

Vom Vorratsschädling zum Holzerstörer - Anpassung an einen speziellen Lebensraum

Pospischil, Reiner

Zusammenfassung

Holz ist als Nahrungsressource in vielen Regionen das ganze Jahr über in großen Mengen verfügbar. Außerdem bietet der Holzkörper einen guten Schutz vor Feinden und in begrenztem Maße auch vor klimatischen Einflüssen. Die Holzmatrix ist allerdings ärmer an leicht verwertbarer Nahrung, trockener und härter als grüne Pflanzenteile oder Samen. Hierdurch haben Holzverwerter eine verlängerte Entwicklungsdauer trotz spezieller Anpassungen des Verdauungstraktes an diese Nahrung. Holz wird von Vertretern verschiedener Insektenordnungen als Nahrung genutzt. Neben den Termiten (Ordn. Isoptera) sind bei den Käfern (Coleoptera) besonders Arten der Familienreihe Teredilia in der Lage, selbst Jahrhunderte alte, extrem nährstoffarme Hölzer als Nahrung zu verwerten. Die zur Entwicklung vom Vorratsschädling zum Trockenholzerstörer nötigen Anpassungen werden anhand von Beispielen aus den Familien Lyctidae, Bostrychidae und Anobiidae (Coleoptera) dargestellt.

1. Einleitung

Holz ist weltweit eine der größten Nahrungsressourcen. Die Holzmatrix ist allerdings ärmer an verwertbarer Nahrung, trockener und härter als grüne Pflanzenteile. Holzverwerter benötigen daher spezielle Anpassungen an dieses Substrat (HAACK & SLANSKY 1986, CYMOREK 1968).

Insekten verschiedener Ordnungen und Familien haben es unabhängig voneinander geschafft, ausgehend von grünen Pflanzenteilen bzw. Samen die feste Holzmatrix als Nahrung zu erobern. Hierbei notwendige Anpassungen der Larven lassen sich am Beispiel der Familienreihe Teredilia (Coleoptera) zeigen, die sich aus den Familien Lyctidae, Bostrychidae, Anobiidae und Ptinidae zusammensetzt.

2. Holz als Nahrungsreservoir

Die Verwertbarkeit der verschiedenen Zonen des Holzkörpers hängt von dem jeweiligen unterschiedlichen Gehalt an Nährstoffen ab. Das Kambium hat als Wachstumszone mit Abstand den höchsten Anteil an leicht verwertbarer Nahrung gefolgt vom Phloem. Beide Bereiche werden nach dem Absterben des Baumes von den verschiedensten Organismen abgebaut und stehen als Nahrungsreservoir nur kurzzeitig zur Verfügung. Nach außen schließt sich die extrem nährstoffarme Rinde an. Nach innen schließt sich an das Kambium das Xylem an, das ca. 80 - 90 % der Holzmasse eines Stammes ausmacht und aus dem Splintholz und dem Kern-

oder Reifholz besteht. Das Splintholz erfüllt als lebender Teil des Stammes Wasserleit- und Speicherfunktionen. Die gespeicherten Kohlenhydratanteile und Proteine stehen potentiellen Holzverwertern auch nach dem Absterben der Pflanze zur Verfügung. Das Kernholz enthält in der Regel keine lebenden Zellen und kaum verwertbare Nährstoffe. Das Mark spielt nur in dünnen Zweigen als nährstoffreiches Gewebe eine Rolle. Die Abbaubarkeit des Holzkörpers wird in starkem Maße von seinem Gehalt an leicht verwertbaren Nährstoffen, z.B. Kohlenhydrate und Proteine, beeinflusst. Nur relativ wenige xylophage Insektenarten sind in der Lage bestimmte Anteile der Zellulose oder des Lignins zu spalten und als Nahrung zu verwerten (HAACK & SLANSKY 1986).

