

**Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem**

Heft 260

April 1990



**Untersuchungen zur
biologischen Bedeutung
des Holzes für den Großen Kornbohrer
Prostephanus truncatus (Bostrychidae)**

Von

Hans-Berno Detmers

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für Vorratsschutz, Berlin Dahlem

und

Freie Universität Berlin
Institut für Angewandte Zoologie

Berlin 1990

*Herausgegeben
von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem*

Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
Lindenstraße 44-47, D-1000 Berlin 61

ISSN 0067-5849

ISBN 3-26000-7

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Detmers, Hans-Berno:

Untersuchungen zur biologischen Bedeutung des
Holzes für den Grossen Kornbohrer *Prostephanus*
truncatus (Bostrychidae) / von Hans-Berno Detmers.
Hrsg. von d. Biolog. Bundesanst. für Land- u. Forst-
wirtschaft Berlin-Dahlem. - Berlin; Hamburg: Parey,
1990

(Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem; H. 260)
ISBN 3-489-26000-7

NE: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forst-
wirtschaft <Berlin, West; Braunschweig>:
Mitteilungen aus der...

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funk-
sendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung
in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.
Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den
Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland
vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungs-
pflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

1990 Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Lindenstraße 44-47, D-1000 Berlin 61.
Printed in Germany by Arno Brynda GmbH, 1000 Berlin 62.

Beilagenhinweis: Dieser Ausgabe liegt der Prospekt "*Forstwirtschaft 1990*" des Verlages Paul Parey,
Hamburg und Berlin, bei.

Zusammenfassung

Eine ernährungsphysiologische Verwertung von Holz oder Holzbestandteilen konnte nicht festgestellt werden. Einbohren adulter Tiere in Holz führt jedoch zu einer erheblich verlängerten Lebensdauer. Bei 30°C, 75% r.Lf. und ohne Nahrungssubstrat wurde für in Holz eingebohrte Käfer eine mittlere Lebensdauer von bis zu 1,5 Monaten (Maximalwert einzelner Tiere: 3,5 Monate) gemessen, während nicht eingebohrte Kontrolltiere durchschnittlich 0,5 Monate lebten (Maximalwert: 1,5 Monate). Eingebohrte Tiere zeigten nur sehr geringe Aktivität. 25 und 50 Tage lang in Holz befindliche Käfer konnten anschließend durch Zugabe von Maiskörnern vermehrt aus dem Holz herausgelockt werden. Der Effekt beruht auf der geruchsmäßigen Wahrnehmung des Nahrungssubstrates. Solche Tiere konnten sich in Mais wieder vermehren. Des weiteren konnte eine verlängerte Lebensdauer auch durch Einbohren in andere Materialien festgestellt werden, speziell wurden in diesem Zusammenhang Spindeln und Stengel von Maispflanzen getestet. Durch diese Verhaltensweise ist der Käfer in der Lage, in leerstehenden Lägern längere Zeit zu überdauern und neu eingelagerten Mais direkt aus dem Holz der Lagerstätte heraus zu befallen.

Summary

"Investigations on the biological importance of wood for *Prostephanus truncatus* (Bostrichidae)"

A nutritive utilization of wood or wood ingredients could not be detected. However, adults boring into wood resulted in considerable extension of their lifetime. At 30°C, 75% r.h. and without food an average longevity up to 1.5 month (maximum of some adults: 3.5 month) was observed, whereas non-boring controls lived 0.5 month on the average (maximum: 1.5 month). After boring into the wood the beetles showed only little activity. By adding maize kernels adults were attracted to leave their boring tunnels after a 25 to 50 days' stay. This effect is based on the olfactory perception of the maize. The test individuals subsequently resumed breeding. An extension of the longevity of the adults was also found after boring into other materials. Especially spindles and stalks of maize plants were tested. By means of the boring behaviour the larger grain borer is able to survive extended periods within grain stores in the absence of maize and is able to reinfest freshly stored maize from his hiding places within the wooden structures.

Dank

Herrn Prof. Dr. Dieter Rudolph (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Fachgruppe Biologische Materialprüfung und Freie Universität Berlin, Institut für Angewandte Zoologie) möchte ich an dieser Stelle herzlich für die Überlassung des Themas und für die umfassende Betreuung während der Durchführung der Versuche danken.

Ich bedanke mich beim Institut für Vorratsschutz der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes und der Arbeitsmaterialien, sowie für Hinweise und Tips während der Untersuchungen.

