum*, die sonst sehr feuchte Stämme bevorzugt, konnte einige Male auf dem Bohrmehle in den Larvengängen gefunden werden.

d) *Andere Käfer.*

17. *Pissodes pini* L.

Pissodes pini kommt auf Kiefern von Skåne bis Lappland vor. Er legt seine Gänge oft unter der Rinde der stehenden, unterdrückten oder beschädigten Bäume an und kommt auch auf gefällten Stämmen vor. Zusammen mit ihm wird oft eine starke Bläue gefunden. Seine recht langen und verschlungenen Larvengänge, welche den Splint kaum furchen, verlaufen zwischen Holz und Rinde. Die Puppenkammern liegen zwischen Rinde und Holz oder im Holz. Die Käfer leben zwei bis mehrere Jahre und die Eiablage kann zu sehr verschiedenen Zeiten geschehen; so dass man während des Sommers verschiedene Entwicklungsstadien von *Pissodes pini* zur gleichen Zeit treffen kann.

Tabelle 17. Mit *Pissodes pini* 1952 gefundene Bläuepilzen

Einsamm- lungsstelle	Material	Datum	An- zahl Pro- ben	Insekten- bläuen	Luft- bläuen	Andere Pilze
Robertsfors, Vb.	Liegende junge Kiefer, Angriff von vorigem Jahre	29. 5. 52	2	<i>O. pini</i> 2	<i>Pullula- ria</i> 1	<i>Basidio- myc.</i> 2; <i>Hyaline</i> 1; <i>Tricho- derma</i> 1
Älvdalen, Dlr.	Liegende Kiefer, Larvengänge, sehr starke Bläue 1—5 mm tief	5. 6. 52	10	<i>O. pini</i> 9; <i>O. albidum</i> 4; <i>Scopularia phy- comyces</i> 1; <i>Graphium</i> II 1	<i>Pullula- ria</i> 3	<i>Penicil- lium</i> 3; <i>Hyaline</i> 2
Vindeln, Vb.	Stehende tote Kiefer, Larven- gänge	6. 7. 52	2	<i>Leptographium Lundbergii</i> 1	<i>Phoma sp.</i> 1	
Järna, Sdl.	Liegende Kiefer, starke aber nicht tiefge- hende Bläue	9. 9. 52	5	<i>O. pini</i> 2; <i>Lep- tographium Lundb.</i> 2; <i>O. albidum</i> 2; <i>O. piceae</i> 1; <i>O. ips</i> 1; <i>O. plu- riannulatum</i> 1; <i>Scopularia phycomyces</i> 1	<i>Pullula- ria</i> 2	<i>Hyaline</i> 2; <i>Tricho- derma</i> 1; <i>Asper- gillus</i> 1

Bei den früheren Proben wurden besonders *O. pini* und *Leptographium* in von *Pissodes* angegriffenem Holze von liegenden Stämmen gefunden. Auch in diesem Jahre wurden hauptsächlich gefällte Stämme untersucht. *Pissodes pini* kam in diesen Fällen auf der Oberseite von direkt auf der Erde liegenden Stämmen, in schattiger Lage, vor. Besonders instruktiv sind die Proben von Älvdalen, wo frische Angriffe gefunden wurden. Ende Mai—Anfang Juni wurden in einigen im vorigen Winter gefällten Stämmen, die von keinen anderen Käfern angegriffen waren, frische Larvengängen von *Pissodes pini* gefunden. Obwohl die Gänge nur vor kurzem angelegt worden waren, waren die Stämme stark verblaut, stellenweise nur um die Larvengänge, stellenweise um den ganzen Stamm. Die Missfärbung war sehr stark, ging aber nur einige mm tief in das Holz hinein. Anscheinend waren die direkt auf der Erde liegenden Stämme im Innern noch zu feucht für die Bläuepilze. Die Rinde löste sich leicht ab, und auf der Holzoberfläche wurden sehr zahlreiche, noch nicht reife *O. pini*-Perithezien gefunden. Auch von verschiedenen Teilen des Holzes genommene Proben zeigten, ausser einer farblosen *Ophiostoma*-Art, die oft auf feuchtem, von Insekten angegriffenem Holz vorkommen kann, keine anderen Pilze ausser *O. pini*. Auf alten Angriffen im Sägewerke Järna waren auch andere Bläuepilze zugegen. Auch *Leptographium*-Arten konnten vorkommen.

B. In den Sägewerken

Im vorigen Kapitel wurde gezeigt, dass mehrere Borkenkäfer gleich wenn sie im Frühling ihre Gänge in die Stämme anlegen, bestimmte Bläuepilze, besonders *Ophiostoma*-Arten, in diese einschleppen. Diese Pilze entwickeln sich während des Sommers in den Gängen und im Holze. Im Spätsommer kommen andere mehr oder minder zufällige, sog. sekundäre Bläuepilze hinzu, und die Anzahl der gefundenen Arten wird grösser, wobei die ersten, von den Käfern eingeschleppten Pilze allmählich verschwinden.

Werden solche, im Walde von Borkenkäfern angegriffene Stämme mit sog. Stockbläue in Sägewerke geführt und dort unentrindet liegen gelassen, geht die Entwicklung der Pilzen ihren normalen Gang. Auf solchen infizierten Stöcken, die dort dicht nebeneinander gestapelt eine längere Zeit liegen, findet man teils dieselben Bläuepilze wie im Walde, oft stark gemischt, teils in grosser Anzahl die sog. sekundären Bläuepilze, die auch im Walde bei alten

Tabelle 18. Bläuepilze in Järna Sägewärk auf unentrindeter, trocken liegenden Stämmen im September 1952

Pilze	<i>O. proximus</i>	<i>Bl. pini-perda</i>	<i>Hylastes ater</i>	<i>Acanthocinus aedilis</i>	<i>Monochamus sutor</i>	<i>Rhagium inquisitor</i>	<i>Pissodes pini</i>	Summa
<i>O. coeruleum</i>	4	2	1	3	3	2		15
<i>O. penicillatum</i> ...			4	2	7	2		15
<i>O. pini</i>	3	1		2	1	1	2	10
<i>O. piceae</i>	2	1	1	1	3		1	9
<i>O. albidum</i>				1		3	2	6
<i>O. ips</i>		1	1	1	1		1	5
<i>O. olivaceum</i>				5				5
<i>Scopularia phycomyces</i>				2		1	1	4
<i>Graphium pycnocephalum</i>	2			2				4
<i>Leptographium Lundb.</i>							2	2
<i>O. pluriannulatum</i>							1	1
<i>O. clavatum</i>	1							1
<i>O. minutum</i>		1						1
<i>Graphium aureum</i> .			1	1	2			4
<i>Pullularia</i>	3	3	2	3			2	13
<i>Cladosporium</i>			1	5	1			7
<i>Phialophora</i>		1	3					4
<i>Alternaria</i>				3				3
Sterile Bläuen...	3							3
<i>Stemphylium</i>	1							1
<i>Haplographium</i> ...		1						1
<i>Discula</i>					1			1
<i>Phoma</i>			2					2
Anzahl Proben...	8	5	6	12	7	10	5	Sa 53

Angriffen vorkommen, aber hier eine viel grössere Rolle spielen. In den Tabellen bei den besprochenen Insekten (Tab. 2—17) representieren die Proben von Järna solche den ganzen Sommer unentrindet im Sägewerk gestapelten Stämme. Es geht deutlich hervor, dass auf diesen Proben gleichzeitig viel mehr Arten auftraten als auf Proben vom Walde.

In der Tabelle 18 wird eine Übersicht über die in Järna gefundenen Arten gegeben, und es zeigt sich, dass hier solche Arten wie *O. coeruleum*, *O. pini* und *O. piceae* dominieren. *O. penicillatum* ist die einzige Art, die mit grosser Frequenz sowohl bei frischen Angriffen im Walde, als auch bei alten Angriffen im Sägewerk vorkommt.

Bei Stämmen, wo die Entwicklung der Käfer und Pilze durch Entrindung, Flössung, Wasserlagerung usw. gestört wurde, verläuft die Entwicklung der Bläuepilze anders. Solche geflössen und im Wasser gelagerten Stämme wurden im Skutskär-Sägewerk untersucht. Die häufigsten dort vorkommenden Bläue führenden Insekten waren *Bl. minor*, *Ips acuminatus*, *Monochamus sutor* und *Xyloterus lineatus*. Diese Käfer hatten meist ihre Muttergänge fertig, wenn die Entwicklung der Brut abgebrochen wurde. Die durch sie eingeführte Bläue war in den Stämmen verschieden stark. Auf der Stammoberseite bei den im Wasser liegenden Stämmen war die Bläue meist stark, auf der Unterseite schwach oder nicht entwickelt. Welche Pilze in solchen Stämmen noch am Leben waren, geht aus Tab. 19 hervor.

Es zeigte sich, dass von *I. acuminatus*-Pilzen die meisten abgestorben waren, auch auf Stämmen, wo die Bläue stark entwickelt war. Auf einigen Stämmen wuchsen *O. clavatum*, *O. pini*, *O. penicillatum* und *Pullularia* fortwährend aus. Bei *Blastophagus minor* war *O. canum* meist noch am Leben, auch auf der Stammunterseite, wo die Bläue überhaupt nicht entwickelt war. Bei *Xyloterus* wuchsen verschiedene Bläuepilze aus, hauptsächlich *O. penicillatum*; diese Pilze sind aber wahrscheinlich nicht durch *Xyloterus*, sondern durch *Hylurgops* in die Stämme geschleppt worden. *Trichosporium tingens* und *Monilia ferruginea*, deren keimfähige Sporen man wohl in den Insekten-gängen fand, wuchsen auf dem Holz in keinem Falle mehr aus. Auf Stämmen mit *Xyloterus*-Angriff, die über ein Jahr im Wasser gelegen hatten, waren noch die *Ophiostoma*-Arten, besonders *O. piceae*, am Leben. Wenn das Holz zersägt wird, wächst *O. piceae* sehr schnell über die ganze Holzoberfläche aus und bedeckt sie mit Graphien, jedoch nur eine schwache Bläue verursachend. *O. penicillatum* bevorzugt feuchtes Holz und wächst in solchen Fällen nicht weiter. Nur wenn solches Holz wieder stark durchgefuechtet wird, beginnt es wieder zu wachsen und Konidien zu bilden.

Wenn aus den Stämmen mit Stockbläue Bretter gesägt und feucht gelagert werden, z. B. im Konstantraum mit über 90 % Luftfeuchtigkeit, bilden viele von den von Anfang an anwesenden Bläuepilzen, wie *O. canum* *Graphium*

Tabelle 19. Bläuepilze auf dem geflößten Stämmen Skutskär, Sommer 1952

Material	Anzahl Proben	Ausgewachsene Pilze	
		Bläuepilze	Andere Pilze
<i>Ips acuminatus</i> Rein <i>acuminatus</i> , sehr starke Bläue	3	—	<i>Cephalosporium</i> sp. 1, Hefe
Zusammen mit <i>Bl. pini-perda</i> , starke Bläue	6	<i>O. clavatum</i> 1; <i>O. pini</i> 1; <i>Graphium album</i> 2; <i>Pullularia</i> 2	<i>Dipodascus</i> 4; <i>Penicillium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Cephalosporium</i> , hyaline Myzele, <i>Basidiomyc.</i>
Zusammen mit <i>Bl. pini-perda</i> , sehr starke Bläue.	4	—	<i>Dipodascus</i> , <i>Penicillium</i> , Hefe
Zusammen mit <i>Monochamus sutor</i> , weniger starke Bläue	7	<i>O. penicillatum</i> 4; <i>O. canum</i> 1; <i>O. clavatum</i> 1	<i>Dipodascus</i> 3; <i>Cephalosporium</i> , hyaline Myz., <i>Basidiomyc.</i>
Zusammen mit <i>Monochamus sutor</i> , sehr starke Bläue	5	—	wie vorige
Zusammen mit <i>Bl. pini-perda</i> und <i>Monochamus</i> , starke Bläue.	7	<i>O. penicillatum</i> 1; <i>O. clavatum</i> 1; <i>Pullularia</i> 1	<i>Dipodascus</i> 7; <i>Fusarium</i>
<i>Blastophagus minor</i> Stammoberseite. Muttergänge, starke Bläue	4	<i>O. canum</i> 2; <i>O. piceae</i> 1; <i>Cladosporium</i> 1; <i>Phoma</i> 1; <i>Scopularia phycomyces</i> 1	<i>Fusarium</i> , Hefe
Stammunterseite, halbfer-tige Muttergänge, schwache Bläue	4	<i>O. canum</i> 1; <i>Cladosporium</i> 2; <i>Pullularia</i> 1	Hefe
Stammoberseite, Muttergänge, starke Bläue....	4	<i>O. canum</i> 3; <i>O. penicillatum</i> 2; <i>O. pini</i> 1; <i>O. coeruleum</i> 1	<i>Trichoderma</i> , <i>Cephalosporium</i> , Hefe
Stammoberseite, Muttergänge, starke Bläue	3	<i>O. pini</i> 1; <i>Cladosporium</i> 1; <i>Pullularia</i> 1	<i>Geotrichum candidum</i> , Hefe
Stammunterseite, halbfer-tige Muttergänge, schwache Bläue	5	<i>O. canum</i> 1; <i>O. pini</i> 1; <i>Cladosporium</i> 1; <i>Pullularia</i> 1	<i>Geotrichum candidum</i> , Hefe
<i>Xyloterus lineatus</i> Stöcke unter Wasser seit 1951	5	<i>O. penicillatum</i> 5; <i>O. pini</i> 1; <i>O. piceae</i> 1; <i>Graphium album</i> 4; <i>Scopularia phycomyces</i> 1	<i>Trichoderma</i> , <i>Gliocladium</i>

und *Leptographium*, zahlreiche Sporen auf dem Holze, aber nur während kurzer Zeit. Nach 1—2 Wochen werden auch unter guten Bedingungen keine neuen Sporen mehr gebildet. Auch das Myzel wächst viel schwächer im Holze von geflößten als von ungeflößten Stämmen. Nach einigen Monaten sind diese Pilze selbst unter besten Verhältnissen nicht mehr am Leben. Auf Brettern die direkt draussen in den Stapeln gelagert wurden, konnten einige Sporen gefunden werden, die anscheinend gerade nach dem Aussägen gebildet worden waren, aber die Sporen wurden nie in grösseren Mengen gebildet und nach 4 Monaten Lagerung waren die Myzelien nicht mehr am Leben. (Vgl. Tab. 20.)

Tabelle 20. Bläuepilze auf Bretter mit Stockbläue nach Lagerung im feuchten Raum und im Bretterhofe

Material	Insekt und Missfärbung	Anzahl Proben	Bläuepilze	Andere Pilze
Bretter aus wassergelagerten Kiefernstämmen. Im Konstantraum gelagert (ca 100 % Luftfeuchtigkeit, 20° C)	<i>Bl. minor</i> , starke Bläue	3	<i>O. canum</i> 3; <i>Graphium album</i> 2; <i>Alternaria</i> 1; <i>Pullularia</i> 1	<i>Trichoderma</i> 2; <i>Epicoccum</i> 1; <i>Gliocladium</i> 1
Wie vorige. 8 Kiefern- und 2 Fichtenbretter	<i>Xyloterus</i> starke Bläue	10	<i>O. penicillatum</i> 10; <i>Graphium album</i> 6; <i>O. piceae</i> 4; <i>O. pini</i> 3; <i>Scopularia phycomyces</i> 2; <i>Alternaria</i> 2; <i>O. coeruleum</i> 1; <i>Pullularia</i> 1; <i>Phoma</i> 1	<i>Trichoderma</i> 7; <i>Gliocladium</i> 2; <i>Epicoccum</i> 2; <i>Papularia</i> 1
Bretter aus wassergelagerten Kiefernstämmen. Bretter 4 Monate im Bretterhofe gestapelt	<i>Bl. piniperda</i> , schwache Bläue	3	<i>Graphium rubescens</i> 3; <i>Cladosporium</i> 2; <i>Scopularia phycomyces</i> 1; <i>Discula</i> 1	<i>Penicillium</i> 3
Wie vorige	<i>Bl. minor</i> starke Bläue	3	<i>Cladosporium</i> 3; <i>Brauner steriler Pilz</i> 1	<i>Trichoderma</i> 3; <i>Absidia sp.</i> 1; <i>Mucor sp.</i> 1

Es zeigte sich also, dass wenn durch die Wasserlagerung die *minor*-Brut zerstört wurde, die Bläue sich auf der Stammoberseite weiter entwickelte, und *O. canum* weiterhin lebensfähig war. Auf der Stammunterseite, im Wasser, wuchs die Bläue nicht weiter, hielt sich aber am Leben und vermochte später auszuwachsen. Nach dem Aussägen war die Bläue deutlich schnell über die Schnittfläche hinausgewachsen, wurde aber durch die Austrocknung bald definitiv gestoppt. Auch die *Trichosporium*-Sporen, die vor der Flössung

Tabelle 21. Bläuepilze auf Brettern aus verblauten Stöcken ohne Käferangriff nach Lagerung im feuchten Raum und im Bretterhofe

Material	Missfärbung	Anzahl Proben	Bläuepilze	Andere Pilze
Kiefern Bretter aus im Wasser gelagerten Stämmen. Bretter im Konstantraum gelagert (ca. 100 % luftfeuchtigkeit, 20° C)	stark	12	<i>O. piceae</i> 10; <i>O. coeruleum</i> 10; <i>O. pluriannulatum</i> 8; <i>O. pini</i> 7; <i>Cladosporium</i> 8; <i>Scopularia phycomyces</i> 2	<i>Trichoderma</i> 12; <i>Papularia sphaerosperma</i> ; <i>Geotrichum candidum</i> 3; <i>Mucor Ramannianus</i> 2; <i>Mortierella</i> 1
wie vorige	schwach	2	<i>O. piceae</i> 2; <i>Haplographium penicillatum</i> 2;	<i>Trichoderma</i> 2; <i>Mucor</i> sp. 1
wie vorige	stark, nur auf der Oberfläche	4	<i>Graphium rubescens</i> 2; <i>O. pini</i> 3; <i>O. piceae</i> 1; <i>Cladosporium</i> 2; <i>Alternaria</i> 2; <i>Pullularia</i> 2; <i>Phoma</i> 1; <i>Haplographium</i> 1	<i>Trichoderma</i> 4; <i>Mucor spinosus</i> 1; <i>Mucor Ramannianus</i> 1
Kiefern Bretter aus im Wasser gelagerten Stämmen. Bretter 4 Monate im Bretterhofe gestapelt	schwach	3	<i>O. penicillatum</i> 1; <i>Cladosporium</i> 3; <i>Pullularia</i> 2; <i>Discula</i> 1;	<i>Penicillium</i> 2; <i>Mucor</i> sp. 2; <i>Cephalosporium</i> 1; <i>Fusarium</i> 1; <i>Phycomyceten</i> 1
wie vorige	stark	5	<i>O. pini</i> 2; <i>O. piceae</i> 2; <i>Graphium rubescens</i> 2; <i>O. penicillatum</i> 1; <i>Cladosporium</i> 3; <i>Phylaphora</i> 3; <i>Discula</i> 1	<i>Penicillium</i> 5; <i>Trichoderma</i> 2
Im Bretterhofe durch Luftbläue beschädigte Kiefern Bretter	schwach	9	<i>Pullularia</i> 6; <i>Cladosporium</i> 5; <i>Alternaria</i> 3; <i>Leptographium Lundbergii</i> 1; <i>Stemphylium</i> 1; <i>O. piceae</i> 1	<i>Trichoderma</i> 4; <i>Penicillium</i> 3; <i>Cephalosporium</i> 3; <i>Fusarium</i> 2

gebildet wurden, waren noch keimungsfähig. Dass die Bläue auf geflösstem und danach ausgetrocknet gewesenen Holz nicht mehr gut wächst, ist eine bekannte Tatsache (LAGERBERG, LUNDBERG und MELIN 1927). Sie wird teils damit erklärt, dass gewisse, für das Wachstum der Bläuepilze notwendige Substanzen durch Wasser ausgelagert werden (RENNERFELT 1939). SCHULZ (1951) zeigte, dass gerade langsames Austrocknen des Holzes für die Pilze sehr nachteilig ist. Er vermutet, dass dabei die Oxydationsprodukte des Harzes eine Rolle spielen und bezeichnet die Erscheinung als eine gewisse »Splintverkernung«. Die verschiedenen Pilze scheinen auf diese beiden Vorgänge ungleich zu reagieren: während *Trichosporium* auf geflösstem Holz nicht mehr auswächst, kann *O. canum* dort noch weiter leben. Widerstandsfähiger sind die mehr sekundären Bläuepilze, wie *O. pini*, *O. piceae* und *O. coeruleum*. Diese Bläuepilze infektieren auch teilweise die Stämme schon im Walde, aber meist solche, deren Rinde mechanisch beschädigt ist. Tab. 21

zeigt, welche Pilze auf bläuebeschädigten Stämmen ohne Insektenangriff vorkommen. Diese Pilze wachsen auch auf den geflößten Stämmen besser aus, als die mehr spezialisierten *Ophiostoma*-Arten, leben auf den feucht gelagerten Brettern weiter und können selbst auf solchen Brettern, die im Bretterhofe zum Trocknen gestapelt werden, noch nach 4 Monaten am Leben sein.