3. Teredilia

In der Ordnung Coleoptera ist die Familienreihe "Teredilia" bei der Besiedlung abgestorbener Hölzer besonders erfolgreich. Viele Arten dieser Familienreihe sind als Vorrats- und Materialschädlinge weltweit von großer ökonomischer Bedeutung. Betrachtet man die Lebensweise und den Nahrungsbedarf einzelner Arten dieser Familienreihe, fällt ein fast nahtloser Übergang von Vorratsschädlingen zu Holzzerstörern auf. Die Familienreihe 'Teredilia' gliedert sich in die Familien Ptinidae (Diebskäfer), Lyctidae (Splintholzkäfer), Bostrychidae (Bohrkäfer) und Anobiidae (Nagekäfer). Betrachtet man nur die Imagines, sind auf den ersten Blick keine verwandtschaftlichen Gemeinsamkeiten zwischen den Familien erkennbar. Bezieht man allerdings die Entwicklungsstadien mit ein, werden die Beziehungen zwischen diesen Familien deutlich (CYMOREK 1968, 1969). Die Ptinidae ernähren sich generell von trockenen pflanzlichen Speichergeweben und trockenen Überresten tierischer Herkunft. Holzzerstörer kommen in dieser Familie nicht vor.

3.1 Splintholzkäfer (Lyctidae)

Die Splintholzkäfer sind auf trockenes, stärke- und eiweißreiches Splintholz von Laubhölzern angewiesen. Zellulose und Hemizellulosen können nicht verwertet werden. Einige Arten entwickeln sich außerdem in Samen und stärkereichen Knollen (CYMOREK 1968, CYMOREK & SCHMIDT 1976, KÜHNE 1980, BROWNE 1938, HICKIN 1960).

3.2 Bohrkäfer (Bostrychidae)

Die Bostrychidae zeigen im Vergleich zu den Lyctidae deutlich abgestufte Nahrungsansprüche (Tabelle 1). Die Gattungen der Unterfamilie Psoinae, die das Bindeglied zwischen den Lyctidae und Bostrychidae darstellen, entwickeln sich in stärkereichem Splintholz und besitzen die gleichen Nahrungsansprüche wie die Splintholzkäfer. Die Arten der Gattungen *Apate* (Fabr.) und *Bostrychoplites* (Lesne) der Unterfamilie Bostrychinae benötigen dünne Zweige lebender Bäume für den Reifungsfraß. Die Zweige werden von den Imagines geringelt. In die

absterbenden Triebe werden die Eier abgelegt. Im trockenen Splint abgestorbener Bäume können ältere Larven dieser Gattungen zwar die Entwicklung beenden, die jungen Stadien entwickeln sich in dieser Holzmatrix nicht (HAACK & SLANSKY 1986, CYMOREK 1968). Die übrigen Gattungen dieser Unterfamilie leben fast alle in nährstoffreichem Splint [z.B. *Bostrychus* Geoffroy und *Heterobostrychus* Lesne (HAACK & SLANSKY 1986, KÜHNE 1980, PRANTER 1960)].

Lichenophanes varius (Illiger) scheint geringere Ansprüche an den Nährstoffgehalt des Holzes zu haben als die zuvor genannten Arten. Aufgrund der Seltenheit dieser Spezies fehlen allerdings entsprechende Untersuchungen (CYMOREK 1968, 1969).

Tab. 1: Nahrungsansprüche der Bostrychidae

	Psoinae	Bostrychinae	Dinoderinae
Samen			<i>Rhizopertha</i> <i>Prostephanus</i>
Samen + Bambus			<i>Dinoderus</i>
Nährstoffreiche Zweige + Mark*		<i>Apate</i> <i>Bostrychoplites</i>	
Stärkereicher Splint	<i>Psoa</i> <i>Dysides</i> <i>Polycaon</i>	<i>Bostrychus</i> <i>Heterobostrychus</i> <i>Sinoxylon</i> <i>Xylopertha</i>	
Buche		<i>Lichenophanes</i>	
Nadelholz			<i>Stephanopachys</i>

* sogenannte 'girdeling species', d.h. Arten, die Zweige ringeln und deren Larven sich in dem mit Nährstoffen angereicherten Gewebe entwickeln.