Herzlichen Dank an die Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Projekt 'Biologisch - integrierte Bekämpfung des Großen Kornbohrers' für die Beschaffung von Holzproben aus Costa Rica, Togo und Tansania sowie die Überlassung von Fotomaterial aus diesen Ländern.

Inhaltsverzeichnis

=====

1 Einleitung (6-10)

1.1	Bedeutung des Großen Kornbohrers <i>Prostephanus truncatus</i> (Horn) als Vorratsschädling	6
-----	--	---

2 Material und Methoden (10-22)

2.1	Morphologie und Lebenszyklus von <i>Prostephanus truncatus</i> (Horn)	10
2.2	Zuchten	13
2.3	Haltung während der Experimente	14
2.4	Versuche zur Lebensdauer	14
2.5	Versuche zur Substrataufnahme	16
2.6	Wahlversuche in Alternativkammern	17
2.7	Substrate	17
2.8	Bestimmung von Feuchtegehalt und Dichte	21

3 Ergebnisse und Auswertung (22-84)

3.1	Attraktivität verschiedener Hölzer und anderer Materialien	22
3.1.1	Einbohrhäufigkeit in verschiedene Holzproben und andere Materialien	23
3.1.2	Einbohrhäufigkeit in Abhängigkeit von der Populationsdichte	25
3.2	Bedeutung von Holz und anderen Materialien für die Überlebensfähigkeit	27
3.2.1	Substrataufnahme in den Darmtrakt	27
3.2.2	Nutzung von Inhaltsstoffen des Holzes	28
3.2.3	Lebensdauer in Abhängigkeit vom Substrat	32
3.2.3.1	Lebensdauer in Mais	33
3.2.3.2	Lebensdauer ohne Substrat	34
3.2.3.3	Lebensdauer in Holz und anderen Materialien	37
3.2.4	Beobachtungen zum Verhalten von <i>Prostephanus truncatus</i> (Horn) in Holz	52
3.2.5	Verlassen des Holzes	62
3.2.5.1	Reize zum Verlassen des Holzes	64
3.2.5.2	Versuche mit Alternativkammern	76
3.3	Bedeutung des Bohrverhaltens in möglichen natürlichen Lebensräumen	79
3.3.1	Befall ungeschälter Maiskolben	79
3.3.2	Lebensdauer	80
3.3.2.1	Lebensdauer auf Maispflanzenteilen	81
3.3.2.2	Lebensdauer auf Fraßmehl von Maispflanzenteilen	83

4 Diskussion (84-90)

5 Literaturliste (91-94)

Contents

=====

1 Introduction (6-10)

1.1	Importance of <i>Prostephanus truncatus</i> (Horn) as a pest of stored products	6
-----	---	---

2 Materials and methods (10-22)

2.1	Morphology and life-cycle of <i>Prostephanus truncatus</i> (Horn)	10
2.2	Cultures	13
2.3	Culturing during the experiments	14
2.4	Experiments on longevity	14
2.5	Experiments on substrate-uptake	16
2.6	Experiments with choice chambers	17
2.7	Substrates	17
2.8	Determination of moisture content and density	21

3 Results (22-84)

3.1	Attractivity of different wood samples and other materials	22
3.1.1	Boring-frequency into different wood samples and other materials	23
3.1.2	Influence of population density on boring-frequency	25
3.2	Importance of wood and other materials for viability	27
3.2.1	Substrate-uptake into the intestine	27
3.2.2	Use of wood ingredients	28
3.2.3	Longevity on different substrates	32
3.2.3.1	Longevity in maize	33
3.2.3.2	Longevity without substrate	34
3.2.3.3	Longevity in wood and other materials	37
3.2.4	Observations on the behaviour of <i>Prostephanus truncatus</i> (Horn) in wood	52
3.2.5	Leaving the wood	62
3.2.5.1	Stimuli for leaving wood	64
3.2.5.2	Experiments with choice chambers	76
3.3	Importance of boring-behaviour in natural environments	79
3.3.1	Infestation of unshelled maize cobs	79
3.3.2	Longevity	80
3.3.2.1	Longevity on different parts of the maize plant	81
3.3.2.2	Longevity on frass powder of maize plants	83

