

Studien zur Kenntnis der Insekten bestimmter Standorte des Bruchberges (Oberharz)¹

II. Teil

Von A. KLEIN

Mit 16 Abbildungen

6. Insekten der abgestorbenen Fichten und des Lagerholzes

Auf die Zersetzung und den Zerfall abgestorbener Bäume wirken zahlreiche abiotische und biotische Faktoren ein, die in ihren mannigfaltigen Kombinationen zu verschiedenen Zersetzungsformen führen, die in ihrem Endergebnis aber alle wieder übereinstimmen. Der ständige Angriff von Tieren, Pilzen und Bakterien verwandelt im Laufe der Zeit den Baumstamm in Bodensubstanz.

Untersuchungen über die Zersetzung des Tannen-, Fichten- und Buchenholzes unter besonderer Berücksichtigung der Befallsfolgen der am Abbau des Holzes direkt oder indirekt beteiligten Arthropoden führte SCHIMITSCHEK (1953 und 1954) im Urwald Rotwald durch. EIDMANN (1939) beschreibt die unter dem Einfluß eines warmen Urwaldklimas sehr viel schneller verlaufende Zersetzung des Lagerholzes westafrikanischer Urwälder.

Als wichtigste Faktoren für den Abbau des Lagerholzes unter sonst gleichartigen standörtlichen Bedingungen können die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse in unmittelbarer Nähe des Holzes oder in ihm selbst angesehen werden. So verläuft der Abbau des Holzes am stehenden Stamm anders als am liegenden, am feucht gelagerten anders als am trocken liegenden. Von Bedeutung für die Zersetzung des Lagerholzes ist auch der Zustand, in dem sich das zu Boden fallende Holz befindet; bereits verpilztes Holz zeigt andere Zersetzungsformen als noch unzersetztes Holz. Auch am einzelnen Stamm erfolgt die Zersetzung nicht an allen Stellen gleichmäßig. Die verschiedensten Zersetzungsformen und Zersetzungsphasen können, durch Übergänge miteinander verbunden, am gleichen Stamm angetroffen werden. Über Dauer und Geschwindigkeit der Zersetzung können keine eigenen Angaben gemacht werden. Es sei hier auf die Beobachtungen SCHIMITSCHEKS (1953 u. 1954) hingewiesen, der noch 30 bis 50 Jahre nach dem Absterben des Baumes unzersetzte Holzteile finden konnte, die noch in geringem Maße von *Hylecoetus dermestoides* befallen wurden.

Wenn sich auch die Untersuchungen nur über eine Vegetationsperiode erstreckten und so nur Ausschnitte aus dem Zersetzungsgang einzelner Bäume erfaßt werden konnten, so soll doch versucht werden, die Vielfalt der Zersetzungsformen und Zersetzungsphasen in einem einfachen Schema zu ordnen.

Die Zersetzung der Rinde und des Holzkörpers verlaufen unabhängig voneinander und mit verschiedener Geschwindigkeit. Aus dem Zustand der Rinde, bzw. des Kambialraumes kann nicht auf den Zersetzungsgrad des Holzes geschlossen werden. Zersetzungsfolgen und Befallsfolgen der Bastsschicht und des Holzes müssen daher unabhängig voneinander betrachtet werden.

¹ Dissertation an der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen. (Vorgelegt am 13. März 1964.)

a. Das Absterben der Fichten

Nach der Art des Absterbens des Baumes richtet sich in starkem Maße die Zersetzung des Kambialraumes und des Holzkörpers, da es für den Abbau von entscheidender Bedeutung ist, ob der tote Baum noch eine Zeitlang stehen bleibt oder ob er am Boden liegt, ob das Holz beim Absterben noch gesund oder bereits stärker zerstört ist. Es zeigen sich zwei grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten. So kann der stehende Baum infolge starker Vernässung des Standortes oder anderer Ursachen absterben. Die Zersetzung des Kambialraumes und des Holzkörpers setzt am stehenden Stamm ein. Im Gegensatz hierzu setzt bei Windwürfen und Windbrüchen die Zersetzung unter ganz anderen kleinklimatischen Bedingungen am liegenden Stamm ein. Aber auch der lebende, stehende Stamm kann im Inneren durch Rotfäule oder nach Wipfelbruch durch Wundparasiten (*Polyporus marginatus*) schon stärker zersetzt sein. In jedem Stadium der Zersetzung können stehende Stämme vom Wind geworfen oder gebrochen werden, so daß die bereits begonnene Zersetzung unter anderen kleinklimatischen Bedingungen weitergehen muß.

b. Zersetzungsstadien des Kambialraumes und ihre Befallsfolgen

Die Beschreibung der Zersetzungsphasen erfolgt in Anlehnung an SCHIMITSCHEK (1953). Es wurde zunächst versucht, gegenüber der Einteilung in 4 Zersetzungsphasen eine Vereinfachung und Zusammenfassung zu finden, doch stellte sich eine weitere Schematisierung, besonders auch bezüglich der einzelnen Befallsfolgen als nicht vorteilhaft heraus. Zudem ist es durchaus zweckmäßig, die von SCHIMITSCHEK gegebene Gliederung beizubehalten, da nur so ein Vergleich der Tiersukzessionen in den verschiedenen Gegenden möglich ist. Es wurden lediglich noch einige Ergänzungen verschiedener Zersetzungsstadien stehend abgestorbener Fichten gemacht.

Die für den Befall maßgeblichen Bedingungen werden von SCHIMITSCHEK (1953) eingehend beschrieben, so daß an dieser Stelle nicht mehr darauf eingegangen werden soll. Jede Zersetzungsphase besitzt eine ihr eigentümliche Zusammensetzung der auftretenden Tiergesellschaften; SCHIMITSCHEK definiert diese Gesellschaften als *Befallsfolgen* und versteht darunter die „Gesamtheit aller jener Tiere (Konsumenten = Pflanzenfresser, Parasiten und Räuber), die während eines bestimmten Zersetzungsgrades der Kambialzone oder des Holzkörpers diese bewohnen und hier die ihnen zusagenden Ernährungs- und Lebensbedingungen finden“.

Die einzelnen Zersetzungsstadien sind weder räumlich noch zeitlich scharf voneinander zu trennen, sie sind vielmehr durch Übergänge miteinander verbunden, so daß auch die Artenzusammensetzungen der einzelnen Folgen ineinander übergehen.

(1) Die Zersetzungsphasen der Kambialzone

1. *Zersetzungsphase der Kambialzone.* Es ist dies die erste Phase des Absterbens (Kränkeln) stehender Bäume oder vom Wind geworfener oder gebrochener Stämme. Die Bastschicht ist noch unverfärbt, die Krone wenigstens teilweise noch benadelt. Bezüglich des Befalles durch Insekten besteht ein deutlicher Unterschied zwischen den mittleren und oberen Stammteilen stehender Bäume, den besonnten Teilen liegender Stämme und den im Schatten liegenden Stämmen oder Stammteilen. Die weniger ausgeprägt sekundären Kambialinsekten bevorzugen deutlich die wärmeren, trockeneren Stammteile und Standorte (*Ips typographus*).

Aus diesem Grunde wurde eine Unterscheidung vorgenommen zwischen

I a. Mittlere, obere oder besonnte untere Stammteile sowie besonntes Lagerholz und

I b. schattig liegendes Holz und untere beschattete Stammteile.

2. *Zersetzungsphase der Kambialzone.* Durch die fortschreitende Zersetzung ist die Bastschicht bräunlich verfärbt oder doch wenigstens braunfleckig, in den Fraßgängen der Kambiumfresser der ersten Befallsfolge beginnt sich bereits Mulm anzusammeln.

Auch in dieser Phase gibt es einen feuchteren und einen trockeneren Zustand (letzterer durch ein *t* bei den einzelnen, dort auftretenden Tieren gekennzeichnet).

3. *Zersetzungsphase der Kambialzone.* Die Bastschicht ist weitgehend zerstört, in stärkerem Maße sammelt sich Mulm unter der oft schon lockeren und aufplatzenden Rinde an.

Die Kambialzone der beschatteten Stammteile stehender Fichten oder im Schatten liegenden Lagerholzes ist meist sehr feucht und zeichnet sich durch erhebliche Mulmansammlungen aus. An besonntem Lagerholz und den oberen Stammteilen stehender Fichten kann die Feuchtigkeit der Kambialzone entsprechend den Witterungsverhältnissen stark schwanken.

In diesem Zersetzungsstadium treten weniger eng spezialisierte Arten, die Mulm- und Detritusfresser, Pilzfresser und Räuber in größerer Häufigkeit auf. An den bodennahen Stammteilen wandern Bodentiere ein, so *Chilopoden*, *Aranaceen*, *Acarinen*, *Collembolen*. (*Glomeriden* und *Isopoden* konnten nie beobachtet werden.)

4. *Zersetzungsphase der Kambialzone.* Sie zeichnet sich durch starke Mulm- und Moderansammlung zwischen Rinde und Holzkörper aus. Oft ist der Kambialraum sehr feucht. Die Rinde fällt meist ab, kann bisweilen aber auf der Oberseite liegender Stämme liegen bleiben, dort vermodern und von Moosen überwuchert werden. Wie im vorigen Stadium finden sich auch hier häufig Pilzmycelien im Kambialraum. Es erfolgt eine weitere Zunahme der Bodentiere.

(2) Die Coleopteren des Kambialraumes in ihrer Verteilung auf die verschiedenen Zersetzungsphasen

Tabelle 12

Arten	Zersetzungsphasen				
	1a	1b	2	3	4
Carabidae					
<i>Carabus silvestris</i> Panz.	(r) ¹				×
<i>Notiophilus biguttatus</i> F.	(r)			×	
<i>Pterostichus nigrata</i> F.	(r)				×
<i>Calathus micropterus</i> Dftsch.	(r)				×
<i>Dromius agilis</i> F.	(r)		×	×	×
<i>Dromius quadrinotatus</i> Panz.	(r)			×	(t)
<i>Dromius fenestratus</i> F.	(r)			×	(t)
Staphylinidae					
<i>Phloeocharis subtilissima</i> Mannh.	(r)	×	×	×	×
<i>Phyllodrepa ioptera</i> Steph.	(r)			×	(t)
<i>Phyllodrepa vilis</i> Er.	(r)			×	×
<i>Omalius rivulare</i> Payk.			×		
<i>Omalius rugatum</i> Rey.				×	
<i>Phloeonomus monilicornis</i> Gyllh.			×		
<i>Phloeonomus pusillus</i> Grav.		×	×	×	
<i>Stilicus rufipes</i> Germ.		×	×		
<i>Domene scabricollis</i> Er.		×	×		
<i>Lathrobium elongatum</i> L.	(r)				×

¹ (r): Arten, deren räuberische Lebensweise bekannt ist!

Fortsetzung Tabelle 12

Arten		Zersetzungsphasen				
		1a	1b	2	3	4
<i>Lathrobium fulvipenne</i> Grav.	(r)					×
<i>Nudobius lentus</i> Grav.	(r)	×	×	×	×	×
<i>Baptolinus pilicornis</i> Payk.	(r)				×	×
<i>Baptolinus affinis</i> Payk.	(r)				×	×
<i>Quedius mesomelinus</i> Mrsh.	(r)			×		
<i>Quedius laevigatus</i> Gyllh.	(r)		×	×	×	×
<i>Quedius laev. a. resplendens</i> Thun.	(r)			×	×	
<i>Agaricophaena boleti</i> L.						×
<i>Leptusa pulchella</i> Mannh.	(r)	×	×	×	×	×
<i>Bolitochara lunulata</i> Payk.					×	
<i>Atheta hygrotopora</i> Kr.				×		
<i>Atheta aequata</i> Er.		×				
<i>Atheta linearis</i> Grav.		×	×	×	×	×
<i>Atheta arcana</i> Er.		×		×	×	
<i>Atheta vaga</i> Heer.						×
<i>Atheta gagatina</i> Baudi					×	
<i>Atheta fulvipennis</i> Muls. Rey.					×	
<i>Atheta aquatilis</i> Thom.						×
<i>Mniusa incrassata</i> Muls. Rey.				×	×	×
<i>Oxypoda rufa</i> Kr.						×
Püliidae						
<i>Pteryx suturalis</i> Heer.						×
<i>Acrotrichis rugulosa</i> Payk.				×		
Liodidae						
<i>Agathidium mandibulare</i> Sturm.						×
Scydmaenidae						
<i>Neuraphes elongatulus</i> Müll.				×		
Histeridae						
<i>Plegaderus vulneratus</i> Panz.	(r)			×	×	
Lycidae						
<i>Dictyopterus aurora</i> Hrbst.						×
<i>Platycis minuta</i> F.						×
Cleridae						
<i>Thanasimus formicarius</i> L.	(r)	×	×	×	×	
Elateridae						
<i>Elater aethiops</i> L.						×
<i>Corymbites affinis</i> Payk.	(r)				×	×
Ostomidae						
<i>Thymalus limbatus</i> F.					×	×
Nitidulidae						
<i>Epuraea boreella</i> Zett.	(r)			×		
<i>Epuraea angustula</i> Strm.	(r)			×		
<i>Epuraea pygmaea</i> Gyllh.	(r)	×	×	×	×	
<i>Epuraea pusilla</i> Illig.	(r)			×		
<i>Epuraea thoracica</i> Tourn.	(r)	×		×		
<i>Glischrochilus quadripunctatus</i> L.	(r)			×		
Rhizophagidae						
<i>Rhizophagus grandis</i> Gyllh.	(r)	×				
<i>Rhizophagus ferrugineus</i> Payk.	(r)		×	×		
<i>Rhizophagus dispar</i> Payk.	(r)	×	×	×	×	
Cryptophagidae						
<i>Cryptophagus scanicus</i> L.				×		

Fortsetzung Tabelle 12

Arten		Zersetzungsphasen				
		1a	1b	2	3	4
Latridiidae						
<i>Latridius nodifer</i> Westw.				×		
Colydiidae						
<i>Colydium elongatum</i> F.	(r)			×		
Coccinellidae						
<i>Aphidecta oblitterata</i> L.	(r)				×(t)	×(t)
Pythidae						
<i>Rhinosimus ruficollis</i> L.	(r)			×		
Mordellidae						
<i>Anaspis rufilabris</i> Gyllh.					×	×
Cerambycidae						
<i>Tetropium fuscum</i> F.	(h) ²	×	×	×		
<i>Tetropium castaneum</i> L.	(h)	×	×	×		
<i>Harpium inquisitor</i> L.	(h)			×	×	
<i>Caenoptera minor</i> L.	(h)	×		×		
Curculionidae						
<i>Otiorrhynchus niger</i> F.					×	
<i>Eremotes ater</i> L.	(h)				×(t)	×(t)
Ipidae						
<i>Dendroctonus micans</i> Kugel.		×				
<i>Hylurgops glabratus</i> Zett.	(h)		×	×		
<i>Hylurgops palliatus</i> Gyllh.	(h)		×	×	×	
<i>Hylastes cunicularius</i> Er.	(h)		×	×		
<i>Crypturgus pusillus</i> Gyllh.	(h)	×	×	×		
<i>Cryphalus abietis</i> Rtzb.	(h)	×		×		
<i>Dryocoetes autographus</i> Rtzb.	(h)		×	×	×	
<i>Polygraphus polygraphus</i> L.	(h)	×	×	×		
<i>Pityogenes chalcographus</i> L.	(h)	×		×		
<i>Ips amitinus</i> Eichh.	(h)	×		×		
<i>Ips typographus</i> L.	(h)	×		×		

² (h): Holz- bzw. Bastfresser.

c. Die Zersetzung des Fichtenholzes und die Befallsfolgen der Insekten

Eine eingehende Beschreibung der Zersetzung von Buchen-, Tannen- und Fichtenlagerholz, die auch für das Lagerholz des Bruchbergwaldes zutrifft, gibt SCHIMITSCHEK (1953 u. 1954); dort werden auch die maßgeblichen, die Zersetzung beeinflussenden Umweltfaktoren erörtert, so daß hier nicht mehr darauf eingegangen werden soll. Im Gegensatz zum Rotwald unterliegt am Bruchberg nicht allein liegendes Holz der Zersetzung, sondern es finden sich zahlreiche stehend abgestorbene Fichten, die in einer anderen Form abgebaut werden als liegendes Holz. Verantwortlich für den unterschiedlichen Zersetzungsgang sind hauptsächlich die abweichenden Temperatur- und vor allem Feuchtigkeitsverhältnisse des stehenden Holzes. Gerade in den lichten Höhenwäldern bewirken Sonnenbestrahlung und Wind oft ein schnelles Austrocknen des stehenden Stammes.

(1) Die Zersetzung des Holzes stehend abgestorbener Fichten

Selten ist der Holzkörper stehend abgestorbener Fichten noch völlig unzersetzt, meist haben Wurzelschwamm (*Fomes annosus*) und besonders der in wipfelbrüchigen Fichten wundparasitische *Polyporus marginatus* das Innere

des Holzes angegriffen. Die äußeren Holzschichten sind noch gesund und unterliegen nach dem Absterben des Baumes der normalen trockenen Zersetzung. Die unteren Stammteile unterliegen im Untersuchungsgebiet des Harzes meist der nassen Zersetzung, ähnlich dem Lagerholz.

1. *Stadium*: Holz noch nicht zersetzt.

2. *Stadium*: Beginn des Pilzbefalles, Rotstreifigkeit und Graustreifigkeit, letztere geht oft von den Hakengängen der *Tetropium*larven aus.

Zerstörung des Holzes hauptsächlich durch Insektenfraß (*Cerambycidae*, *Paururus juvenicus* L.). Im Inneren des Holzkörpers meist stärkere Zersetzung durch Pilze (Weißfäule oder Rotfäule).

An den Stämmen finden sich Fruchtkörper verschiedener Pilze: *Polyporus marginatus* (sehr häufig), *Stereum sanguinolentum* (selten).

Das gelblich verfärbte Holz ist noch sehr fest. Die äußerste Splintschicht bleibt lange erhalten; die Holzoberfläche nimmt nach dem Abfallen der Rinde graue Farbe an.

3. *Stadium*: Der Stamm beginnt auseinanderzufallen, die stärker zersetzten Holzteile lösen sich im Untersuchungsgebiet in langen „faserigen“ Stücken



Abb. 15. Zerfallender, noch stehender Fichtenstamm



Abb. 16. Fichtenstumpf. Die höhere Feuchtigkeit an der Abbruchstelle äußert sich in der schnelleren Zersetzung

ab (Abb. 15). Meist brechen die Stämme in diesem Stadium mehr oder weniger hoch über der Bodenoberfläche ab und gehen, auf dem Boden liegend, in die nasse Zersetzung über.

4. *Stadium*: Die noch stehenden Stümpfe werden von der Abbruchstelle her stärker durchfeuchtet und gehen in eine wechselfeuchte Rotbraunzersetzung über. Besonders an den Abbruchstellen zersetzt sich das Holz sehr

viel schneller als an den anderen Teilen des Stumpfes. Es bildet sich schwärzlicher Holzmoder (Abb. 16), in dem nicht selten Vaccinien auskeimen. Das zu Boden gefallene Holz geht in Naßzersetzung über. Bevor die noch stehenden Stümpfe völlig auseinanderfallen, sind sie meist in das Stadium der Rotbraunzersetzung (4. Stadium der Naßzersetzung) übergegangen und zerfallen beim Auseinanderschlagen in lange, faserige oder prismatische Holzstücke.

Es ist jedoch zu beachten, daß die unteren, bodennahen Stammteile an den von mir im Harz untersuchten Standorten der Naßzersetzung unterliegen. Es ist hier auch nicht möglich, eine scharfe Grenze zwischen den Zersetzungsformen zu ziehen.

(2) Die Zersetzung des Fichtenlagerholzes

Das Lagerholz durchläuft normalerweise den von SCHIMITSCHEK (1953) beschriebenen Gang der Zersetzung. Der Wassergehalt des Holzes ist während des ganzen Jahres sehr hoch. An den einzelnen Stammteilen verläuft die Zersetzung den kleinklimatischen Verhältnissen entsprechend verschieden schnell, so daß der Stamm kein homogenes Zersetzungsbild zeigt.