Die zur Unterfamilie Dinoderinae gehörenden Arten *Rhizopertha dominica* (Fabr.) und *Prostephanus truncatus* (Horn) sind auf Samen und dergleichen angewiesen. Sie können sich allerdings als Imagines in Holz einbohren und dort über einen längeren Zeitraum aufhalten. Während bei *Rhizopertha dominica* eine Larvalentwicklung im Holz bisher nicht beobachtet wurde, ist *Prostephanus truncatus* in der Lage, sich in Maisstengeln und extrem stärkereichen Hölzern zu entwickeln, z.B. Maniokholz (DEMIANYK. & SINHA 1988, HELBIG, DETMERS, LABORIUS & SCHULZ 1990). Der Bambusbohrer *Dinoderus minutus* (Fabr.) wurde in Bambus weltweit verschleppt und schädigt Mais ebenfalls (NAIR, MATHEW 1984).

Die Gattung *Stephanopachys* (Waterhouse) lebt überwiegend in Nadelhölzern, die im Vergleich zum Splint vieler Laubhölzer relativ nährstoffarm und für

Bostrychiden in der Regel als Holzmatrix ungeeignet sind. *Stephanopachys* spielt schon aus diesem Grund eine Sonderrolle in der Familie Bostrychidae. Aufgrund der Nahrungspräferenz ist die Zugehörigkeit von *Stephanopachys* zu den Dinoderinae fraglich (CYMOREK 1969).

3.3 Nagekäfer (Anobiidae)

Die Nahrungsansprüche der Anobiidae reichen von Samenfressern über Pilzfresser bis zu Zerstörern von zum Teil Jahrhunderte alten Hölzern, auch Kernholz (Tabelle 2, CYMOREK 1968, 1969, LINSKOTT 1963).

Tab. 2: Nahrungsansprüche der Anobiidae

	Samen/ Zapfen	Cambium/ Markröhren	trockene Äste	Bauholz Splint	Bauholz Kern	pilzfaules Holz	Pilze
Dorcatominae <i>Dorcatomus</i>						X	X
Anobiinae <i>Stegobium</i> <i>Lasioderma</i> <i>Grynobius</i> <i>Dryophilus</i> <i>Xyletinus</i> <i>Pseudoptilinus</i> <i>Hedobia</i> <i>Gastrallus</i>	X X		X X X X				X?
<i>Ernobius</i> <i>Episernus</i> <i>Ochina</i> <i>Xestobium</i>	X	X	X X X	X	X	X!	
<i>Anobium</i> <i>Nicobium</i> <i>Oligomerus</i> <i>Ptilinus</i> <i>Priobium</i> <i>Coelostethus</i>			X X X X	X X X	X X X	X X X! X!	

Während die Unterfamilie Dorcatominae an pilzfaulem Holz lebt und sich von Pilzen ernährt, beinhaltet die Unterfamilie Anobiinae Arten, die sich von Samen und trockener pflanzlicher Blattsubstanz ernähren, z.B. den Brotkäfer *Stegobium panceum* (Lin.) und den Tabakkäfer *Lasioderma serricorne* (F.), Samenfresser bis hin zu Spezies, die an extreme Bedingungen in alten Holzkörpern adaptiert sind. Die Arten der Gattungen *Grynobius* (Thoms.), *Dryophilus* (Chevr.) *Hedobia* (Sturm) und *Gastrallus* (Duval) benötigen leicht aufschließbare Nahrungsressourcen, z.B. Samen, Pilze sowie Kambium, Splint und Markröhren dünner,

abgestorbener Zweige. Die *Ernobius*-Arten leben in Nadelholzzapfen oder im Phloem und Splint berindeter abgestorbener Nadelhölzer (z.B. *Ernobius mollis* (Lin.)). Die Arten der Gattungen *Episernus* (Thoms.), *Ochina* (Steph.) und *Xestobium* (Motsch) leben meist im Splint trockener Äste mit Ausnahme des Gescheckten Nagekäfers *Xestobium rufovillosum* (Degeer), der sich zum Teil in Jahrhunderte alten, extrem nährstoffarmen Hölzern entwickelt. Ältere Larven wurden sogar in Spanplatten gefunden, die auf befallenen Hölzern lagen. Allerdings benötigen die jungen Larven des Gescheckten Nagekäfers zum Einbohren und zur Entwicklung pilzfaules Holz. Zusammen mit dem Pilz sind sie sogar in der Lage, sich im Kernholz von Eichenbalken zu entwickeln.