4 Discussion (84-90)

5 Bibliography (91-94)

1 Einleitung

=====

1.1 Bedeutung des Großen Kornbohrers *Prostephanus truncatus* (Horn) als Vorratsschädling

In Mexiko und Mittelamerika ist *Prostephanus truncatus* seit vielen Jahren als Schädling in landwirtschaftlich gelagertem Mais bekannt. Der Käfer wurde erstmals im Jahre 1878 von Horn beschrieben. Untersuchungen zur Biologie des Schädlings führte man nicht vor den 70er Jahren des jetzigen Jahrhunderts durch. Heimisch auf dem amerikanischen Kontinent, erstreckt sich das Verbreitungsgebiet der Art vom Süden der USA (Chittenden, 1911; Back & Cotton, 1922) über Mexiko (Chittenden, 1895) und die mittelamerikanischen Staaten Guatemala (Zacher, 1926), El Salvador, Honduras, Panama (McGuire & Crandall, 1967), Nicaragua (Giles & Leon, 1974) und Costa Rica (Fisher, 1950) bis hin nach Kolumbien (Posada et al, 1976), Peru (Wright, 1984) und Brasilien (Cotton & Good, 1937) im nördlichen Teil Südamerikas.

Internationale Beachtung findet *P. truncatus* seit 1981. In diesem Jahr wurde er eindeutig in Afrika identifiziert, und zwar in der Tabora-Region in Tansania, Ostafrika (Dunstan & Magazini, 1981; Golob & Hodges, 1982). Hier war die Art sehr wahrscheinlich schon 1980 in großer Zahl aufgetreten. Es wird angenommen, daß der Große Kornbohrer zwischen 1971 und 1980 mit Maislieferungen aus Amerika eingeschleppt wurde, zumal er 1981 schon erhebliche Schäden in den Maislagern der Kleinbauern verursacht und eine beträchtliche Populationsdichte erreicht hatte. Während in den 60er Jahren in Israel und Irak importierte Populationen von *P. truncatus* wieder ausgerottet werden konnten (Calderon & Donahuye, 1962; Al-Sousi et al, 1970), hat sich der Schädling innerhalb Tansanias seit 1981 weit ausgebreitet und schon die Grenzen der Nachbarländer Kenia und Burundi überschritten (Kega & Warui, 1983; Anonym, 1985). Unabhängig davon wurde im Januar 1984 ein weiterer Ausbruch des Großen Kornbohrers in Togo im westlichen Afrika registriert, ebenfalls ein starker, andauernder Befall, dessen Ursprung nach Angaben dortiger Bauern

schon zwei bis drei Jahre zurückgelegen haben könnte (Harnish & Krall, 1984; Krall, 1984).

Die Schäden, die *P. truncatus* an gelagertem Mais verursachen kann, sind erheblich. In Nicaragua wurden an Maiskolben nach einer Lagerdauer von sechs Monaten bis zu 40% Gewichtsverlust gemessen (Giles & Leon, 1974). Eine Untersuchung bei Kleinbauern im ostafrikanischen Tansania ergab nach drei- bis sechseinhalbmonatiger Lagerzeit durchschnittliche Gewichtsverluste von 9% am Mais, maximal aber bis zu 34%, wobei in einigen Lagern alle Kolben einer untersuchten Probenmenge zumindestens einige befallene Körner aufwiesen (Hodges et al, 1983). Ebenso wurden in Togo uneinheitliche, aber zum Teil sehr hohe Schäden registriert. So waren in einigen Maislagern nach 9 Monaten Lagerung 100% der Kolben befallen (Krall, 1984). Der Mais aus stark befallenen Lagern ist für den menschlichen Genuß nicht mehr verwertbar. Die Überreste finden allenfalls noch als Tierfutter Verwendung.

Des Weiteren verursacht *P. truncatus* hohe Verluste an getrockneten Kassavawurzeln. Diese werden, genau wie Maiskörner, durch das Bohren der Schädlinge in Staub verwandelt. In einem Versuchslager in Tansania wurden nach nur vier Monaten Lagerung Gewichtsverluste von 70% in fermentiertem und 50% in unfermentiertem Kassa festgestellt (Hodges et al, 1985).