1. *Stadium*: Holz gesund, noch nicht angegriffen.
2. *Stadium*: Beginn der Zersetzung; Pilzangriff, vereinzelt schon Mycelien, meist auffällige Graustreifigkeit. Der Holzkörper ist noch hart, oft sehr naß.
3. *Stadium*: *Gelbzersetzung* oder *Gelbbraunzersetzung* (SCHIMITSCHEK 1953). Das Holz ist gelb bis braungelb verfärbt, Pilzmycelien sind vorhanden; nachlassende Festigkeit; im Holz befinden sich Risse und Spalten, von denen eine graue Verfärbung des Holzes ausgehen kann. Bisweilen Ringschäle. Das Holz ist meistens sehr naß.
4. *Stadium*: *Rotbraunzersetzung* (SCHIMITSCHEK). Die Farbe des Holzes geht in ein sattes Rotbraun oder Rot über. Selten zeigt es faserigen, häufig prismatischen Zerfall. Das Holz ist sehr weich und naß, und man kann mit der Hand leicht Wasser herauspressen. Es finden sich oft noch flächige gelblichweiße Pilzmycelien.
5. *Stadium*: *Schwarzbrauner Holzmoder*. Das Holz zerfällt völlig; der Baum „verliert“ seine Eigengestalt und geht, wenn auch nur allmählich, in Bodensubstanz über. An



Abb. 17. Lagerholz in verschiedenen Stadien der Zersetzung

der Lage der sich wesentlich langsamer zersetzenden Äste kann man noch lange erkennen, wo ein Lagerholzstamm gelegen hat, ebenso an den Fichtenjungwüchsen, die in einer Reihe auf dem Stamm aufgewachsen sind (Reihenverjüngung). Die Holzsubstanz verliert ihren Zusammenhang und

zerfällt in Moder und noch nicht völlig zersetzte Holzpartikel. Der Holzmoder ist noch ziemlich reich an Hohlräumen.

(3) Weißfäule

Die *Weißfäule*, eine im Untersuchungsgebiet seltenere Sonderform der Zersetzung, findet sich an frei liegenden, durch die eigene Beastung von der Bodenoberfläche etwas abgehobenen Fichtenstämmen oder aber an der Ober-



Abb. 18. Weißfaules Holz geht unter dem Einfluß höherer Feuchtigkeit in die nasse Zersetzung über

seite besonnter, dem Boden aufliegender Stämme. Das Holz zersetzt sich unter dem Einfluß von Weißfäulepilzen (es wurden Fruchtkörper von *Lenzites saepiaria* und *Polyporus odoratus* an weißfaulen Stämmen gefunden) bis zu einem Zustand, der bezüglich der Härte des Holzes etwa dem 4. Stadium der normalen

Naßzersetzung entspricht. Der Holzkörper wird von flachen, lappigen Mycelien durchsetzt. Wird solches Holz einer größeren Feuchtigkeit ausgesetzt, so geht es unmittelbar in die Rotbraunzersetzung über. Sehr deutlich kann man dies erkennen, wenn weißfaule Stämme auseinanderbrechen und mit einem Ende dem Boden aufliegend höherer Feuchtigkeit ausgesetzt sind. Im weißfaulen Holz konnten nur sehr wenige Tiere gesammelt werden.

(4) Wassergehalt des Holzes

Zur Ermittlung des Wassergehaltes werden Holzproben im frischen Zustand gewogen, 48 Stunden bei 105–110°C getrocknet und anschließend wieder gewogen. Der Wassergehalt wird in Gewichtsprozenten des Frischgewichtes angegeben.

So betrug der Wassergehalt liegenden Holzes im dritten Stadium der Naßzersetzung (*Gelbbraunzersetzung*) etwa 65 bis 70 %, im 4. Stadium (*Rotbraunzersetzung*) um 80 % (78,5–81,5 %), im 5. Stadium (*schwarzbrauner Holzmoder*) 79,5 und 83,5 %. Ähnlich hohen Feuchtigkeitsgehalt der Lagerhölzer ermittelte SCHIMITSCHEK (1953) im Urwald Rotwald. Demgegenüber ist die Feuchtigkeit des Holzes stehender Stämme sehr viel niedriger. So konnten im 3. Stadium der Trockenzerstzung Feuchtigkeitsgehalte von 21,0 und 26,5 % ermittelt werden, in feuchtem, gelblichem Holz eines stehenden Stammes 65 % und in Holz der wechselfeuchten Rotbraunzersetzung am noch stehenden Stamm 25 % und 64,5 %. Gegenüber dem Lagerholz sind die Feuchtigkeiten am stehenden abgestorbenen Stamm starken Schwankungen unterworfen.

(5) Temperaturverhältnisse im Holz abgestorbener Fichten

Um einen Einblick in die Temperaturverhältnisse des zerfallenden Holzes zu erhalten, wurden an verschiedenen Stellen in dem Sterbehorst (Abt. 21) am N-W-Hang Extrem-

thermometer 5 cm tief in dem Lagerholz angebracht. (Der Flüssigkeitsbehälter der verwendeten Thermometer ist 2 cm lang, erfaßt also genaugenommen Temperaturen einer 2 cm breiten Holzschicht von 4 bis 6 cm Tiefe.)

Meßstellen

1. Fichtenlagerholz im Stadium der *Gelbbraunzersetzung*. (3. Phase der Naßzersetzung.) Der Stamm liegt frei und ist an der Meßstelle etwa 15 cm vom Boden abgehoben. Durchmesser des Stammes etwa 15 cm.
 2. Fichtenlagerholz im Stadium der *Rotbraunzersetzung*. (4. Phase der Naßzersetzung.) Der Stamm liegt dem Boden auf und ist zum Teil schon etwas eingesunken. Da er senkrecht zur Hangneigung liegt, staut sich bei starken Regenfällen Wasser. Wie der vorige Stamm wird er zeitweise besonnt.
 3. Stehende, abgestorbene Fichte am N-Rand des Sterbehörstes, d 1,3 etwa 60 cm. Auf der Nordseite noch berindet, auf der Südseite Rinde abgeplatzt.
 - a. *Südseite*: 0,1 m über dem Boden, Holz gelblich verfärbt, naß. 3. Stadium der Naßzersetzung.
 - b. *Südseite*: 1,4 m über dem Boden, Holz noch gesund, nur mäßig feucht. *Paururus*-Befall.
 - c. *Nordseite*: 0,1 m über dem Boden, Holz sehr naß aber noch fest, 2. bis 3. Stadium der Naßzersetzung.
 - d. *Nordseite*: 1,4 m über dem Boden. Holz mäßig feucht, etwa im 3. Stadium der Zersetzung (wechselseucht), rötlich verfärbt und von Pilzmycelien stark durchsetzt.
- Die in der Zeit vom 2. VII. bis 12. XI. 1963 gemessenen Extremtemperaturen sind in der Tabelle 13 zusammen mit den Extremtemperaturen der Luft und des Bodens in 10 cm Tiefe dargestellt.

Aus der Zusammenstellung geht hervor, daß die Bodentemperaturen am ausgeglichensten sind, die Holzextremtemperaturen je nach Lage ausgeglichener oder stärker schwankend als die Lufttemperaturen sein können. Am wenigsten ausgeglichen sind die Temperaturextreme der Meßstelle 1 im gelbzersetzten freiliegenden Holz, es folgt die Meßstelle 3b an der Südseite des Fichtenstammes in 1,4 m Höhe. Eine gewisse Ähnlichkeit in der Häufigkeitsverteilung der Temperaturextreme weisen die Meßstelle 3a an der Südseite der Fichte in 0,1 m Höhe über dem Boden, die Meßstelle 3d an der Nordseite der Fichte in 1,4 m Höhe und die Meßstelle 2 im rotbraunzersetzen freiliegenden Fichtenstamm auf. Von allen Meßstellen im Holz ist die an der Nordseite der stehenden Fichte in 0,1 m Höhe am ausgeglichensten. Man erkennt hierin die hohe Bedeutung der direkten Sonnenbestrahlung, die das freiliegende Holz stärker erwärmt als das beschattete, das trockene Holz stärker als das nasse.

(6) Die Insekten des Holzes in ihrer Verteilung auf die verschiedenen Formen und Phasen der Zersetzung

Tabelle 14

Die Insekten in stehendem totem Holz in trockener Zersetzung

Arten	Zersetzungsphasen		
	1	2	3
<i>Coleoptera</i>			
<i>Carabidae</i>			
<i>Dromius quadrinotatus</i> Panz.	(r) ¹		×
<i>Staphylinidae</i>			
<i>Phloeocharis subtilissima</i> Mannh.	(r)	×	
<i>Phyllodrepa ioptera</i> Steph.	(r)		×

Fortsetzung Tabelle 14

Arten	Zersetzungsphasen		
	1	2	3
<i>Phyllodrepa vilis</i> Er.			×
<i>Ischnoglossa prolixa</i> Grav.			×
Cisidae			
<i>Cis dentatus</i> Mell.			×
Mordellidae			
<i>Anaspis rufilabris</i> Gyll.		×	×
Serropalpidae			
<i>Hallomenus binotatus</i> Quens.		×	×
Cerambycidae			
<i>Tetropium fuscum</i> F.	(h) ²	×	
<i>Tetropium castaneum</i> L.	(h)	×	
<i>Caenoptera minor</i> L. in Ästen nicht determinierte Larven versch. Cerambyciden	(h)	×	×
Curculionidae			
<i>Eremotes ater</i> L.	(h)	×	×
Ipbidae			
<i>Xyloterus lineatus</i> Ol.	(h)	×	
Hymenoptera			
<i>Paururus juvenicus</i> L.	(h)	×	
<i>Rhyssa persuasoria</i> L.	(p) ³	×	
<i>Ephialtes mesocentrus</i> Jav.	(p)	×	
<i>Camponotus herculeanus</i> L.		×	×
<i>Leptothorax acervorum</i> F.			×

¹ (r) = Räuberische Lebensweise bekannt. - ² (h) = Holzfresser. - ³ (p) = Parasiten.

Tabelle 15

Die Insekten im Fichtenlagerholz in nasser Zersetzung

Arten	Zersetzungsphasen				
	1	2	3	4	5
Carabidae					
<i>Carabus auronitens</i> F.	(r)			×	
<i>Carabus silvestris</i> Panz.	(r)			×	×
<i>Notiophilus biguttatus</i> F.	(r)			×	×
<i>Loricera pilicornis</i> F.	(r)			×	
<i>Bembidion nitidulum</i> Mrsh.	(r)			×	
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> F.	(r)			×	
<i>Pterostichus nigrita</i> F.	(r)		×	×	×
<i>Pterostichus diligens</i> Strm.	(r)			×	
<i>Calathus micropterus</i> Dftsch.	(r)		×	×	×
<i>Agonum</i> (= <i>Europhilus</i>) <i>fuliginosus</i> Pz.	(r)			×	×
Staphylinidae					
<i>Olophrum rotundicolle</i> Shlb.	(r)				×
<i>Lesteva nivicola</i> Fourcr.				×	
<i>Lathrobium elongatum</i> L.	(r)			×	×
<i>Lathrobium fulvipenne</i> Grav.	(r)			×	×
<i>Lathrobium letzneri</i> Gerh.	(r)			×	
<i>Lathrobium brunnipes</i> F.	(r)			×	
<i>Nudobius lentus</i> Grav.	(r)			×	

Fortsetzung Tabelle 15

Arten		Zersetzungsphasen				
		1	2	3	4	5
<i>Baptolinus pilicornis</i> Payk.	(r)				×	×
<i>Baptolinus affinis</i> Payk.	(r)				×	×
<i>Othius myrmecophilus</i> Kiesw.					×	
<i>Sipalia circellaris</i> Grav.					×	
<i>Quedius attenuatus</i> Grav.	(r)				×	×
<i>Bryocharis inclinans</i> Grav.						×
<i>Leptusa pulchella</i> Mannh.	(r)					×
<i>Bolitochara lunulata</i> Payk.					×	
<i>Atheta hygrotopora</i> Kr.					×	
<i>Atheta linearis</i> Grav.					×	
<i>Mniusa incrassata</i> Muls. Rey.				×		×
Pselaphidae						
<i>Bibloporus bicolor</i> Den.					×	
Liodidae						
<i>Anisotoma castanea</i> Hbst.					×	
<i>Agathidium seminulum</i> L.					×	
<i>Agathidium mandibulare</i> Strm.					×	
Lycidae						
<i>Dictyopterus aurora</i> Hbst.					×	
Lymexilidae						
<i>Hylecoetus dermestoides</i> L.	(h)	×	×			
Elateridae						
<i>Elater aethiops</i> L.				×	×	×
<i>Elater nigrinus</i> Payk.					×	
<i>Melanotus rufipes</i>	(r)				×	×
<i>Corymbites affinis</i> Payk.	(r)		×		×	×
<i>Agriotes sputator</i> L.						×
Byrrhidae						
<i>Cytilus sericeus</i> Forst.					×	×
Nitidulidae						
<i>Epuraea angustula</i> Strm.	(r)	×				
<i>Epuraea pygmaea</i> Gyll.	(r)	×				
Rhizophagidae						
<i>Rhizophagus dispar</i> Payk.	(r)	×				
Cisidae						
<i>Cis dentatus</i> Mell.		×	×			
Mordellidae						
<i>Anaspis rufilabris</i> Gyllh.					×	
Serropalpidae						
<i>Hallomenus binotatus</i> Quens				×		
Cerambycidae						
<i>Tetropium castaneum</i> L.	(h)	×				
<i>Tetropium fuscum</i> F.	(h)	×				
<i>Leptura rubra</i> L.	(h)			×	×	
nicht determinierte Larven			×	×		
Ipidae						
<i>Xyloterus lineatus</i> Ol.	(h)	×	×			
Diptera						
<i>Erinna</i> (= <i>Xylophagus</i>) spec.	(r)		×	×	×	×
<i>Platychirius immarginatus</i> Zett.					×	×
<i>Microdon</i> spec.					×	×
Hymenoptera						
<i>Camponotus herculeanus</i>					×	×
<i>Ichneumonidae</i> (überwinternd)					×	×

Andere Arthropoden

Die Einwanderung von Milben und Collembolen erfolgt schon in den ersten Zersetzungsstadien in den Gängen der holzbohrenden Insekten. In der Folge nehmen die Bodentiere, dazu gehören auch zahlreiche *Coleopteren*, *Chilopoden*, *Arachnoiden*, *Tipuliden* usw., stark zu. *Anneliden* wurden nur ganz vereinzelt, niemals aber in zerfallendem Holz beobachtet.

Insekten in weißfaulem Holz

In weißfaulem Holz wurden nur sehr wenige Insekten gefunden, darunter

Staphylinidae

Phyllodrepa ioptera Steph.,

Phloeocharis subtilissima Mannh. und der

Cisidae

Cis dentatus Mell.

d. Besprechung der einzelnen Insektenarten

1. COLEOPTERA

Carabidae

Carabus auronitens Fbr. und *silvestris* Panz.

sind Bewohner der Bodenoberfläche, die im stark zerfallenen Lagerholz und unter losen Rinden Tagesverstecke und Winterquartiere aufsuchen.

Notiophilus biguttatus F.

vereinzelt in rotbraunem, stark zersetztem Fichtenholz und in schwarzbraunem Holzmoder. Eine Puppe wurde unter loser Rinde im mulmigen Kambialraum eines liegenden Stammes gefunden.

Pterostichus oblongopunctatus F. und *P. diligens* Strm.

wurden als Imago und Puppe in stark zerfallenen Lagerholz beobachtet. Sie sind jedoch Bewohner der Bodenoberfläche.

Dromius agilis F.

war die häufigste *Dromius*-Art des Untersuchungsgebietes und wurde im mehr oder weniger mulmigen Kambialraum abgestorbener, trockener Äste und borkenkäferbefallener Stämme gefangen. Nach HORTON ist diese Art über ganz Deutschland verbreitet. Im Juli wurden einzelne Imagines von *Molinia coerulea* gekäschert.

Dromius fenestratus F.

wurde nur einmal unter der losen Rinde eines abgestorbenen, ehemals von *Caenoptera minor* L. und *Polygraphus polygraphus* L. befallenen Fichtenastes gefunden.

Dromius quadrinotatus Panz.

wurde vorzüglich unter trockener, abspringender Rinde von Fichtenästen, daneben auch im mulmigen Kambialraum stehend abgestorbener Fichten gefangen. Im Juli konnte der Flug festgestellt werden.

Die Lebensweise der *Dromius*-Arten ist noch nicht genau geklärt. Nach ESCHERICH (1923) halten sich die Käfer vornehmlich unter Rinden auf und stellen den Larven der dort lebenden Borkenkäfer nach. BURMEISTER (1939) gibt für die Arten auch noch andere Lebensstätten an (unter Steinen, in Laub, im Genist usw.)

Auf Gebüsch sollen die Imagines Milben und Blattläusen nachstellen. Nach dem gleichen Autor fliegen sie in den Abendstunden. Am Bruchberg konnte aber auch ein Flug in den Mittagsstunden beobachtet werden.

Staphylinidae

In großer Arten- und Individuenzahl wurden Staphyliniden unter der Rinde und im mehr oder weniger stark zersetzten Holzkörper der Fichte gefunden. Von den 88 im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Staphylinidenarten lebten 38 wenigstens zeitweise in Lagerholz oder in der Kambialzone. Davon 16 ausschließlich im Kambialraum und 9 ausschließlich im zerfallenden Holz. 13 Arten kamen sowohl im Holz als auch im Kambialraum vor. Die Lebensweise vieler Arten, die systematisch oft noch nicht vollständig bearbeitet sind (z. B. die überaus artenreiche Gattung *Atheta*), ist noch wenig bekannt, so daß es oft nicht möglich ist, anzugeben, ob eine Art als Räuber in den Gängen der Holzinsekten lebt, oder aber reiner Mulm-, Detritus- oder Pilzfresser ist. Einige Arten wurden bereits bei den Tieren der Bodenoberfläche besprochen, so daß hierauf nicht näher eingegangen werden soll.

Phloeocharis subtilissima Mannh.

Diese Art wurde sehr häufig zwischen den Flechten an Fichtenästen und in den oft schon verlassenen Gängen verschiedener Borkenkäfer gefunden. Daneben hielten sich die Tiere in weißfaulem, verpilztem Lagerholz, in den Gängen von *Eremotes ater* L. und *Paururus juvenicus* L., in *Scirpus caespitosus*-Bülten und im Mulm am Stammfuß der Fichten auf.

KLEINE (1944 nach HORION) bezeichnet die Art als einen *Feind der Borkenkäfer*. Nach eigenen Beobachtungen entwickelten sich an eingekäfigter Fichtenrinde, von der sämtliche Mikrostaaphyliniden abgesammelt worden waren, überaus viele Poduriden; wurden die Staphyliniden an der Rinde belassen, so wurden nach einiger Zeit nur wenige Urinsekten gefunden. Es ist also anzunehmen, daß viele auf und unter Rinden vorkommende Staphyliniden hauptsächlich nicht von der Brut der Borkenkäfer leben, sondern vielmehr kleinere und leichter zu überwältigende Insekten verzehren. Diese Beobachtung wurde bereits 1948 von SCHERPPELTZ angestellt.

Phloeonomus monilicornis Gyll. und *P. pusillus* Grav.

wurden unter Fichtenrinden im 2. Zersetzungsstadium des Kambialraumes gefunden und sammelten sich in Massen an einem geschälten stehenden Fichtenstamm, dessen freigelegte Bastschicht offensichtlich in Gärung übergegangen war (Geruch!; pH = 4,2). Am gleichen Stamm fanden sich auch viele *Glichrochilus quadripunctatus* L.-Imagines ein.