Weitere Arten, die trockene, nährstoffreiche Hölzer bis hin zu alter, extrem nährstoffarmer Holzsubstanz verwerten können, sind *Anobium punctatum* (Deg.), *Nicobium castaneum* (Oliv.), *Oligomerus ptilinoides* (Woll.) und *Ptilinus pectinicornis* (Lin.). *Priobium carpini* (Herbst) und *Coelostethus pertinax* (Lin.) sind reine Faulholzverwerter.

4. Anpassungen der Larven an das Leben im Holz

Die englerlingsförmigen Larven der Familienreihe Teredilia sind an das Leben im Inneren fester Substrate angepaßt. Hinsichtlich Körperform und Mundwerkzeuge bestehen zwischen den Larven von Vorratsschädlingen und den in extrem nährstoffarmen Hölzern lebenden Arten keine deutlichen Unterschiede (CYMOREK 1968).

4.1 Entwicklungsdauer von Vorrats- und Holzschädlingen

Die dargestellten Vorratsschädlinge benötigen je nach Temperatur und Nährstoffgehalt der Nahrung ein bis vier Monate zur Entwicklung. In nährstoffreichem Splintholz lebende Arten beenden ihre Entwicklung nach spätestens zwei Jahren. Die Anobien-Arten *Anobium punctatum*, *Xestobium rufovillosum*, *Nicobium castaneum* und *Oligomerus ptilinoides* können ihre Larvalentwicklung in nährstoffarmen Hölzern auf mehr als 10 Jahre verlängern und können damit auch extrem nährstoffarme Holzressourcen besiedeln.

4.2 Verdauungstrakt

Der Kaumagen (Proventriculus) ist vor allem bei den Holz verwertenden Anobiiden stark erweitert und mit einer dichten Lage von Zähnen sowie einer raspelartigen Oberfläche ausgestattet und wird als Mahlmagen bezeichnet. Er ist nahezu immer mit Holzpartikeln gefüllt. Bei Nagekäfern, die in Vorräten leben (z.B. *Stegobium paniceum* und *Lasioderma serricornis*) sowie bei den Verwertern nährstoffreicher Splinthölzer (z.B. Lyctidae und Bostrychidae) ist der Proventriculus nicht zu einem Mahlmagen erweitert (CYMOREK 1968, REICHENBACH-KLINKE 1953, 1956).

Im Vergleich zu den Verwertern nährstoffreicher und leicht aufschließbarer Nahrungsressourcen ist der Verdauungstrakt, speziell der Mitteldarm, bei den Trockenholzerstörern verlängert. Die Wasserresorption im Enddarm ist optimal ausgebildet (CYMOREK 1968).

4.3 Symbionten

Symbionten kommen bei nahezu allen holzerstörenden Insekten und vielen Vorratsschädlingen im Darm (Bakterien) oder in speziellen Myzetomen vor (meist hefeähnliche Organismen der Gattungen *Symbiotaphrina* und *Torulopsis*). Bei den Anobien *Stegobium paniceum*, *Lasioderma serricorne* und *Anobium punctatum* wurde die Bedeutung der Symbionten eingehend untersucht (DOWD 1992, NODA, KODAMA 1996, SHEN & Dowd 1989). Sie liefern Vitamine und essentielle Aminosäuren, die in der z.T. recht einseitigen Nahrung (z.B. trockene Blattsubstanzen oder alten Hölzern) kaum vorhanden sind. Die Larven infizieren sich mit den Symbionten, indem sie beim Schlüpfen einen Teil der Eihülle auffressen, die vom Weibchen während der Ablage mit den Symbionten infiziert wurde (BECKER 1942, WEIDNER 1979).