Als die große Bedeutung des Schädlings erkannt war, speziell nach dessen Einbürgerung in Afrika, wurden verschiedene Maßnahmen zum Schutz der Maislager erprobt. In Versuchen mit der Beimengung von Maispflanzenasche in Gewichtsanteilen von 10% und 30%, sowie dem Auftrag einer 2,5 cm dicken Ascheschicht über die Oberfläche geschälter Kolben als herkömmliche Methoden waren nach 27 Wochen 39%, 46% und 28% des Kornes befallen, gegenüber 95% bei unbehandeltem. Dies zeigt einen gewissen Schutzgrad, der aber nicht ausreicht. Die Beimengung von 10 ppm Pirimiphos-methyl in Pulverform war mit nur 6% Befall wesentlich erfolgreicher (Golob et al, 1983). Weitere Versuche mit einer ganzen Reihe von Insektiziden ergaben, daß Phosphorsäure-Ester generell weniger geeignet sind, *P. truncatus* zu bekämpfen, während die verschiedenen Pyrethroide besonders gut wirken. Die Lagerung

ohne Hüllblätter oder in Form loser Körner erleichtert den Zugang für Insektizide (Mushi, 1984; Golob, 1984; Golob et al, 1985; Laborius et al, 1985).

Als sehr erfolgreich erwiesen sich Phosphin-Begasungen (Krall, 1984; Giles, 1984), nur ist eine Behandlung der zahlreichen kleinen und weit verteilten Bauernhöfe praktisch nicht durchführbar.

An biologischen Bekämpfungsmethoden wird ebenfalls gearbeitet. *Teretriosoma nigrescens* Lewis (Coleoptera: Histeridae) vertilgt sowohl Adulte als auch Larven von *P. truncatus*. In Laborversuchen vermag der Predator *P. truncatus* auf einem niedrigen Niveau zu halten (Rees, 1985).

In vielen Berichten über den Großen Kornbohrer wird auf die Neigung des Vorratsschädling hingewiesen, in Holz zu bohren. Vor allem wurde beobachtet, daß neben dem gelagerten Mais auch das Baumaterial der Lagerstätten von *P. truncatus* befallen ist (Chittenden, 1911; Fisher, 1950; Halstead, 1974; Karel & Mphuru, 1981; Hodges et al, 1983; Golob & Hodges, 1983; Mushi, 1984; Krall, 1984; Laborius et al, 1985). In den Befallsregionen Mittelamerikas und Afrikas werden die geernteten Maiskolben gewöhnlich in Holzbauten verschiedener Formen aufbewahrt. Lagerstätten sind der Dachraum des Hauses, feste Holzhütten oder erhöhte Plattformen außerhalb des Hauses, aber auch einfache hölzerne Gestelle, an denen die Kolben aufgehängt werden (Hodges et al, 1983; Krall, 1984; Hodges, 1984, 1986; Hoppe, 1986). Im Holz dieser Bauten legt der erwachsene Käfer zum Teil tiefreichende Bohrgänge an, wobei auch harte Hölzer angegriffen werden. Bei starker Verseuchung können die Holzkonstruktionen der Farmhäuser und Getreidelager eine Vielzahl von Löchern aufweisen, die schließlich zur weitgehenden Zerstörung des Materials führen (s. Abb. 1 und 2). Daneben wurden Beschädigungen anderer hölzerner Utensilien beobachtet (Hodges et al, 1983; Golob & Hodges, 1983; Mushi, 1984).

Die biologische Bedeutung dieses Holzbohrverhaltens ist bislang unbekannt. Sie ist Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Zu fragen ist, ob das Substrat Holz dem Großen Kornbohrer eine Vermehrung ermöglicht bzw. adulten Tieren zur Ernährung dienen kann oder aber andere Funktionen im Leben

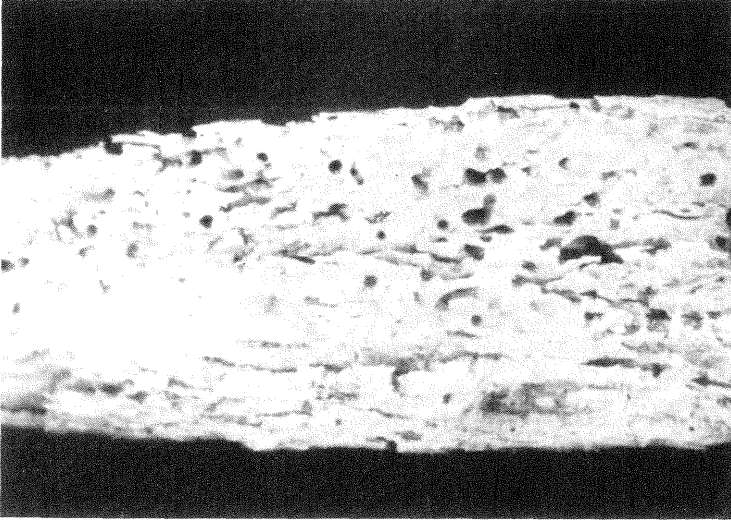


Abb. 1: Von *Prostephanus truncatus* stark befallenes Holz aus einem Maislager in Tanzania (GTZ).