Nach HORION (1963) leben diese Arten unter morschen Rinden in den Gängen verschiedener Borkenkäfer (im Untersuchungsgebiet *Hylastes cunicularius*, *Dryocoetes autographus* Rtzb. und *Hylurgops palliatus* Gyll.), wo sie sich von den Rückständen der Ipiden ernähren sollen.

KLEINE (aus HORION) bezeichnet *P. pusillus* als einen *Ipidenfeind*.

Phyllodrepa ioptera Steph.

Nach HORION (1963) handelt es sich um eine häufig auch in Baumschwämmen gefundene „Laubbaum-Art“. Am Bruchberg wurde der Käfer im Mulm

unter Ebereschenschale und unter loser Fichtenrinde, an flechtenüberkrusteten Fichtenzweigen und in großer Zahl an der frischen Porenschicht eines *Polyporus marginatus*-Fruchtkörpers gefunden, daneben auch in weißfaulem, stark verpilztem und in trockenem, mulmig zerfallendem Fichtenholz.

Phyllodrepa vilis Er.

wurde wie die vorige Art nicht selten unter mulmiger Fichtenrinde, an flechtenbewachsenen Zweigen, in Fichtenmoder und trocken zersetztem Holz im 3. Zersetzungsstadium angetroffen. Nach KLEINE (1944 aus HORION 1963) handelt es sich auch bei dieser Art um einen *Ipidenfeind*.

Omalium rivulare Payk.

wurde selten unter *Tetropium*- und *Hylastes*-befallener Fichtenrinde und in Fruchtkörpern von *Polyporus stipticus* gefunden.

Nach SCHEERPELTZ (1948) und HORION (1963) lebt der Käfer von faulenden Vegetabilien und Pilzen. SCHIMITSCHEK (1953) beobachtete diese Art unter Rotbuchenrinde und im Holzkörper von Rotbuchenlagerholz.

Stilicis rufipes Germ.

wurde einmal in den Fraßbildern von *Dryocoetes autographus* Rtzb. und *Hylurgops palliatus* Gyll. und einmal (Ende Juli) auf der Bodenoberfläche laufend gefangen.

Domene scabricollis Er.

wurde vereinzelt in Bodenfallen des Hochmoores und des versumpften Sterbehorstes und unter Fichtenrinde, die von *Hylurgops palliatus* Gyll. und *Dryocoetes autographus* Rtzbg. befallen war (Stadium 1b und 2 der feuchten Zersetzung), gefunden.

Gattung *Lathrobium*

Die Arten *Lathrobium elongatum* L., *Lathrobium fulvipenne* Grav., *Lathrobium letzneri* Gerh. und *Lathrobium brunnipes* F. wurden in stark zerfallenem, nassem Fichtenlagerholz im 4. Stadium der Zersetzung, in schwarzbraunem Holzmoder (5. Zersetzungsstadium), im nassen Mulm und Moder unter Fichtenrinden (4. Stadium der Zersetzung), im Moder an den Wurzelanläufen der Fichten, auf der Bodenoberfläche laufend und in Fallen gefangen. Die Puppe von *Lathrobium brunnipes* F. wurde im August im schwarzbraunen Holzmoder gefunden.

Nach REITTER (1909) leben die Arten an Gewässern, unter Steinen an feuchten Orten, unter Laub und Moos in Wäldern und unter Flußgemülle. Die Lebensweise dieser Arten dürfte räuberisch sein. Nach PEUS (1932) ist *Lathrobium brunnipes* F. eine tyrophile Art, die in Hochmooren in Torfmoos-Rasen und Bulten, aber auch an trockeneren Stellen vorkommen soll.

Nudobius lentus Grav.

Die Larve, die sich im August zur Imago verwandelte, wurde in stark zersetztem, nassem, rotbraunem Fichtenholz (4. bis 5. Stadium der Zersetzung) angetroffen. Häufiger wurden Imagines und Larven unter Fichtenrinden in allen Stadien der Zersetzung in den Gängen der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Borkenkäferarten gefunden.

Dieser Käfer lebt räuberisch von der Brut zahlreicher Borkenkäferarten (ESCHERICH 1923, SAALAS 1951, SCHIMITSCHEK 1931) und auch von anderen Insektenlarven. (KLEIN

[1963] fand diese Art häufig unter der feuchten Rinde von Fichtenstöcken, die durchaus nicht immer von Ipsiden, wohl aber von anderen Insekten besiedelt waren.) SCHIMITSCHEK (1931) und SEITNER (1924) weisen auf den hohen Feuchtigkeitsbedarf des Käfers hin, wodurch sich auch das sporadische Vorkommen erklären läßt.

Baptolinus pilicornis Payk.

wurde häufig in stärker zersetztem Fichtenlagerholz (4. bis 5. Stadium der Zersetzung), im nassen, mulmigen Kambialraum (3. bis 4. Stadium der Zersetzung) und einmal auch in trockenerem, mulmig zerfallendem Fichtenholz gefunden.

SCHIMITSCHEK (1953) fand diese Art häufig im Rotwald gemeinsam mit *Dryocoetes autographus* Rtzb. in der 2. und 3. Zersetzungsphase des Kambialraumes und in stark zersetztem Lagerholz mit hohem Wassergehalt, was die eigenen Beobachtungen bestätigt.

Die Lebensweise dieser Art ist räuberisch, in Gefangenschaft wurden die verschiedensten Insektenlarven und auch Borkenkäfer-Imagines verzehrt. Nach PUTHZ (1963) ist diese Art *boreomontan*.

Baptolinus affinis Payk.

trat weniger häufig als *pilicornis* an den gleichen Stellen auf. Auch diese Art bevorzugt feuchte, oft stark mit Pilzmycelien durchsetzte Holzteile und Rindenpartien.

Othius myrmecophilus Kiesw. und *Sipalia circellaris* Grav.

Beide im Untersuchungsgebiet häufige Arten wurden in allen möglichen Habitaten des Untersuchungsgebietes angetroffen. So in Moosen, an Flechten, in Mulm unter Fichtenrinde, an Pilzen, in Fichten- und Ebereschstreu und in zerfallendem Fichtenlagerholz.

Gattung *Quedius*

Von den 7 im Untersuchungsgebiet gefangenen *Quedius*-Arten konnten zwei unter Fichtenrinde und eine in zerfallendem Holz gefunden werden. Die übrigen Arten wurden meist auf der Bodenoberfläche oder in Moosen angetroffen.

Quedius mesomelinus Mannh.

Imagines wurden in den Fraßgängen von *Dryocoetes autographus* Ratzb. gefunden, wo eine beim Verzehren einer Borkenkäfer-Imago beobachtet werden konnte.

SCHIMITSCHEK (1953) fand die Art ebenfalls bei *Dryocoetes autographus* im 2. Zersetzungsstadium des Kambiums. SCHEERPELTZ (1948) nimmt an, daß *Q. mesomelinus* Mrsh. als Larvenjäger unter faulenden Vegetabilien, besonders an feuchten, kühlen Orten, lebt.

Quedius laevigatus Gyll. und *Quedius laevigatus a. resplendens* Thun.

Die häufigste der im Untersuchungsgebiet auftretenden *Quedius*-Arten wurde fast ausschließlich im Kambialraum abgestorbener Fichten beobachtet. Eine Imago der im Gegensatz zur häufigen Stammform sehr seltenen *a. resplendens* wurde Ende Mai fliegend gefangen. Der Käfer wurde in allen Zersetzungsphasen des Kambiums gefunden, und zwar bei den Borkenkäfern *Ips typographus* und *amitinus*, *Hylurgops palliatus* Gyll. und *glabratus* Zettst. und *Dryocoetes autographus* Rtzb., ferner in den Gängen von *Tetropium* und *Harpium inquisitor* L. Der Käfer lebt räuberisch von der Borkenkäferbrut und anderen Insektenlarven. Dagegen wurde *Q. attenuatus* Gyllh.,

ein Bewohner der Bodenoberfläche, vereinzelt als Überwinterer in rotbraun zerfallendem Fichtenlagerholz gefunden.

Leptusa pulchella Mann. (= *angustata* Aubé)

gehört zu den häufigsten Kambial-Staphyliniden des Untersuchungsgebietes und wurde in allen Zersetzungsstadien des Kambialraumes und bei fast allen im Untersuchungsgebiet auftretenden Borkenkäfern gefunden.

SCHIMITSCHEK (1953) fand die Art vorwiegend in den höheren Lagen des Urwaldes. Nach ESCHERICH (1923) leben verschiedene *Leptusa*-Arten räuberisch von Borkenkäferbrut. ADEL (1961) fand *Leptusa pulchella* Mannh. häufig unter Buchenrinden im Naturschutzgebiet bei der Sababurg.

Vereinzelt wurde der Käfer auch in stark zerfallenem Fichtenholz (4. und 5. Zersetzungsstadium), in am Boden liegenden Fichtenzapfen, an der Unterseite von *Polyporus marginatus* und an der Bodenvegetation gefangen.

Bolitochara lunulata Payk., *Bryocharis inclinans* Grav.,
Agaricophaena boleti L.

wurden sehr selten unter stark mulmiger, ehemals von *Dryocoetes autographus* befallener Fichtenrinde im 4. Zersetzungsstadium und in nassem, rotbraunem Lagerholz im 4. Zersetzungsstadium angetroffen.

Gattung *Atheta*

Sieben der insgesamt 17 im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen *Atheta*-Arten kamen an abgestorbenen Fichten vor.

Fast alle Arten der Gattung *Atheta* finden sich nach SCHEERPELTZ (1948) unter verschiedenen pflanzlichen und tierischen Abfallstoffen und reagieren sehr empfindlich auf geringe Feuchtigkeitsschwankung. Die Lebensweise und Ernährung der meisten Arten ist noch völlig ungeklärt. SCHEERPELTZ (1948) hält es für sehr wahrscheinlich, daß sich die Pilzatheten vegetarisch ernähren. Nach ESCHERICH (1923) leben *Atheta analis* Grav., *crassicornis* F. und *celata* Er. von der Brut verschiedener Borkenkäfer.

Atheta vaga Heer., *Atheta aquatilis* Thoms.

Sehr selten im Mulm unter Fichtenrinde (4. Zersetzungsstadium).

Atheta linearis Grav.

Diese bei weitem häufigste Staphylinidenart des Untersuchungsgebietes wurde hauptsächlich unter Fichtenrinde in allen Stadien der Zersetzung bei den dort auftretenden Borkenkäfern und bei dem Bockkäfer *Tetropium* spec. gefunden; ferner unter trockener, loser Rinde an Ästen, zwischen Flechten an Fichtenästen, in nassem, verpilztem Fichtenholz im 4. Zersetzungsstadium, unter mulmiger Ebereschensrinde und vereinzelt auf der Bodenoberfläche.

Atheta arcana Er. und *Atheta hygrotopora* Kr.

traten unter Fichtenrinde im 1., 2. und 3. Stadium der Zersetzung bei den Ipiden *Dryocoetes autographus* Rtz. und *Hylurgops palliatus* Gyll. auf. Die Art ist im Untersuchungsgebiet selten. *A. hygrotopora* Kr. wurde darüber hinaus auch in rotbraun zerfallendem Fichtenlagerholz angetroffen.

Atheta gagatina Baudi.

Ein Exemplar fand sich im stark verpilzten Kambialraum einer Fichte. Sie gehört zu den eigentlichen Pilzatheten, die nach SCHEERPELTZ (1948) ausschließlich in Pilzen oder verpilzten pflanzlichen Abfallstoffen vorkommen.

Atheta fulvipennis Muls. Rey.

wurde wesentlich häufiger im Pilz *Polyporus stipticus* und in dem darunter befindlichen, durch die verflüssigte, faulige Pilzsubstanz getränkten Rohhumus als in dem etwas mulmigen Kambialraum einer Fichte im 3. Zersetzungsstadium gefunden.

Mniusa incrassata Muls. Rey.

wurde vereinzelt an mulmigen, feuchten Orten gefunden, so in gelbbraunem Lagerholz und in Holzmoder (3.–5. Zersetzungsstadium), im mehr oder weniger stark mulmigen Kambialraum (2.–4. Zersetzungsstadium), in am Boden liegenden Fichtenzapfen, in *Dicranum*-Moos und im Mulm unter einer Eberesche.

Nach REITTER (1909) lebt diese seltene Art in Wäldern unter Moos.

*Histeridae**Plegaderus vulneratus* Panz.

wurde im mulmigen Kambialraum (2.–3. Stadium der Zersetzung) am Stammfuß einer stehenden toten Fichte in den Gängen von *Harpium inquisitor* L. gefunden. Die Art ist in der Literatur als ein Verteilger der Borkenkäferbrut, hauptsächlich der des *Crypturgus pusillus* Gyll., bekannt, wurde aber auch in den Gängen anderer Ipiden beobachtet. Es ist anzunehmen, daß neben der Borkenkäferbrut auch die Larven anderer Insekten, so die kleinen, oft in großer Anzahl unter der Rinde zu findenden Larven mancher Dipteren verzehrt werden.

*Cleridae**Thanasimus formicarius* L.

Sehr häufig wurden die Larven des Ameisenbuntkäfers in den Gängen rindenbrütender Insekten (im 1.–3. Stadium der Kambialzersetzung) gefunden. Imagines schlüpften in den Zuchten von Mai bis August und konnten zu dieser Zeit auch im Freiland gefangen werden. Die Imago lebt räuberisch von Borkenkäferimagines, während die Larve der Borkenkäferbrut und anderen, unter Rinde lebenden Larven nachstellt. Der Ameisenbuntkäfer gehört im Untersuchungsgebiet zu den wirksamsten Feinden der Borkenkäfer.

(SCHIMITSCHEK [1929], SCHWERTFEGER [1957], THALENHORST [1957].) Wie bereits SCHIMITSCHEK (1929) feststellte, hat die Larve von *Thanasimus formicarius* L. eine sehr große ökologische Valenz und ist gegenüber klimatischen Einflüssen wenig empfindlich.

*Lycidae**Dictyopterus aurora* Hrbst. und *Platycis minuta* F.

wurden vereinzelt im Moder unter sich bereits ablösender Rinde von liegenden Stämmen oder Fichtenstümpfen sowie in morschem Fichtenholz im 4. Zersetzungsstadium gefunden. Nach HORION (1953) verläuft die Larvalentwicklung im Holz. *Platycis minuta* F. ist eine seltene, montane Art.

Ostomidae

Thymalus limbatus F.

Imagines dieser Art fanden sich nur unter Fichtenrinden stehender Stämme; der Kambialraum war stets sehr mulmig, teils verpilzt und immer ziemlich trocken (trockene Form des 4. Stadiums der Kambialzersetzung).

Nach HORION (1953) kommt der Käfer in ganz Deutschland, besonders in den Wäldern höherer Gebirge vor. Er hält sich nach HORION und SCHEERPELTZ (1948) unter morscher, verpilzter Rinde, in zerfallendem Holz, in und an Baumschwämmen auf. Nach PALM (1950 aus HORION 1953) leben Larve und Imago als Substratfresser von Pilzen und verpilztem Holz. HORION (1953) bezeichnet die Art als *mycetophil*.

Nitidulidae

Gattung *Eपुरaea*

Im Untersuchungsgebiet konnten 5 *Eपुरaea*-Arten nachgewiesen werden, die vorzüglich im 2. Stadium der Kambialzersetzung, seltener im ersten, unter der feuchten Rinde abgestorbener Fichten zu finden waren.

Eपुरaea boreella Zett. und *Eपुरaea angustula* Strm.

sind nach HORION (1960) *boreomontane* Arten. Erstere wurde selten in den Gängen der Ipiden *Hylurgops palliatus* Gyll. und *glabratus* Zett. und *Dryocoetes autographus* Rtzb. gefunden, während letztere auch in den Gängen von *Xyloterus lineatus* Ol. und *Hylecoetus dermestoides* L. auftrat.

Als häufigste Art kam *Eपुरaea pygmaea* Gyll. unter schwach zersetzter Fichtenrinde sehr häufig, im stärker zersetzten Kambialraum sehr selten vor. Einige Exemplare wurden in den Gängen von *Xyloterus lineatus* Ol. angetroffen. Anfang Juni zeigt diese Art eine stärkere Aktivität, die sich in den Fallenfängen am Waldstandort und dem versumpfenden Sterbehorst widerspiegelt. Im September schlüpfen die Imagines aus einzeiwingerten Puppen.

Eine ähnliche Lebensweise führen die Arten *Eपुरaea pusilla* Illig. und *Eपुरaea thoracica* Tourn., die viel seltener gefunden wurden.

Die Lebensweise der *Eपुरaea*-Arten ist noch weitgehend ungeklärt. Nach ESCHERICH (1923) leben die Arten *räuberisch* von der Brut der Borkenkäfer, doch dürften auch andere Insektenlarven verzehrt werden.

Glischrochilus quadripunctatus L. (= *quadripustulatus* L.)

Während der Sommermonate wurde der Käfer vereinzelt unter Fichtenrinden gefangen, sammelte sich aber im Herbst in großer Zahl auf einer geschälten Fichte, deren Bast-schicht offensichtlich in Gärung übergegangen war. Der Käfer lebt räuberisch in den Gängen verschiedener Ipiden und anderer Holz-insekten.

Rhizophagidae

Rhizophagus grandis Gyll.

Sehr selten in den Brutanlagen von *Dendroctonus micans* Kugel.

Nach HORION (1960) und anderen Autoren gehört *R. grandis* zu den Hauptfeinden des Riesenbastkäfers, den er beim Überwintern in der Brutstätte stark dezimieren soll.

Rhizophagus ferrugineus Payk.

Häufig in den unteren Stammteilen stehender Fichten, im Wirtschaftswald in Stöcken, im Kambialraum der 1. und 2. Zersetzungsphase. Gegenüber den

anderen *Rhizophagus*-Arten scheint *R. ferrugineus* im Untersuchungsgebiet ein hohes Feuchtigkeitsbedürfnis zu haben. Stets wurden die unteren, nassen Stammteile, oft sogar noch unter dem Niveau der Bodenoberfläche, aufgesucht. Im Nichtwirtschaftswald fand sich der Käfer bei den Ipiden *Hylastes cunicularius* Er., *Hylurgops palliatus* Gyll. und *glabratus* Zett. und *Dryocoetes autographus* Rtzb., im Wirtschaftswald in den Gängen von *Hylobius abietis* L.

Nach HORION (1960) ist diese Art in ganz Deutschland verbreitet, besonders aber in der montanen bis subalpinen Nadelwaldregion.

Rhizophagus dispar Payk.

Im 1.-3. Zersetzungsstadium des Kambiums wurden Imagines und Larven sehr häufig gefunden. Ihr Auftreten beschränkte sich nicht auf die Fraßgänge der Borkenkäfer, sondern griff auch auf die Larvengänge der rindenbrütenden Cerambyciden *Tetropium fuscum* F. und *castaneum* L. und *Harpium inquisitor* L. über. Einzelne Imagines fanden sich in den Gängen von *Hylecoetus dermestoides* L. und *Xyloterus lineatus* Ol., sowie in morschem, zerfallendem Holz im 4. Zersetzungsstadium und an der Unterseite frischer *Polyporus marginatus*-Fruchtkörper.

Colydiidae

Colydium elongatum F.

Eine Imago unter Fichtenrinde im 2. Zersetzungsstadium. Nach HORION (1961) ein Feind der Borkenkäfer und anderer xylophager Insekten.

Cisidae

Cis dentatus Mell.

wurde in *Polyporus marginatus*-Fruchtkörpern, vereinzelt auch in morschem, verpilztem Holz in der 3. Zersetzungsphase (trocken!) zusammen mit *Eremotes ater* gefunden.

Mordellidae

Anaspis rufilabris Gyll.

Häufig in stehenden, trocken zerfallenden Stämmen, in Holz im 2. und 3. Zersetzungsstadium, gelegentlich auch im mulmigen, trockenen Kambialraum (trockene Form des 4. Zersetzungsgrades), einmal im rotbraunen, morschen, ziemlich feuchten Holz im 4. Zersetzungsstadium. Fliegende Imagines konnten im Juli beobachtet werden.