IV. Die Pigmentbildung und Sporenproduktion der untersuchten Bläuepilze bei verschiedener Holzfeuchtigkeit

Dass die Pilze auf Veränderungen der Holzfeuchtigkeit in ihrem Wachstum und ihrer Sporenproduktion reagieren, und dass auf natürlichen Wuchsstellen gerade die Holzfeuchtigkeit der entscheidende Faktor für das Wachstum verschiedener Pilze sein kann, ist bekannt. Dasselbe gilt auch für die mit den Borkenkäfern assoziierten Bläuepilze, bei denen die Wuchsstellen gerade nach der Holzfeuchtigkeit verschieden sind. Für das Myzelwachstum im Holze sind die Grenzen für die Bläuepilze breit. Die Mehrzahl von ihnen beginnt schon zu wachsen, wenn etwas freies Wasser über dem Fibersättigungspunkt im Holze vorhanden ist, also bei 30—35 % Wassergehalt, gerechnet auf Trockengewicht bei 100° C. Bei 40—140 % Wassergehalt können die meisten sehr gut wachsen (LAGERBERG, LUNDBERG und MELIN, 1927). Viel enger sind die Grenzen für die Sporenproduktion. Die untersuchten Bläuepilze wurden in dieser Hinsicht miteinander verglichen, teils auf waldfeuchtem Holz, dessen Wassergehalt (110 %) ein nahezu optimales Myzelwachstum ermöglicht, und teils auf stark angefeuchtetem Holz, wo diese Pilze nicht mehr in die Tiefe wachsen konnten. In der Tabelle 22 wird eine Zusammenstellung darüber gegeben.

Wenn man in der Tabelle 22 *Trichosporium tingens* mit den beiden *Ophiostoma*-Arten, *O. canum* und *O. clavatum*, mit denen es zusammen vorkommen kann, vergleicht, sieht man, dass *T. tingens* nur auf sehr feuchtem Holz reichlich Sporen produziert, die *Ophiostoma*-Arten dagegen besser auf trockenem. Dasselbe zeigt der Vergleich von *Tuberculariella ips* mit *O. brunneo-ciliatum*. Dass zahlreiche Sporen von *Tuberculariella* resp. *Trichosporium* meist in den inneren Teilen der Gänge gefunden werden, kann also durch die Feuchtigkeit bedingt sein. Die *Ophiostoma*-Arten, die auch in den äusseren Teilen der Gänge sporifizieren, stellen nicht so grosse Anforderungen in Bezug auf die Feuchtigkeit. *O. ips* bildet mehr Graphien auf feuchtem, Perithezien hingegen auf trockenem Holz. Dasselbe ist bei *O. penicillatum* der Fall; bei diesem Pilz kommen die Leptographien auf trockenem Holz vor, während auf sehr feuchtem zahlreiche hefeähnliche Konidien gebildet werden. *O. tetropii* bildet deut-

lich mehr Perithezien auf trockenem Holz; *O. albidum* dagegen nur auf sehr feuchtem. *O. galeiformis* bildet mehr Graphien auf feuchtem Holz, ebenso *Graphium fragrans*. Gleich verhält es sich mit dem Wachstum auf den ange-

Tabelle 22. Farbe und Sporenbildung der untersuchten Bläuepilze bei verschiedener Holzfeuchtigkeit

Pilz	Holzfeuchtigkeit % auf Trockengewicht	Missfärbung		Konidien		Perithezien
		Intensität	Farbe	Anzahl	Konidientyp	Anzahl
<i>O. canum</i>	110	++	grau	+++	normale Graphien	—
	220	++	»	++	grosse »	—
<i>O. clavatum</i>	110	++	»	++	normale »	—
	220	+++	» nur bis 2 mm tief	+	» »	—
<i>Trichosporium tingens</i>	110	++	blaugrau	+		—
	220	+++	nur bis 2 mm tief	+++	besonders auf Unterseite	—
<i>O. brunneo-ciliatum</i>	110	+++	graublau	+++	kleiner als bei 220 %	++
	220	+++	nur bis 2 mm tief	++	grosse Graphien	+
<i>Tuberculariella ips</i> (Schweden)	110	+++	blauschwarz	+		
	220	+++	nur bis 2 mm tief	+++	besonders auf Unterseite	
<i>O. ips</i> (Schweden)	110	++	grünlichblau	+	Einzelne Graphien, zahlreiche Myzelkonidien	++
	220	+++	nur bis 2 mm tief	++	Zahlreiche Graphien und Myzelkonidien	—
<i>O. ips</i> (Deutschland)	110	++	gräulichblau	+	einzelne Graphien	++
	220	+++	nur bis 2 mm tief	++	zahlreiche Graphien	+
<i>O. ips</i> (USA)	110	++	grauschwarz	+	einzelne Graphien	+++
	220	+++	nur bis 2 mm tief	+++	sehr zahlreiche Graphien	++
<i>O. penicillatum</i> (typisch)	110	++	grünlich	++	Leptographien	++
	220	+++	nur bis 2 mm tief	++	<i>Pionnotes</i> -Konidien	—
<i>O. penicillatum</i> f. <i>pini</i>	110	++		+	einzelne Leptographien	+
	220	+++	nur bis 2 mm tief	++	<i>Pionnotes</i> -Konidien	—
<i>O. albidum</i>	110	—		(+)	Myzelkonidien	+
	220	+		—		+++
<i>O. tetropii</i>	110	+	grau	++	Myzelkonidien	+++
	220	++		(+)		+
<i>O. galeiformis</i>	110	++	grau	++	Graphien	—
	220	+++		+++		—
<i>Graphium fragrans</i>	110	+	grünlich	++	Graphien	—
	220	+++	grünlichschwarz nur bis 2 mm tief	+++		—

griffenen Stämmen an natürlichen Standorten: die Graphien werden gleich in den frischen Muttergängen gebildet und die Perithezien gegen Ende des Sommers, wenn die Stämme ausgetrocknet sind. Es kann sein, dass der Zeitpunkt für die Perithezienbildung durch die Holzfeuchtigkeit bestimmt wird.

V. Die untersuchten Pilze

Im folgenden werden nur diejenige Pilzarten eingehender behandelt, die zum ersten Male in Schweden angetroffen wurden, oder die bisher unbeschrieben waren. Zu diesen gehören der Ambrosiapilz von *Xyloterus lineatus* aus der Gattung *Monilia* und einige Bläuepilze aus den Gattungen *Ophiostoma*, *Graphium* und *Tuberculariella*. Wenn man die früheren Angaben (MATHIESEN, 1950, Tab. 1) mit den jetzigen vergleichen will, müssen einige Veränderungen bei den Pilznamen erklärt werden. Die *Ophiostoma penicillatum*-Formen sind alle zusammengefasst, ausser der Kiefernform, die separat aufgeführt wird. Eine spezielle Untersuchung über die verschiedenen Formen dieser Art ist notwendig, um ein richtiges Bild über diese recht variierende Art zu bekommen. *Ophiostoma II* bleibt noch weiter unbestimmt. Diese *Ophiostoma*-Art hat keulenförmige Graphien und kann vielleicht zu *O. brunneo-ciliatum* gehören, stimmt aber nicht sehr gut mit ihm überein. Es wurden zu wenig Perithezien von ihr gefunden, um bestimmte Aussagen machen zu können. Unter *Ophiostoma sp.* wurden in der Tabelle 1, 1950 zwei unbekannte *Ophiostoma*-Arten gestellt, die später als *O. ips* und *O. brunneo-ciliatum* bestimmt wurden. Der Pilz, der unter der Bezeichnung *Ophiostoma sp.* (hyalin) in der Tabelle 1, 1950 stand, wurde nochmals getroffen und als *O. albidum n. sp.* beschrieben.

a) Ascomyceten

Ophiostoma

Durch die neueren Untersuchungen über Bläuepilze hat sich die Zahl der *Ophiostoma*-Arten schnell vergrößert (GROSMANN 1930, RUMBOLD 1931, 1936, 1941, ROBAK 1932, DAVIDSON 1935, 1942, GOIDÀNICH 1935, 1936, SIEMASZKO 1939, BAKSHI 1950, 1951, MATHIESEN 1951 u. a.). Auch einige neue pathogene, Welkekrankheiten erregende Arten sind hinzugekommen (BLISS 1941, LIMBER 1950, v. ARX 1952). Obwohl in mehreren Arbeiten die systematische Stellung der Gattung *Ophiostoma*, sowie die Begründung und Gestaltung dieser Gattung behandelt worden ist (RUMBOLD 1931, ROBAK 1932, NANNFELDT 1934, GOIDÀNICH 1936), ist man doch noch nicht zu einer einheitlichen Nomenklatur gekommen. In Nord-Amerika z. B. werden die *Ophiostoma*-Arten fortwährend unter *Ceratostomella* gestellt, wohin sie von WINTHER (1887) irrtümlich geführt wurden, obgleich seit langem bekannt ist, dass sie in eine ganz andere Gattung

gehören sollen. Mehrere *Ophiostoma*-Arten sind zytologisch eingehend untersucht worden (ELLIOTT 1925, MITTMAN 1932, ANDRUS und HARTER 1933, 1937, TAYLOR-VINJE 1940). Neulich hat v. ARX (1952) zahlreiches Material über den Typusart der Gattung *Ceratostomella*, *C. vestita*, und auch über *C. cirrhosa* untersucht und in seiner Arbeit nochmals bewiesen, dass diese und die *Ophiostoma*-Arten in ganz verschiedene Gattungen gehören. In Europa werden die beiden Gattungen meist gesondert gehalten, wobei der Gattungsname *Ophiostoma* für Arten mit irregulären verschleimenden Asci durchgedrungen ist. Neulich hat BAKSHI (1951) den älteren Namen *Ceratocystis* an Stelle von *Ophiostoma* eingeführt. Bis die Namensfrage in dieser Gattung endgültig gelöst ist, wird es zweckmässig sein, an dem bekannten Namen *Ophiostoma* festzuhalten.

1. *Ophiostoma brunneo-ciliatum* n. sp.

Diese sehr stark pigmentierte Art mit ungewöhnlich langhalsigen Perithezien und grossen Graphien wurde zu wiederholten Malen zusammen mit *Ips sexdentatus* angetroffen, auf den dicken Kiefernstöcken eine intensive, doch nicht immer tiefgehende Missfärbung verursachend.

O. brunneo-ciliatum wurde in den Mutter- und Larvengängen von *Ips sexdentatus* während des Sommers im Graphium-Stadium gefunden. Diese Graphien waren nicht regulär, sondern bildeten unregelmässige, sehr schleimige Klümpchen (Fig. 1), mit mehrmals verzweigten, schwarzen Fussteilen und mit sehr zahlreichen Konidien, die wie schleimige Massen die Gangwände bedeckten. Die Graphien halten sich nicht lange, sie verschwinden gegen Ende des Sommers, wenn die Larven verpuppt sind. Wenn man das am Ende des Sommers eingesammelte Holz mit Larvengängen befeuchtet, wachsen die langen, sehr grossen, keulenförmigen Graphien wieder aus, aber sie verschwinden nach zwei Wochen, und nur die schwarzen, an das Substrat geklebten Stiele sind nachher sichtbar. Nach 3—4 Wochen findet man auf solchem Holz fertige Perithezien. Im September wurden noch keine Perithezien in den Gängen gefunden, diese wuchsen aber im feuchten und warmen Raum, schon nach 4—5 Tage zahlreich aus und nach ca 10 Tagen waren schon die Ascosporen reif. Sowohl aus Graphium-Konidien wie auch aus Ascosporen erhielt man



Fig. 1. Graphien von *Ophiostoma brunneo-ciliatum* n. sp.
Vergr. 40 ×.

nach dem Verdünnungsverfahren ganz gleich aussehende Einsporkulturen. Die Ascosporen und Konidien keimen nach 8—20 Stunden aus, meist mit zwei Keimschläuchen. Einige Myzelien aus Sporen von gleicher Herkunft wurden nach drei Tagen in der Mitte schwarz, die anderen blieben 6—7 Tage hyalin, wurden aber später alle gleich stark pigmentiert. Das Myzel wächst sehr schnell, 10 cm in 10 Tagen, und die Kulturen werden schon von Anfang an bräunlichschwarz oder reinschwarz, so dass dieser Pilz zu den dunkelsten *Ophiostoma*-Arten gehört. Die wachsenden Myzelien haben immer einen 1,2—1,5 cm breiten hyalinen Rand, woran schon die jungen Myzelien gut erkennbar sind. Die Hyphen sind schmal, bis 4,5 μ breit und dunkelbraun. Das spärlich gebildete Luftmyzel, das graubraun gefärbt und an das Substrat gepresst erscheint, wird aus noch feineren Hyphen gebildet. In der Mitte der Kolonien wird nach 2 Wochen sog. sekundäres Luftmyzel gebildet, das aus einer sehr dichten Masse feiner, grauer, steriler Hyphen besteht und meist an das Substrat gedrückt ist oder bis 1—5 mm hoch werden kann. Myzelkonidien sind bei *O. brunneo-ciliatum* spärlich und werden meist wie vereinzelt, sehr kleine, auf einem aufrechten Myzelfaden stehende *Cephalosporium*-Köpfchen gebildet (Fig. 2 d). Sie können auch an sehr einfachen, kleinen *Graphium*-ähnlichen Köpfchen entstehen. Einzelne solche Sporenhäufchen findet man auch im Substrat. Das Myzel kann manchmal lange Zeit fast steril bleiben, bis es auf einmal grosse Graphien oder Perithezien oder beide nacheinander bildet. Die Myzelkonidien (Fig. 2 e) sind hyalin, länglich-oval und ziemlich gross, 4,2—8,9 \times 2,5—4,3 μ (Mittel 6,8 \times 3,1 μ). Die grossen Graphien, die schon nach 7—10 Tagen gebildet werden können, entstehen zuerst in der Mitte der Kulturen und breiten sich von dort radial aus. Die Graphien können auch unregelmässig, als isolierte Flecken hier und dort auf den Kulturen entstehen. Auf solchen dichten *Graphium*-Flecken bilden sich nachher oft Perithezien. In Kulturen aus *Graphium*-Sporen entstehen die grossen Graphien meist zahlreich. Auch in Kulturen von Ascosporen kommen sie fast immer, aber nicht so zahlreich vor. Die Graphienbildung wird an Stellen, wo zwei verschiedene Myzelien von *O. brunneo-ciliatum* zusammenwachsen, oder wo das Wachstum durch andere Pilze gehemmt wird, stark stimuliert. Wenn Stücke aus dem Substrat mit ausgewachsenem Myzel herausgeschnitten werden, entstehen an den Schnittflächen zahlreiche grosse Graphien. Die Graphien von *O. brunneo-ciliatum* erinnern gewissermassen an die *O. clavatum*-Graphien, sind aber ein paar Male so gross und nicht so regelmässig wie diese (Fig. 1). Die Stiele sind unregelmässig verzweigt, schwarz, 16—60 μ (auch bis zu 220 μ) breit und aus langzelligen, agglutinierten Hyphen gebildet. Die Höhe der ganzen Graphien beträgt durchschnittlich 800—1500 μ , können aber sogar bis 2500 μ hoch werden. An der Spitze bestehen die Graphien aus hyalinen Hyphen, die wie bei anderen *Graphium*-Arten verzweigt sind und sehr zahlreiche schleimige

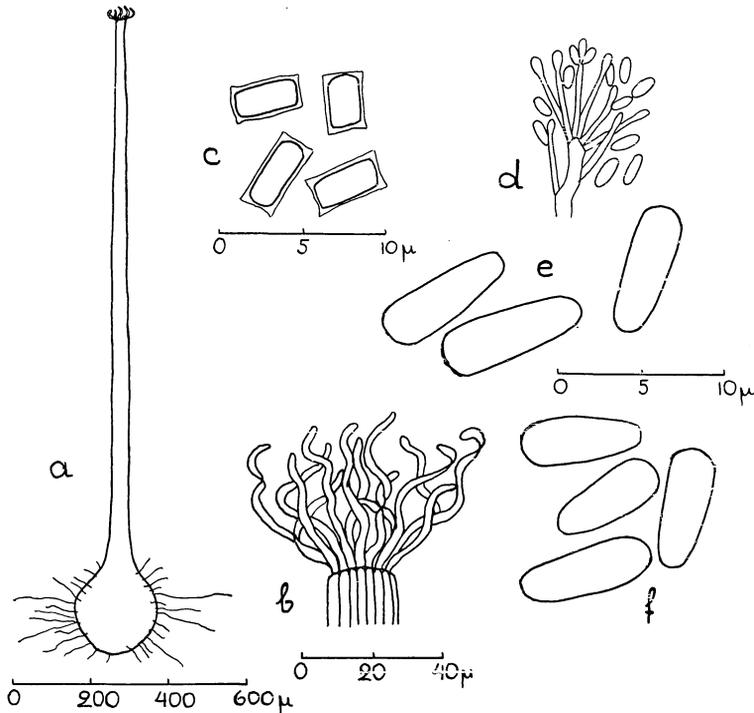


Fig. 2. *Ophiostoma brunneo-ciliatum* n. sp. a Perithezium, b Peritheziumhals mit Zilien, c Ascosporen, d Bildung der Myzelkonidien, f Graphium-Konidien.