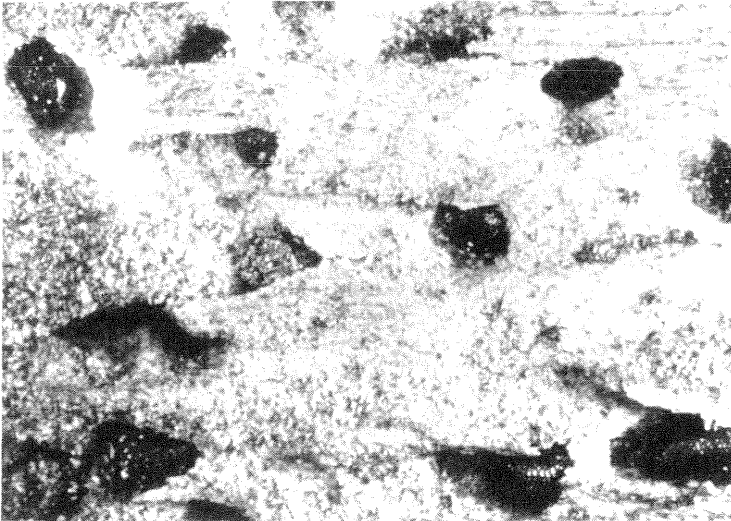


Abb. 2: Von *Prostephanus truncatus* befallenes Holz aus einem Lager in Togo (GTZ).

des Käfers erfüllt. Da der Entwicklungszyklus über mehrere Generationen ohne Störungen in Mais ablaufen kann, ist das Holzbohrverhalten offensichtlich nicht obligatorisch für *P. truncatus*.

Für die Bekämpfung des Schädling ist sein Auftreten in Holz von großer Bedeutung. So könnten Käfer, die im Baumaterial von Maislagern bohren, einer schützenden Behandlung des Getreides entgehen. Im Holz selbst sind die Tiere nur schwer zu bekämpfen. Des weiteren könnten neu eingelagerte Vorräte aus befallenem Holz heraus angegriffen werden. Als alternatives Nährsubstrat würde Holz dem Vorratsschädling einen natürlichen Lebensraum bieten.

2 Material und Methoden

=====

2.1 Morphologie und Lebenszyklus von *Prostephanus truncatus* (Horn)

Der Große Kornbohrer, *Prostephanus truncatus* Horn, hat eine Länge von etwa 3,5 bis 5 mm und ist von dunkelbrauner Farbe. Typische Bostrychidenmerkmale sind sein walzenförmiger Körper und ein kapuzenartig vorgewölbtes Pronotum, so daß die vordere Öffnung des Prothorax-Abschnitts nach unten zeigt (s. Abb. 3). Infolgedessen ist der Kopf der Tiere, von oben gesehen, ganz oder teilweise verborgen. Die Fühler haben zehn Glieder und enden in einer breiten, dreigliedrigen Keule. Besonderes Unterscheidungsmerkmal gegenüber nahe verwandten Arten ist das steil abfallende und seitlich gezeichnete Hinterleibsende des Käfers (Hodges, 1982; s. Abb. 3).

P. truncatus befällt Maiskolben sowohl vor als auch nach der Ernte (Giles, 1975). Zum Verbreitungsverhalten ist wenig bekannt, jedoch ist der adulte Käfer ein guter Flieger, so daß es ihm nicht schwerfällt, auf diese Weise neue Futterquellen zu erreichen. Der Zugang zur Frucht wird am ehesten über die Spitze des Kolbens angenommen (Hodges & Meik, 1984). Beim Einbohren in das Korn stellt der Käfer saubere,