A. rufilabris Gyll. ist ein steter Begleiter des Bohrrüßlers *Eremotes ater* L. und ernährt sich wahrscheinlich wie dieser von morschem Holz.

Nach ERMISCH (in HORION 1956) einer der häufigsten, besonders in gebirgigen Gegenden verbreiteten Mordelliden.

Gemeinsam mit dieser Art wurde in geringer Häufigkeit der Serropalpe *Hallomenus binotatus* Quens. gefunden. Nach HORION handelt es sich um eine *mycobionte* Art, die in Baumpilzen und verpilztem Holz lebt.

Elateridae

Von den 7 im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Elateridenarten konnten 5 als Bewohner abgestorbener Fichten festgestellt werden.

Elater aethiops L.

Die Larven dieser im Untersuchungsgebiet häufigsten Elateridenart wurden ganzjährig in zerfallendem Fichtenlagerholz und nassen Fichtenstümpfen angetroffen. Der Befall setzt in der Regel im 3. Stadium der nassen Zersetzung ein, wenn der Holzkörper bereits an Festigkeit eingebüßt hat. Charakteristisch ist das Auftreten der Larven für das 4. Zersetzungsstadium, wenn das rotbraune, nasse, schon prismatisch zerfallende Holz der Miniertätigkeit der Larven keinen erheblichen Widerstand entgegensetzt. In diesem Stadium wurden auch meist die Imagines gefunden.

Durch die überaus starke Miniertätigkeit trägt der Käfer in großem Maße zu einem schnellen Zerfall des Holzes bei. Es konnte nicht geklärt werden, ob sich die Larven von der zerfallenden Holz-



Abb. 19. Larvenfraß von *Elater aethiops* in nassem, rotbraunem Fichtenlagerholz. Einige Gänge führen in die Brutkammer von *Camponotus herculeanus* (natürliche Größe)

substanz, den darin befindlichen Bakterien und Pilzen oder räuberisch von Insekten des Lagerholzes ernähren. Wohl fiel auf, daß die im Lagerholz massenhaft ihre Brutkammern anlegenden *Camponotus herculeanus* L.-Weibchen ihre Nachkommenschaft niemals über die ersten Larvenstadien herausbrachten und zahllose Elateridengänge zu den Brutkammern der Ameisen führten (Abb. 19), doch konnte niemals, auch nicht in Zuchten, beobachtet werden, daß die *Elater aethiops* L.-Larven die Ameisenbrut verzehrten. Doch wurden abgestorbene *Camponotus*-Imagines bis auf das Chitinskelett aufgefressen. Auch eingezwungene Larven griffen sich gegenseitig zunächst nicht an, verpuppte sich jedoch eine von ihnen, so wurde sie von den übrigen angefallen und verzehrt. Man kann mit großer Sicherheit annehmen, daß die *Elater aethiops*-Larven wenigstens zeitweilig als Räuber oder Necrophage von tierischer Kost leben.

Gelegentlich fanden sich die Larven auch im mulmigen, feuchten Kambialraum. Ein wesentlicher Unterschied der Befallsstärke in beschattetem und freiliegendem Holz konnte nicht festgestellt werden. Auch die Imagines konnten fast während des ganzen Jahres im Holz gefunden werden. Im Frühjahr befanden sich die letzten noch Ende Mai, eine Imago sogar noch Ende Juni im Holz, die ersten frischgeschlüpften Jungtiere konnten Ende Juli gefunden werden. In Zuchten erfolgte die Verpuppung im Juli/August. Die nach kurzer Puppenruhe schlüpfende Imago verläßt die Brutstätte erst im nächsten Sommer. Die Flugzeit setzt Ende Mai ein und endet Mitte Juli.

Aus den Funden verschieden großer und verschieden alter Larven kann auf eine mehrjährige Generationsdauer geschlossen werden.

Nach HORION (1953) kommt *Elater aethiops* L. in Mitteleuropa in höheren Gebirgen vor und ist an Nadelholz gebunden.

Elater nigrinus Hrbst.

kommt zusammen mit *Elater aethiops* L. im 3. und besonders 4. Stadium der nassen Zersetzung des Lagerholzes vor. Hier wurden im Herbst die überwinterten Imagines gefunden.

Nach HORION (1953) lebt die Art in rotfaulen, morschen Laub- und Nadelholzstubben.

Melanotus rufipes Hrbst.

Frisch geschlüpfte Imagines wurden im Herbst in der in Cerambyciden-gängen angelegten Puppenwiege angetroffen. Das Holz war bereits sehr stark angegriffen und befand sich im 3. Stadium der Zersetzung. Die Larve ist ein Räuber der im Holz fressenden Cerambycidenlarven, was auch SCHIMITSCHEK (1953) feststellen konnte.

Nach HORION (1953) sollen ebenso Detritus anderer Insekten und die im Holz befindlichen verdaulichen Substanzen (Pilzmycelien und Bakterien?) der Ernährung dienen.

Corymbites (= *Haplotarsus*) *affinis* Payk.

Neben *Elater aethiops* L. war diese Art der häufigste an abgestorbenen Fichten gefundene Schnellkäfer. Die Larven leben hauptsächlich im stark mulmigen, etwas feuchten Kambialraum (3.–4. Zersetzungsstadium) liegender oder in den unteren Teilen stehender toter Fichten. Im Holzkörper fanden sich die Larven nur in den Gängen der Cerambyciden, wo sie deren Larven nachstellen. Außerhalb der abgestorbenen Fichten wurde die Larve nicht selten in dem um die Wurzelanläufe angehäuften Holzmoder aus zerfallenen Rindenstücken und abgefallenen Nadeln angetroffen. Die Lebensweise ist vorwiegend räuberisch, mit Vorliebe wurden die Larven von *Harpium inquisitor* und anderen Cerambyciden verzehrt, doch fanden sich Larven auch an Stellen, wo der Cerambycidenbefall längst beendet war und nur noch Dipterenlarven zu finden waren. Eingezwängert fraßen die Tiere sämtliche Insektenlarven, die ihnen angeboten wurden, verschonten auch die eigenen Artgenossen nicht und zerschroteten beim Fehlen tierischer Nahrung morsche Rinde und Holz. Die Generationsdauer dürfte mehrere Jahre betragen, da überwinterte Larven verschiedener Größe gefunden wurden. Die Flugzeit lag zwischen Ende Mai und Ende Juli, Puppen wurden im August an der Brutstätte der Larven gefunden.

Nach HORION (1953 und HOLDHAUS 1954) ist *Corymbites affinis* eine boreomontane Art, die aus allen Gebirgsgegenden Deutschlands gemeldet wurde.

Agriotes sputator L.

Eine Imago dieser Art wurde in schwarzbraunem Fichtenholzmoder gefunden.

Lymexylonidae

Hylecoetus dermestoides L.

Neben *Xyloterus lineatus* Ol. der häufigste holzbrütende Käfer in sehr nassem Fichtenholz des 1. und 2. Zersetzungsgrades. Der Befall erfolgt nicht

zerstreut am ganzen Stamm oder an allen abgestorbenen Stämmen, sondern, wie auch SCHIMITSCHEK (1953) feststellte, konzentriert an den untersten, feuchtesten Stammteilen, oft im Niveau der Erdoberfläche. Der Kambialraum ist an solchen Stellen meist von den stark sekundären Borkenkäferarten wie *Hylastes cunicularius* und *Hylurgops glabratus* u. a. besiedelt. Bezeichnend ist, daß *Hylecoetus dermestoides* L. meist an den gleichen Stämmen gefunden wurde wie die von SCHIMITSCHEK (1953) beschriebene, der *Zelima*-Larve ähnliche Kambialsyrphidenlarve, der ein hohes Feuchtigkeitsbedürfnis zu eigen ist. Nach SCHIMITSCHEK (1953) werden Stämme frühestens zwei Jahre nach dem Absterben befallen, diese Feststellung trifft auch in den Beständen des Bruchberges zu. Die Entwicklungsdauer dürfte den ungünstigen klimatischen Bedingungen entsprechend zwei Jahre dauern. Fliegende Imagines wurden Ende Mai/Anfang Juni beobachtet.

Cerambycidae

Tetropium castaneum L. und *Tetropium fuscum* F.

Beide Arten traten im Untersuchungsgebiet zusammen auf, *Tetropium fuscum* F. viel häufiger als *Tetropium castaneum* L. Befallen werden besonders kränkelnde Fichten mit teilweise noch grüner Benadelung und stehend abgestorbene Fichten; weniger stark ist der Befall an Windwürfen. Die Eiablage erfolgt im ersten Stadium der Kambialzersetzung, meist noch vor dem Einsetzen des Borkenkäferbefalles. Bevorzugt werden die unteren Stammteile angegriffen.

(Eingehende Untersuchungen der Lebensweise und der wirtschaftlichen Bedeutung führten SCHIMITSCHEK 1929 und 1953 in Österreich und JUUTINEN 1955 in Finnland durch.)

Die Verpuppung erfolgt normalerweise in einem Hakengang im nicht oder nur wenig von Pilzen angegriffenen Holzkörper, vereinzelt auch ohne Hakengang in einer Erweiterung der Borke. SCHIMITSCHEK führt diese Erscheinung auf die hohe Feuchtigkeit im Bestandesinneren zurück. Imagines konnten von Juni bis August im Freiland beobachtet werden und schlüpfen in dieser Zeit auch in den angelegten Zuchten.

Angaben über die Generationsdauer können nicht gemacht werden, es sei hier jedoch auf die Untersuchungen SCHIMITSCHEKS verwiesen, der feststellte, daß die Entwicklungsdauer sehr stark von den klimatischen bzw. laufenden Witterungsverhältnissen abhängig ist.

Die Generationsdauer dürfte dem kühlen Klima entsprechend in der Regel zweijährig sein. Von den Hakengängen geht oft eine stärkere streifenweise Vergrauung des Holzkörpers aus.

Als häufige Parasiten traten *Ephialtes mesocentrus* Jav. (*Ichneumonidae*) und eine nicht näher bestimmte Braconide auf. Als Larvenräuber wurden gelegentlich die Larve des Ameisenbuntkäfers *Thanasimus formicarius* L. und *Erinna spec.* (*Xylophagidae*, *Dipt.*) beobachtet. Im Untersuchungsgebiet sind die *Tetropium*-Arten die auffälligsten und häufigsten Rindenkäfer, die noch lebende, wenn auch kränkelnde Bäume befallen.

(Nach Angaben der Forstbeamten soll den *Tetropium*-Arten jedoch in den umliegenden Wirtschaftswäldern keine wirtschaftliche Bedeutung zukommen.)

Harpium (= *Rbagium*) *inquisitor* L.

Der Zangenbock gehört zu den häufigsten und auffälligsten Insekten im Kambialraum abgestorbener Fichten. Der Befall setzt im 2. Stadium der

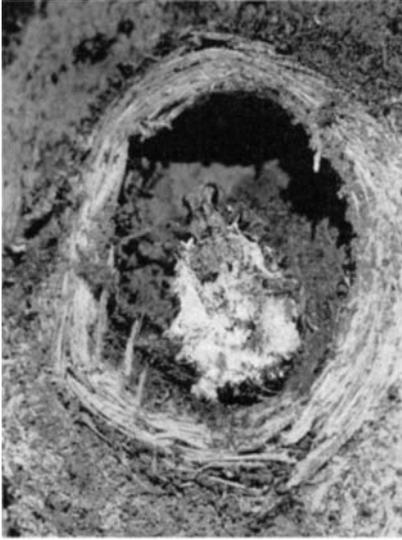


Abb. 20. Verpilzte Imago von *Harpium inquisitor* in der Puppenwiege (etwa 2fach vergrößert)

Kambialzersetzung ein und erstreckt sich bis zum Ende des 3.

Die Verpuppung erfolgt in den charakteristischen, von Nagespänen ringförmig umgebenen Puppenwiegen im bereits stark mulmigen Kambialraum. Die im Juli bis August schlüpfenden Jungkäfer überwintern in den Puppenwiegen. Häufig wurden verpilzte Jungkäfer in den Puppenwiegen gefunden (Abb. 20). Neben den Imagines überwintern auch nicht vollwüchsige Larven.

SCHIMITSCHEK konnte im Rotwald mit Sicherheit nachweisen, daß Fichtenstämme noch 9 Jahre nach dem Absterben von *Harpium inquisitor* befallen werden.

Als Feinde der Larven konnten selten die Larven von *Thanasimus formicarius* L. festgestellt werden.

Über die im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Arten *Toxotus* (= *Oxymirus*) *cursor* L., *Leptura rubra*

L. und *Caenoptera minor* L. können keine näheren Angaben gemacht werden.

Eremotes ater L.

Zu den auffälligsten Zerstörern der abgestorbenen Fichten gehört der im Untersuchungsgebiet ungemein häufige Bohrrüssel *Eremotes ater* L. Fast ausnahmslos zeigte sich an jedem abgestorbenen, aber noch stehenden Stamm nach dem Entfernen der Rinde, bei bereits rindenlosen Stämmen nach Entfernung der äußersten Splintschicht das anobienähnliche Fraßbild. Ein Befall konnte nur an stehenden Stämmen, meist erst in einer Entfernung von etwa 50 bis 100 cm von der Bodenoberfläche, festgestellt werden. Es zeigte sich eindeutig, daß der Befall des Holzes durch *Eremotes ater* im Untersuchungsgebiet an die trockenere Zersetzungsform des Holzes gebunden ist, niemals wurde ein Befall der bodennahen Stammteile oder gar dem Boden aufliegender Stämme beobachtet.

Der Befall des berindeten oder unberindeten Materials setzt frühestens im 2. Stadium der trockeneren Zersetzung ein, das Holz ist dann bereits etwas ausgetrocknet und zeigt die Zeichen des beginnenden Pilzangriffes (Rotstreifigkeit und Graustreifigkeit). Noch stärker ist der Befall bei weiter fortgeschrittenem Pilzangriff, wenn die Festigkeit des Holzes nachzulassen beginnt. (Das Holz ist oft etwas rötlich verfärbt und von spindeligen Mycelnestern dicht durchsetzt, der Wassergehalt ist nicht hoch, die Holzfestigkeit hat bereits nachgelassen.)

Ist der Stamm beim Angriff durch den Käfer noch berindet – die Rinde ist dann aber bereits gelockert und der Kambialraum mehr oder weniger mulmig – so benagen die Imagines zunächst dentritisch die Splintoberfläche, bevor sie in das Innere des Holzes eindringen. In rindenlosem Material bohrt sich der Käfer sofort in den Splint ein und der Fraß erfolgt, ohne an der

Splintoberfläche sichtbar zu werden, nur im Inneren des Holzkörpers. Zum Eindringen in das Holz benutzen die Käfer mit Vorliebe die Fraßgänge der Holzwespe *Paururus juvencus* L. und verschiedener Cerambyciden, wobei sie ihre Gänge zunächst im gestopften Bohrmehl nagen.

Der Imaginal- und Larvenfraß beschränkte sich stets auf die äußersten Schichten des Splintholzes, selten drangen die Tiere tiefer als 3 cm, fast nie tiefer als 5 cm in das Holz ein. Wie bereits erwähnt, war das von *Eremotes* befallene Holz zumeist trocken, die niedrigste Holzfeuchte betrug 21 % des Holzfrischgewichtes, die höchste ausnahmsweise 65 %.

SCHIMITSCHEK (1963), der Untersuchungen des *Eremotes*-Fraßes an Legeschindeln einer Umfassungsmauer in Südtirol vornahm, fand, daß sich der Fraß hauptsächlich auf die untersten, ständig feuchten Lagen beschränkte. SAALAS (1923) beobachtete *Eremotes*-Befall in Finnland in stehendem und liegendem abgestorbenem Fichtenholz sowie in morschen Fichten-Zaunpfählen. Bei Zaunpfählen wurde besonders das etwas feuchte Holz im Niveau der Erdoberfläche befallen.



Abb. 21. Typischer, den Jahrringen paralleler Platzfraß einer unbekannt Cerambycidenlarve

Die Feststellung beider Autoren, daß der Käfer feuchtes Holz bevorzugt, steht in scheinbarem Gegensatz zu den eigenen Beobachtungen im Oberharz, wo sich der Befall auf die relativ trockenen Stammteile stehender Bäume beschränkte.

Durch einen einfachen Versuch konnte der scheinbare Widerspruch geklärt werden. In sogenannten ZWÖLFERSCHALEN (ZWÖLFER, H., 1932, Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Z. ang. Ent. Bd. 19) wurden trockene Holzstücke bei einer Temperatur von etwa 18° C und relativen Luftfeuchten von 32 %, 76 % und 100 % mehreren *Eremotes ater* L.-Imagines angeboten. In allen drei Schalen schritten die Imagines zur Kopula (Anfang Juni) und begannen Gänge in das Holz zu nagen; nach 4 Wochen jedoch waren sämtliche Tiere in den Schalen mit einer relativen Luftfeuchte von 32 und 76 % abgestorben. In der Schale mit einer relativen Luftfeuchte von 100 % fanden sich nach dieser Zeit zwei schlüpfreife Eier. Die Imagines waren noch voll vital und sind es auch noch 8 Monate nach Beginn des Versuches. Die Freilandbeobachtungen in den feuchten Wäldern des Harzes zeigten, daß der Käfer direkte Nässe meidet, die Laborversuche, daß er eine gewisse Feuchtigkeit des Holzes und der Luft bedarf.

Der Käfer wird sich also beim Befall des Holzes die seinen Feuchtigkeitsansprüchen genügenden Stellen aussuchen. Im Untersuchungsgebiet des Oberharzes kann *Eremotes ater* L. als ein Charaktertier des noch stehenden abgestorbenen Holzes angesehen werden.

Die Larvengänge können nicht scharf von denen der Imagines unterschie-



Abb. 22. Imaginal- und Larvenfraß von *Eremotes ater*, in der Puppenwiege frischgeschlüpfter Jungkäfer (natürliche Größe)



Abb. 23. Ei von *Eremotes ater* (etwa 20fach vergrößert)

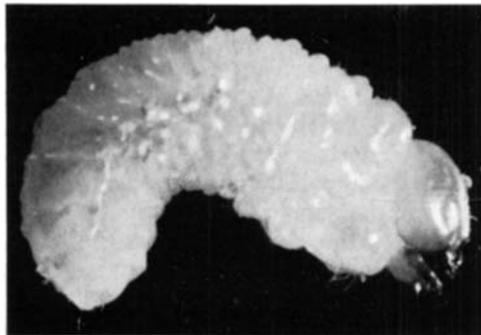


Abb. 24. Larve von *Eremotes ater* (etwa 15fach vergrößert)

den werden, verlaufen jedoch, wie SCHIMITSCHEK (1963) feststellen konnte, mehr in Faserrichtung, während der Imaginalfraß meist unregelmäßig ohne Bevorzugung irgendeiner Richtung verläuft. Die Fraßgänge sind mit Kotkrümeln und Bohrmehl verschieden dicht gestopft (Abb. 22).

Eier wurden vereinzelt im Juli gefunden, sie werden regellos zwischen Kotkrümeln und Bohrmehl der Gänge abgelegt. Sie haben die Form ungleichmäßiger, länglicher Walzen

mit halbkugeligen Polen. Die Länge beträgt etwa 1,1 mm, der Durchmesser 0,25–0,3 mm. Kurz vor dem Schlüpfen ist die Farbe elfenbeinweiß, stellenweise etwas glasig durchscheinend, und man kann zu diesem Zeitpunkt die bräunlichen Mandibeln der Larve erkennen, die mit kreisförmiger Bewegung schabend an der Eiwand entlanggeführt werden. Die Oberfläche des Eies weist unregelmäßige, kaum erkennbare Riefen auf und ist mit feinsten Holzpartikelchen beklebt, was auf der Abb. 23 zu erkennen ist. – Unter den Versuchsbedingungen betrug die Eientwicklung höchstens 4 Wochen.