Konidien terminal abgeben. Die weissen, schleimigen konidienproduzierenden Köpfcchen der Graphien sind langgezogen, unregelmässig keulen- bis fadenförmig und $50-150 \mu$, in einigen Fällen bis 500μ breit. Die *Graphium*-Konidien (Fig. 2 f) sind länglich-zylindrisch, $4,0-6,8 \times 1,2-1,9 \mu$ (Mittel $5,7 \times 1,5 \mu$).

Die Perithezien sind rund, schwarz und mit einem sehr langen Hals (Fig. 2 a-b; Fig. 5 b). Der Durchmesser der Perithezien beträgt $192-283$ (Mittel 246) μ , die Höhe $226-272$ (M. = 250) μ . Die Halslänge ist $850-1760$ (M. = 1330) μ ; der Halsdurchmesser beträgt an der Basis $34-47$ (45) μ und an der Spitze $17-23$ (20) μ . Die Zilien sind $12-20$ (18) an der Zahl, braun und wellig gebogen, $28-43 \mu$ lang und mehrzellig. Der Perithezienhals hat oft an der Spitze knollenartige Verdickungen. Die jungen Perithezien sind von dichten, bis 200μ langen grauen Haaren bedeckt. Die Ascosporen sind vierkantig, $4,0 \times 1,8 \mu$ und sammeln sich zu einem sehr kleinen, zähschleimigen, weissen Tropfen an der Halsspitze.

Die vorigen Messungen beziehen sich auf Perithezien in Agar-Kulturen; auf Holz sind die entsprechenden Werte kleiner: Peritheziendiameter $136-255$ (207) μ ; Perithezienhöhe $142-255$ (209) μ ; Halslänge $790-1390$ (1100) μ ;

Halsdiameter an der Basis 23—48 (34) μ , an der Spitze 17—23 (20) μ . Die Ascosporen bleiben sich gleich.

Die Perithezien sind schon bei kleinen Vergrößerungen unter der Lupe durch die starken braunen Zilienkränze an der Halsspitze erkennbar. Wie die Graphien, erinnern auch die Perithezien an diejenigen von *O. clavatum*, sind aber viel grösser und haben vierkantige Ascosporen, mit deutlicher schmäler Schleimhülle. Die Kulturen beider Pilze sind verschieden. Eigentümlich für Perithezien von *O. brunneo-ciliatum* ist, dass sie oft im Substrat entstehen, sowohl im Holze als auch im Malzagar. Die Hälse können dabei ausserordentlich lang werden. Es ist merkwürdig, dass nicht nur in den Stämmen unter der intakten Rinde, sondern auch auf kleinen Holzspänen die Perithezien im Holzinne entstehen. Die Hälse wachsen dabei in der Fiberrichtung gerade weiter, bis sie die Insektengänge erreichen, in welche sie 0,1—0,2 mm hineinwachsen und dann mit einem Zilienkranze enden. Auf Malzagarplatten werden die Perithezien manchmal unter dem Agar, auf dem Boden der Schale gebildet, während die Hälse mit den Sporen über die Agar-Oberfläche hinaus ragen. Es gibt aber auch Kulturen, wo die Perithezien nur auf der Oberfläche gebildet werden. Auch auf dem Holze können die Perithezien manchmal nur auf der Holzoberfläche gebildet werden, besonders wenn es trocken ist. Bei Kulturen aus *Graphium*-Sporen wurden nur einige Male Perithezien gefunden, während sie bei solchen aus Ascosporen manchmal zahlreich sein können. Bei Einsporkulturen wurden sie nicht gefunden, aber es wurden keine Kombinationsversuche durchgeführt, um festzustellen, ob der Pilz homo- oder heterothallisch ist.

Ophiostoma brunneo-ciliatum, n. sp.

Mycelium in culturis primum hyalinum, demum atro-brunneum vel atrum, celerrime crescens, hyphis 4,5 μ diam.; mycelium aerophilum sterile griseum ad substratum adpressum, saepe non evolutum. Coremia graphioida clavata, longissima, ramosa 800—1 500 (—2 500) μ alta, stipitibus longis atris ramosis, ex hyphis synnematis agglutinatis formatis, 16—60 (—220) μ crassa, superne capitulo mucoso hyalino calviformi, 300—1 000 (—1 500) μ alto, 50—250 (—500) μ crasso, ex hyphis pallidioribus et repetite verticillato-ramosis formato; ramulis extremis conidium singulum vel plura formantibus; conidia oblonga cylindrata, 4,0—6,8 \times 1,2—1,9 μ , mucu coacta. Perithecia atra, globosa, pilifera, c. 250 μ diam., rostellis atris, 850—1 800 μ longis, e basi c. 40 μ in apicem c. 20 μ diam. attenuatis, circum ostiolum filamentis 12—20 longissimis recurvatis, brunneis, 28—42 μ longis; ascosporis hyalinis, oblongis, quadratis, 4,0 \times 1,8 μ membrana gelatinosa vestitis.

O. brunneo-ciliatum wird, wie oben beschrieben, durch sein sehr dunkles Myzel, die sehr grossen keulenförmigen Graphien und die grossen und sehr langhalsigen Perithezien mit braunen Zilien und vierkantigen Ascosporen

gekennzeichnet. Es ist bisher keine Art mit entsprechenden Merkmalen beschrieben worden. Nach RENNERFELTS (1946) unpublizierten Angaben wurde dieser Pilz auch früher zusammen mit *I. sexdentatus* gefunden. Morphologisch steht diese Art *O. clavatum* am nächsten. Mit dem anderen Pilz, der mit *I. sexdentatus* vorkommt, *Tuberculariella ips*, kann *O. brunneo-ciliatum* auf künstlichen Substraten und auf Holz gemischt wachsen und fruktifizieren, ohne weder stimuliert, noch gehemmt zu werden. Die Ökologie dieser Pilze vgl. bei *Ips sexdentatus*.

2. *Ophiostoma ips* (RUMB.) NANNF.

Diese Art wurde fast rein in einigen Proben auf von *Orthotomicus proximus* angegriffenem Holz gefunden. Die blaue Missfärbung war ziemlich schwach und ging in radialen Streifen von den Gangsystemen in das Holz hinein, in eine Tiefe von 5—20 mm.

Ophiostoma ips ist von RUMBOLD in Nord-Amerika zusammen mit *Ips pini* und nahestehenden Arten beschrieben worden und gehört dort zu den wichtigsten mit Borkenkäfern assoziierten Bläuepilzen. In Europa ist diese Art in Deutschland von GROSMANN (1950) gefunden worden, assoziiert mit *Ips sexdentatus* und in Polen von SIEMASZKO (1939), ebenfalls assoziiert mit *I. sexdentatus*. In Schweden wurde *O. ips* jetzt zum ersten Male gefunden, doch nicht zusammen mit *Ips sexdentatus*, der hier eine andere *Ophiostoma*-Art führt, sondern meist mit *Orthotomicus proximus*; er kam aber auch zusammen mit anderen Borkenkäfern vor.

In den Insektengängen wurden hauptsächlich Perithezien produziert und nur wenige und kleine Graphien wurden sowohl auf dem Holze, als auch in der Kultur gefunden. Diese kleinen Graphien haben teils die typische *Graphium*-Verzweigung, teils sind sie einfacher aufgebaut und stellen Übergänge zwischen Graphien und Myzelkonidienträger vor. Solche einfachen Formen werden von GOIDANICH (1936 a) zu *Scopularia* geführt. Die Perithezien waren in den Gängen schon reif, als sich die Insekten noch im Larvenstadium befanden. Auf einer Probe von Nordschweden (Murjek), wo die Käfer schon herausgeflogen waren und das Holz nur schwach blau verfärbt war, wurden auch im Herbst keine Perithezien gefunden. Anscheinend hatten die frühen Froste die Entwicklung des Pilzes verhindert. Brachte man aber solches Holz in einen warmen und feuchten Raum, wurden in kurzer Zeit zahlreiche Perithezien gebildet. — Die schwedische *O. ips*-Form gleicht meist der grossen, langhalsigen amerikanischen Form, die in den Atlantik-Staaten auf Kiefernarten vorkommt. Die Original-Kulturen von RUMBOLD hatten kleinere Perithezien mit kürzeren Halsen als die schwedischen *O. ips*. Nach den Beschreibungen von RUMBOLD (1931, 1936) ist diese in Nordamerika weit verbreitete Art recht variierend im Bezug auf die Peritheziengrösse, Halslänge und Ascosporengrösse.

Die Ascosporen keimen nach 8—20 Stunden mit zwei Keimschläuchen aus. Die Myzelien sind einige Tage farblos und werden dann allmählich schokoladenbraun. Die Wachstumsgeschwindigkeit beträgt 7 cm in 10 Tagen. Die ausgewachsenen Hyphen sind braun und schmal, $1,8\text{--}3,5\ \mu$ breit. Das sehr spärlich gebildete Luftmyzel besteht nur aus einzelnen aufrecht stehenden Hyphen. Der Rand der wachsenden Myzelien ist makroskopisch etwas diffus, mikroskopisch besteht es aus regelmässig verzweigten, im Substrat radial verlaufenden, hyalinen Hyphen. Die wenigen Myzelkonidien werden nur im Substrat gebildet, wo die Sporen haufenweise an kleinen hyalinen, fächerförmig verbreiteten Hyphenverzweigungen, die ohne besondere Fusszellen direkt an Substrathyphen sitzen, entstehen. (Vgl. auch RUMBOLD 1931, Fig. 7). Solche Konidien sind ziemlich gross, lang-zylindrisch und werden gegen das eine Ende schmaler. Ihre Grösse beträgt $3,5\text{--}9,8 \times 1,2\text{--}3,5\ \mu$ (Mittel $6,5 \times 2,0\ \mu$). Bei grösseren Konidienträgern können deutliche Fusszellen gebildet werden, und sie stehen dann *Scopularia*-artig aufrecht. Es kommen alle Übergangsformen bis zu richtigen Graphien vor, aber im Verhältnis zu anderen *Ophiostoma*-Arten sind die Konidien spärlich. Verwirrend ist, dass zusammen mit *O. ips* oft eine *Graphium*-Art, *Graphium fragrans* vorkommt, die mit *O. ips* nichts zu tun hat, deren zahlreiche kleine Graphien aber auf dem Holze und in Rohkulturen so gemischt mit *O. ips* sein können, dass sie den Eindruck erwecken, zu *O. ips* zu gehören. Die Perithezien werden in Agar-Kulturen ziemlich gut gebildet, und bei Reinkulturen auf dem Holze sind sie sehr zahlreich. Die einfachen Konidienträger werden zusammen mit den Sporenmassen im Substrat $200\text{--}300\ \mu$ hoch und $120\text{--}250\ \mu$ breit. Die Graphien werden $500\text{--}800\ \mu$ hoch, haben einen $100\text{--}180\ \mu$ breiten sporentragenden Teil und einen $40\text{--}60\ \mu$ breiten, aus agglutinierten Hyphen gebildeten bräunlich-schwarzen Stiel. Die *Graphium*-Sporen sind kleiner als die Myzelkonidien und beinahe oval, hyalin, $3,6\text{--}8,1 \times 1,2\text{--}3,8$ (Mittel $5,1 \times 3,0$) μ . Die Perithezien (Fig. 5 a) sind fast rund, etwas höher als breit, schwärzlichbraun und in frühen Stadien mit langen Haaren bedeckt. Die Perithezien sind $178\text{--}283$ (220) μ im Diam.; $187\text{--}283$ (226) μ hoch; der Hals ist $840\text{--}1480$ (1180) μ lang, zilienlos, gegen die Spitze etwas verschmälert und endet ohne Übergang im runden Teil des Peritheziums. Der Durchmesser des Halses ist an der Basis $20\text{--}30$ (26) μ und an der Spitze $17\text{--}20$ (19) μ . Der Halskanal ist schmal, und die Sporen passieren oft einzeln die Halsöffnung und sammeln sich zu kleinen Sporentropfen an der Halsspitze. Die Ascosporen sind vierkantig und ziemlich gross für *Ophiostoma*-Ascosporen, $4,3 \times 2,4\ \mu$, somit grösser als bei den amerikanischen Formen.

Die Perithezien der Originalkulturen waren bei uns $170\text{--}270\ \mu$ hoch; $190\text{--}260\ \mu$ breit; die Hälse waren $650\text{--}1200$ (820) μ lang; die Ascosporen $4,0 \times 2,0\ \mu$. So lange Hälse wie bei der schwedischen Form sind bei den Original-

kulturen nicht gefunden worden, aber einige amerikanische Formen können nach der Beschreibung noch längere haben (RUMBOLD 1936).

Wie aus der Beschreibung und der Originalkulturen hervorgeht, unterscheidet sich das schwedische *O. ips* vom amerikanischen durch die Konidiengröße, die Peritheziengröße und die Halslänge, besonders durch die letztere. Auch hat der schwedische Pilz immer ein helleres Myzel. Ähnlicher ist dieser Pilz der in Deutschland isolierten *O. ips*-Form, dessen Perithezien in unseren Kulturen 203—270 μ hoch waren; 198—270 μ breit; mit 990—1360 μ langen Halsen und 4,1 \times 2,2 μ grossen Ascosporen.

Wie *O. brunneo-ciliatum*, bildet auch das schwedische *O. ips* im feuchten Holz oft Perithezien im Holzzinnern, so dass nur die Halsspitzen in die Insektengänge hineinreichen. Auf Malzagarplatten werden die Perithezien bei allen Formen manchmal im Innern des Agars gebildet. Es geschah oft, dass bei dieser Art viel mehr Perithezien in den durch Bakterien verunreinigten Kulturen gebildet wurden, als in ganz reinen Kulturen.

Das schwedische *O. ips* ist zusammen mit verschiedenen Borkenkäfern gefunden worden. Es ist typisch, dass es immer auf etwas trockenen Stämmen vorkam, z. B. bei *I. proximus* auf den der Sonne exponierten Stammoberseiten oder bei *I. sexdentatus* auch auf den gut exponierten Stämmen, wo die Gänge vorzeitig auszutrocknen begannen und mehrmals auf alten, ziemlich ausgetrockneten Kiefernstämmen zusammen mit anderen Käfern. Wo ganz reine Proben von *I. sexdentatus* vorlagen, zeigte es sich aber, dass *O. ips* in Schweden nicht zu den primären Begleitpilzen dieses Käfers gehört.

3. *Ophiostoma galeiformis* (BAKSHI) n. comb.

Dieser Pilz wurde in Mora und in Vindeln in schattiger Lage auf von *Hylastes cunicularius* angegriffenen Fichtenstümpfen gefunden. Um seine Gänge war das Holz schwach grünlichblau verfärbt. Die Proben wurden früh im Frühling eingesammelt, wenn der Mutterkäfer mit der Eiablage erst begonnen hatte. In den Gängen wurden zu dieser Zeit nur schleimige Konidienmassen gebildet, aber im feuchten Raum wuchsen in den Gängen und auf dem Holze gleich Graphien aus und danach, sehr langsam die Perithezien, die erst nach ein bis zwei Monaten reif wurden. Aus den Ascosporen und *Graphium*-Konidien wurden Einsporkulturen erhalten.

O. galeiformis ist von BAKSHI (1951 b) in Schottland zusammen mit *Hylurgops palliatus* und *Dryocoetus autographus* auf *Larix kaempferi* beschrieben worden. Die Kulturen und die Fruchtkörper des bei *H. cunicularius* gefundenen Pilzes sind sehr typisch und stimmen gut überein mit der Beschreibung. Durch sein langsames Wachstum und schwaches Pigment gehört dieser Pilz als Bläuerreger in die gleiche Klasse wie *O. olivaceum*, das ebenfalls oft auf Fichte gefunden wird. Die beiden Pilze verursachen im Holze eine gleichartige

Bläue — eine schwache Missfärbung, die fleckenweise nur um die Insektengänge vorkommt. Die beiden Pilze sind jedoch morphologisch deutlich verschieden.

Die Sporen von *O. galeiformis* beginnen, wie bei den meisten *Ophiostoma*-Arten, nach 8 Stunden auszukeimen; die Ascosporen runden sich vor der Auskeimung. Der Pilz wächst langsam, ca 3 cm in 10 Tagen, und die jungen Kulturen haben ein hefeartiges Aussehen. Das Myzel ist anfangs hyalin, wird nach 7—10 Tagen etwas grünlichgelb bis hell olivgrün pigmentiert. Nach 3—4 Wochen kann die Farbe stärker werden, bis dunkel gräulich grün. Gewöhnlich sind jedoch die Kulturen auf Malzagar nur schwach gelblichgrün und bilden starkes Pigment nur an der Hemmungszone gegen bestimmte *Penicillium*-Arten, Bakterienkolonien u. a. Das Luftmyzel ist sehr spärlich und besteht aus einigen an das Substrat gepressten grünlichgrauen Hyphen. Die Wachstumsgeschwindigkeit ist 2,3 cm in 10 Tagen. Der Rand der Kulturen ist etwas diffus. Die Myzelkonidien sind zahlreich und werden terminal an kurzen farblosen Seitenhyphen am Luftmyzel oder im Substrat einzeln oder als kleine *Cephalosporium*-Köpfchen gebildet. Die Konidien sind einzellig, hyalin und oval, $2,2-3,6 \times 1,2-2,3 \mu$, Mittel $2,8 \times 1,9 \mu$; nach BAKSHI $2,2-3,1 \times 1,5-2 \mu$, Mittel $2,7 \times 1,7 \mu$.