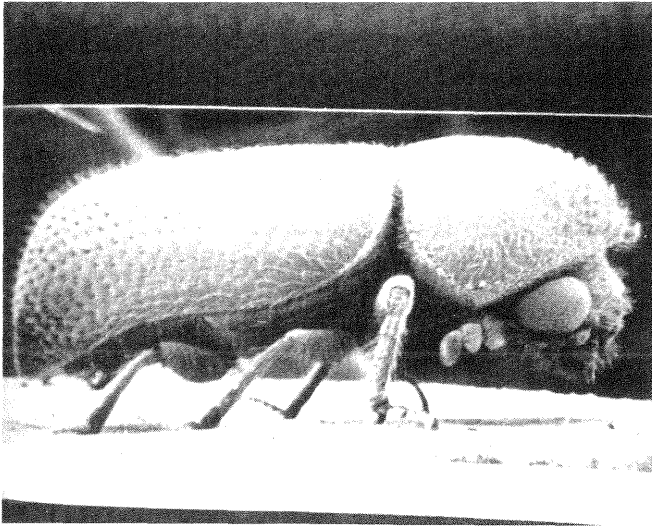


Abb. 3: Der Große Kornbohrer - *Prosthepanus truncatus* (Horn), (TDRI, mit freundlicher Genehmigung der GTZ).

runde Löcher her. An festsitzenden Körnern fällt ihm das Eindringen leichter als etwa an losen Körnern, da er sich bei Bohrbeginn an etwas Festem gegenüber dem Bohrpunkt abstützen muß (Cowley et al. 1980). Im Kolben werden die Bohrgänge durch ganze Reihen der dicht gepackten Körner hindurch ausgedehnt. Während des Aushöhlens produzieren die Schädlinge große Mengen an Fraßmehl. Ist der Befall stark, ist schon bald ein Großteil der Frucht von Bohrtunneln durchlöchert. Im rechten Winkel zu den Haupttunneln bohren die Tiere blind endende Kammern, in denen die Weibchen Gelege zu durchschnittlich sieben, maximal aber bis zu 20 Eiern ablegen (Hodges, 1982; Howard, 1983). Je nach Temperatur schlüpfen daraus nach vier oder mehr Tagen junge Larven. Die Larven fressen und entwickeln sich oft nur in ihrem einen, ursprünglichen Korn, so daß dieses mit der Zeit im Innern vollständig aufgezehrt wird. Gewöhnlich durchlaufen die Tiere drei Larvenstadien, manche können allerdings mehr benötigen, um ihre maximale Larvengröße zu erreichen. Die Larvalentwicklung dauert, je nach Bedingungen, 17 bis über 100 Tage. Das letzte Larvenstadium von *P. truncatus* baut eine

Puppenhülle aus Fraßmehl und einem Larvenssekret auf. In dieser dickwandigen zylinderförmigen Kapsel verbringt das Tier eine fünf oder mehr Tage währende Puppenruhe, bis der Käfer schließlich ausgewachsen ist (Bell & Watters, 1982; Ramirez & Silver, 1983). Vollständig entwickelt, verbringen die adulten Tiere noch einige Tage in der Puppenhülle. Nach dem Schlupf kommen die Käfer aus dem Korn heraus und beginnen nun, weitere Körner zu befallen. Oft findet man mehrere Adulti in einem Korn, während andere Körner unbeschädigt bleiben. Zum Teil verlassen die frisch geschlüpften Käfer wohl auch den Kolben, indem sie sich durch die Hüllblätter nach außen bohren (Hodges & Meik, 1984).

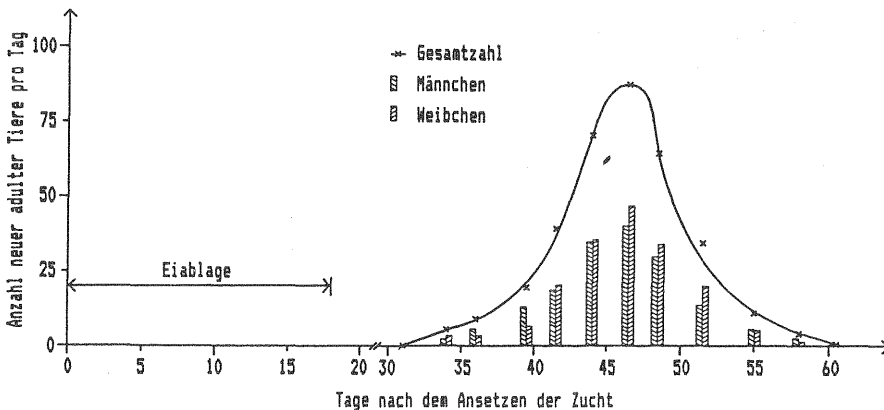
Optimale Entwicklungsbedingungen für den Großen Kornbohrer liegen bei 30 bis 32°C und 70 bis 80% r.Lf. Die gesamte Entwicklungsdauer vom Ei zum adulten Insekt beträgt dann 25 bis 28 Tage (Bell & Watters, 1982; Watters, 1984), so daß in einem geeigneten Futtersubstrat hohe Reproduktions- und Wachstumsraten zu erwarten sind. *P. truncatus* ist aber durchaus in der Lage, einen weiten Klimabereich zu tolerieren. Die Untersuchungen von Bell & Watters (1982) ergaben einen Temperaturbereich von 18 bis 37 Grad Celsius und relative Luftfeuchtigkeiten von 40 bis 90 Prozent, bei denen die Käfer fressen und sich vermehren können. So kann der Schädling sowohl unter heiß-trockenen Bedingungen, wie sie in Nicaragua und West-Tansania herrschen, als auch unter den heiß-feuchten Bedingungen von Togo bedeutsame Populationen aufrechterhalten (Giles & Leon, 1974; Golob & Hodges, 1982; Krall, 1984). Der Feuchtegehalt des Substrates Mais darf bis auf 9% absinken, erst bei ca. 8% wird eine Fortentwicklung unmöglich (Hodges et al, 1983; Watters, 1984).