Im Gegensatz zu den Imagines wurden Larven im Freiland nur selten, aber wie erstere während der ganzen Beobachtungszeit gefunden.

Die Larve von *Eremotes ater* ähnelt den beinlosen, bauchwärts gekrümmten Larven der Ipiden (wie auch die Imago bei oberflächlicher Betrachtung leicht mit *Hylastes* verwechselt werden kann). Der Körper ist mit ein-

gen Haaren dünn besetzt, ebenso der bräunliche Kopf mit den dunkler braunen Mandibeln (Abb. 24).

Mit *Eremotes ater* L. sind regelmäßig der Mordellide *Anaspis rufilabris* Gyll. und der Serropalpeide *Hallomenus binotatus* Gyllh. vergesellschaftet, deren Häufigkeit gegenüber dem Bohrrüssel aber nur sehr niedrig ist. Ein-

mal wurde auch eine *Cis dentatus* Mell.-Puppe in dem von *E. ater* befallenen Holz gefunden. Parasiten und Raubinsekten konnten nicht nachgewiesen werden, es wurden lediglich eine vom Abdomen her ausgefressene Imago und eine angefressene Larve gefunden.

Ein Exemplar von *Phloeocharis subtilissima* Mannh. hielt sich in *Eremotes*-Fraßgängen auf; inwieweit dieser meist unter Rinden lebende Staphylinide, für den SCHEERPELTZ (1948) räuberische Lebensweise annimmt, die *Eremotes*-Brut schädigt, konnte nicht geklärt werden.

ESCHERICH (1923) vermutet, daß die entwickelten Käfer ihre Geburtsstätte nicht verlassen, sondern im Holz verbleibend sich dort Generationen hindurch fortpflanzen. Im Harz konnte jedoch durch Fänge in Bodenfallen und durch Keschern der Bodenvegetation nachgewiesen werden, daß *Eremotes ater* L. in der zweiten Mai- und in der ersten Junihälfte eine große Aktivität zeigend auch außerhalb der Brutstätten angetroffen werden konnte. In dieser Zeit konnte auch mehrmals die Paarung beobachtet werden.

In den angrenzenden Wirtschaftswaldungen konnte *Eremotes ater* L. wegen des Fehlens geeigneten Brutmaterials nicht nachgewiesen werden.

Ipidae (= *Scolytidae*)

Dendroctonus micans Kugel.

Der Riesenbastkäfer befällt im Untersuchungsgebiet vereinzelt wenig kränkelnde Fichten, die meist am Ende des Krieges durch Beschuß etwas beschädigt wurden. Die meisten der gefundenen Fraßbilder waren bereits von den Tieren verlassen. Lediglich in einer kümmernden Fichte am Nordwesthang im lockeren Bestand konnte ein Muttergang mit 2 Imagines und etwa 50 Eiern gefunden werden. Als Vertilger der Brut trat *Rhizophagus grandis* Gyll. in den Gängen auf.

Hylurgops glabratus Zett.

Im Gebiet des Bruchberges *sehr häufig*. Diese Art befällt vorwiegend die unteren Stammteile stehend abgestorbener Bäume und schattig liegendes Lagerholz. Wird das Lagerholz besonnt, so beschränkt sich der Befall auf die Unterseite. Gegenüber hoher Feuchtigkeit scheint der Käfer ziemlich unempfindlich zu sein. So wurden an der Unterseite einer im Sphagnum liegenden Fichte, von diesem teilweise schon etwas überwuchert, voll vitale Larven gefunden. Andererseits wurde bei einem schattig liegenden Stamm im Fichtenwald eine Mykose beobachtet, die besonders an der Stammunterseite einen sehr großen Teil der Puppen und frischgeschlüpften Jungkäfer zum Absterben brachte.

Hylurgops glabratus Zett. befällt die Fichten im 1., besonders aber im 2. Stadium der Kambialzersetzung. Vergesellschaftet ist er häufig mit *Hylurgops palliatus* Gyll., *Dryocoetes autographus* Rtz. und gelegentlich mit *Hylastes cunicularius* Er. (beim Befall der im Niveau der Bodenoberfläche gelegenen Stammteile).

Nach KELLER (1911 aus ESCHERICH 1923) kann diese Art als *Eiszeitrelikt* betrachtet werden, gemäß ihrer Verbreitung ist sie *boreomontan* (SCHIMITSCHEK 1953).

Hylurgops palliatus Gyll.

Neben *Dryocoetes palliatus* Rtz. die am häufigsten im Untersuchungsgebiet beobachtete Borkenkäferart. *Hylurgops palliatus* Gyll. ist wesentlich empfindlicher als *H. glabratus* Zett. gegen dauernd hohe Feuchte des Kam-

bialraumes. Befallen werden liegende und stehende Stämme, deren Kambialzone sich meist im 2., seltener im 1. Stadium der Zersetzung befindet. Sehr oft ist diese Art mit *Dryocoetes autographus* und *Hylurgops glabratus* vergesellschaftet.

Hylastes cunicularius Er.

Dieser Wurzelbrüter wurde häufig unter der Rinde stehender Stämme im und unter dem Niveau der Bodenoberfläche beobachtet. In seinen Brutgängen fand sich häufig der feuchtigkeitsliebende *Rhizophagus ferrugineus* Payk.

Imagines fraßen im Sommer an der Rinde junger Fichten. Das häufige Auftreten in den Bodenfallen des Waldstandortes im Juni läßt annehmen, daß zu dieser Zeit der Flug stattfindet.

Crypturgus pusillus Gyll.

Nicht selten als Raumparasit der anderen Borkenkäferarten.

Cryphalus abietis Rtzb. und *Polygraphus polygraphus* L.

Vereinzelt konnte der Befall in Ästen abgestorbener Fichten festgestellt werden.

Dryocoetes autographus Rtzb.

Ist der häufigste während der Beobachtungszeit im Untersuchungsgebiet vorkommende Borkenkäfer. Er wird sowohl an stehenden wie auch an liegenden Stämmen gefunden. Bei besonnt liegenden Stämmen bleibt an der Oberseite des Stammes ein befallsfreier Streifen, was auf der zu starken Erwärmung durch die direkte Sonnenbestrahlung beruht. Nicht selten konnten an feuchten und schattigen Orten verjauchte (Bakterien) und verpilzte Larven gefunden werden. Larven und Imagines wurden während des ganzen Jahres in den Fraßbildern angetroffen.

Pityogenes chalcographus L.

Nicht selten in dünnrindigem, nicht schattig liegendem Material und in den oberen Stammteilen und Ästen stehend abgestorbener Fichten.

Ips typographus L. und *Ips amitinus* Eichh.

Ips typographus L. und der mit ihm gemeinsam auftretende *Ips amitinus* Eichh. stellen sich in dem 1. Stadium der Kambialzersetzung abgestorbener oder absterbender Fichten ein. Nicht jeder Stamm ist für den Befall geeignet. Bevorzugt werden besonnt liegende Windwürfe und die oberen Stammteile stehend abgestorbener Fichten befallen.

Im Untersuchungsjahr waren beide Borkenkäferarten im Nichtwirtschaftswald ziemlich selten. Der Befall erfolgte auch nicht an Stämmen, die im letzten Winter oder Frühjahr geworfen wurden, sondern stets an älteren Windwürfen und stehenden toten Bäumen. Demgegenüber befelen die Fichtenböcke (*Tetropium*) bereits lebende, aber deutlich kränkelnde Stämme. Verlassene *Ips*-Fraßbilder an stehenden Stämmen zeugen von einem früheren, stärkeren Auftreten beider Arten.

Im allgemeinen sind die klimatischen Voraussetzungen im Untersuchungsgebiet bei Bestandesschluß wenig günstig für die beiden Arten. HENNINGS (1907 und 1908 aus ESCHERICH 1923) konnte im Experiment nachweisen, daß die Entwicklung von *Ips typographus* L. bei 24° C und trockener Luft nur 26, bei 14° C und feuchter Luft nicht weniger als 113 Tage

dauert. Selbstverständlich dürfen Ergebnisse von Laborversuchen nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse im Freiland übertragen werden, denn es fehlen die fördernden oder hemmenden Wirkungen von direkter Sonnenbestrahlung und Temperaturschwankungen, doch zeigen diese Ergebnisse sehr deutlich die starke Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von den Wärmeverhältnissen an der Brutstätte. Die überaus starke Abhängigkeit der Mortalität der Borkenkäferbrut von den kleinklimatischen Verhältnissen am Befallsort konnte immer wieder beobachtet werden.

Der Nichtwirtschaftswald des Bruchberges stellt trotz seines Reichtums an absterbenden oder abgestorbenen Stämmen keinesfalls ein Reservoir für die zum Primärwerden neigenden Borkenkäfer dar. Die bisher im Harz beobachteten Massenvermehrungen und Kalamitäten sind nicht durch eine Expansion des eisernen Bestandes der Borkenkäfer in Nichtwirtschaftswäldern infolge günstiger Witterungsbedingungen entstanden, sondern wurden durch eine jahrelange unsaubere Raubwirtschaft in den naturfernen Fichtenforsten der ursprünglichen Buchen- bzw. Buchenmischwaldzone und in den unteren Lagen der Fichtenwaldregion (etwa 400–700 m) verursacht. Dies trifft sowohl für die große Borkenkäferkalamität des ausgehenden 18. Jahrhunderts als auch für die der Nachkriegsjahre zu (WILKE 1931 und SCHWERDTFEGER 1955). Es ist daher völlig unberechtigt, die zum Naturschutzgebiet erklärten, eine einzigartige Insektenfauna beherbergenden, nicht mehr bewirtschafteten Fichtenwälder des Bruchberges aus walddhygienischen Gründen auch nur der schwächsten Bewirtschaftung zu unterwerfen oder menschlichen Zu- und Eingriffen auszusetzen.

Xyloterus lineatus Ol.

befällt abgestorbene stehende Fichten und Lagerholz einige Zeit nach dem Absterben, oft ist die Art mit *Hylecoetus dermestoides* vergesellschaftet. Es konnte keine deutliche Bevorzugung sehr nassen Holzes wie bei *Hylecoetus* festgestellt werden. *Xyloterus* kommt daher häufiger und in weiterer Verbreitung im Untersuchungsgebiet vor. Einbohrende Altkäfer wurden gleichzeitig mit den anfliegenden *Hylurgops palliatus* und *glabratus* sowie *Dryocoetes autographus* gefangen.

Feinde der Borkenkäfer

Neben zahlreichen räuberischen Coleopterenarten, die aber nur in geringer Individuenzahl auftreten und unter denen lediglich *Nudobius lentus* Grav., *Baptolinus pilicornis* Payk. und *Thanasimus formicarius* L. einige Bedeutung zuzusprechen ist, trat als Parasit vereinzelt ein Chalcidier, wahrscheinlich *Rhoptrocerus* spec., besonders an leicht besonnt liegenden Stämmen auf. Demgegenüber bevorzugen die im Untersuchungsgebiet häufigen räuberischen Dipteren *Medeterus obscurus* Zett. und *Erinna* spec. feuchtere Stellen, sie treten also häufiger an Stämmen auf, die im Schatten liegen.

2. DIPTERA

Erinnidae

Erinna spec.

Erinna-Larven wurden sehr häufig im feuchten, meist schon mulmigen Kambialraum der unteren Stammteile stehender Fichten und am ganzen Stamm liegender Bäume gefunden. Häufig konnten sie auch in den Gängen der im Holz fressenden Cerambyciden angetroffen werden.

Die von manchen Autoren bezweifelte räuberische Lebensweise wurde eindeutig von SCHIMITSCHEK (1953) und ADELI (1961) nachgewiesen, auch eigene Beobachtungen bestätigen das.

Erinna-Larven stellen der Brut der Borkenkäfer *Dryocoetes autographus* Rtzb., *Hylurgops palliatus* Gyll. und *glabratus* Zett. (siehe auch SCHIMITSCHEK 1953) nach; sehr häufig wurden auch die Larven von *Harpium inquisitor* L. und die im Holzkörper fressenden Cerambycidenlarven angegriffen.

Beim Fehlen von Borken- und Bockkäferlarven stellen gesellig lebende, rosarote, saprophage Dipterenlarven (*Cecidomyiidae*) die Hauptnahrung dar.

ADELI (1961), der eine ausführliche Beschreibung der Lebensweise gibt, konnte *Erinna atra* F. als Vertilger von *Pyrochroa*-Larven beobachten. Nach ESCHERICH (1942) ist im Urwald von Bialowieza die *Erinna*-Larve unter Rinde, wo „sie vom Raub der verschiedenen Käferlarven lebt, eine recht häufige Erscheinung“.

Dolichopodidae

Medeterus obscurus Zett.

Fast überall, wo Borkenkäfer vorkamen, konnte auch die Larve dieser Fliege gefunden werden, deren räuberische Lebensweise schon seit langem bekannt ist. Nach SEITNER (1924) gehören die *Medeterus*-Arten zu den wirksamsten Borkenkäferfeinden. Besonders häufig wurden die Larven bei



Abb. 25. Larve von *Medeterus obscurus* (etwa 10fach vergrößert)

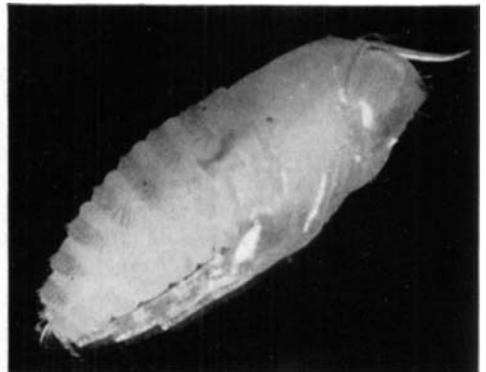


Abb. 26. Puppe von *Medeterus obscurus* (etwa 15fach vergrößert)

Dryocoetes autographus Rtzb., *Hylurgops palliatus* Gyll. und *glabratus* Zett. beobachtet, in geringerer Häufigkeit bei *Ips typographus* L., *amitinus* Eichh. und *Pityogenes chalcographus* L. Die *Medeterus*-Larven bevorzugen feuchtere Standorte, was auch durch frühere Untersuchungen nachgewiesen werden konnte (KLEIN 1963). Verzehrt werden neben den Larven auch die Imagines der verschiedensten Borkenkäferarten.

SCHIMITSCHEK (1931) traf *Medeterus excellens*-Larven beim gemeinsamen Aushöhlen von *Ips*-Imagines und KLEIN (1963) konnte die Larve einer nicht bestimmten Art beim Verzehren eines *Pityogenes chalcographus*-Jungkäfers beobachten.

Im Freiland und in den Zuchten verpuppten sich die Larven Anfang Juli, um nach kurzer Puppenruhe auszuschlüpfen. Die Verpuppung erfolgte meist in einem feinen, silbrigweißen Kokon, einzelne Puppen lagen jedoch auch frei im Kambialraum.

Syrphidae

SCHIMITSCHEK (1953) beschreibt eine der *Zelima*-Larve ähnliche Syrphidenlarve (Abb. 27), die er im Urwald Rotwald in der Kambialzone der Fichten in den Fraßbildern von *Dryocoetes autographus* Rtzb. und *Hylurgops glabratus* Zett. nur in schattig liegenden, nie in besonnten Stämmen gefunden hatte. SCHIMITSCHEK gibt eine eingehende Beschreibung der Larve und ihres Fraßes in der Kambialzone der Fichten.

Diese Larve wurde im Verlauf des Sommers auch am Bruchberg vereinzelt in Fichten angetroffen, deren ausgesprochen nasser Kambialraum sich im 1. oder 2. Stadium der Zersetzung befand. Niemals konnte die Larve in besonnten Stämmen beobachtet werden. Die Fichten waren von den Borkenkäfern *Dryocoetes autographus* Rtzb., *Hylurgops glabratus* Zett., *Hylurgops palliatus* Gyll., vereinzelt von *Hylastes cunicularius* Er. und stets von *Hylecoetus dermestoides* L. befallen.

Im Herbst fand sich an einer stehend abgestorbenen Fichte im licht geschlossenen Bestand eine große Anzahl dieser Larven. Die Rinde und der Kambialraum waren stellenweise ausgesprochen schmierig und strömten einen säuerlichen Geruch aus, der auf eine bestimmte Gärung des Kambialsaftes schließen ließ (mit dem Wulff-Lautenschläger-Folienkolorimeter gemessener pH-Wert 4,2). Zum Teil fanden sich die Larven unter Rindenschuppen, zum Teil in Gängen, die nur auf die Rinde beschränkt blieben. In diesen Höhlungen steckend, fressen sie unregelmäßig begrenzte Löcher in die Bastschicht, gelegentlich wird aber auch die Splintoberfläche geschürft (Abb. 28). SCHIMITSCHEK beobachtete einzelne Larven, die sich bis über die Körperhälfte in den Splint eingebohrt hatten.

In Gesellschaft von Syrphidenlarven wurden die wohl von dem Geruch des gärenden Kambialsaftes angelockten Imagines von *Epuraea angustula* Strm., *Epuraea pygmaea* Gyll., *Rhizophagus dispar* Payk. und *Rhizophagus ferrugineus* Payk. angetroffen.

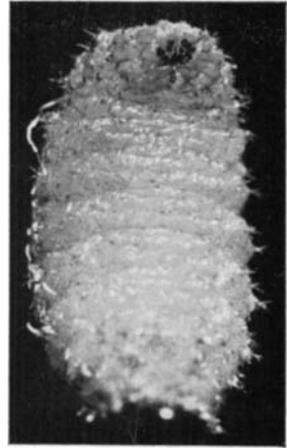


Abb. 27. Ventralansicht der Kambialsyrphidenlarve (etwa 7fach vergrößert)

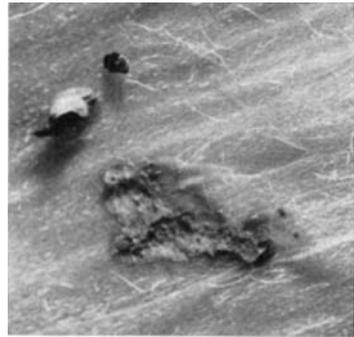


Abb. 28. Fraßspuren der Kambialsyrphide auf der Splintoberfläche (schwach vergrößert)

3. HYMENOPTERA

Formicidae

Camponotus herculeanus L.

In den Hanglagen des Untersuchungsgebietes wurden einige Nester in noch lebenden Fichten festgestellt. Überaus häufig wurden junge Weibchen in selbstgenagten Höhlungen bes. im rotbraunzersetzen Lagerholz angetroffen. Die Mehrzahl der Brutkammern befand sich an der Oberseite der

Stämme, oft nur wenig unter der Holzoberfläche. Im September waren bei einigen Weibchen zu kleinen Klumpen zusammengeballte Junglarven zu beobachten. Ältere Brut oder gar Kolonien dieser Ameise fehlten völlig im Lagerholz des Untersuchungsgebietes. Nach kürzerer oder längerer Zeit gingen alle beobachteten Weibchen und ihre Brut ein. Die überaus hohe Sterblichkeit dürfte durch die ungünstigen klimatischen Bedingungen bewirkt werden.

Auf die mögliche Vernichtung dieser neugegründeten Kolonien durch die Larven des Schnellkäfers *Elater aethiops* L. wurde bereits hingewiesen.



Abb. 29. Abgestorbene, stark zersetzte *Paururus juvencus*-Imago (schwach verkleinert)

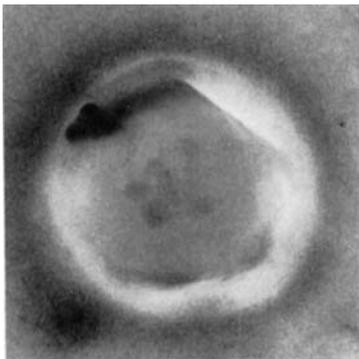


Abb. 30. Polyeder aus *Paururus juvencus* L., Vergrößerung 16 000 : 1, Präparation Frau Prof. Dr. E. JAHN (Aufnahme: Labor für Elektronenmikroskopie der Universität Innsbruck, Dozent Dr. KLIMA)

Siricidae

Paururus juvencus L.