Zahlreiche reguläre *Graphium*-Konidienträger oder von dieser abgeleiteten, einfacheren Formen werden gebildet (Fig. 3). BAKSHI vergleicht diese einfachen Konidienträger mit *Leptographium* — es sind diejenigen Formen, die auch bei *O. ips*, *O. pini* u. a. von GOIDANICH (1936 a) als *Scopularia*-Formen behandelt worden sind, und die auch, weniger ausgeprägt, bei *O. olivaceum* und *O. obscurum* auftreten. Es scheint jedoch unnötig, die Terminologie durch den Vergleich dieser Formen mit *Leptographium* und *Scopularia* zu komplizieren: die einfachen pinselartig verzweigten Konidienträger sind bei *O. galeiformis* und bei allen anderen hier genannten Arten direkt von *Graphium* herzuleiten, zu dem es auch alle Übergänge in denselben Kulturen gibt. Bei *O. galeiformis* z. B. findet man, auch bei BAKSHI (1951, Fig. 4, S. 12) sehr deutlich abgebildet, einfache Konidienträger mit einem aus einer Zellreihe bestehenden Stiel, bei denen die hyalinen Pinsel aus 2—3 Mal verzweigten Ästchen bestehen, jedesmal mit 2—4 μ langen, schmalen und hyalinen Ästchen in einem Wirtel. Von genau solcher Verzweigung und Grösse sind auch die letzten sporenbildenden Hyphen in einem *Graphium*-Köpfchen. Neben solchen sehr einfachen Konidienträgern findet man etwas grössere, mit Stielen von 2—3 Zellreihen und ferner alle Übergänge bis zu den richtigen Graphien, die bei dieser Art aus ziemlich locker geflochtenen Hyphen bestehen. *Leptographium* und *Scopularia* sind gut ausgeprägte Formen, mit einem pinselartigen sporenprouzierenden Teil und einem aus einer Zellreihe gebildeten, dunklen Stiel. Der Pinsel hat eine sehr charakteristische und wenig

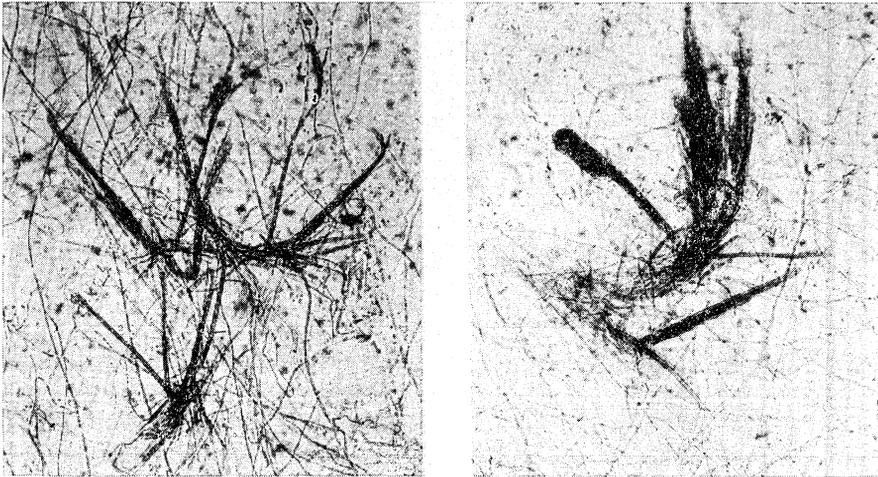


Fig. 3. Graphien von *Ophiostoma galeiformis* Bakshi. Übergangsformen von Graphien, deren Stiele aus einer Zellreihe bestehen bis zu Graphien, deren Stiele aus mehreren Zellreihen zusammengesetzt sind. Vergr. 80 \times .

veränderliche Verzweigung, mit kurzen und breiten, oft dunklen unteren Zellen und langen, hyalinen, sporentragenden, terminalen Zellen und kann nicht mit einfachen *Graphium*-Formen verwechselt werden. Die Artbeschreibungen wären viel klarer, wenn man als *Leptographium* (*Scopularia*) nur solche Konidienträger bezeichnen würde, die man typisch bei *O. penicillatum*, *Leptographium Lundbergii* u. a. findet, deren höchste Konidienform sie sind, und nicht alle schwer definierbaren Übergänge von Myzelkonidien bis *Graphium* unter dieser Benennung aufführen würde.

Die einfachsten Konidienträger bei *O. galeiformis* haben einen 150–250 μ hohen, aus 4–8 Zellen bestehenden Stiel und einen sporentragenden Pinsel, der von 2–3 Mal verzweigten, hyalinen Hyphen gebildet wird und ca 50–60 μ hoch ist. Die Konidien sind eiförmig, 4,0–5,5 \times 2–2,4 μ , Mittel 4,8 \times 2,2 μ ; nach BAKSHI 4–5,2 \times 1,9–2,2 μ , Mittel 4,65 \times 2,0 μ . Die richtigen Graphien bestehen aus locker zusammengeflochtenen Myzelzweigen, sind meist 200–400 μ hoch, haben einen 30–50 μ breiten Stiel und 100–150 μ hohen und 100–180 μ breiten pinselförmigen, sporenproduzierenden Teil wo die Endzellen auf verschiedener Höhe stehen. Auch die richtigen Graphien sind meist farblos oder hell grünlich; sie bekommen aber auf den Hemmungszonen, wo die Myzelteile dunkel werden, einen grünlichschwarzen Stiel. Die Sporen werden zu einem anfangs weissen, später grünlichbräunlich gefärbten, schleimigen Tropfen gesammelt, der bis 1 mm im Diameter sein kann.

Die Perithezien (Fig. 5 c) sind schwarz, rund, 184–255 (Mittel 221) μ hoch; 184–283 (Mittel 226) μ breit, unbehaart oder mit einigen ventralen

Haaren. Der Hals ist ziemlich breit und kurz, 620—930 (Mittel 760) μ lang, an der Basis 45—65 (51) μ und an der Spitze 22—28 (25) μ breit. Die Zilien fehlen. Die Ascosporen sammeln sich zu einem weissen, schleimigen Tropfen an der Halsspitze. Die Ascosporen sind hyalin, bohnenförmig und haben eine dünne Schleimhülle mit kurzen Anhängseln, $3,8 \times 2,0 \mu$ ohne Hülle gemessen. Sie werden im Wasser leicht dispergiert.

Nach BAKSHI sind die Perithezien 182—272 (Mittel 222) μ breit und 182—273 (218) μ hoch; der Hals ist 540—700 (640) μ lang, an der Basis 30—60 (40) μ breit und 15—28 (25) μ an der Spitze. Die Ascosporen sind $3,6 \times 1,9 \mu$ ohne Schleimhülle.

Die jungen Hyphen sind hyalin, 1,5—2,5 μ breit; die älteren sind 2—4,5 μ breit und grünlichbraun bis dunkelbraun.

In Agarkulturen wurden keine Perithezien gebildet. BAKSHI hat einzelne bekommen; nach ihm ist dieser Pilz homothallisch. Dieser Pilz wächst gut auf Kiefern- und Fichtenholz und verursacht eine gräulichblaue Missfärbung. Auch auf Holz wurden aus den Reinkulturen keine Perithezien erhalten. Ascosporen und *Graphium*-Konidien von natürlich infiziertem Holze produzierten aber immer die typischen Kulturen.

BAKSHI stellt diesen Pilz in die Nähe von *O. ips*, obwohl er eigentlich keiner bekannten *Ophiostoma*-Art gleicht: die Perithezien erinnern an die langhalsige *O. penicillatum*-Form, die Graphien und das Wachstum an *O. olivaceum*, bei dem aber die Perithezien ganz verschieden sind. Diese Art scheint also ziemlich isoliert in der *Graphium*-Gruppe zu stehen.

Über diesen Pilz gibt es bisher zu wenig Material, um etwas über seine Forderungen an den Standort aussagen zu können. Er ist bisher auf feuchten, einjährigen Fichtenstümpfen gefunden worden und wird von *Hylastus cunicularius*, vielleicht auch von anderen Borkenkäfern verbreitet.

4. *Ophiostoma albidum*, n. sp.

Ophiostoma albidum, eine langsam wachsende Art mit farblosem Myzel, wurde sporadisch zusammen mit *Pissodes pini* und *Ips typographus* auf Fichten- und Kiefernstämmen, die direkt auf der Erde lagen, angetroffen. Als Bläuepilz hat diese Art keine Bedeutung, und sie scheint auch nicht zu bestimmten Borkenkäfern assoziiert zu sein. Wie aus Tab. 22 hervorgeht, bevorzugt dieser Pilz feuchtes Holz und bildet Perithezien auf solchem Holz, das für andere *Ophiostoma*-Arten zu viel freies Wasser enthält.

Es gibt unter *Ophiostoma* einige langsam wachsende Arten mit farblosem Myzel, wie *O. minutum* SIEM., *O. stenoceras* ROB., *O. ambrosiae* BAKSHI und *O. minor*, eine alte, nicht sehr gut definierte Art von HEDGCOCK, aber sie alle unterscheiden sich deutlich von der hier besprochenen Art durch die Grösse der Perithezien und Ascosporen.

Die Ascosporen keimen auf Malzagar langsam, nach etwa 24 Stunden mit zwei Keimschläuchen aus. Die Hyphen sind fein und anfangs mit einem homogenen Inhalt, ältere Hyphen sind stark vakuolisiert. Die Breite der Hyphen ist $1,8-3,5 \mu$ und sie bleiben farblos. Die Wachstumsgeschwindigkeit beträgt 1 cm in 10 Tagen, ist also ungefähr gleich gross wie bei *O. minutum*. Die Kulturen bleiben weiss. Luftmyzel wird nur spärlich gebildet, es besteht aus einigen kurzen, aufrecht stehenden Hyphen und kommt meist nur an dem wachsenden Myzelrand vor. Das Substratmyzel ist sehr dicht verzweigt und hat die Neigung, submers zu wachsen. Die Oberfläche ist seidenglänzend wie bei *O. minutum*. Die Myzelkonidien werden im Substrat und an den Luft-hyphen an kurzen, $20-40 \mu$ langen Hyphenästchen terminal als kleine *Cephalosporium*-Köpfchen gebildet (Fig. 4 d), wo die Sporen durch Schleim zusammengehalten werden, oder sie entstehen einzeln an der Spitze kurzer Hyphen. Die Hyphen können durch die Konidienhäufchen weiter wachsen, so dass die Konidien klümpchenweise die Hyphen umgeben. Die nicht sehr zahlreichen Konidien sind hyalin, oval und $4,5-7,6 \times 3,2-5$ (Mittel $6,1 \times 4,1$) μ . Die Perithezien (Fig. 4 und 5 d) werden in der Kultur langsam, erst in der 4-5 Woche und nur in der Mitte der Kulturen gebildet. Sie sind bräunlichschwarz, fast schwarz, und stehen in der Mitte der Kulturen ganz dicht. Sie sind klein, $61-91$ (79) μ hoch, $66-85$ (79) μ breit und haben einen $340-480$ (423) μ langen Hals, der unten $20-28$ (25) μ und oben $11,3 \mu$ im Diam. ist, an der Spitze mit einigen $11-23 \mu$ langen $1-2$ -zelligen Zilien, die oft auch fehlen können. Die Ascosporen sind klein, $3,5 \times 1,3 \mu$, bohnenförmig und werden in zähen Schleim eingebettet als ziemlich breite Ranken aus dem Halse herausgepresst. Sie sammeln sich an der Halsspitze zu zähen Tröpfchen, die anfangs weiss sind und dann gelblich werden. Die Perithezien reifen langsam und werden in vielen Agarkulturen überhaupt nicht reif. Neben Perithezien werden

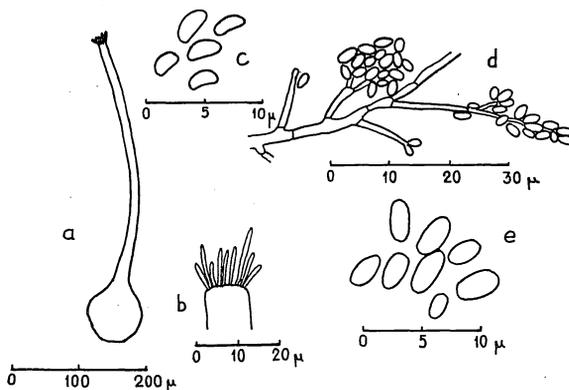


Fig. 4. *Ophiostoma albidum* n. sp. a Perithezium, b Halsspitze des Peritheziums mit Zilien, c Ascosporen, d Bildung der Myzelkonidien, e Myzelkonidien.

in der Kultur auch unregelmässige, schwarze, von kleinen Höckerchen bedeckte Sclerotien gebildet, von der gleichen Farbe wie die Perithezien, aber meist etwas grösser. Diese bestehen aus einer Hülle schwarzer dickwandiger Zellen, die die dünnwandigen, undifferenzierten inneren Zellen umgibt. Der Pilz ist homothallisch.

Auf dem Holze können die Perithezien etwas grösser werden, $110-164 \times 110-142 \mu$, wobei die Halslänge jedoch dieselbe bleibt ($424-480 \mu$). Die Sporen sind von gleicher Grösse.

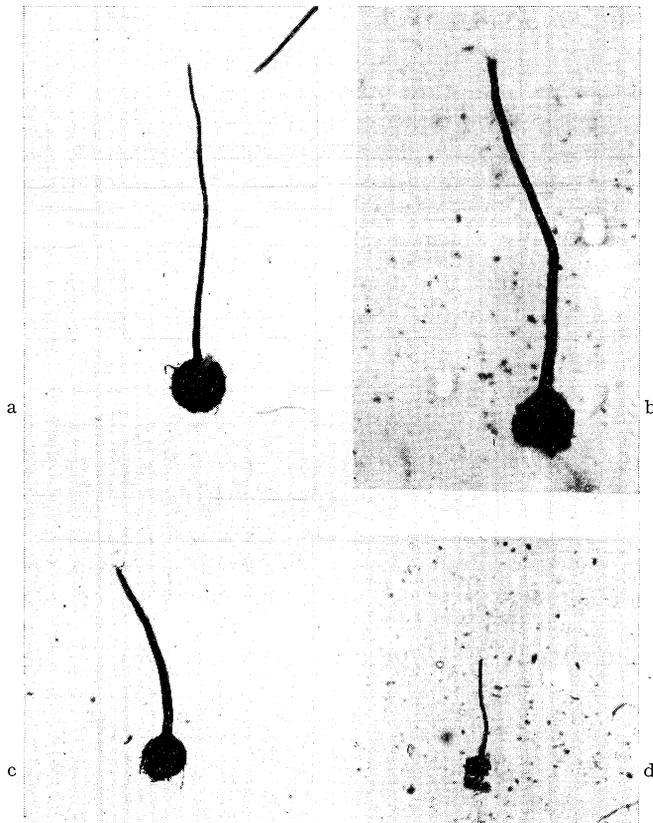


Fig. 5. Perithezien von a *Ophiostoma ips* Rumb., b *O. brunneo-ciliatum* n. sp., *O. galeiformis* Bakshi und *O. albidum* n. sp. Vergr. $30 \times$.

Ophiostoma albidum, n. sp.

Mycelium hyalinum, lente crescens, ex hyphis longicellularibus 1,8-3,5 μ diam. formatum; mycelium aerophilum non evolutum. Conidia ellipsoidea, 4,5-7,6 \times 3,2-5,0 μ e conidiophoris e typo Cephalosporii vel interdum e hyphis ipsis formata. Perithecia atra, glabra, globosa, c. 80 μ diam., rostellis

atris 428 μ (340—482 μ) longis, e basi c. 25 μ in apicem c. 10 μ diam. attenuatis; circum ostiolum filamentis hyalinis 11—23 μ longis; ascosporis reniformibus 3,5 \times 1,3 μ . Sclerotia copiosa, atro-brunnea, irregularia, peritheciis maiora, tuberibus parvis contacta.

O. albidum unterscheidet sich von den bisher bekannten *Ophiostoma*-Arten durch die Kultureigenschaften und die Peritheziengrösse. Seine Perithezien, die zu den kleinsten bei den *Ophiostoma*-Arten gehören, sind von der gleichen Grössenordnung wie die von *O. pini* und *O. minor*, aber die Perithezienhalse sind bei *O. albidum* viel länger als bei *O. pini* und *O. minor*. Nach den Myzel- und Konidieneseigenschaften steht diese Art nahe *O. ambrosiae* BAKSHI, auch die Perithezien sind ziemlich ähnlich, erreichen aber nie die Grösse und Halslänge, wie die für *O. ambrosiae* beschriebenen und haben auch nicht so langen Zilien wie *O. ambrosiae*. Die Kulturen von *O. ambrosiae* verfärbten sich später grau, was mit denen von *O. albidum* nicht geschieht. *O. ambrosiae* wurde auf der Birke in den Gängen von *Trypodendron* gefunden; *O. albidum* dagegen auf Nadelholz.

O. albidum bevorzugt sehr feuchtes Holz und kommt meist auf beschatteten Stämmen, die direkt auf der Erde liegen, vor. Er schien nicht zu irgendeinem bestimmten Borkenkäfer assoziiert zu sein.

b) Imperfekte Pilze, Hyphomyceten

1. *Monilia ferruginea* n. sp.