Die mittlere Lebenserwartung von *P. truncatus* als adulter Käfer wurde von Shires (1980) zu $61,1 \pm 6,6$ Tagen bei Weibchen und $44,7 \pm 5,6$ Tagen bei Männchen bestimmt, die maximal gemessene Lebensdauer eines Weibchens betrug 112,5 Tage, die eines Männchens 107,5 Tage. Die Tiere wurden bei 32°C und 80% r.Lf. auf Maismehl gehalten.

2.2 Zuchten

Herkunftsort des hier verwendeten *P. truncatus* - Stammes ist die Gegend um Arusha in Tansania. Zu Beginn der Experimente befand er sich jedoch schon zwei Jahre in Laborzucht. Die Zucht der Versuchstiere erfolgte in Zwei-Liter-Gläsern auf ca. 500g losen Maiskörnern bei 30°C und 75% r.Lf.. Laut Literatur beträgt die Entwicklungsdauer des Großen Kornbohrers unter den genannten Klimabedingungen auf gepreßtem Maismehl in Glasröhrchen 27 bis 28 Tage (Bell & Watters, 1982). Genaue quantitative Kontrollen in einem Zuchtglas sollten feststellen, wann bei den gewählten Zuchtbedingungen mit dem Auftauchen größerer Mengen adulter Tiere zu rechnen ist. Zu diesem Zwecke wurden 100 Elterntiere zur Eiablage in ein Zuchtglas gesetzt, 18 Tage später aber vollständig wieder aus dem Mais entfernt. Nun erfolgte im Abstand von zwei bis drei Tagen eine genaue Kontrolle des Substrates. Neu erschienene adulte Käfer wurden entfernt, gezählt und geschlechtsbestimmt (s. Abb. 4). Die ersten erwachsenen Käfer zeigten sich 33 bis 35 Tage nach Versuchsbeginn. Nach 46 bis 47 Versuchstagen traten mit durchschnittlich 87,5 Tieren/Tag die meisten Adulten auf. Die letzten Nachkommen wurden nach 61 Tagen gefunden. Insgesamt schlüpfen 848 Tiere, davon 411

Abb. 4: *Prostephanus truncatus*; Nachkommenschaft von 100 Elterntieren auf Maiskörnern nach einer Eiablagedauer von 18 Tagen bei 30°C, 75% r.Lf.; Anzahl neuer adulter Tiere pro Tag / Tage nach dem Ansetzen der Zucht.



Männchen (48,5%) und 437 Weibchen (51,5%). Es war also zu erwarten, daß etwa sechs bis sieben Wochen nach Ansetzen einer Zucht eine größere Menge an Versuchstieren zur Verfügung stand. Um einen jederzeit verfügbaren Bestand an Versuchstieren aus nicht zu sehr überalterten Zuchten zu gewährleisten, wurden im Abstand von rund vier Wochen jeweils zwei neue Zuchtgläser angesetzt.