In stehend abgestorbenen Fichten, niemals in Lagerholz, konnte ein zerstreuter Holzwespenbefall festgestellt werden, der sich auf das erste und zweite Stadium der trockeneren Holzzersetzung beschränkte. Aber nicht alle für den Befall geeignet erscheinende Fichten waren befallen. Eingehendere Freilanduntersuchungen wurden an einem abgestorbenen, bereits stellenweise rindenfreien Fichtenstamm am Nordrand des Sterbehorstes in Abt. 21 angestellt. Mitte Juli 1963 wurden im Holz zahlreiche Larven der Holzwespe *Paururus juvencus* L. und des Parasiten *Rhyssa persuasoria* L. gefunden, ebenso einige tote Nymphen und zahlreiche abgestorbene, mehr oder weniger stark ausgefärbte *Paururus juvencus* L.-Imagines, deren Körper sehr schlaff und teilweise bräunlich verfärbt war. Bei noch nicht ausgefärbten Tieren war das Abdomen fast einheitlich ockergelb, bei bereits ausgefärbten beschränkte sich die Verbraunung auf die Intersegmentalmembranen. Der Körperinhalt der abgestorbenen Tiere war mehr oder weniger stark verflüssigt. Nur wenige *Paururus*-Imagines blieben vor der Erkrankung verschont und verließen die Brutstätte.

In den Zentrifugaten der abgestorbenen Tiere konnte Frau Dozent Dr. JAHN, Innsbruck, der ich an dieser Stelle herzlich für die elektronenmikroskopische Untersuchung des Materials danke, neben wohl sekundären Bakterien mit deutlicher Membran eindeutig *Polyederkörper* finden (Abb. 30). Bei der Viruserkrankung handelt es sich vermutlich um eine *Mitteldarmpolyedrose*, was durch weitere Untersuchung noch geklärt werden soll. Virosen bei Holzwespen sind meines Wissens bisher noch nicht beobachtet worden.

Die Virose griff nicht auf die Nymphen und frisch geschlüpften Imagines des Parasiten *Rhyssa persuasoria* über.

Die Mortalität der Holzwespe ist, bedingt durch die Virose und die starke Parasitierung, sehr hoch. Fliegende oder mit der Eiablage beschäftigte Imagines konnten während der Beobachtungszeit nicht festgestellt werden.

e. Zusammenfassende Betrachtung der beobachteten Holzinsekten

Fast die Hälfte aller im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Coleopterenarten kann man wenigstens zeitweise oder vereinzelt unter der Rinde oder im Holzkörper abgestorbener Stämme finden. Im Kambialraum wurden 79, im Holzkörper 57 Arten nachgewiesen, darunter 30 Arten, die sowohl im Holz als auch im Kambialraum vorkamen. Die wenigsten dieser Käfer ernähren sich von der mehr oder weniger zersetzten Substanz des Baumes. Der größte Teil lebt entweder räuberisch von xylophagen Insekten oder auch von der im zersetzten Holz vorhandenen Pilzsubstanz. So ist es zu erklären, daß zahlreiche mycobionte Arten im Lagerholz angetroffen werden, so z. B. die Staphyliniden *Agaricophaena boleti* L. und *Atheta gagatina* Baudi.

Das Auftreten vieler Insektenarten ist an einen ganz bestimmten Zersetzungszustand der Bastschicht oder des Holzkörpers gebunden. In erster Linie gilt dies für die xylophagen Insekten und für die eng spezialisierten Räuber oder Parasiten (*Thanasimus formicarius* L., *Medeterus obscurus*, *Rhopetrocerus* spec. u. a.), weniger für nicht so eng spezialisierte Arten, wie Detritusfresser, Pilzfresser, polyphage Räuber und solche Insekten, die das Holz nur als Versteck benutzen.

Im Gegensatz zu den zahlreichen räuberischen Coleopterenarten und den sehr häufigen entomophagen Dipteren (*Erinna* spec., *Medeterus obscurus* Zett.) waren parasitische Hymenopteren im Untersuchungsgebiet verhältnismäßig selten. Nur an den in mehr oder weniger besonnten Stämmen lebenden Insekten wurden in meist geringer Anzahl Parasiten angetroffen. Ausgesprochen selten waren ektoparasitische Chalcidier (*Rhopetrocerus* spec.) bei den rindenbrütenden Ipiden. Vereinzelt wurde die Ichneumonide *Ephialtes mesocentrus* Jav. und eine nicht näher bestimmte Braconide aus *Tetropium* gezüchtet. Die in kleinklimatisch bevorzugten Stämmen vorkommende Holzwespe *Paururus juvencus* L. wurde durch die Ichneumonide *Rhyssa persuasoria* L. stärker parasitiert.

Nach SCHIMITSCHEK (1954) sind die Schlupfwespen gegen feuchtkühle Standortsverhältnisse empfindlich. Sie zeigen daher in den Fichtenbeständen des Bruchberges eine hohe Mortalität und ihr Auftreten beschränkt sich auf kleinklimatisch begünstigte Standorte.

Wie bereits SCHIMITSCHEK (1954) ausführte, besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem Grad der ernährungsphysiologischen Spezialisierung der xylophagen Insekten und den Befallsfolgen des Holzes. Eine ganz besondere Bedeutung kommt hierbei der Symbiose der Insekten mit Mikroorganismen zu.

Die ersten Besiedler des frischen Holzes, *Xyloterus lineatus* Ol. und *Hylecoetus dermestoides* L., sind Pilzzüchter, die den ihnen zur Nahrung dienenden Ambrosiapilz an den Wandungen ihrer Gänge züchten. Das Bohrmehl wird ausgeworfen, ohne daß es vorher den Darm der Insekten passiert hat. Die Larve der ebenfalls sehr früh das Holz befallenden Holzwespe *Paururus juvencus* L. frißt das mit den Mycelien der symbiontischen Pilze durchsetzte Holz und stopft es mit einem eigenartig geformten Stopfapparat

hinter sich in den Gängen zusammen. In dem gestopften Bohrmehl wächst der Pilz weiter, wodurch sich auch das nicht selten beobachtete „Zurückfressen“ der Larve erklären läßt. Nach BUCHNER beschränkt sich die Symbiose der Siriciden nicht auf eine Pilzart; CARTWRIGHT (aus BUCHNER) konnte aus *Sirex gigas* den Pilz *Stereum sanguinolentum* züchten, dessen Fruchtkörper im Untersuchungsgebiet an *Paururus* befallenen Fichten gefunden wurde.

Alle im Lagerholz festgestellten Cerambycidenlarven, deren Bestimmung bisher noch nicht mit Sicherheit möglich war, haben eine Endosymbiose mit Mikroorganismen (Hefepilze), die sich in für die einzelnen Arten charakteristischen Mycetomen, das sind Ausstülpungen des Mitteldarmes, befinden. Die Kultur der Hefepilze mancher Arten gelang bereits in den verschiedensten Nährsubstraten (BUCHNER, SCHIMITSCHEK).

Die im Untersuchungsgebiet gefundenen, nicht zur Imago gezüchteten Cerambycidenlarven zeigten bei der anatomischen Untersuchung verschieden geformte Mycetome.

Bei einem Larventyp lag ein breiter Gürtel traubenförmiger Ausstülpungen kurz hinter dem Anfang des Mitteldarmes und entspricht im Aussehen ganz der von BUCHNER (1953, S. 129) gegebenen Abbildung der Mycetome von *Oxymirus (Toxotus) cursor* L. Da auch eine Imago dieser Art auf der Bodenoberfläche laufend angetroffen wurde, kann angenommen werden, daß es sich um diese Art handelt.

Bei einem anderen Larventyp umzieht ein Kranz von 16 flachen, etwa 0,5 mm langen, wenig gegliederten Ausstülpungen den Mitteldarm in einem zur Längsachse schräg gestellten Ring, der dorsal kopfwärts, ventral näher zum Analende geneigt ist. Die untersuchten Larven dieses Typus wurden im Oktober gesammelt. Eine Aussage über die Artzugehörigkeit (die Zugehörigkeit zum Tribus der *Lepturini* ist auf Grund morphologischer Merkmale gesichert) kann noch nicht gemacht werden, wenn auch eine gewisse Ähnlichkeit mit den Mycetomen von *Harpium inquisitor* vorliegt. (Nach BUCHNER besitzt *Harpium inquisitor* im Winter 10 oder mehr kleine, weit voneinander getrennte, symbiontenbewohnte Darmausstülpungen, die sich im Sommer stark vergrößern.)

Die in stärker zersetztem Holz lebenden *Tipulidenlarven* zeigen, ähnlich den im Untersuchungsgebiet niemals gefundenen lagerholzbewohnenden Lamellicorniern, gewaltige Ausstülpungen des Enddarmes, die sogenannten Gärkammern, in denen Holzpartikel mit Hilfe von Bakterien aufgeschlossen werden.

Wie bereits aus den Aufstellungen der Insekten des Kambialraumes und des Holzkörpers zu ersehen ist, können verschiedene Befallsfolgen entsprechend den Zersetzungsstadien des Holzes bzw. der Bastschicht unterschieden werden, die sich zum Teil aus wenig spezialisierten und zum Teil aus hochspezialisierten Insekten zusammensetzen. Diese hochspezialisierten Arten, mitunter auch Artenkombinationen, können als Charaktertiere für bestimmte Zersetzungsformen und -phasen der abgestorbenen Fichten im Untersuchungsgebiet angesehen werden.

Charaktertiere des Kambialraumes

1. Zersetzungsstadium:
 - a. Stehendes Holz oder besonntes Lagerholz: Zum Primärbefall neigende *Ipiden*, *Tetropium*-Arten;
 - b. Beschattete Stammfüße oder Lagerholz: Sekundäre *Ipiden* (*Hylurgops*-Arten, *Dryocoetes autographus*, *Syrphiden*).
2. Zersetzungsstadium: Noch vorhandene Tiere der ersten Befallsfolge (sowohl trockener wie auch feuchterer Zustand möglich), dazu eine große Zahl anderer Arten, so auch schon *Harpium inquisitor*. (Im Untersuchungsgebiet war die zweite Befallsfolge des Kambialraumes die artenreichste.)

3. Zersetzungsstadium: Die Tiere der ersten Befallsfolge fast ausnahmslos verschwunden, charakteristisch das Auftreten von *Harpium inquisitor* und der ersten Elateridenlarven (*Corymbites affinis* im nassen Kambialraum). Im trockenen 3. Zersetzungsstadium charakteristisch: *Thymalus limbatus*.
4. Zersetzungsstadium: Zunahme der „Raumbenutzer“ und Moderfresser, charakteristisch *Corymbites affinis* an nicht zu trockenen Stellen. *Harpium inquisitor* bereits verschwunden.

Charaktertiere des zerfallenden Holzes

A. „Trockene“ Zersetzung

1. Zersetzungsstadium: *Tetropium*-Arten, *Xyloterus lineatus*, *Paururus juvenecus*. Beginn des *Eremotes ater*-Befalles.
2. Zersetzungsstadium: *Eremotes ater*.
3. Zersetzungsstadium: *Eremotes ater*, dazu als Begleiter in größerer Anzahl als im 2. Stadium *Hallomenus binotatus* und *Anaspis rufilabris*.

B. Nasse Zersetzung

1. Zersetzungsstadium: *Xyloterus lineatus*, *Hylecoetus dermestoides*, *Tetropium*-Arten.
2. Zersetzungsstadium: Vereinzelt noch *Xyloterus* und *Hylecoetus*, *Cerambycidenlarven* im Holzkörper.
3. Zersetzungsstadium: Vereinzelt *Elater aethiops*, *Cerambycidenlarven*, erste *Carabidenarten*.
4. Zersetzungsstadium: *Elater aethiops* L. und andere *Elateriden*, zahlreiche *Carabiden*, *Staphyliniden* und andere Coleopteren. (Artenreichste Befallsfolge des Lagerholzes.)
5. Zersetzungsstadium: *Carabiden*, *Staphyliniden*, *Tipuliden*, mehr den Moder bevorzugende *Elateridenlarven* (*Corymbites affinis*).

Es mag auffällig erscheinen, daß die größte Zahl der *Carabiden* und auch *Staphyliniden*, die zum Teil Tiere der Bodenoberfläche sind, im 4. Zersetzungsstadium des Lagerholzes, als der Baum noch seine Gestalt hatte, gefunden wurden und nicht in dem schon stärker in den Boden übergehenden schwarzbraunen Holzmoder. Man darf die Erklärung hierfür nicht in den besseren Ernährungsverhältnissen suchen, sondern in den besonderen klein-klimatischen Gegebenheiten des Lagerholzes. In diesem Zersetzungsstadium bieten einerseits zahlreiche Hohlräume im Holz den Käfern gute Versteckmöglichkeiten, andererseits wird das Lagerholz stärker erwärmt als der schon fast zur Bodensubstanz gehörende Holzmoder. Es entsteht so ein wärmeres Eigenklima gegenüber den obersten Bodenschichten und dem klimatisch wohl schon dazuzurechnenden Holzmoder.

7. Pilzkäfer

Bodenpilze waren im Untersuchungsgebiet nur durch wenige Arten vertreten, unter denen die häufigste, *Russula badia*, den ganzen Sommer über bis in den Herbst hinein gefunden wurde. An allen untersuchten Bodenpilzen wurden keine Käfer festgestellt, lediglich einige Nacktschnecken, Dipterenlarven und Collembolen, die zwischen den Lamellen an der Unterseite des Pilzfruchtkörpers saßen.

Sehr viel häufiger und auffälliger waren verschiedene Holzpilze. Pilze mit lederartig zähen oder krustenförmigen Fruchtkörpern traten vorwiegend an verhältnismäßig trockenen, oft direkt besonnten Stämmen auf. Sie wurden vereinzelt von *Cisiden*-Larven und Lepidopterenraupen besiedelt, deren

Zucht nicht zu Ende geführt werden konnte. Zu diesen Trockenpilzen gehören *Stereum sanguinolentum* (Alb. et Schw. ex Fr.) Fr., der von KNOPF (1963) als Erreger der Rotstreifigkeit des Fichtenholzes erkannt wurde, *Lenzites saepiaria* Wulf. ex Fr., ein Weißfäulepilz, dessen Fruchtkörper vorzüglich an liegendem, besonntem Holz aber auch nach Rückeschäden im Wirtschaftswald an den entrindeten Wurzelanläufen der noch lebenden Fichten auftrat, daneben *Polyporus odoratus* (Wulf. ex Fr.) Singer, der gelegentlich an stehendem und liegendem Holz gefunden wurde, und der Rotfäuleerreger *Fomes annosus* Fr., dessen Fruchtkörper aber nicht mit völliger Sicherheit bestimmt werden konnte. Ein reges Käferleben war lediglich in den Fruchtkörpern der Holzpilze *Polyporus marginatus* Fr. und *Polyporus stipticus* Quel. zu beobachten.

Entsprechend den völlig voneinander abweichenden ökologischen Bedingungen treten an beiden Pilzen völlig verschiedene Arten auf.

Polyporus marginatus Fr. gehört zu den sogenannten Hartpilzen, deren oft massige, zähe Fruchtkörper eine lange Lebensdauer haben, oft in jedem Jahr neue Hymeniumsichten anlegen und nach dem Absterben meist nur langsam zerfallen. Fruchtkörper von *Polyporus marginatus* wurden vorwiegend an stehenden toten Stämmen in einer Höhe von mehr als 1 m über der Bodenoberfläche gefunden. Die Feuchtigkeitsverhältnisse in den Pilzfruchtkörpern können erheblichen Schwankungen unterliegen. Im Gegensatz zu den Weichpilzen unterliegen die abgestorbenen Fruchtkörper nicht einer raschen Fäulnis, sondern einer allmählichen, manchmal feuchten, manchmal trockenen Korrosion. In diesen Fruchtkörpern können sich langlebige, wenig hygrophile und träge Käferarten entwickeln, so die beiden Cisiden *Cis dentatus* Mell., der auch in verpilztem Holz auftritt, und der nach SCHEERPELTZ für *P. marginatus* bezeichnende *Cis nitidus* v. *glabratus* (= *Cis jaquemarti* v. *glabratus* Mell.), der in großer Zahl in feuchten und trockenen, mehr oder weniger stark zerfallenden, nie aber in frischen Fruchtkörpern gefunden wurde.

An frischen *Polyporus*-Fruchtkörpern oder wenigstens frischen Porenschichten konnten die Staphyliniden *Leptusa pulchella* Mannh. (= *angustata* Aubé), *Phyllodrepa ioptera* Steph., *Phyllodrepa linearis* Zett. und *Agaricophaena boleti* L., die schon durch ihr besonderes Klammervermögen an der Unterlage auffällt, gefangen werden. Nach SCHEERPELTZ (1948) ist mit Sicherheit anzunehmen, daß *Polyporus marginatus* der Brutpilz von *Agaricophaena boleti* L. ist.

Vereinzelt war auch *Rhizophagus dispar* Payk. an den Fruchtkörpern anzutreffen. Mit Ausnahme von *Cis nitidus* v. *glabratus* Mell. wurden alle diese Käfer auch unter der Rinde und im Holz abgestorbener Bäume gefunden.

Eine völlig andere Käfergesellschaft lebt in den faulenden Fruchtkörpern des *Polyporus stipticus*. Die Fruchtkörper dieses Pilzes finden sich nur an den unteren Stammteilen stehender, toter Fichten und sind im Gegensatz zu denen des *Polyporus marginatus* sehr weich und feucht. Sie gehen sehr schnell in Fäulnis über, weichen auf und zerfließen unter starker Geruchsentwicklung. SCHEERPELTZ (1948) nimmt an, daß beim Abbau hauptsächlich Bakterien beteiligt sind. Die zerfließende Pilzsubstanz dringt in das faulige Holz ein und tropft auch auf die obersten Bodenschichten unter den Fruchtkörpern. In diesem, mit flüssiger, fauliger Pilzsubstanz getränkten Boden konnten die meisten der in dem Pilz lebenden Käfer gefunden werden. Die Käfer in

Polyporus stipticus zeichnen sich durch hohe Beweglichkeit aus und können nach völliger Zersetzung des Pilzes rasch einen anderen zusagenden Pilzfruchtkörper aufsuchen.

Nach der Ernährungsweise können die Käfer in Substratfresser, also Fresser der Pilzsubstanz, und Räuber, die sich hauptsächlich von den Larven der Pilzmücken ernähren, eingeteilt werden.

Als Substratfresser (nach SCHEERPELTZ 1948) können gelten: *Proteinus ovalis* Steph., *Omalius rivulare* Payk., *Leptusa ruficollis* Er., *Atheta subtilis* Scriba., *Atheta crassicornis* F., *Atheta fulvipennis* Muls. Rey., *Atheta atramentaria* Gyll., *Atheta picipennis* Mannh., *Lathridius nodifer* Westw. (*Lathridiidae*); als Räuber *Bolitobius lunulatus* L. (*Staphylinidae*) und *Rhizophagus dispar* Payk. (*Rhizophagidae*).

Über die Ernährung der Staphyliniden *Oxypoda alternans* Grav. und *Oxypoda annularis* Mannh. konnten keine Angaben in der Literatur gefunden werden.

Manche dieser Arten wurden auch unter der Rinde und im Holzkörper abgestorbener Fichten aufgefunden, zeichnet sich doch die Käfergesellschaft der absterbenden Bäume überhaupt durch eine große Zahl pilzfressender Arten aus. Die in der Literatur häufig vorkommende Angabe „unter faulenden pflanzlichen und tierischen Abfallstoffen lebend“ schließt eine Ernährung von Pilzmycelien durchaus ein. Eine Art, *Atheta atramentaria* Gyllh., wurde z. B. häufig in Rotwildlosung beobachtet, und *Lathridius nodifer* Westw. findet sich überall, wo Schimmelpilze gedeihen. Der ausgesprochene Pilzkäfer *Sipalia circellaris* Grav. wurde im Untersuchungsgebiet nie in Pilzen, wohl aber in zerfallendem Holz und in Moder gefunden.