Monilia ferruginea wächst als Ambrosiapilz in den Gängen von *Xyloterus lineatus* auf Fichte und Kiefer. In den Mutter- und Larvengängen findet man einen rötlichbraunen Rasen von diesem Pilz, der besonders während des späteren Larven- und Puppenstadiums auffällt. Besonders in den Puppenkammern sind die Wände mit dichten Polstern bedeckt, die aus den rötlichbraunen Sporenketten dieses Pilzes bestehen. Von Regna wurden am 17.5.52 Fichtenstämme mit eben begonnenem Angriff gefunden. Dieses Holz wurde in 0,5 m langen Stammabschnitten beim Institut im Freien und im Konstantraum gelagert und die Entwicklung des Käfers und des Pilzes verfolgt. Wie bei den Borkenkäfern wurde bei Beginn des Angriffes noch keine Missfärbung beobachtet, aber einiges Pilzwachstum mit schwach gefärbten Hyphen und moniloiden Sporen konnte mikroskopisch festgestellt werden. Von den Käfern, die sich gerade einbohrten, wurden zahlreiche Hefen und auch Sporen von *M. ferruginea* isoliert. Wenn die Muttergänge schon halbfertig sind, wird der Pilz in den Gängen deutlich sichtbar und entwickelt sich sehr kräftig bis die jungen Käfer ausschlüpfen (Fig. 6). Diese weiden so stark an dem Pilzrasen, dass die Sporenpolster in den Gängen verschwinden. Der braune Pilz wächst auch in das Holz hinein, im Freien 1—3 cm in der Fiber-

richtung, im feuchten Raum bis 10 cm und mehr. Das Holz wird vom Myzel rötlichbraun verfärbt. Wenn die jungen Käfer ausgeflogen sind, lebt der Pilz im Holze weiter und kann, wenn dieses feucht liegt, und er nicht durch andere eventuell vorhandene Bläuen überwachsen wird, sich über grössere Flächen erstrecken. Ungefähr vom Puppenstadium an kommt oft *O. piceae* mit ihm zusammen vor, das sich in den verlassenen Gängen stark entwickeln kann. *Monilia ferruginea* wurde in allen untersuchten *Xyloterus*-Gängen gefunden; die Missfärbung des Holzes konnte aber sehr ungleich sein. Am stärksten war die Farbe in den an den feuchtesten Stellen liegenden Proben, aber es müssen auch andere Faktoren eine Rolle spielen, weil sich die Farbe dort nicht um alle Gänge herum ausbreitete.

In den neuen Muttergängen war der Pilz stark mit Hefen und Bakterien gemischt, da aber ein Teil seiner Sporen auf Malzagar auskeimte, konnte man ihn durch Verdünnungsverfahren rein erhalten. Auch aus dem Holze, einige cm von den neuen Gängen konnte man ihn rein erhalten. In der Kultur bildete der isolierte Pilz das gleiche rotbraune Myzel und bei älteren Kulturen in Röhren die gleichen Sporenketten wie auf dem Holze. Es dürfte damit sicher sein, dass man in der Kultur denselben Pilz hatte, der die Wände der *Xyloterus*-Gänge bedeckte.

Die Systematik der Ambrosiapilze hat immer gewisse Schwierigkeiten bereitet. In den früheren Arbeiten wurden diese Pilze und ihre Ökologie wohl eingehend behandelt (NEGER 1908, 1909, 1911, SCHNEIDER-ORELLI 1911), aber ihre systematische Stellung wurde offen gelassen oder nur vermutet, dass die meisten zu *Monilia* und *Endomyces* gehören. Selbst die neueren Arbeiten von LEACH (1940) und LEACH und Mitarbeiter (1940) lassen die Frage der systematischen Stellung dieser Pilze offen. SCHNEIDER-ORELLI und LEACH (l. c.) sind der Auffassung, dass die vielen verschiedenen Formen bei mehreren Insekten zu *Monilia candida* gehören. TROTTER (1934) stellt für einige Ambrosiapilze eine neue Gattung, *Ambrosiamyces* auf, für Pilze, bei denen er ausser den monilioiden Sporen auch fusiforme fand. Die Systematik der Ambrosiapilze wurde oft deshalb offen gelassen, weil es schwer war, diese Formen zu kultivieren, und weil ihre Hauptfruchtform nicht bekannt war. Eine andere Richtung schlagen z. B. VERRALL (1943) und GADD und LOOS (1947) ein. Ihnen gelang es, eine Reihe von Ambrosiapilzen von verschiedenen Käferarten rein zu kultivieren, und da diese Pilze weder auf Holz noch in der Kultur andere Fruchtformen bildeten, wurden sie als neue Arten beschrieben, die zu den Endomycetaceen und imperfekten Pilzen gehören. Es hat sich besonders durch die Reinkulturen gezeigt, dass die zahlreichen Formen tatsächlich verschiedene Pilze sind und nicht verschiedene Wuchsformen eines und desselben Pilzes, *Monilia candida*. Es ist sicher berechtigt, die hier besprochenen Pilzformen, wenn sie gut definierbar sind, als Arten zu beschreiben,

wie dies auch mit anderen imperfekten Pilzen gemacht wird, auch wenn es vermutet wird, dass sie noch eine Hauptfruchtform haben können. Mit der Beschreibung und Benennung dieser Pilze erspart man die langen und beschwerlichen Umschreibungen, denen man bis jetzt in der umfangreichen Literatur über diese interessante Gruppe immer begegnet.

Der Ambrosiapilz von *Xyloterus lineatus* ist ökologisch wohl gut durchgearbeitet worden (NEGER 1909), nicht aber systematisch. Da die Reinkultur des Pilzes gut gelang, und da er mit den Kulturen und Beschreibungen der Ambrosiapilze, die man bisher hat, nicht übereinstimmt, wird dieser Pilz hier nach der Reinkultur als eine neue Art beschrieben.

Monilia ferruginea (Fig. 6 und 7) wächst auf Malzagar mit einer mittleren Geschwindigkeit von 3,6 cm in 10 Tagen. Die Kulturen sind einige Tage hyalin und werden dann rotbraunfuchsbraun. Das Myzel wird von rötlichbraunen radial wachsenden verzweigten Hyphen gebildet, die aus

regulären, langgestreckten oder etwas unregelmässig aufgeschwollenen Zellen bestehen. Die Zellen sind 28—49 μ lang und 2,7—7,8 μ breit (Mittel 4,2 μ), mit rötlichbraunem, homogenem oder granuliertem Inhalt. *M. ferruginea* bildet, besonders an Myzelkanten, ein ziemlich reichliches spinnwebartiges Luftmyzel, das die ganze Kultur bedecken kann und hell rötlichbraun in der Farbe ist, viel heller als das Substratmyzel.

Die Konidien werden stellenweise an den Hyphenenden in typischen moni-

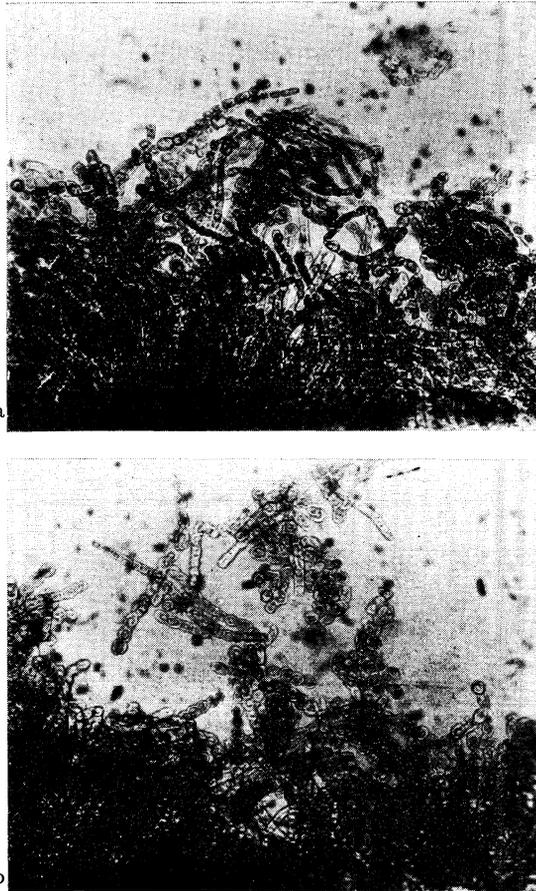


Fig. 6. *Monilia ferruginea*, n. sp., Hyphen und Konidien. a Aus dem Gange von *Xyloterus lineatus* auf Fichte, b in Reinkultur auf Malzagar. Vrgr. 100 \times .

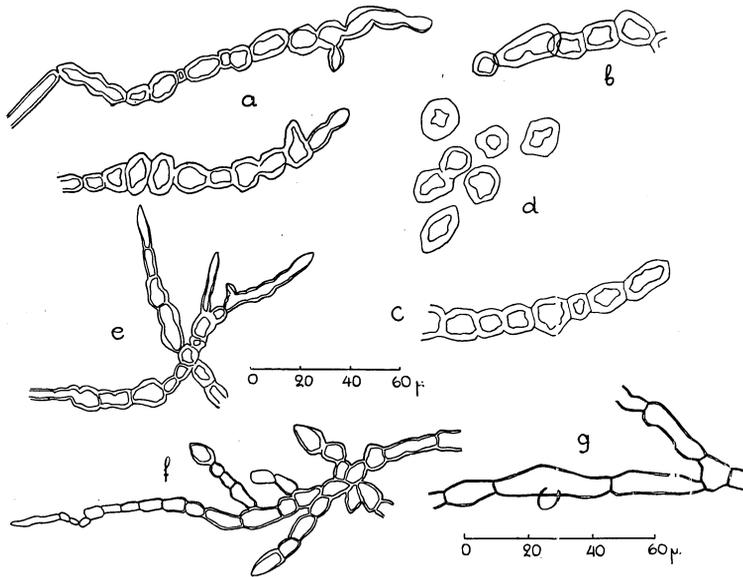


Fig. 7. *Monilia ferruginea* n. sp. a-c Konidienketten an Luftmyzel, d einzelne Konidien, e-f Hyphenenden an Substratmyzel, g normale Hyphen an Substratmyzel.

lioiden Ketten gebildet, die einfach oder verzweigt sind und bei jungen Kulturen und im Holze bis $90\ \mu$ lang werden; bei ausgewachsenen Kulturen sind sie $150-250\ \mu$ lang. Ein Teil dieser Konidien wird durch richtige Zwischenwände separiert, die anderen werden nur durch Einschnürungen angedeutet. Die Konidien sind einzellig und von gleicher rötlichbrauner Farbe wie das Myzel, dickwandig und mit mehreren grossen Öltropfen in der Mitte. Sie erscheinen unregelmässig rundlich oder polyedrisch, wenn sie jung sind und werden nachher mehr abgerundet. Bei jungen Kulturen und auf dem Holz werden die Konidien $6,4-14,8\ \mu$ lang und $9,2-10,4\ \mu$ breit; bei älteren Kulturen sind die Sporen $12,6-28\ \mu$ lang und $11,2-21,3\ \mu$ breit. Die Konidien wurden nicht auf Agarplatten gebildet, sondern nur in Röhren. Auch dieser Pilz braucht eine grosse Luft- und Holzfeuchtigkeit um Sporen bilden zu können.

Ausser den beschriebenen Sporen werden in der Kultur auch Sporen in kleinen Sporodochien-ähnlichen Ansammlungen gebildet, wo die konidienbildenden Hyphen regelmässig radial geordnet sind, etwas an die *Tuberculariella*-Sporodochien erinnernd. Die Konidienketten sind dann nicht oder nur wenig verzweigt. Solche Bildungen sind ca $2\ \text{mm}$ im Diameter und werden auch in den Insektengängen gefunden. Die Sporodochien sind jedoch viel lockerer und unregelmässiger aufgebaut als bei *Tuberculariella*; ausserdem entstehen auch Sporen auf die typische *Monilia*-Weise. Es ist wohl möglich, dass *Monilia*

ferruginea, *Tuberculariella ips* und *Trichosporium tingens* systematisch nahestehende Pilze sein können.

SCHNEIDER-ORELLI hält die monilioiden Sporen der Ambrosiapilze für keine wirklichen Sporen, da sie in der Kultur nicht auskeimten. Die Sporen von *M. ferruginea* keimen auf Malzagar aus, wenn auch nur ein kleiner Prozentsatz von ihnen.

Monilia ferruginea, n. sp.

Culturae in agaro maltoso satis celeriter crescentes; mycelium saepe ad substratum adpressum, ferrugineum, ex hyphis septatis ferrugineis, 2,7—7,8 μ diam., in articulos oidiformes dilabentibus formatum; conidia ferruginea, in catenulis simplicibus vel ramosis, 90—250 μ longis, nascentia; conidia terminalia ovalia, alia oblonga vel rotunda vel rectangulariter globosa, 12—28 \times 11—21 μ .

Habitat in ligno Piceae excelsae a Xylotero lineato infestato.

Monilia ferruginea steht morphologisch *Monilia brunnea* VERRALL nahe, die in Nordamerika auf mehreren Laubböhlzern zusammen mit *Pterocyclon mali* gefunden wurde. *M. ferruginea* ist jedoch deutlich verschieden von diesem Pilz und unterscheidet sich von ihm hauptsächlich durch die Kultureigenschaften und die Konidiengröße. *M. ferruginea* kann eigentlich nicht zu den Bläuepilzen gerechnet werden, obgleich sie das Holz, wenn es hinreichend feucht ist, braun verfärben kann.

2. *Monilia* sp.

Auf den Kiefernstöcken kam zusammen mit Kiefernbock-Angriff ein dunkelbrauner Pilz mit *Monilia*-artigen Sporen vor. Der Pilz wurde mehrmals gefunden, aber die Sporenbildung war bei ihm so spärlich, dass es nicht gelang ihn zu identifizieren.

3. *Graphium album* (CORDA) SACC.

Dieser Pilz ist auf Material vom Bretterhofe angetroffen worden und stimmt ganz gut mit der knappen Kulturbeschreibung von HEDGCOCK (1906) überein. Die Kulturen wachsen ziemlich langsam, 2,8 cm in 10 Tagen, sind anfangs hyalin und werden nachher stellenweise grünlichgrau, die Hyphen sind schmal, 1,6—3,5 μ im Diam., anfangs hyalin und werden langsam grünlichbraun. Myzelkonidien entstehen zuerst auf *Cladosporium*-weise und bilden später kleine Köpfchen; sie sind hyalin und eiförmig, 3,8—6,4 \times 1,2—2,4 (Mittel 4,8 \times 1,8) μ . Nach HEDGCOCK sind die Konidien 4—6 \times 1,2 μ . Die Koremien (Fig. 8 a) sind anfangs hyalin und werden später grünlichgrau bis braun, aber nicht sehr dunkel. Das anfangs weisse Köpfchen wird später gräulich bis bräunlich. Die *Graphium*-Konidien sind oval, 3,1—4,8 \times 1,2—2,5 (Mittel 4,0 \times 1,8) μ , also etwas breiter als bei der Beschreibung von HEDGCOCK: 3—5 \times

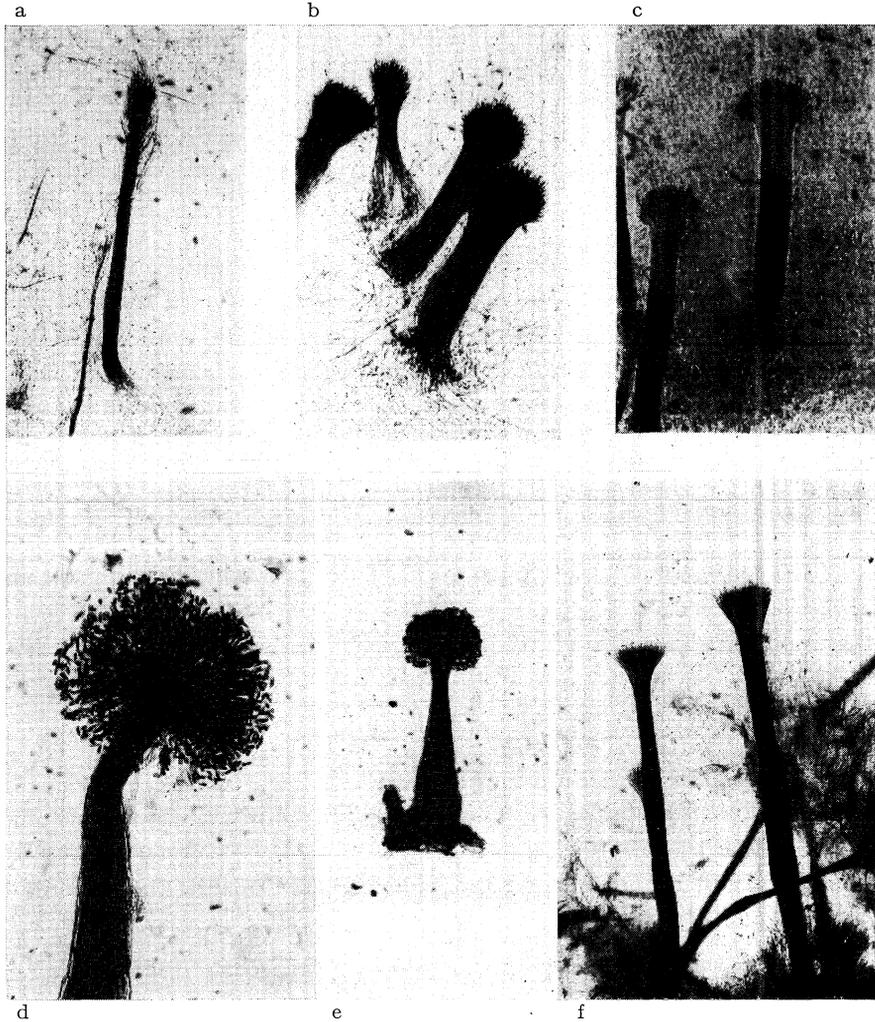


Fig. 8. Graphien: a *Graphium album* Cda., b *G. erubescens* n. sp., c *G. aureum* Hedc., d-e *Graphium* II, f *G. fragrans* n. ap. Alle ausser e vergr. 70 ×; e vergr. 30 ×.

×1—1,5 μ. Die Höhe der Köpfe beträgt 210—360 μ (200—300 bei HEDGCOCK); der Stiel weist einen Durchmesser von 30—100 μ (bei HEDGCOCK 30—300 μ) auf und der Pinsel ist 60—500 μ breit (nach HEDGCOCK 20—600 μ).

Diese *Graphium*-Art erinnert etwas an die Konidienform von *Ophiostoma olivaceum*, hat aber eine schwächere Farbe und bildet nicht die Übergänge von Myzelkonidien bis zu richtigen Graphien, die bei *O. olivaceum* immer gefunden werden.

Bisher ist diese Art gemischt mit anderen Bläuepilzen auf feucht gelagerten Kiefern Brettern gefunden worden.

4. *Graphium aureum* HEDGC.

Diese Art ist einige Male auf Kiefern in Järna zusammen mit alten Angriffen von *Hylastes ater*, *Monochamus sutor* und *Acanthocinus aedilis* angetroffen worden. Sie färbt das Holz schwach braun. Mit der Beschreibung von HEDGCOCK (1906) stimmt dieser Pilz gut überein.