Bei den Lyctidae und Bostrychidae spielen die Symbionten anscheinend nur eine Rolle im Vitamin- und Aminosäurehaushalt. Eine Rückführung des Stickstoffs aus Abfallprodukten, z.B. Harnstoff, wurde bisher nicht beobachtet (CYMOREK & SCHMIDT 1976, REICHENBACH-KLINKE 1956).

Anobien-Arten, die in nährstoffarmen Hölzern leben, sind obligatorisch auf die Symbionten angewiesen. Ohne Symbionten sterben die Larven innerhalb von 2 - 3 Monaten ab. Die hefeartigen Symbionten von *Anobium punctatum* haben eine niedrige Temperaturtoleranz und sterben oberhalb 25°C ab, während die Larven Temperaturen bis 30°C gut vertragen können. Die Symbionten sind demnach für die Bindung des gewöhnlichen Nagekäfers an feuchte und kühle Standorte verantwortlich (CYMOREK 1984). Die Symbionten der südeuropäischen Arten vertragen dagegen höhere Temperaturen.

Bei den Darmbakterien von *A. punctatum* konnte die Bindung atmosphärischen Stickstoffs nachgewiesen werden. Die Stickstofffixierung ist eine Strategie, die auch von anderen Holzerstörern angewendet wird, z.B. von Termiten und bestimmten, im Holz lebenden Schabenarten, z.B. *Cryptocercus*. Die in der Ernährung anspruchslosesten Anobienarten haben nach dem derzeitigen Stand die am weitesten entwickelte Symbiose.

5. Fazit

Der Lebensraum Holz wird mit einer Verlängerung der Larvalentwicklung erkaufte, die unter ungünstigen Bedingungen extreme Ausmaße erreichen kann. Der

Verdauungstrakt erfährt im Vergleich zu den Vorratsschädlingen ebenfalls entscheidende Veränderungen, z.B. ein spezieller Kaumagen zum Zerkleinern der Nahrung, die Verlängerung des Mitteldarms, eine optimale Wasserresorption im Enddarm und die Produktion von Zellulasen. Darmbakterien dienen der Synthese von Vitaminen und Aminosäuren und bei Bewohnern extrem nährstoffarmer Hölzer auch der N₂-Fixierung. In speziellen Myzetomen angesiedelte hefeartige Einzeller produzieren Vitamine und essentielle Aminosäuren und dienen der Rückgewinnung des Stickstoffes aus der Harnsäure. Verschiedene Käferarten der Familienreihe Teredilia sind damit in der Lage, auch schwer aufschließbare Bestandteile der Holzsubstanz optimal zu nutzen, was ihnen ermöglicht, auch extrem nährstoffarme Holzressourcen zu besiedeln.