In stark zersetztem, rotfaulem Fichtenholz (4. Zersetzungsstadium) befanden sich gelegentlich gallertige, klumpige und undeutlich gegliederte Pilzfruchtkörper (wohl Tremellaceen = Gallertpilze), an denen zahlreiche *Liodidae*, meist *Anisotoma castanea* Hbst., weniger *Agathidium mandibulare* Strm., fraßen. Beide Arten wurden, ebenso wie *Agathidium seminulum* L., auch in stark zersetztem Fichtenholz ohne Pilzfruchtkörper, *Agathidium mandibulare* Strm. auch im Kambialraum abgestorbener Fichten gefunden.

D. Die Insekten des Bruchberges in faunistisch-ökologischer Sicht unter besonderer Berücksichtigung boreomontaner Arten

Der montane Charakter des Untersuchungsgebietes und das Zusammentreffen von Moor und Fichtenwald, der in weiten Teilen der Bewirtschaftung entzogen ist, lassen eine montan getönte Insektenfauna mit charakteristischen Moor- und Waldformen erwarten.

Das zeitliche und räumliche Nebeneinander beider Vegetationsformen läßt eine scharfe Trennung der Waldfauna und Moorfauna nicht immer zu. Auch bei Formen, die ausschließlich oder fast ausschließlich nur in einem Biotop gefangen wurden, müssen die eigenen Beobachtungen durch die Aussagen anderer Autoren gestützt werden, denn manche Arten zeigen in anderen Gebieten ein abweichendes Verhalten. So tritt der im Untersuchungsgebiet fast nur im Hochmoor gefangene Carabide *Pterostichus nigrita* L. anderenorts vorzüglich in Wäldern auf, auch der in seinem ökologischen Verhalten ähnliche *Pterostichus diligens* Strm., der von einigen Autoren als tyrphophil bezeichnet wurde, bevorzugt allgemein feuchte Stellen. Umge-

kehrt wurde der im Untersuchungsgebiet des Harzes an den Fichtenwald gebundene boreomontane Rüsselkäfer *Otiorrhynchus dubius* Strm. von HOLDHAUS (1955) in den Alpen hauptsächlich an Kräutern oberhalb der Waldgrenze gefunden. Boreomontane und boreale Arten sind in Mitteleuropa in ihrem Auftreten oft auf Hochmoore beschränkt, wie beispielsweise das boreale *Agonum ericeti* Panz.

Die Unterscheidung zwischen Wald- und Moortieren ist am deutlichsten bei Käfern der Bodenoberfläche, besonders bei den Carabiden, weniger ausgeprägt bei denen der Kraut- und Strauchschicht. Unter den Bewohnern abgestorbener Bäume finden sich Arten, deren Auftreten auf den geschlossenen Fichtenwald beschränkt bleibt, häufiger aber solche, die auch abgestorbene Bäume im Hochmoor angehen. Dies beruht auf der allgemein besseren Beweglichkeit von Tieren, die in Habitaten ohne Eigenregelung leben, also Arten, die durch die Lebensäußerungen mit dazu beitragen, ihre Lebensstätte zu zerstören oder die als Räuber von Pflanzenfressern solcher Habitats leben. In stärkerem Maße als für die Tiere des nur langsam zerfallenden Holzes gilt dies für die Bewohner nur kurze Zeit bestehender Habitats, für Pilztiere und Aasfresser. Während diese Arten meist fliegend eine neue Lebensstätte aufsuchen und dabei oft große Entfernungen zurücklegen, fehlt den charakteristischen Käfern der Bodenoberfläche, den *Carabus*-Arten und *Otiorrhynchus dubius*, jegliches Flugvermögen. Obwohl gerade die Carabiden in ihrem engeren Lebensraum zum Erwerb der Nahrung eine große Aktivität entfalten, konnten ausgesprochene Wanderungen zu entfernteren Biotopen meines Wissens bisher noch nicht beobachtet werden. Sie sind meist Angehörige einer in dynamischem Gleichgewicht befindlichen Lebensgemeinschaft in einem Biotop, der keinen oder nur sehr allmählichen Wandlungen unterworfen ist. Die wegen ihrer Flugunfähigkeit bisweilen isolierten Populationen der *Carabus*-Arten neigen zur Rassenbildung, wofür als Beispiel der von MANDL (1963) neu beschriebene und als Glazialrelikt bezeichnete *C. silvestris blumenthalianus* des Bruchbergmoores angeführt werden soll.

Folgende als Moortiere in Mitteleuropa bekannte Coleopteren konnten an den Moorstandorten des Untersuchungsgebietes gefangen werden:

Patrobis assimilis Chaud., *Tetraplatypus similis* Dej. (nach PEUS 1932 als allgemein acidophile Art auch in den angrenzenden, auf armen Quarzsanden stockenden Vacciniumheiden), *Agonum ericeti* Panz., *Hydroporus melanocephalus* Gyll., *Hydroporus obscurus* Thoms., *Hydroporus tristis* Payk., *Hydroporus longicornis* Shrp., *Ilybius aenescens* Strm., *Lathrobium brunnipes* F., *Euasthetus laeviusculus* Mannh., *Quedius picipennis* Payk., *Philonthus nigrita* Grav. und *Cyphon variabilis* Thun.

Eine deutliche Bevorzugung der Hochmoorstandorte zeigten, ohne ausgesprochene Moortiere zu sein, *Pterostichus nigrita* L., *Pterostichus diligens* Strm. und die Zikaden *Philaenus spumarius* L. und *Neophilaenus lineatus* L.

Ausgesprochene Waldtiere im Untersuchungsgebiet sind: *Carabus silvestris* Panz., *Carabus auronitens* F., *Pterostichus oblongopunctatus* F., *Quedius laevigatus* Gyll., *Leptusa pulchella* Mannh., *Atheta tibialis* Heer, *Oxyptoda vittata* Maerk., *Oxyptoda annularis* Mannh., *Otiorrhynchus dubius* Strm., die Zikade *Erythroneura manderstjernia* Kirschb., daneben zahlreiche xylophage Insekten und eng spezialisierte Parasiten, die nicht im einzelnen aufgeführt werden sollen.

Bei einer Aufschlüsselung der Arten nach ihrer Ernährung fallen das Fehlen minierender Arten und die Seltenheit blattfressender Insekten auf, die

Mehrzahl der nachgewiesenen Arten ernährt sich räuberisch (*Carabidae*, *Staphylinidae* teilweise, manche *Elateridae*, *Cantharidae*, *Nitidulidae*, *Rhizophagidae* usw.) oder von verpilzter und sich zersetzender organischer Substanz (Detritusfresser), so zahlreiche Staphyliniden (Atheten usw.), coprophage Scarabaeiden, necrophage Sylphiden, Lathridiiden usw. Eine ernährungsphysiologische Sonderstellung nehmen xylophage Insekten ein, die oft in komplizierter Symbiose mit Mikroorganismen stehen. Es ist auffällig, daß entomophage Parasiten gegenüber räuberischen Insekten in den Hintergrund treten.

Montane Arten sind Tiere, die in den mittleren und höheren Lagen der Gebirge vorkommen, in niedrigeren Lagen aber fehlen. Eine Sonderform stellen boreomontane Arten dar, auf die weiter unter noch eingegangen werden soll.

Leider wird der Begriff „montan“ von vielen Entomologen sehr verwässert, d. h. es werden Arten, die bereits in der kollinen Stufe, in Höhen von 300 bis 400 m und darunter vorkommen, wie z. B. *Carabus auronitens*, als montan bezeichnet. Dieser freizügige Gebrauch des Begriffes „montan“ ist völlig unberechtigt, wenn auch der Schwerpunkt der Verbreitung solcher Arten in gebirgigen Gegenden liegt.

Es ist auch in der Entomologie notwendig, eine strenge Revision aller geographisch-faunistischen Begriffe vorzunehmen, wie es auch unbedingt erforderlich ist, bei Angaben des Fundortes die ökologischen Umweltbedingungen mit anzuführen. Es muß jedoch beachtet werden, daß die Höhenstufen der verschiedenen Gebirge in ökologischer Hinsicht gegeneinander verschoben sind. So liegen die entsprechenden Höhenstufen des in die norddeutsche Ebene vorgeschobenen Harzes tiefer als in den übrigen deutschen Mittelgebirgen oder gar in den Alpen.

Montane Arten im Untersuchungsgebiet

(Nach einer Revision des Begriffes „montan“ würden einige Arten wegfallen.)

Carabus auronitens F., *Carabus silvestris* Panz., *Leistus piceus* Fröl., *Hydroporus ferrugineus* Steph., *Phloeonomus monilicornis* Gyll., *Coryphium angusticolle* Steph., *Lesteva nivicola* Fauv., *Nudobius lentus* Grav., *Quedius picipennis* v. *molochinus* Grav., *Atheta hygrotopora* Kr., *Atheta tibialis* Heer., *Aleochara lanuginosa* Grav., *Cantharis quadripunctata* Müll., *Cantharis paludosa* Fall., *Podistra proluxa* Märk., *Elater aethiops* L., *Dascillus cervinus* L., *Aphodius ater* v. *convexus* Er.

Auf den montanen Charakter des Untersuchungsgebietes weist auch das für die subalpine Region charakteristische häufige Auftreten von Dipteren aus den Familien *Empididae* und *Asilidae* und der Arten *Scopeuma* spec. und *Mesembrina mystacea* L. hin (nach LINDNER 1949).

Ausgesprochen charakteristisch für die besonderen ökologischen Bedingungen des Untersuchungsgebietes sind die boreomontanen Insekten. (Von den verschiedenen Autoren werden die Begriffe *boreomontan* und *boreoalpin* gleichsinnig gebraucht – HOLDHAUS: boreoalpin, HORION: boreoalpin.)

HOLDHAUS (1955) versteht unter *boreoalpinen Arten* solche, die in *diskontinuierlicher Verbreitung im Norden von Europa und in den höheren Lagen der Gebirge Mitteleuropas (und teilweise Südeuropas) vorkommen, im Zwischengebiet aber vollständig fehlen.* Neben typisch boreoalpinen Arten gibt es auch solche, die im Norden und in den höheren Lagen der Gebirge Häufigkeitsmaxima erreichen, im Zwischengebiet aber gleichfalls, wenn auch sporadisch und selten (an besonderen Standorten, z. B. in Hochmooren) vorkommen. (Nach HORION boreo – disjunkt – montane Arten, z. B. *Oxytelus laqueatus* Mrsh. und *Pheletes aeneoniger* Deg.)

Die Entstehung des boreomontanen Verbreitungstypus geht bis in die Eiszeit zurück. Während der Vereisungen herrschte in den eisfreien Gebieten Mitteleuropas ein kühles Tundrenklima, das eine arktische Flora zuließ, in der wohl Sphagneten einen weiten Raum einnahmen (HARNISCH 1925). Entsprechend war auch die Tierwelt deutlich arktisch geprägt, wahrscheinlich dominierten die Bewohner der Sphagneten an Arten- und Individuenzahl. Nach dem Abzug des Eises wird die Tundrenvegetation nach und nach durch andere Vegetationsformen verdrängt. Die Tierwelt, die sowohl direkt von der Klimaänderung, als auch indirekt durch das Schwinden der ursprünglichen Biotope beeinflusst wird, zeigt nach HOLDHAUS (1955) drei verschiedene Reaktionen:

1. Absterben,
2. völliges Zurückweichen nach Nordeuropa und
3. Zurückweichen nach Nordeuropa und in die höheren Gebirge Mitteleuropas (boreomontan).

Tiere, die mehr durch das Schwinden ihrer ursprünglichen Biotope als durch die Klimaänderungen beeinflusst wurden, konnten sich als Relikte mitunter auch in der Ebene in Hochmooren halten, dies mag für das boreale *Agonum ericeti* Panz. gelten, das nach HORION (1941) ein Weiser für das glaziale und postglaziale Alter von westdeutschen Mooren ist, ebenso für *Patrobis assimilis* Chaud., der als boreomontane Art auch noch in den glacialen Randmoränensümpfen und Hochmooren der norddeutschen Ebene vorkommt, und für *Hydroporus melanocephalus* Gyll.

Überhaupt zeigen boreomontane und boreale Arten in Mitteleuropa oft eine strenge Bindung an Hochmoorstandorte (tyrphobiont). Diese Erscheinung läßt sich wahrscheinlich auf die Ursprünglichkeit der Sphagneten, auf das kühlere Eigenklima der Hochmoore und die herabgesetzte Vitalität später eingewanderter, konkurrierender Arten an diesen Standorten zurückführen.

Manche bereits während der Eiszeit in Mitteleuropa anzutreffende Insekten haben sich sicherlich den veränderten Umweltbedingungen angepaßt und konnten der Konkurrenz der aus den Refugien wieder zurückwandernden Arten standhalten.

Das Verlöschen der heute boreomontanen Arten im Zwischengebiet erfolgte nur allmählich und zu verschiedenen Zeiten, was an dem spezifischen ökologischen Verhalten der einzelnen Arten zu erkennen ist.

Im Untersuchungsgebiet am Bruchberg konnten folgende boreomontane Arten gefunden werden.

(Die Autoren, die den boreomontanen Charakter der einzelnen Arten feststellten, wurden bereits bei der Besprechung der einzelnen Arten angeführt.)

COLEOPTERA

Bembidion tibiale Dft., *Patrobis assimilis* Chaud., *Hydroporus longicornis* Shrp., *Phyllodrepa linearis* Zett., *Olophrum rotundicolle* Sahlb., *Oxytelus laqueatus* Mrsh. (Übergangsart), *Baptolinus pilicornis* Payk., *Pheletes aeneoniger* Deg. (Übergangsart), *Corymbites affinis* Payk., *Epuraea angustula* Strm., *Otiorrhynchus dubius* Strm., *Hylurgops glabratus* Zett.

HETEROPTERA

Acomporis alpinus Reutt.

LEPIDOPTERA

Larentia caesiata Lang., *Larentia flavicincta* Hb., (*Agrotis speciosa*, im Harz nachgewiesen, aber bei den Untersuchungen nicht gefunden).

Die Bindung der einzelnen Formen an ganz spezifische Standorte innerhalb des Untersuchungsgebietes weist darauf hin, daß das Vorkommen einzelner boreomontaner Arten im Zwischengebiet zu verschiedenen Zeiten erloschen ist.

So ist es bezeichnend, daß gerade die beiden extrem boreomontanen Formen, der Staphylinide *Olophrum rotundicolle* Sahlb. und der im Rahmen dieser Untersuchungen zum ersten Male mit Sicherheit in Mitteleuropa nachgewiesene Dytiscide *Hydroporus longicornis* Shrp., nicht im eigentlichen strahlungsbetonten Hochmoor vorkommen, sondern in dem leicht beschatteten, vermoorenden Sterbehorst im Fichtenwald, dessen Temperaturen ausgeglichener sind als die des Hochmoores. Es handelt sich um extrem stenöke Formen, die wahrscheinlich höheren Temperaturen der Bodenoberfläche bzw. des Wassers gegenüber empfindlich sind. Vielleicht ist auf diese angenommene Strahlungsempfindlichkeit das Fehlen beider Arten in den Alpen zurückzuführen. Demnach gehören beide zu den Arten, die im Zwischengebiet bereits sehr früh verschwunden sind.

Die waldgebundenen boreomontanen Arten im Untersuchungsgebiet weisen auf das hohe Alter der Fichtenwälder hin, deren erstes Maximum nach WILLUTZKI um 3100 v. Chr. lag. Erst zu dieser Zeit oder danach können diese Käferarten im Zwischengebiet ausgestorben sein (z. B. *Corymbites affinis* Payk., *Otiorrhynchus dubius* Ström.).

Auf das hohe Alter und die Kontinuität der Oberharzer Vermoorungen weisen auch die als Eiszeitrelikte anzusehenden *Agonum ericeti* Panz., *Carrabus silvestris blumenthalianus* Mandl (1963) und *Hydroporus melanocephalus* Gyll. hin. Was WILLUTZKI (1962) durch Pollenanalysen in den Mooren des „Ackers“ nachwies, kann durch Insektenfunde im Gebiet des Bruchberges ebenfalls bewiesen werden.

Die im Untersuchungsgebiet walddgebundenen boreomontanen Arten bestätigen das hohe Alter der Harzfichtenwälder in diesen Höhenlagen.

Es wäre durchaus zweckmäßig, bei der Klärung vegetationsgeschichtlicher Probleme neben den herkömmlichen Methoden auch das Vorkommen und die Verbreitung stenöker Formen, die als Relikte nur eine sehr beschränkte und sporadische Verbreitung haben, mit heranzuziehen.

Zusammenfassung

Die entomologischen Untersuchungen an Moorstandorten und in Fichtenwäldern am Bruchberg im Oberharz sollten dazu beitragen, unsere Kenntnisse der Insektenwelt des Harzes und ihres ökologischen Verhaltens zu erweitern. Ferner sollte untersucht werden, ob sich aus der Zusammensetzung der Insektenfauna Rückschlüsse auf die Vegetationsgeschichte des Oberharzes ziehen lassen.

1. Das Untersuchungsgebiet am Bruchberg gehört in den Höhenlagen von 800 bis 900 m klimatisch in die kühle Gebirgsregion. Die untersuchten Vegetationsformen sind „vermoorende“ Fichtenwälder, offene Hochmoore und Hangmoore (= Niedermoore). Die Entstehung der Moor-fichtenwälder kann zumeist auf das Wiedereinsetzen des Moorwachs-

- tums in ehemals entwässerten und aufgeforsteten Mooren zurückgeführt werden und seltener auf eine Versumpfung ursprünglicher Fichtenwälder auf Mineralböden.
2. Die oberen Bodenschichten in allen Vegetationsformen zeichnen sich durch hohe Wasserkapazität, niedrige Luftkapazität, hohen Anteil organischer Substanz am Trockengewicht und hohen Säuregrad aus (pH-Werte um 3,6).
 3. Zur Erfassung der klimatischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet und zur Ermittlung standörtlicher, kleinklimatischer Unterschiede wurden Messungen mit Thermohygrographen, Bodenextremthermometern und Piche-Evaporimetern vorgenommen. Die durchschnittliche Lufttemperatur des Fichtenwaldes ist höher als die des Hochmoores. Eine Mittelstellung nimmt der Sterbehorst ein. Das Niveau der Bodenextremtemperaturen liegt während der Vegetationsperiode im Hochmoor deutlich höher als im Fichtenwald, sinkt jedoch im Herbst deutlich darunter. Das stärker strahlungsbeeinflusste Standortsklima des Hochmoores zeigt gegenüber dem des Fichtenwaldes einen kühleren, kontinentalen Charakter mit höheren bzw. niedrigeren Extremen und geringerem Durchschnitt der Temperaturen. Im allgemeinen sind die relativen Luftfeuchten im Untersuchungsgebiet an allen Standorten hoch, an einem Sommertag konnten jedoch bemerkenswert hohe Verdunstungswerte in den Kammlagen des Bruchberges gemessen werden.
 4. Der Erfassung der Insektenwelt dienten verschiedene Fangmethoden, und es wurden Zuchten, besonders xylophager Insekten, angelegt. Vollständigkeit wurde insbesondere bei der Erfassung der Coleopteren, ferner bei Heteropteren und Homopteren angestrebt, andere Insektenordnungen konnten nur in ihren auffälligsten und wichtigsten Vertretern gestreift werden.
 5. Im Untersuchungsgebiet wurden 231 Käferarten aus 39 Familien gefunden. Mit 88 Arten und einigen Unterarten waren die Staphyliniden am stärksten vertreten, es folgen die Carabiden mit 21 Arten. Hinsichtlich der Ernährung überwiegen carnivore Arten (*Staphylinidae*, *Carabidae* u. a.), Detritus- und Mulmfresser. Lebende oder frisch abgestorbene Pflanzenteile fressende Arten (*Chrysomelidae*, *Curculionidae*, *Ipidae* u. a.) sind weniger häufig, übertreffen aber unter günstigen Bedingungen die carnivoren Coleopteren an Individuenzahl bei weitem.
 6. In Übersichtslisten wird die Verteilung der Arten auf die Straten bzw. Habitate dargestellt. Die wichtigsten und häufigsten Insekten der Bodenoberfläche, der Vegetation, der Kleingewässer, an Aas, Rotwildlosung und in Baumpilzen werden unter Berücksichtigung ihres ökologischen Verhaltens und ihrer Verbreitung besprochen.
 7. Eingehende Beachtung fanden die Insekten abgestorbener Fichten, dazu wurden die verschiedenen Zersetzungsformen und -stadien in enger Anlehnung an die von SCHIMITSCHEK 1953 und 1954 gegebene Einteilung gegliedert, und die im Holz oder Kambialraum gefundenen Insekten ihnen entsprechend zugeordnet. Im Kambialraum und im Holz abgestorbener Fichten konnten 106 Coleopterenarten festgestellt werden, im Kambialraum 79 Arten, im Holzkörper 57 Arten, darunter 30 Arten, die sowohl unter der Rinde als auch im Holz vorkamen. Nur die wenigsten der Lagerholzbewohner sind Holzfresser, meist handelt es sich um räuberische Arten, Detritusfresser, Mulmfresser oder um mycetophage

Insekten. Ein Teil sucht das zerfallende Holz oder den Kambialraum als Versteck oder Überwinterungsort auf. Unter den 12 an Fichte festgestellten Borkenkäferarten treten besonders die stärker sekundären Arten in den Vordergrund. Auffällige Rindentiere sind zwei Tetropiumarten (*Tetropium fuscum* F. und *castaneum* L.) sowie *Harpium inquisitor*.