Das Myzel ist zuerst hyalin, wird dann gelb und zuletzt hellbraun. Die Hyphen sind schmal, 1,6—3,5 μ im Diameter und farblos bis hellbraun. Das weisse und flockige Luftmyzel kommt nur spärlich am Rande der jungen Kulturen vor. Die Myzelkonidien werden im Substrat und an Lufthyphen als kleine *Cephalosporium*-Köpfchen oder kleine *Cladosporium*-artige Ketten gebildet. Sie sind hyalin, oval und etwas grösser als bei *Graphium album*: 4,5—8,3 \times 1,9—2,4 μ (Mittel 5,6 \times 2,1 μ). Nach HEDGCOCK sind die Myzelkonidien 4—8 \times 1—2 μ (Mittel 5 \times 1,8 μ). Die Stiele der Koremien (Fig. 8 c. u. 9 g—h) sind anfangs weiss, werden dann gelb und zuletzt braun; die Köpfchen sind von gleicher Farbe. Die Höhe der Koremien beträgt 340—420 μ (500—750 μ nach HEDGCOCK); der Stiel ist 45—110 μ breit, Mittel 56 μ (10—90 μ nach HEDGCOCK); der pinselförmige, sporenproduzierende Teil ist hyalin, sehr dicht verzweigt, ziemlich rund und nicht breit, 84—112 μ hoch, 84—196 (Mittel 126) μ breit (entsprechende Angaben fehlen bei HEDGCOCK); die *Graphium*-Konidien sind eiförmig, hyalin und etwas grösser als bei *G. album*: 3,8—6,3 \times 1,4—2,4 μ (Mittel 4,6 \times 2,2 μ), nach HEDGCOCK 4—5 \times 1—2 μ .

Die Koremiengrössen stimmen nicht ganz überein mit HEDGCOCKS Angaben, aber die Grösse der Graphien kann in der Kultur sehr stark variieren, und wichtiger bei der Beschreibung ist die Form der Graphien. Die Konidien sind auch nach HEDGCOCK bei *G. aureum* grösser als bei *G. album*. Die Kultureigenschaften stimmen überein.

Auch dieser Pilz ist nur sporadisch gefunden worden; es ist aber möglich, dass er oft übersehen wird, wenn er mit anderen *Graphien* gemischt vorkommt.

5. *Graphium fragrans*, n. sp.

Diese Art ist bisher in Murjek, Vb. und Korskrog, Hls. in den Gängen und im Holz um die Gänge von *Ips sexdentatus* und *Orthotomicus proximus* zusammen mit anderen Bläuepilzen gefunden worden, ist aber nur ein zufälliger Begleiter dieser Insekten. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieser Pilz viel öfter vorkommt als bisher angenommen wurde, da er, besonders wenn er zusammen mit anderen Graphien vorkommt, sehr schwer zu entdecken ist. Auch in den beschriebenen Fällen wurde man nur durch Zufall auf ihn aufmerksam, und dann zeigte es sich, dass er auf diesen Stellen mit grosser Frequenz gemischt mit den *Ophiostoma*-Arten auftrat. Diese *Graphium*-Art hat sehr charakteristische Kultureigenschaften, und er stimmt mit keiner bekann-

ten *Graphium*-Art oder Nebenfruchtform der *Ophiostoma*-Art überein. Am ähnlichsten ist diese Art *Graphium eumorphum* SACC., wie sie in der Kultur von HEDGCOCK (1906) beschrieben wird, unterscheidet sich aber deutlich durch die Wuchsweise und durch den sehr ausgeprägten Fruchtester-Geruch. Diese Art wird hier als *Graphium fragrans*, n. sp. beschrieben.

Die *Graphium*-Konidien keimen nach 6—8 Stunden aus und bilden ein zuerst hyalines Myzel, das sich später grünlichgrau und in ganz alten Kulturen graubraun verfärbt. Die Unterseite der Kulturen macht die gleichen Farbveränderungen durch. Malzagar wird durch den Pilz dunkel ockergelb, zuweilen etwas grünlich gefärbt, das Holz bekommt eine schwach graugrüne Missfärbung. Der Geruch ist bei jungen Kulturen stark aromatisch und verschwindet bei alten Kulturen. Das Substratmyzel wird aus schmalen hellbraunen Hyphen, 1,6—2,9 μ , meist 1,9 μ breit, gebildet. Am kurzen und dichten Luftmyzel, das hell graugrün gefärbt ist, werden zahlreiche Konidien auf *Cephalosporium*-weise terminal an kurzen Myzelästchen gebildet. Die Myzelkonidien sind länglich-oval und etwas grösser als die *Graphium*-Konidien, 5,2—8,7 \times 2,6—4,0 μ (Mittel 7,5 \times 3,3 μ). Die Höhe der Myzelkonidienträger beträgt 113—170 μ . Die ausgewachsenen Graphien sind in der Kultur kurz und haben einen braunen Stiel; die Köpfchen sind undurchsichtig gelblichweiss, oft zusammenfliessend und werden später gräulich gelb. Die ausgewachsenen Graphien (Fig. 8 f und 9 a—c) sind 480—820 μ hoch, Mittel ca 600 μ ; der Stiel ist 19—81 μ breit, meist 36 μ . Der pinselartige Kopf ist hyalin, plan, 60—110 μ breit, 55—70 μ hoch und geht allmählich in den braunen Stiel über. Die *Graphium*-Konidien sind eiförmig, hyalin und 3,9—5,9 \times 2,0—2,7,7 μ (Mittel 4,6 \times 2,4 μ). Sie werden an den letzten hyalinen Hyphenzweigen des Pinsels gebildet, die zu dreien in einem Wirtel stehen, 12—19 μ lang und 0,85—0,94 μ breit sind. Die Konidien werden terminal abgeschnürt, aber bevor das erste Konidium abgeschnürt ist, wird es von einem neuen, seitlich entstehenden, zur Seite gedrängt usw. (Fig. 9 c). Die Einspormyzelien können sehr verschieden im Bezug auf die Graphiumbildung sein; die einen bilden von Anfang an zahlreiche Graphien und spärliches Luftmyzel, bei den anderen wird dichtes Luftmyzel mit sehr zahlreichen Myzelkonidien gebildet aber nur wenige und deformierte Graphien. Die Einspormyzelien hemmen einander stark auf Malzagar, und das Substrat wird bei solchen Kulturen intensiv chromgelb gefärbt.

Graphium fragrans, n. sp.

Mycelium primum hyalinum, dein viride-griseum, demum griseum vel griseobrunneum, ex hyphis longicellularibus 1,6—2,9 μ diam. formatum; aerophilum griseum, caespitem, conidia numerosa acrogeniter vel e conidiochoris e typo Cephalosporii 110—170 μ altis vel interdum e hyphis ipsis formans. Conidia ellipsoidea, 7,5 \times 3,3 μ (5,2—8,7 \times 2,4—4,0 μ). Graphia gregaria, brevia 480—

820 μ alta, stipitibus brunneis 35 μ (20—80 μ) crassis, superne caput dilatatum et applanatum formantibus, ibique globulum mucosum, primum pallide luteum, demum ravum 60—110 μ diam. ferentibus; conidiis hyalinis ovalibus acrogenis vel pleurogenis plerumque binis vel ternis in capitula congestis, 4,6 \times 2,4 μ (3,9—5,9 \times 2,0—2,7 μ). Culturae recentes valde fragrantis.

Durch das charakteristische gehemmte Wachstum, die grünlichgraue Farbe auf Malzagar und ihren ausgeprägten Geruch unterscheidet sich diese Art von anderen bisher bekannten *Graphium*-Arten.

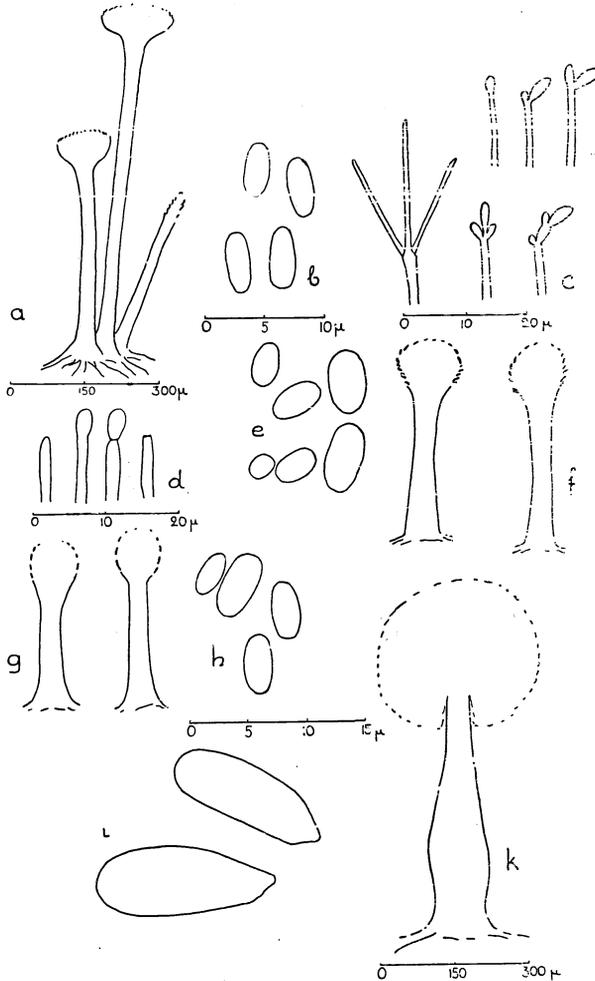


Fig. 9. a-c *Graphium fragrans*, n. sp. a Graphien, b Graphium-Konidien, c Bildung der Graphium-Konidien, d-f *G. erubescens*, n. sp. d Bildung der Graphium-Konidien, e Graphium-Konidien, f Graphien, g-h *G. aureum* Hedgc. g Graphien, h Graphium-Konidien, i-k *Graphium* II : i Konidien, k *Graphium*.

6. *Graphium erubescens*, n. sp.

Diese Art wurde in Sägewerken auf geflössten Kiefernstöcken und auf Brettern gefunden. Sie erinnert einigermassen an *Graphium aureum* HEDGCOCK, ist aber nicht dieselbe Art.

G. erubescens ist in der Kultur zuerst schmutzigweiss, dann gelblich und wird zuletzt hellbraun. Das Myzel wird in der Mitte der Kolonien auf Agarplatten und auf dem Boden der Kulturröhre rötlich gefärbt. Auch die Agar-Unterseite bekommt in der Mitte der Kulturen eine rötliche Farbe. Die Kulturen sind nicht wie bei anderen hellen *Graphium*-Arten etwas glänzend und leicht durchsichtig, sondern ganz matt. — Die Sporen keimen schon nach 6—7 Stunden aus. Die Hyphen sind zuerst hyalin, werden dann etwas gelblich und sind sehr schmal, nur 0,6—1,5 μ breit. Das Luftmyzel fehlt. Die Myzelkonidien werden in kleinen Häufchen im Substrat gebildet und sind breitoval 3,4—8,2 \times 2,0—4,4 μ (Mittel 6,3 \times 3,4 μ). Die Graphien (Fig. 8 b und 9 f—d) haben zuerst einen weissen, etwas grünlichgelben Stiel, der bei alten Graphien dunkelbraun wird. Der Stiel ist breit und verschmälert sich nur etwas gegen die Spitze. Das anfangs schmutzigweisse Köpfchen, das bei alten Kulturen braun wird, geht allmählich in den Stiel über; es ist nur wenig breiter als der Stiel und sehr dicht. Die Höhe der ausgewachsenen Koremien beträgt 230—450 μ ; der Stiel ist 28—70 μ , Mittel 60 μ breit; der Pinsel ist 67—84 μ hoch und 96—160 μ breit; die *Graphium*-Konidien sind breitoval, 2,8—6,1 \times 1,9—2,8 μ (Mittel 4,5 \times 2,6 μ). Die Konidien werden terminal nacheinander an ziemlich breitspitzigen Hyphen abgeschnürt (Fig. 9 d).

Graphium erubescens, n. sp.

Mycelium primum subflavum, dein cereum, demum fulvum, ex centro erubescens, ad substratum adpressum, ex hyphis 0,6—1,5 μ diam. formatum. Conidia late ellipsoidea vel cylindrata, 6,3 \times 3,4 μ (3,4—8,2 \times 2,0—4,4 μ), acrogena vel pleurogena, capitula minuta hyalina formantia. Graphia gregaria, 230—450 μ alta, stipitibus rigidis, primum cereis, dein virido-luteis, demum brunneis, 60 μ (28—70 μ) crassis, paene cylindratis, superne dilatato-capitatis, ibique globulum mucosum non perlucidum, primum cereum, demum brunneum, 96—170 μ diam. ferentibus; conidiis hyalinis solitarie acrogenis, late ovalibus 4,5 \times 2,6 μ (2,8—6,1 \times 1,9—2,8 μ).

G. erubescens variiert sehr wenig in der Kultur. Das Holz wird durch es schwach bräunlich verfärbt. Es unterscheidet sich von den anderen Arten durch die rötliche Farbe bei den Kulturen, die ziemlich grossen breitovalen Konidien und die fast gleichbreiten, ziemlich kurzen Graphien mit kleinen Köpfchen.

7. *Graphium I.*

Dieser Pilz wurde schon früher (MATHIESEN 1951) besprochen, aber nicht beschrieben, da es schien, dass er eine farblose Form von *O. piceae* sein könnte. Dies ist bisher nicht bewiesen worden, aber er ist auch seither nicht so oft vorgekommen, dass man über ihn bestimmte Aussagen hätte machen können.

8. *Graphium II.*

Dieser Pilz wurde nur einmal in Älvdalen zusammen mit *Pissodes pini* auf einem liegenden Kiefernstamme gefunden. Er unterscheidet sich durch die sehr grossen Sporen deutlich von anderen *Graphium*-Arten, aber er wurde nur einmal angetroffen, und es gelang nicht, ihn zu kultivieren, so dass er hier nur vorbeigehend genannt wird.

Diese *Graphium*-Art bildete auf Holz vollkommen farblose, grosse Graphien (Fig. 8 d—e und 9 g—h), mit einem stark angeschwollenen Fussteil. Die Höhe der Koremien betrug 700—1 000 μ ; der Stiel war ebenfalls hyalin, 40—68 μ an der schmalsten Stelle gleich unter dem Pinsel breit und 140—210 μ an der breitesten Stelle; der sporenproduzierende Teil war pinselförmig, rund, hyalin, 140—210 μ hoch und 250—340 μ breit, die Sporen waren oval, 11,2—15,4 \times 5,6—6,2 μ , Mittel 14,6 \times 5,9 μ .

In der Kultur bildete dieser Pilz nur ein weisses, flockiges, langsam wachsendes steriles Myzel.

Nach den beschriebenen Eigenschaften könnte dieser Pilz eher zu den *Hyalostilbaceen* gehören, aber weder unter diesen noch unter *Graphium* konnte eine Art gefunden werden, die mit diesem Pilz übereinstimmte.

9. *Tuberculariella ips* LEACH

Diese Art wurde von LEACH und Mitarbeiter (1934) in Nordamerika beschrieben, wo sie zusammen mit *Ips pini* und *Ips grandicollis* vorkommt, oft gleichzeitig mit *Ophiostoma ips*. In der gleichen Arbeit wurde ihre Biologie und ihre Bedeutung für die Käfer näher erörtert (vgl. bei *Ips sexdentatus*, Seite 15). In Europa findet man bei SIEMASZKO (1939) eine kurze Notiz, dass diese Art in Polen zusammen mit *Ips sexdentatus* angetroffen wurde. In Schweden war dieser Pilz bisher nicht bekannt.

Über *Tuberculariella ips* liegt bei LEACH u. a. (l. c.) eine kurze Beschreibung vor, die folgend lautet.

Die Sporodochien sind weiss, wachsartig und nicht schleimig; die Konidien sind hyalin, oval bis birnenförmig, gewöhnlich an einem Ende schmaler, 7,9—22,5 μ breit und 13,3—23,8 μ lang und entstehen einzeln und sukzessiv an den Enden der unverzweigten septierten Konidiophoren. Die Kolonien auf Agarkulturen sind anfangs farblos und werden später schwarz. Das Luftmyzel ist

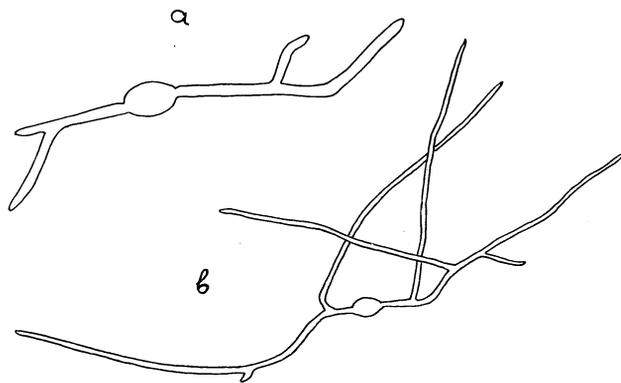


Fig. 10. *Tuberculariella ips* Leach. Sporenkeimung und Hyphenwachstum. a nach 8 Stunden, b nach 24 Stunden.

spärlich, grau; die jungen Hyphen hyalin, die alten braun und $2,7-6,7 \mu$ im Diam. In Agarkulturen werden die Konidien terminal an den einfachen Myzelzweigen gebildet; in alten Kulturen kommen manchmal Sporodochien vor. — SIEMASZKO hat in Polen eine etwas abweichende Konidiengrösse gefunden: $15-25 \times 5,4-7,5-12,5 \mu$; die Sporen waren also länglicher als bei der amerikanischen Form.

Die schwedische Form weicht in einigen Punkten von der Beschreibung von LEACH ab, besonders in der Konidienform und -Grösse, und sie stimmt in dieser Hinsicht mehr mit der polnischen Form überein. Auch andere kleinere Abweichungen wurden gefunden, so dass es schwer zu sagen ist, ob dieser Pilz wirklich mit der amerikanischen Art identisch ist. Andererseits sind aber die Unterschiede nicht so gross, dass man den hier beschriebenen Pilz als eine selbstständige Art auffassen könnte.

Die Sporen keimen mit zwei dicken terminalen Keimschläuchen nach ca. 10 Stunden aus (Fig. 10) und bilden breithyphiges, reich verzweigtes Myzel. Die Wachstumsgeschwindigkeit ist sehr gross — 11,5 cm in 10 Tagen. Die Kulturen bleiben 5—6 Tage hyalin; nach 8 Tagen sind sie deutlich bläulichgrün und werden später schwärzlichgrün. Die Hyphen wachsen schnell und bestehen aus langgestreckten Zellen, die $3,4-6,7 \mu$ selten bis 15μ breit werden. Die jungen Kulturen haben kein Luftmyzel, später wird spärliches, 3,5 mm hohes graugrünes Luftmyzel gebildet. Die Substrathyphen sind meist mit zahlreichen kleinen Vakuolen; die Seitenhyphen sind immer viel schmaler als die radialen Hyphen. Die kräftigen radialen Hyphen liegen oft, besonders an der Oberfläche, strangartig nebeneinander, ein deutliches Netzwerk auf der Oberfläche der Kulturen bildend.