6. Literatur

- BECKER, G. (1942): Ökologische und physiologische Untersuchungen über die holzerstörenden Larven von *Anobium punctatum* de Geer. Z. Morphol. Ökol. Tiere, 39, (1), 98-152.
- BROWNE, F.G. (1938): The common Malayan powder-post beetle, *Minthea rugicollis* Walk., (Coleoptera-Lyctidae). Malayan Forester 7, 107-120.
- CYMOREK, S. (1968): Adaptations in wood-boring insects: examples of morphological, anatomical, physiological and behavioural features. Brit. Wood Preserving Assoc. (BWPA) Ann. Convention Rec. (London), 161-170.
- CYMOREK, S. (1969): Teredilia (Lyctidae, Bostrychidae, Anobiidae). In: FREUDE, H., HARDE, K.-W., LOHSE, G.-A. (Eds.): Die Käfer Mitteleuropas, Goecke und Evers (Krefeld), Bd. 8, 7-27.
- CYMOREK, S. & SCHMIDT, H. (1976): Über das Nage- und Fraßverhalten der Splintholzkäfer (Lyctidae) unter Berücksichtigung ihrer Darmstruktur und Darmparasiten (Sporozoa). Organismen und Holz (Internat. Symp. 1975) Mat. und Org. Beih. 3, 429-440.
- CYMOREK, S. (1984): Temperatur-sensitivity of the symbionts, a limiting factor for the occurrence of *Anobium punctatum* (De Geer), Col., Anobiidae. XVII. Int. Congr. Entomol., Hamburg; 644.
- DEMANYK, C.J. & SINHA, R.N. (1988): Bioenergetics of the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrychidae), Feeding on Corn. Entomol. Soc. Am. 81, 449-459.
- DOWD, P.F. (1992): Insect fungal symbionts, a promising source of detoxifying enzymes. J. Ind. Microbiol, 9, 149-161.
- HAACK, R.A., SLANSKY jr., F. (1986): Nutritional ecology of wood-feeding Coleoptera, Lepidoptera and Hymenoptera. In: SLANSKY jr., F., RODRIGUEZ, J.G.: Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders and related Invertebrates, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, Vol 15, 449-486.
- HELBIG, J., DETMERS, H.-B., LABORIUS, G.-A. & SCHULZ, F.A. (1990): Investigations on the capability of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrychidae)

- to develop on different types of wood. In: FLEURAT-LESSARD, F. & DUCOM, P. (Eds.): Proc. 5th. Int. Work. Conf. Stored-Prod. Prot., Bordeaux. Vol. I, 89-97.
- HICKIN, N.E. (1960): An introduction to the study of the British Lyctidae. Brit. Wood Preserving Assoc. (BWPA) Ann. Convention Rec. (London), 1-13.
- KÜHNE, H. (1980): Entwicklung einiger Lyctidae- and Bostrychidae-Arten in Abhängigkeit von Nahrung, Temperatur und Luftfeuchte. In: ORLEY, T.A., ALLSOPP, D. & BECKER, G. (Eds): Proc. of the 4th Internat. Biodeter. Symp., Berlin 1978; 71-78.
- LINSCOTT, D. (1963): The susceptibility of timber to attack and the probability of an infestation by *Anobium punctatum* (Deg.). Brit. Wood Preserving Assoc. (BWPA) Ann. Convention Rec. (London), 1-30.
- NAIR K.S.S., MATHEW, G. (1984): Dried tapioca tuber for laboratory rearing of the bamboo borer, *Dinoderus minutus* Fabr. (Coleoptera: Bostrychidae). Mat. and Org. 19, 49-54.
- NODA, H., KODAMA, K. (1996): Phylogenetic position of yeastlike endosymbionts of anobiid beetles. Appl. and Environ. Microbiol., 62, 162-167.
- PRANTER, W. (1960): Untersuchungen über die Ernährungsphysiologie von *Bostrychus capucinus* L. (Coleopt., Fam. Bostrychidae). Z. angew. Zool. 47, 385-430.
- REICHENBACH-KLINKE, H.-H. (1953): Der Kaumagen holzfressender Käfer. Z. angew. Entomol, 34, 335-345.
- REICHENBACH-KLINKE, H.-H. (1956): Der Verdauungstraktus des Parkettkäfers *Lyctus linearis* Goeze (Coleoptera, Lyctidae). Z. angew. Entomol, 39, 475-480.
- SHEN, S.K. & Dowd, P.F. (1989): Xenobiotic induction of esterases in cultures of the yeast-like symbiont from the cigarette beetle. Entomol. exp. appl. 52, 179-184.
- WEIDNER, H. (1979): Der Brotkäfer *Stegobium paniceum* (Linnaeus 1761). Der prakt. Schädlingsbekämpfer, 31, 59-64.

Dr. Rainer Pospischil
 Im Tiergarten 9
 D 50126 Bergheim-Fliesteden

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Westdeutschen Entomologentag Düsseldorf](#)

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: [1996](#)

Autor(en)/Author(s): Pospischil Reiner

Artikel/Article: [Vom Vorratsschädling zum Holzerstörer - Anpassung an einen speziellen Lebensraum 37-44](#)