Bei den Insekten des Holzes überwiegen mehrere nicht bestimmte Cerambycidenarten, *Hylecoetus dermestoides*, *Xyloterus lineatus*, *Paururus juvencus*, *Eremotes ater* und in einem späteren Zersetzungsstadium *Elater aethiops*. Gegenüber den räuberischen Insekten kommt den Parasiten der xylophagen Insekten nur eine untergeordnete Bedeutung zu. Entsprechend den verschiedenen Zersetzungsstadien können Holz- und Kambialinsekten in Befallsfolgen aufgeteilt werden, die sich jeweils meist durch eine oder mehrere charakteristische Arten oder Artenkombinationen auszeichnen.

8. Zur Lebensweise und zum ökologischen Verhalten von *Eremotes ater* L. konnten einige neue Angaben gemacht werden. Bei frischgeschlüpften Imagines der Holzwespe *Paururus juvencus* L. wurde eine meines Wissens noch nicht bekannte *Viruserkrankung* (wahrscheinlich *Mitteldarmpolyedrose*) festgestellt, die eine hohe Sterblichkeit der noch im Holz befindlichen Imagines bewirkte.
9. Zahlreiche Arten zeigen montanen Charakter, mehrere können als Eiszeitrelikte angesehen werden (z. B. *Agonum ericeti*, *Hydroporus melanocephalus*) und 13 Coleopterenarten, 1 Heteropterenart und 2 Lepidopterenarten haben *boreomontanen Verbreitungscharakter*, sind also Relikte der Eiszeit, die sich in Mittel- und Südeuropa nur in höheren Gebirgen erhalten haben.
10. *Hydroporus longicornis* Shp. wurde zum erstenmal als endemisch in Deutschland nachgewiesen. (Ein Exemplar mit zweifelhafter Fundortangabe bisher aus Deutschland bekannt.) Sein Vorkommen in Mitteleuropa war bisher überhaupt zweifelhaft. Entsprechend der geographischen Verbreitung und dem ökologischen Verhalten sehe ich diesen Käfer als *extrem boreomontan* an.
11. Das Vorkommen zahlreicher *Eiszeitrelikte*, darunter mehrere *boreomontane* Arten mit eng begrenzten ökologischen Ansprüchen, kann mit als Beweis dafür angesehen werden, daß sich im Oberharz seit der Eiszeit Moore erhalten haben, und daß die im Untersuchungsgebiet standörtlichen Vegetationsformen niemals durch menschliche Beeinflussung oder Naturkatastrophen völlig vernichtet wurden.

Literatur

- ADEL, E., 1961: Zur Kenntnis der Insektenwelt des Naturschutzgebietes bei der Sababurg. Dissertation Hann. Münden.
- BALOGH, J., 1958: Lebensgemeinschaften der Landtiere, Berlin.
- BAVENDAMM, W.: Erkennen, Nachweis und Kultur der holzverfärbenden und holzzeretzenden Pilze. In Handbuch der biol. Arbeitsmethoden Abt. XII, T. 2, H. 7, Berlin und Wien.
- BISCHOFF, H., 1927: Biologie der Hymenopteren, Berlin.
- BECKER, G., 1944: Zur Ökologie und Physiologie holzzerstörender Käfer. Z. ang. Ent. Bd. 30. Berlin.

- BLICKHARDT, F., 1914: Bedeutung der Histeriden im Kampf gegen Waldverderber. Z. ang. Ent. Bd. 1. Berlin.
- BÖVING, A., u. CRAIGHEAD, F., 1931: Larvae of Coleoptera. Brooklyn.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1951: Pflanzensoziologie. 2. Aufl. Wien.
- BRAUNS, A., 1954: Terricole Dipterenlarven. Göttingen.
- BRETSCHNEIDER: Chronik des Forstamtes Altenau.
- BUCHNER, P., 1953: Endosymbiose der Tiere mit pflanzlichen Mikroorganismen. Basel und Stuttgart.
- BURMEISTER, F., 1939: Biologie, Ökologie und Verbreitung der europäischen Käfer. Krefeld.
- CHAPUIS, F., u. CADEZE, F., 1853: Catalogue des Larves coléoptères. Mém. de la société royale des sciences de Liège.
- COAKER, T. H., u. WILLIAMS, D. A., 1963: The importance of some *Carabidae* and *Staphylinidae* as predators of the Cabbage Root Fly *Erioschia brassicae* (Bouché). Entomologica experimentalis et applicata. 6. Amsterdam.
- DEMPSTER, J. P., 1963: The natural prey of three species of *Anthocoris* (*Heteroptera*, *Anthocoridae*) living on Broom (*Sarothamnus scoparius* L.) Entomologica experimentalis et applicata. 6. Amsterdam.
- DENGLER, A., 1913: Die Wälder des Harzes einst und jetzt. Z. f. Forst. u. Jagd.
- ECKSTEIN, K., 1933: Die Schmetterlinge Deutschlands. Bd. V. Kleinschmetterlinge. Stuttgart.
- EIDMANN, H., 1929: Zur Biologie der Roßameise *Camponotus herculeanus* L. Z. ang. Ent. Berlin, Bd. 14.
- 1939: Successionen westafrikanischer Holzinsekten. 25. Beitrag zu den Ergebnissen der Westafrika-Expedition. Mtt. der Hermann-Göring-Akademie der Deutschen Forstwissenschaft. H. 2.
- 1941: Lehrbuch der Entomologie. Berlin.
- ELLENBERG, H., 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Bd. IV, Teil 2, Stuttgart.
- ESCHERICH, K., 1923, 1931, 1942: Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. 2, 3, 5. Berlin.
- FIRBAS, F., 1952: Waldgeschichte Mitteleuropas. 2. Bd. Jena.
- FLACHS, 1929: Experimentell biol. Studien an Drahtwürmern. Z. ang. Ent. Bd. 14, Berlin.
- FRIEDERICHS, K., 1930: Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie. 1. Bd., Berlin.
- FRÖHLICH, J., 1951: Urwaldpraxis, Radebeul und Berlin.
- GÄBLER, H., 1954: Dipterenlarven als Parasiten und Synöken des Buchdruckers *Ips typographus* L. Z. ang. Ent. Berlin/Hamburg. Bd. 35.
- GEIGER, R., 1961: Das Klima der bodennahen Luftschichten. Braunschweig.
- GREENSLADE, J. P., 1963: Daily rhythms of locomoter activity in some *Carabidae* Coleoptera. Entomologica experimentalis et applicata. 6. Amsterdam.
- GULDE, J., 1933–1956: Die Wanzen Mitteleuropas. Frankfurt.
- HARTMANN, F. K., 1959: Naturnahe Waldgesellschaften Deutschlands in regionaler und standörtlicher Anordnung. In Grundlagen der Forstwirtschaft. Hannover.
- HARTMANN, F. K., u. RÜHL, A., 1954 u. 1956: Unsere Waldblumen und Farngewächse. Heidelberg.
- HARNISCH, O., 1925: Studien zur Ökologie und Tiergeographie der Moore. Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. Geogr. u. Biol. der Tiere. Bd. 51. Jena.
- HENNING, W., 1948: Larvenformen der Dipteren. Berlin.
- HOFFMEISTER, J., u. SCHNELLE, F., 1945: Klimaatlas von Niedersachsen, Hannover und Göttingen.
- HOLDHAUS, K., 1955: Die Spuren der Eiszeit in der Tierwelt Europas. Abh. zool. bot. Gesellschaft Wien. Innsbruck.
- HORION, A., 1941–1963: Faunistik der mitteleurop. Käfer 1 bis 9. Krefeld u. München.
- HUECK, K., 1923: Die Vegetation und Oberflächengestaltung der Oberharzer Moore. Beitr. zur Naturdenkmalpflege. Bd. XII, 2. Berlin.
- Hydrographischer Dienst in Österreich, 1928: Temperaturmittel und Isothermen von Österreich. Wien.
- JAHN, E., 1958: Insektenviren. Leipzig.
- JAHN, H., 1948: Pilze rundum. Hamburg.
- JENSEN, U., 1961: Vegetation des Sonnenberger Moores im Oberharz und ihre ökol. Bedingungen. In Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen. 4.
- 1963: Ökol. Eichstufen in natürlicher oligotropher Moorvegetation u. ihre Zusammenfassung zu ökologischen Stufenkomplexen. Mitt. d. florist., soz. Arbeitsgemeinschaft. N. F. 9. Stolzenau.
- JUUTINEN, P., 1955: Zur Biologie und forstl. Bedeutung der Fichtenböcke (*Tetropium* Kirby) in Finnland. Acta entomologica Fennica. Helsinki.

- KÄÄRIK, A., und RENNERFELT: Investigations on the fungal flora of spruce and pine stumps. Meddelanden. Fran Stat. Skogsforskovingsinstitut. Bd. 47, 7.
- KLEIN, A., 1963: Untersuchungen über den Einfluß der belebten und unbelebten Umwelt auf die Mortalität der Borkenkäfer *I. typographus* und *P. chalcographus*. Diplomarbeit im Forstzool. Institut der Univ. Göttingen in Hann. Münden (unveröffentl.).
- KLAUSING, O., 1961: Wasserzustand und Wasserbilanz von Veget. und Boden an Standorten best. Pflanzengesellschaften des Mittelwesergebietes. In Angew. Pflanzensoziologie. Stolzenau.
- KNOPF, H., 1959: Vergleichende faunist. ökolog. Untersuchungen der auf der Bodenoberfläche auftretenden Coleopteren. Diplomarbeit im Forstzool. Institut d. Univ. Göttingen in Hann. Münden.
- 1963: Pilzbefall und Rotstreifigkeit an Fichtenholz. Dissertation. Hann. Münden.
- KUBIENA, W. L., 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart.
- KÜHNELT, W., 1950: Bodenbiologie. Wien.
- KUHNT, P., 1911: Bestimmungstabellen der Käfer Deutschlands. Stuttgart.
- LAATSCH, W., 1957: Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden. Dresden und Leipzig.
- LIESE, W., 1963: Neue Befunde über den Abbau des Holzes durch Pilze. Holzzentralblatt. Stuttgart, Bd. 88.
- LINDNER, E., 1949: Die Fliegen der paläarktischen Region. Stuttgart.
- MAHLER, TROSCHKE, LIESE, 1950: Handbuch der Holzkonservierung. Berlin, Göttingen, Heidelberg.
- MANDL, K., 1963: Eine neue *Carabus silvestris*-Form aus dem Harz – *C. silvestris blumenthalianus*. Ent. Blätter für Biol. u. Systematik der Käfer. Bd. 59, 2, Krefeld.
- MÜLLER, J., 1918: Bestimmungstabelle der *Bembidion*-Arten Mitteleuropas und der Mittelmeergebiete. Kol. Rundschau 7. Wien.
- 1922/23: Bestimmungstabelle der *Dyschirius*-Arten Europas. Kol. Rundschau 10. Wien.
- MELICHAR, L., 1896: *Cicadinae* von Mitteleuropa. Berlin.
- NIEMANN, G., 1960: Die Abhängigkeit der Massenvermehrung forstl. Schädlinge von standörtl. Verhältnissen. Dissertation Hann. Münden.
- PERRIS, E., 1877: Larves of Coléoptères. Paris.
- PEUS, F., 1932: Die Tierwelt der Moore. Berlin.
- PUTZ, V., 1963/64: Die Staphyliniden (Col.) des politischen Bezirkes Scheibbs (Niederösterreich). Nachrichtenblatt der Bayer. Entomologen, 12. u. 13. Jhg. München.
- RAPP, O., 1942: Die Fliegen Thüringens unter besonderer Berücksichtigung der faunistischen Geographie. Erfurt.
- Reichsamt für Wetterdienst, 1939: Klimakunde des Deutschen Reiches. Berlin.
- RESSL, F., 1963: Die Cicindelen und Caraben des polit. Bezirkes Scheibbs (Niederösterreich). Nachrichtenblatt der Bayer. Entomologen. München, 12. Jhg.
- RUTTNER, F., 1962: Grundriß der Limnologie. 3. Aufl. Berlin.
- REITTER, E., 1908–1916: Fauna Germanica, Käfer des Deutschen Reiches. Bd. I bis V.
- RUBNER, K., 1960: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. Radebeul und Berlin.
- SAALAS, U., 1951: Einiges über Charakterarten der Käferbestände an Fichten verschiedener Beschaffenheit. Z. ang. Ent. Bd. 32. Berlin und Hamburg.
- SEITNER, M., 1924: Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten von *Ips typographus* L. Zentralblatt f. d. gesamte Forstwesen.
- SCHEEPELTZ, O., und HÖFLER, K., 1948: Käfer und Pilze. Wien.
- SCHIMITSCHEK, E., 1929: *Tetropium gabrieli* und *Tetropium fuscum*. Z. ang. Ent. Bd. 16. Berlin.
- 1931: Forstentomologische Untersuchungen aus dem Gebiet von Lunz. Standortklima und Kleinklima in ihrer Beziehung zum Entwicklungsablauf und zur Mortalität von Insekten. Z. ang. Ent. Bd. 18. Berlin.
- 1932: Forstentomologische Untersuchungen aus dem Gebiet von Lunz. Der Nordhang, Bestand und Kahlfäche, Verhältnisse an versch. exponierten Bestandesrändern. Zentralblatt f. d. ges. Forstwesen, Bd. 58. Wien.
- 1931: Der achtzählige Lärchenborkenkäfer *Ips cembrae* Heer. Zur Kenntnis seiner Biologie und Ökologie sowie seiner Lebensweise. Z. ang. Ent. Bd. 18. Berlin.
- 1937: Einfluß der Umwelt auf die Wohndichte der Milben und Collembolen im Boden. Z. ang. Ent. Bd. 24. Berlin.
- 1938: M. Seitners Bearbeitung der Insektenschädlinge der Lärche in biozönotischer Darstellung. Z. ang. Ent. Bd. 25. Berlin.
- Kleine Beobachtungen über Insektenkrankheiten. Sydowia, Annales mycologici, Beiheft 1.
- 1940, 1941: Die Massenvermehrungen des *Ips sexdentatus* Börner. im Gebiet der orien-

- talischen Fichte. Beiträge zur Forstentomologie der Türkei. Z. ang. Ent. Bd. 26. Berlin, und Z. ang. Ent. Bd. 27.
- 1953 u. 1954: Forstentomologische Studien im Urwald. Rotwald. Z. ang. Ent. Bd. 34 u. 35. Berlin u. Hamburg.
- 1955: Die Bestimmung von Insektenschäden im Walde. Berlin und Hamburg.
- 1951: Über Krankheitsbegriff, Disposition und Vorbeugung im Forstschutz. Z. ang. Ent. Bd. 33. Berlin und Hamburg.
- 1961: Beschädigung des Rohholzes am Waldlager durch Insekten und deren Verhütung. Anz. Schädl.kunde, Bd. 34.
- 1963: Technische Schäden durch *Eremotes ater* und *Eremotes elongatus* an verbautelem Holz. Anz. Schädl.kunde, Bd. 36.
- SCHIMITSCHEK, E., und WIENKE, E., 1963: Untersuchungen über die Befallsbereitschaft von Baumarten für Sekundärschädlinge. Z. ang. Ent., Bd. 51, Berlin u. Hamburg.
- SCHMIEDEKNECHT, O., 1936: Die Hymenopteren Nord- und Mitteleuropas. Jena.
- SCHNEIDER, F., 1951: Einige physiologische Beziehungen zwischen Syrphidenlarven und ihren Parasiten. Z. ang. Ent., Bd. 33.
- SCHMEIL-FITTCHE, 1958: Die Flora von Deutschland. Heidelberg.
- SCHRECKENTHAL, G., 1929: Acidität von Waldböden. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen. Bd. 55, Wien.
- SCHRECKENTHAL-SCHIMITSCHEK, G., 1935: Die Bodenarten und ihre Eigenschaften an der vertikalen Verbreitungsgrenze der Holzarten in Gebieten der österr. Alpen. Beihefte zum Botanischen Zentralblatt, Bd. LII.
- SCHWERDTFEGGER, F., 1955: Pathogenese der Borkenkäferpedemie 1946–1950 in Nordwestdeutschland. Schriftenreihe der Forstl. Fakultät. Frankfurt.
- 1957: Die Waldkrankheiten. Hamburg/Berlin.
- SEITZ, A., 1915: Großschmetterlinge der Erde. 1. Abt., Bd. 4 u. 5, Stuttgart.
- STEINHAUS, E. A., 1936: Insect Pathology. New York und London, 2. Bd.
- STICHEL, W., 1958–1960: Illustr. Bestimmungstabellen der Wanzen. Berlin.
- STITZ, H., 1939: Hautflügl. o. *Hymenoptera* I Ameisen o. *Formicidae* in Dahl, F. Die Tierwelt Deutschlands. Jena.
- SPULER, A., 1910: Die Schmetterlinge Europas. II. Bd., Stuttgart.
- THALENHORST, W., 1958: Grundzüge der Populationsdynamik des Großen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus*. Schriftenreihe der Forstl. Fakultät. Frankfurt.
- THIENEMANN, A., 1956: Leben und Umwelt. Hamburg.
- TISCHLER, W., 1949: Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. Braunschweig.
- 1955: Synökologie der Landtiere. Stuttgart.
- VORREIHER, 1949: Holztechnol. Handbuch. Wien.
- WEBER, H., 1930: Die Biologie der Hemipteren. Berlin.
- WILLIAMS, C. B., 1961: Die Wanderflüge der Insekten. Berlin und Hamburg.
- WILLUTZKI, H., 1962: Zur Waldgeschichte sowie über Rekurrenzflächen im Oberharz. Leipzig.
- WODARZ, S., 1958: Insektenauftreten in Teilen Niedersachsens mit besonderer Berücksichtigung des Harzes in geschichtlicher Schau. Dipl. Arbeit im Forstzool. Institut Hann. Münden.
- WEYMAR, H., 1958: Buch der Moose. Radebeul und Berlin.
- 1956: Buch der Gräser. Radebeul und Berlin.
- WINKLER, A., 1924–1932: Catalogus Coleopterum regionis palaearcticae. Wien.
- ZWÖLFER, W., 1932: Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Z. ang. Ent., Bd. 19. Berlin.