Die Konidien entstehen in der Kultur zuerst am Schalenrande auf dem Glas, vereinzelt an Hyphenenden oder als kleine Sporodochien (Fig. 11), die

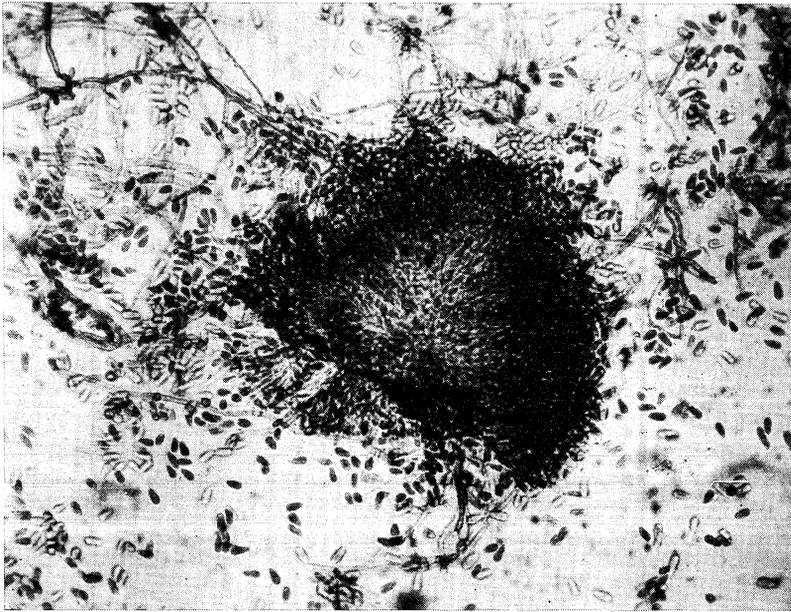


Fig. 11. *Tuberculariella ips* Leach. Junge Sporodochien, gewachsen in Kultur auf Malzagar. Vergr. 200 \times .

zuerst weiss und pulverartig sind und später wachsartig werden. Auch auf der ganzen Myzeloberfläche können hier und dort kleine weisse Sporodochien entstehen. Bei den ersten Sporodochien sind die Konidienträger deutlich verzweigt; sie geben Konidien wohl an der Hyphenspitze, aber nicht nur sukzessiv terminal, sondern auch nebeneinander ab. Die Sporen sind bei diesen ersten kleinen Sporodochien kleiner als die folgenden; sie sind einzellig, hyalin, oval oder rundlich. Bei etwas älteren Kulturen werden am Schalenrand auf dem Glas und auf der ganzen Myzeloberfläche zahlreiche grosse, weisse, wachsartige, regelmässige Sporodochien gebildet, 2—3 (4) mm im Diam. Diese bestehen aus einem zentralen, irregulären Hyphengeflecht, das von radial herauswachsenden, regulären, septierten, anscheinend unverzweigten oder nur wenig verzweigten hyalinen Konidienträgern umgeben ist (Fig. 11, 12). Die Sporen werden an diesen sukzessiv terminal abgegeben. Die hyalinen Konidien sind sehr gross, einzellig, eiförmig und an der Entstehungsstelle abgeplattet. Vor der Keimung sind sie abgerundet und regelmässig oval. Ihre Grösse betrug 12,2—22,1 \times 6,2—9,4 μ (Mittel 18,1 \times 7,3 μ) sowohl in der Kultur als auch auf dem Holze.

Sehr zahlreich entstehen die Sporodochien in der Kultur an den Agarkanten, wo Myzelstücke ausgeschnitten worden sind. Auf Holz wird die Bildung der Sporodochien durch grosse Feuchtigkeit stark gefördert. An natürlichen Stand-

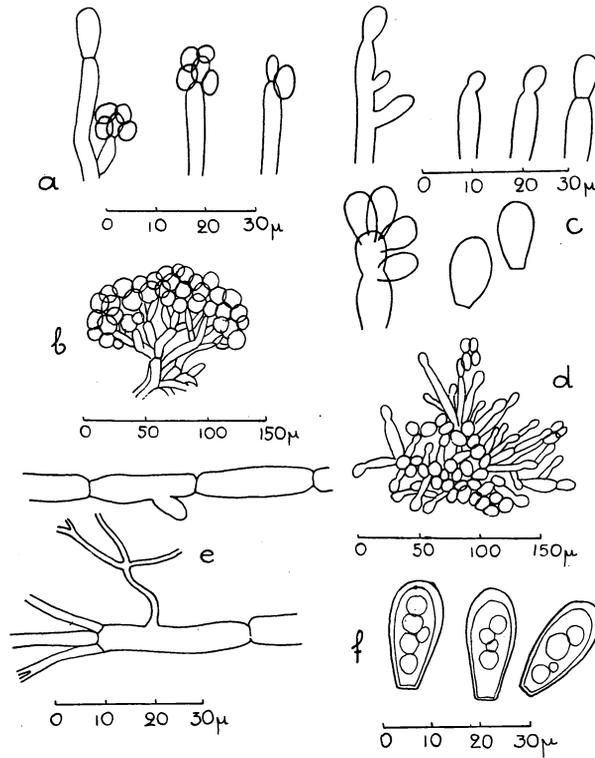


Fig. 12. *Tuberculariella ips* Leach. a Bildung der ersten Konidien, b die ersten Sporenhäufchen, c Bildung der Konidien an späteren Sporodochien, d junge Sporodochien, e Hyphen, typische Verzweigung, f Konidien.

orten wurden, wie schon gesagt, zahlreiche Sporodochien in den Puppenkammern und inneren Teile der Larvengänge von *Ips sexdentatus* auf Kiefer und Fichte gefunden.

Wie aus der Beschreibung hervorgeht, liegen einige Unterschiede zwischen dem amerikanischen und dem schwedischen Pilz vor. Leider lässt sich durch den Vergleich mit der Originalkultur von Baarn nicht viel aussagen, da von dieser keine Sporen mehr gebildet werden. Die Farbe der Kulturen war deutlich verschieden: braunschwarz bei der amerikanischen Form und grünschwarz bei der schwedischen. Sowohl die Sporengrosse als auch die Form waren verschieden: die Abb. von LEACH (1934, S. 334) zeigt deutlich birnenförmige Sporen. Nach ihm kann die grösste Länge und Breite der Sporen gleich sein — solche riesengrosse runde Sporen wurden beim schwedischen Material nicht gefunden. Nach LEACH kommen die Sporodochien in der Kultur selten vor; bei der schwedischen Form waren sie zahlreich.

Tuberculariella ips wächst auf dem Holze sehr schnell und verfärbt es stark bläulichbraun. Auf den an warmen und trockenen Stellen liegenden Stämmen wurde sie in den *sexdentatus*-Gängen nicht gefunden, und da sie auch in der Kultur feuchteres Holz bevorzugt, konnte man annehmen, dass es dort zu trocken für diesen Pilz war.

Wegen ihres schnellen Wachstums und ihrer kräftigen Pigmentbildung könnte *Tuberculariella* eine wichtige Rolle unter den Stockbläue verursachenden Pilzen spielen, aber ihre Bedeutung wird dadurch verringert, dass sie bisher nicht oft angetroffen worden ist.

VI. Zusammenfassung

Eine Übersicht über die gewöhnlichsten in Schweden vorkommenden Bläuepilze wird in der Tabelle 1 gegeben. Unter diesen Bläuepilzen sind die *Ophiostoma*-Arten besonders zahlreich. Einige von ihnen kommen mit grosser Frequenz nur zusammen mit bestimmten Borkenkäfern vor, wie *Ophiostoma canum* bei *Blastophagus minor*, *O. clavatum* bei *Ips acuminatus* und *O. brunneo-ciliatum* bei *I. sexdentatus*. Gerade auf Kiefer spielen diese mehr spezialisierte Arten als Bläuepilze eine grosse Rolle. Dazu kommen einige Hyphomyceten, die ökologisch mit den Ambrosiapilzen verglichen werden können, und die gleichzeitig auch wegen ihres schnellen Wachstums und ihrer starken Pigmentbildung zu den kräftigsten Bläuepilzen gehören. Auf Fichte sind die *Ophiostoma penicillatum*-Formen, die zusammen mit verschiedenen Borkenkäfern, z. B. *Ips typographus*, *Hylastes cunicularius*, *Hylurgops palliatus*, vorkommen, die gewöhnlichsten Bläuepilze. Die obengenannten Käfer und Pilze sind häufig auf frisch gefällten, gut exponierten, aufgestapelten und nicht direkt auf der Erde liegenden Stämmen. Auf den an feuchteren Stellen liegenden Kiefernstämmen spielen *O. pini* und eine *O. penicillatum*-Form, die zusammen mit *Pissodes pini* resp. *Hylastes ater*-Angriff auftreten, eine wichtige Rolle. *O. pini* kommt sonst bei älteren Angriffen von verschiedenen Käfern vor und gehört dann zu den sog. sekundären Bläuepilzen. Beide *O. pini* und *O. penicillatum* scheinen eine grosse Wachstumsamplitude zu haben, die sich von frischgefällten feuchten Stämmen bis zu alten ausgetrockneten erstreckt. *O. piceae* kommt ebenfalls bei allen Käfern und auf sehr verschiedenem Material vor, fehlt aber bei ganz frischen Angriffen, wie auch *O. coeruleum*, das meist auf ausgetrockneten Stämmen auch zusammen mit verschiedenen Käfern gefunden wurde. Ausser den genannten Pilzen sind einige weniger verbreitete *Ophiostoma*-Arten untersucht worden, wie *O. tetropii* zusammen mit *Tetropium* sp. auf Fichte, *O. galeiformes* bei *Hylastes cunicularius* auf Fichte, *O. ips* bei *Orthotomicus proximus* und *Ips acuminatus*, *O. albidum* auf feuchtem Holz bei

mehreren Käfern und *O. olivaceum* bei *Acanthocinus*. *O. minutum*, *O. polonicum*, *O. floccosum*, *O. pluriannulatum* und *O. coerulea* sind bei Käferangriffen mehr zufällig auftretende Arten. Von Hyphomyceten kommen *Leptographium Lundbergii* auf Kiefer und *Scopularia phycomyces* mehr auf Fichte bei verschiedenen Käfern zufällig vor. *Xyloterus lineatus* schien oft von einer starken Bläue, verursacht von einer *O. penicillatum*-Form, begleitet zu sein; es zeigte sich aber, dass diese Bläue nicht von *Xyloterus*, sondern von dem fast immer gleichzeitig mit ihm vorkommenden *Hylurgops palliatus* in das Holz geschleppt wurde.

Gewöhnlich verschwinden solche, durch Käfer eingeschleppte Bläuepilze nach einem Sommer. *O. pini*, *O. penicillatum* und *O. coeruleum* findet man am längsten in solchen Stämmen.

Auf geflößten Stämmen verschwinden einige durch Borkenkäfer verbreitete Bläuepilze, wie die *Trichosporium*-Arten, gleich; andere, wie *O. canum*, sind nachher auch in den im Wasser gelegenen Stammteilen noch am Leben und können sogar gleich nach dem Heraussägen der Bretter deren ganze Oberfläche überwachsen und Sporen bilden. Sie wachsen aber auch unter günstigen Verhältnissen nicht so gut weiter wie im Walde und stellen bald das Wachstum ein. Wird das Holz einmal ausgetrocknet, wie die Bretter im Bretterhofe, wachsen diese Pilze nicht mehr aus. Widerstandsfähiger sind die sog. sekundären Bläuepilze, wie *O. pini*, *O. piceae*, *O. coeruleum*, und besonders die sog. Luftbläuen, wie *Pullularia*, *Cladosporium* u. a., die auf solchem Material lange am Leben bleiben und auch nach wiederholtem Austrocknen und Anfeuchten noch wachsen und Sporen bilden können. Einige *Graphium*-Arten und eine *Phialophora*-Art, die nicht im Walde gefunden wurden, waren sehr gewöhnlich auf geflößtem Holz und auf Brettern.

Einige bekannte Bläuepilze, die neu für Schweden waren, werden in der Kultur beschrieben. Es sind die folgende: *Ophiostoma ips* RUMB., *Ophiostoma galeiformis* BAKSHI, *Tuberculariella ips* LEACH, *Graphium album* CORDA und *Graphium aureum* HEDGC.

Als neue Arten werden *Ophiostoma brunneo-ciliatum* bei *Ips sexdentatus*, *Ophiostoma albidum* auf feuchtem Holz bei verschiedenen Käfern, *Monilia ferruginea* bei *Xyloterus lineatus* und zwei *Graphium*-Arten beschrieben.

Sammanfattning

En översikt av de vanligaste med barkborrar förenade blåytesvamparna i Sverige och några för Sverige nya blåytesvampar

Under åren 1945—1952 har en undersökning utförts vid Skogsforskningsinstitutet över de svampar, som uppträda tillsammans med de viktigaste blåytespridande insekterna i Sverige. I detta arbete ha i första hand de s. k. blåytesvamparna, d. v. s. alla svampar med mörk mycel varit föremål för undersökning. Svampar med hyalint mycel, såsom jästsvampar, mögelsvampar m. fl., som också ofta åtfölja insektsangrepp i nyfälda stammar, ha behandlats mera summariskt. I tab. 1 lämnas en översikt av de undersökta insekterna och de svampar, som påträffats i insekternas färskas gångsystem.

Såsom framgår av tabellen, äro vissa barkborrar och långhorningar, t. ex. den mindre mörkborren (*Blastophagus minor*), den skarptandade barkborren (*Ips acuminatus*), den tolvtdandade barkborren (*Ips sexdentatus*), granbarkborren (*Ips typographus*), den svarta bastborren (*Hylastes ater*), granbastborren (*Hylastes cunicularius*), den bleka bastborren (*Hylurgops palliatus*) och timmermannen (*Acanthocinus aedilis*) med stor frekvens följda av blåytesvampar; hos andra barkborrar, t. ex. den större mörkborren (*Blastophagus pini-perda*), fyrtdandade barkborren (*Pityogenes quadridens*), sextandade barkborren (*Pityogenes chalcographus*) och barrträdlöparen (*Rhagium inquisitor*), förekomma blåytesvampar endast tillfälligt. Fastän de undersökta barkborrarna och långhorningarna leva i stammarna under tämligen lika ekologiska förhållanden, kunna de efter deras svampsymbionter delas i två grupper: den ena, som nästan alltid för blåytesvampar med sig och den andra, som endast tillfälligt är åtföljd av blåytesvampar.

De talrika, på timmer och virke förekommande blåytesvamparna höra i allmänhet till olika systematiska grupper. Vid de föreliggande undersökningarna har det visat sig, att hos stockblånaden flera arter, tillhörande släktet *Ophiostoma*, spela en framträdande roll. Betydelsen av *Ophiostoma*-arter som blåytesvampar har tidigare såväl framhållits (RUMBOLD 1936, RENNERFELT 1950) som bestritts (LAGERBERG, LUNDBERG och MELIN 1927, ROBAK 1932), tydligen beroende på olikheter i undersökningsmaterialet. Såväl ur nyss nämnda undersökningar som ur tabellerna 1 och 19—21 i föreliggande arbete framgår dock tydligt, att *Ophiostoma*-arter vid stockblånaden spela en mycket betydande roll; vid virkesblånad däremot ha *Ophiostoma*-arterna (med undantag av *O. pini*) mindre betydelse, och blånadsvampar ur andra släkten, såsom *Pullularia pullulans*, *Cladosporium herbarum*, *Phialophora* spp., *Discula pinicola* och *Haplographium penicillatum* förekomma oftare. I det undersökta materialet spelade svampar tillhörande släktet *Ophiostoma* en dominerande roll — icke endast så att nästan i alla fall av stockblånad *Ophiostoma*-arter voro närvarande, utan detta släkte var också representerat med talrika arter. Av de sammanlagt påträffade 44 arterna bland blåytesvampar hörde icke mindre än 26 till *Ophiostoma* eller mycket närstående släkten och dylika arter påträffades även i de flesta proven; 4 arter, som förekommo med stor frekvens hos vissa insekter, hörde till gruppen *Hyphomycetes*. Endast 14 arter som dessutom ej voro särskilt vanliga hörde till de s. k. luftblåytesvamparna. Skillnaden i förekomst av olika svampar vid stockblånad — förorsakad av *Ophiostoma*-arter — och virkesblånad — förorsakad

av de s. k. luftblåytesvamparna — kan dels bero på svamparnas spridningsbiologi och dels på andra ekologiska, hittills icke tillräckligt kända faktorer. *Ophiostoma*-arterna bilda i insektsgångarna talrika små slemmiga huvuden bestående av sammanklistrade sporer (jfr bilderna 1—4), som dels fästa sig vid i gångarna krypande insekter och dels förtäras av dem. Försök av NELSON och BEAL (1929) ha visat, att sporer av dessa svampar icke på annat sätt, utan blott genom insekterna, kunna infektera stammarna. Luftblåytesvamparna bilda torra spormassor, som lätt sprides genom vinden. Ett undantag bland de s. k. luftblåytesvamparna synes *Pullularia pullulans* vara, som bildar sporer i slemmiga massor och därigenom förefaller vara lämpad för spridning genom insekter. Då sporer av *Pullularia* emellertid alltid och överallt finnas i luften, bör även denna svamp räknas till de s. k. luftblåytesvamparna.

Ett av de intressantaste resultaten, som även framgår ur tab. 1, var, att en del av barkborrarna och långhorningarna förde med sig sina egna, specifika *Ophiostoma*-arter, som hittills icke funnits tillsammans med andra insekter eller utan insektsangrepp. Detta förhållande har hittills kanske icke framhållits tillräckligt tydligt. RUMBOLT (1931, 1936, 1941) har visat, att t. ex. *Ophiostoma ips* och *O. piceaperda* i Nord-Amerika äro bundna till vissa närstående *Ips*-arter. *O. penicillatum* har i Tyskland samt i några andra europeiska länder påträffats tillsammans med *Ips typographus* och eventuellt ett par närstående barkborrar (GROSMANN 1930, SIEMASZKO 1939). RENNERFELT (1950) har understrukit, att en del barkborrar, framför allt *Blastophagus minor* och *Ips acuminatus*, alltid äro följda av sina specifika *Ophiostoma*-arter, respektive *O. canum* och *O. clavatum*. Detta har bekräftats även i föreliggande arbete och visat sig gälla även för andra insekter såsom *Ips sexdentatus*, som åtföljes av *O. brunneo-ciliatum* och *Tetropium* sp., med sin specifika art, *O. tetropii*. *Xyloterus lineatus* för alltid en speciell svamp med sig, som emellertid icke direkt hör till blåytesvamparna, då dess rostbruna mycel i virket endast förorsakar en svag rostbrun till mörkbrun missfärgning.

En annan grupp av blåytespridande barkborrar utgöres av sådana arter, som också nästan alltid äro åtföljda av blåytesvampar, som dock icke äro strängt specifika utan kunna förekomma hos ett flertal närstående insekter. Till den gruppen hör t. ex. *Hylastes ater*, *Hylastes cunicularius*, *Pissodes pini* och *Monochamus sutor*. Dessa insekter äro alla åtföljda av *Ophiostoma penicillatum* och närstående former.

Av de undersökta blåytesvamparna uppträdde *Ophiostoma canum* med stor frekvens i gångar av *Blastophagus minor* och i det starkt blånade virket i de av *Bl. minor* angripna stammarna. *O. canum* har endast enstaka gånger hittats tillsammans med andra barkborrar och har i Sverige aldrig påträffats utan insektsangrepp. Tillsammans med *O. canum* förekommer med stor frekvens *Trichosporium tingens*, en hyphomycet. Hos *Ips acuminatus* förekommer nästan uteslutande *O. clavatum*, även den samtidigt åtföljd av *Trichosporium tingens* eller en närstående art. FRANCKE-GROSMANN (1952) har undersökt de båda nämnda insekterna och visat, att *Trichosporium* ekologiskt kan jämföras med ambrosiasvampar, men ekologin hos de starkt specialiserade *Ophiostoma*-arterna som samtidigt med *Trichosporium* uppträda i de färska angreppen av *Bl. minor* respektive *Ips acuminatus*, är hittills icke tillräckligt känd. En tredje, mycket starkt specialiserad *Ophiostoma*-art, hittills funnen endast tillsammans med *Ips sexdentatus*, är *O. brunneo-ciliatum*. Samtidigt med *O. brunneo-ciliatum* förekom

på vissa ställen en hyphomycet, *Tuberculariella ips*. Både *O. brunneo-ciliatum* och *Tuberculariella ips* äro mycket snabbväxande svampar med mycket mörkt mycel, och de bilda talrika sporer i gångsystemen av *Ips sexdentatus*. *Trichosporium* och *Tuberculariella* ha visat sig, i synnerhet för sporbildningen, vara starkt beroende av hög fukthalt i veden. *Ophiostoma*-arter däremot kunna växa och producera sporer även vid lägre fukthalt (tab. 22).

Av det här undersökta materialet framgår, att de starkt specialiserade, till bestämda insekter hörande blåytesvamparna framför allt förekomma på tall. Den starka stockblånad, som alltid följer vissa barkborrars angrepp på tall är förorsakad av några sådana specialiserade blåytesvampar. På gran äro *O. penicillatum*-formerna viktigast. De uppträda tillsammans med ett flertal barkborrar, t. ex. *Ips typographus*, *Hylastes cunicularius*, *Hylurgops palliatus* och någon gång *Pityogenes chalcographus*, under ganska olika förhållanden. De ovannämnda barkborrarna och blåytesvamparna på tall och gran äro vanliga på nyfällda, luftigt lagrade stockar. På tallstockar, som ligga mer fuktigt spelar *Ophiostoma pini* och en *O. penicillatum*-form, som uppträder tillsammans med angrepp av *Pissodes pini* respektive *Hylastes ater*, en viktig roll. *O. pini* kan dessutom ofta förekomma vid äldre angrepp av diverse barkborrar, även hos sådana som från början icke ha några blåytesvampar med sig, såsom *Bl. piniperda*. I sådana fall hör den till de s. k. sekundära blåytesvamparna och är icke jämförbar med t. ex. *O. canum*, *O. penicillatum* och andra blåytesvampar, som uppträda redan från angreppets början. Både *O. pini* och *O. penicillatum* synas ha en bred växtamplitud, som sträcker sig från nyfällda fuktiga stammar till gamla uttorkade. *O. piceae* förekommer också hos alla insektsarterna och på mycket olika material, men den saknas i alldeles färska angrepp. Även *O. coeruleum* förekommer mest på uttorkade stammar tillsammans med flera insektsarter. Utom de nämnda, vanligaste *Ophiostoma*-arterna vid stockblånad, påträffades en del mindre utbredda arter, såsom *O. tetropii*, som uppträdde tillsammans med en *Tetropium*-art på gran; *O. galeiformis*, som uppträdde tillsammans med *Hylastes cunicularius* på gran; *O. ips*, som förekom tillsammans med *Orthotomicus proximus* och *Ips acuminatus* på tall; *O. albidum* på fuktigt liggande stammar hos olika insekter och *O. olivaceum* tillsammans med *Acanthocinus aedilis*. Mera tillfälligt förekommande arter voro *O. minutum*, *O. polonicum*, *O. floccosum*, *O. pluriannulatum* och *O. coerulescens*. Till hyphomyceterna hörande *Leptographium Lundbergii* på tall och *Scopularia phycomyces*, mest på gran, påträffades mera tillfälligt hos ett antal barkborrar. *Xyloterus lineatus*, den randiga vedborren, synes ofta föra med sig en stark blånad, förorsakad av en *O. penicillatum*-form, men undersökningar av färskt material visade, att denna blånad icke var införd i stammarna genom *Xyloterus*, utan genom den bleka bastborren, *Hylurgops palliatus*, som nästan alltid uppträder tillsammans med *Xyloterus*. Den randiga vedborren för alltid med sig en svamp med rostbrunt mycel, *Monilia ferruginea*, som ekologiskt hör till ambrosiasvamparna. — Det borde ännu en gång understrykas, att uppträdandet av de talrika *Ophiostoma*-arter hos olika barkborrar, primärt eller sekundärt, men alltid under vissa förhållanden eller hos vissa insekter, visar, att dessa svampar äro mycket noga specialiserade till sina växtområden. Orsakerna därtill äro icke helt upplärade.

Vanligtvis försvinna de genom barkborrarna införda blåytesvamparna i stockarna efter en sommar. *O. pini*, *O. penicillatum* och *O. coeruleum* hålla sig längst i livet. Under flottningen dödas hos stockar med stockblånad en del blånads-

svampar, såsom *Trichosporium*-arterna, genast; andra, såsom *O. canum*, hålla sig en lång tid i livet och kunna till och med växa ut på de utsågade brädorna och täcka hela deras översida med sporer. Men även vid de för svampen bästa förhållandena växa dessa svamparna icke längre så bra som i skogen och inställa snart sin tillväxt. Torkar virket en gång ut, kunna dessa svampar icke växa ut mera. Motståndskraftigare äro de s. k. sekundära blåytesvamparna, såsom *O. pini*, *O. piceae*, *O. coeruleum* och i synnerhet de s. k. luftblånadsvamparna, *Cladosporium*, *Pullularia* m. fl. som även på det uttorkade virket länge kunna bli vid liv, och även efter upprepade uttorkningar kunna växa ut och bilda sporer, då virket fuktas på nytt. Några *Graphium*-arter och en *Phialophora*-art, som icke påträffades i skogen, befunnos vara vanliga blåytesvampar i sågverken och brädgårdar, på flottade stockar och på bräder.

Bland de påträffade blånadsvamparna voro av de tidigare kända arterna följande nya för Sverige: *Ophiostoma ips* RUMB., *O. galeiformis* BAKSHI, *Tuberculariella ips* LEACH, *Graphium album* CORDA och *G. aureum* HEDGC. *Ophiostoma ips*, i Sverige funnen huvudsakligen tillsammans med *Orthotomicus proximus*, är en i Nord-Amerika mycket utbredd blåytesvamp och sprides där av några närstående *Ips*-arter. I Europa har den hittats i Tyskland och Polen tillsammans med *Ips sexdentatus*. *O. galeiformis* var hittills endast känd från England, där den beskrevs på *Larix* tillsammans med *Hylurgops palliatus* och *Dryocoetus autographus*. *Tuberculariella ips* är likaså som *O. ips* en i Nord-Amerika mycket utbredd art och har i Europa hittills endast hittats i Polen, där som i Sverige associerad med *Ips sexdentatus*. *Graphium album* och *Graphium aureum* ha som blånadsvampar mindre betydelse.

Som nya arter ha beskrivits *Ophiostoma brunneo-ciliatum*, *O. albidum*, *Monilia ferruginea* och två *Graphium*-arter. *O. brunneo-ciliatum*, associerad med *Ips sexdentatus* på tall, är en mycket karaktäristisk, snabbväxande och starkt pigmenterad art, lätt igenkännbar genom sina utomordentligt långa peritheciehalsar med bruna cilier i toppen och mycket stora klubbformiga konidiebärare. *O. brunneo-ciliatum* kan förorsaka en mycket stark blånad i veden. *O. albidum* förekommer på fuktigt liggande stockar tillsammans med flera barkborrar och har ingen betydelse som skadesvamp. *O. albidum* bildar sporer endast på mycket fuktig ved. *Monilia ferruginea* är ambrosiasvamp hos *Xyloterus lineatus* och förekommer både på tall och gran. Denna svamp har endast mindre betydelse som skadesvamp, då den mest växer långsamt i veden och endast förorsakar en jämförelsevis ringa missfärgning. *Graphium erubescens* har påträffats vid sågverken och har som blånadsvamp mindre betydelse. Svampen bildar ett rödaktigt pigment i kultur och förorsakar en svag rödaktig missfärgning på veden. *Graphium fragrans*, en aromatiskt luktande, starkt pigmenterad, men långsamt växande svamp påträffades flera gånger på stockblånad, mest tillsammans med *Ips sexdentatus*, men även med andra barkborrar. Denna svamp kan ha en viss betydelse som blånadsvamp, men blir antagligen ofta förbigången, då dess små konidiebärare, i synnerhet i blandning med andra svampar, icke äro lätta att känna igen.

Literaturverzeichnis

- ANDRUS, C. F., und HARTER, L. L. 1933. Morphology and reproduction in *Ceratostomella fimbriata*. J. Agr. Research, 46, p. 1059—1078.
- 1937. Organization of the unvalled ascus in two species of *Ceratostomella*. J. Agr. Research, 54, p. 19—46.
- VON ARX, J. A. 1952. Über die Ascomycetengattungen *Ceratostomella* Sacc., *Ophiostoma* Syd. und *Rostrella* Zimmermann. Phytopath. Lab. Willie Commelin Scholten, Antonie van Leeuwenhoek, 18, p. 201—213.
- BAKSHI, B. K. 1950. Fungi associated with ambrosia beetles in Great Britain. Transact. Brit. Myc. Soc., 33, p. 111—120.
- 1951 a. Development of perithecia and reproductive structures in two species of *Ceratocystis*. Annals of Botany, n. s. 15, Nr. 57, p. 53—61.
- 1951 b. Studies on four species of *Ceratocystis*, with a discussion on fungi causing sap-stain in Britain. Mycol. Pap. 35, p. 1—16.
- BLISS, D. E. 1941. A new species of *Ceratostomella* on the date palm. Mycologia, 33, p. 468—482.
- BUTOVITSCH, V. och SPAAK, H. 1939. Studier och försök att skydda i skogen kvarliggande timmer mot insekter och svampar. Norrl. Skogsvårdsförb. Tidskr., 1.
- 1941. Fortsatta försök att skydda i skogen sommarlagrat timmer mot insekter och svampar. Norrl. Skogsvårdsförb. Tidskr., 1.
- BUTOVITSCH, V. och NENZELL, G. 1943. Ytterligare bidrag till kännedom av sommarkonservering i skogen av obarkat och barkat talltimmer. Norrl. Skogsvårdsförb. Tidskr., 1.
- DAVIDSON, R. W. 1935. Fungi causing stain in logs and lumber in the southern states including five new species. Journ. Agric. Res., 50, p. 789—807.
- 1942. Some additional species of *Ceratostomella* in the USA. Mycologia, 34, p. 650—662.
- DOANE, R. W., und GILLILAND, O. J. 1929. Three Californian ambrosia beetles. J. econ. Ent., 22, p. 915—921.
- ELLIOTT, J. A. 1925. A cytological study of *Ceratostomella fimbriata*. Phytopath., 15, p. 417—422.
- FRANCKE-GROSMANN, H. 1952. Über die Ambrosiazucht der beiden Kiefernborckenkäfer *Myelophilus minor* Htg. und *Ips acuminatus* Gyll. Medd. Statens Skogsforskningsinst., 41, Nr. 6, p. 1—43.
- GADD, C. H., and LOOS, C. A. 1947. The ambrosia fungus *Xyleborus formicatus* Eich. Trans. Brit. Myc. Soc., 30, p. 13—18.
- GOIDANICH, G. 1935. Una nuova specie di »*Ophiostoma*» vivente sul pero ed alcune osservazioni sull'esatta posizione sistematica della forma ascofora e delle forme metagenetiche del genere. Boll. Staz. Veg. Pat., n. s. 15, p. 122—168.
- 1936 a. Il genere di *Ascomiceti* »Grosmanina». G. Goid. Boll. Staz. Pat. Veg., n. s. 16, p. 26—59.
- 1936 b. Le alterazioni cromatiche parassitaire del legname in Italia. Boll. Staz. Pat. Veg., n. s. 16, p. 225—270.
- GROSMANN, H. 1930. Beiträge zur Kenntnis der Lebensgemeinschaft zwischen Borkenkäfern und Pilzen. Zeitschr. f. Parasitenk., 36, p. 56—102.
- HEDGCOCK, G. G. 1906. Studies upon some chromogenic fungi which discolor wood. Ann. Missouri Bot. Gard., 17, p. 59—114.
- LAGERBERG, T., LUNDBERG, G., und MELIN, E. 1927. Biological and practical researches into blueing in pine and spruce. Sv. Skogsvårdsfören. Tidskr., 2—4, p. 147—740.
- LEACH, I. G. 1940. Insect transmission of plant diseases.
- LEACH, I. G., ORR, G., und CHRISTENSEN, G. 1934. The interrelationships of bark beetles and blue-staining fungi in felled Norway pine timber. Journ. Agr. Res., 49, p. 315—341.
- LEACH, I. G., HODSON, A. C., CHILTON, St. J. P., und CHRISTENSEN, C. M. 1940. Observations on two ambrosia beetles and their associated fungi. Phytopath., 30, p. 227—231.
- LEKANDER, M. 1950. Skogsinsekternas uppträdande i Sverige under tiden 1741—1945. Medd. Statens Skogsforskningsinst., 39, 5.
- LIMBER, D. P. 1950. *Ophiostoma* on Narcissus bulbs. Phytopath., 40, 5, p. 493—496.

- MATHIESEN, A. 1950. Über einige mit Borkenkäfer assoziierte Bläuepilze in Schweden. *Oikos* 2, 2, p. 275—308.
- 1951. Einige neue *Ophiostoma*-Arten in Schweden. *Sv. Bot. Tidskr.*, 45, p. 203—232.
- MELIN, E., und NANNFELDT, J. A. 1934. Researches into the blueing of ground woodpulp. *Sv. Skogsvårdsfören. Tidskr.*, 32, p. 397—616.
- MITTMAN, G. 1932. Kulturversuche mit Einsporstämmen und zytologische Untersuchungen in der Gattung *Ceratostomella*. Diss.
- NEGER, F. W. 1908. Die Pilzkulturen der Nutzholzborkenkäfer. *Centralbl. Bakt. und Parasitenk.*, 20, p. 279—282.
- 1908. Ambrosiapilze II. Die Ambrosia der Holzbohrkäfer. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 26, p. 372—389.
- 1911. Zur Übertragung des Ambrosiapilzes von *Xyleborus dispar*. *Naturw. Ztschr. f. Land- und Forstw.*, 9, p. 223—225.
- NELSON, R. M., und BEAL, J. A. 1929. Experiments with bluestain fungi in southern pines. *Phytopath.*, 7, p. 327.
- RENNERFELT, E. 1939. Die Entwicklung von Pilzen in Holzschliff aus frischem und geflösstem Holz. *Sv. Papperstidn.*, 42, p. 2—5.
- 1950. Über den Zusammenhang zwischen dem Verblauen des Holzes und den Insekten. *Oikos*, 2, p. 120—137.
- ROBAK, H. 1932. Investigations regarding fungi on Norwegian ground wood pulp and fungal infection at wood pulp mills. *Nyt Magaz. f. Naturvidensk.*, 72, p. 185—330.
- RUMBOLD, C. T. 1931. Two blue-staining fungi associated with bark-beetle infestation of pines. *J. Agric. Res.*, 43, p. 847—873.
- 1936. Three blue-staining fungi, including two new species, associated with bark beetles. *J. Agric. Res.*, 52, p. 419—437.
- 1941. A blue stain fungus, *Ceratostomella montium*, n. sp., and some yeasts associated with two species of *Dendroctonus*. *J. Agric. Res.*, 62, p. 589—601.
- SCHNEIDER-ORELLI, O. 1911. Die Übertragung und Keimung des Ambrosiapilzes von *Xyleborus dispar* F. *Naturwiss. Ztschr. f. Forst- und Landw.*, 9, p. 186—192.
- 1913. Untersuchungen über den pilzzüchtenden Obstbaumborkenkäfer *Xyleborus dispar* und seinen Nährpilz. *Centralbl. Bakt. u. Parasitenkd.*, 2, p. 25—110.
- SCHULZ, G. 1951. Ein mykologisches Verfahren zur Bewertung vorbeugender Schutzmittel gegen das Verblauen von Kiefernholz. *Angew. Bot.* 26, p. 1—13.
- SIEMASZKO, W. 1939. Fungi associated with bark beetles in Poland. *Planta Polonica*, 7, p. 1—54.
- TAYLOR-VINJE, M. 1940. Studies in *Ceratostomella montium*. *Mycologia* 32, p. 760—775.
- TRÄGÅRDH, I. 1939. Sveriges skogsinsekter.
- TROTTER, A. 1934. Il fungo-abrosia delle gallerie di un *Xyleborino* di Ceylon. *Ann. Inst. sup. agr. Portici*, 3, Ser. VI, p. 256—275. Abstr. in *Rev. Appl. Myc.* 14, p. 167.
- WEBB, S. 1945. Australian ambrosia fungi. *Proc. Roy. Soc. Vict.*, 57, p. 57—78.
- VERRALL, A. F. 1943. Fungi associated with certain ambrosia beetles. *J. Agric. Res.*, 66, p. 135—144.
- WINTER, G. 1887. Ascomyceten: Gymnoasceen und Pyrenomyceten. L. Rabenhorsts Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Erster Band: Die Pilze. II Abt. Leipzig.