2.3 Haltung während der Experimente

Für den überwiegenden Teil der Experimente wurden 300ml-Marmeladengläser benutzt. Als Verschluss dienten Schraubdeckel, deren Mittelloch mit einer Metallgaze bespannt war. Da die Käfer auf der glatten Glasfläche des Bodens nicht laufen können und dadurch nachweislich die Versuchsergebnisse beeinflusst wurden, mußte bei Experimenten mit Substraten, die nicht den Glasboden bedeckten, der Boden verändert werden. Zellstoff und Metallgaze erwiesen sich als wenig geeignet. Ausgesprochen praktisch aber war die Verwendung eines Vogelsand-Wasserglas-Bodens. Zu dessen Herstellung wird der Boden des Versuchsglases mit Natronwasserglas eingestrichen und sodann mit handelsüblichem Vogelsand bestreut. Lockerer Sand wird wieder abgekippt. Nach dem Austrocknen ist ein fester, rauher und neutraler Untergrund vorhanden.

In den meisten Versuchen wurde mit adulten Tieren gemischten Alters gearbeitet. Die Zuchtmethodik stellte ein Alter von null bis maximal zwölf Wochen bei Versuchsbeginn sicher. Bevor die Versuchstiere in die entsprechenden Ansätze kamen, erfolgte unter dem Binokular eine Kontrolle auf mögliche Verletzungen.

2.4 Versuche zur Lebensdauer

Eine Reihe von Versuchen wurde angesetzt zur Bestimmung von Einbohrhäufigkeit und Lebensdauer des Großen Kornbohrers in verschiedenen Hölzern. Parallel dazu wurden Versuche durchgeführt mit dem Nährsubstrat Mais, ohne jegliches Sub-

strat und mit einigen weiteren Vergleichs-Materialien und -Stoffen. Die Möglichkeit großer Schwankungen, speziell bei sehr langandauernden Experimenten, machte große Tierzahlen notwendig. In vielen Fällen erwies sich ein Einsatz von 100 Käfern pro Versuchsglas als günstig, in Betrachtung sowohl der erforderlichen Menge als auch der Größe des Gefäßes. In den späteren Experimenten zur Lebensdauer in Holz und zum Verlassen des Holzes wurden zu Versuchsbeginn 300 bzw. 150 Tiere pro Glas eingesetzt. Nach 7 Tagen wurden alle Käfer entfernt, die nicht im Holz eingebohrte waren und nur die im Holz befindlichen weiter beobachtet. Die Versuche zur Lebensdauer auf Maispflanzenteilen wurden in entsprechender Weise durchgeführt, bei einem Ansatz von jeweils 100 Tieren. Eine Methode zur getrennten Beobachtung von Einzeltieren innerhalb einer Population war die Markierung der Käfer mit PLAKA-Farben (Pelikan). Diese wurde auf dem hinteren, abfallenden Teil der Elytren vorgenommen, so daß im Holz eingehoarte Tiere von außen leicht zu identifizieren waren.

Fast alle Versuche wurden in einer Klimazelle bei 30°C und 75% r.Lf. durchgeführt. Die Wahl fiel auf diese Klimabedingungen, weil sie in diesem Bereich für *P. truncatus* als optimal gelten (Bell & Watters, 1982). Der Raum war nur während der Kontrollzeiten beleuchtet. Einige weitere Luftfeuchtigkeiten, für vergleichende Versuche ohne Substrat benötigt, wurden mit übersättigten Salzlösungen in Exsikkatoren hergestellt. Verwendung fanden Kaliumnitrat (KNO_3) für 96% r.Lf., Kaliumchlorid (KCl) für 85% r.Lf., Natriumchlorid (NaCl) für 75% r.Lf. und Ammoniumnitrat (NH_4NO_3) für 60% r.Lf.. Andere Temperaturen waren in weiteren Klimazellen verfügbar.

Die Anzahl lebender Tiere wurde im allgemeinen nach 7, 10, 14, 17 und 20 Tagen und weiter in Abständen von etwa 5 Tagen kontrolliert, tote Tiere entfernt. Bei einigen Ansätzen erschienen größere Abstände günstiger, sowohl in Anbetracht der Ergebnisse als auch im Hinblick auf eine möglichst schonende Behandlung der Tiere. Speziell bei den Versuchen mit Maiskörnern erwies es sich als schwierig und langwierig, alle Käfer wiederzufinden und aus den Körnern zu entfernen. Die Kontrolle erfolgte hier nur alle 14 Tage, während bei

jeder zweiten Überprüfung die noch lebenden Tiere in 100g neuen Mais mit 3g Mais-Fraßmehl umgesetzt wurden. Dies war notwendig, damit keine neu entwickelten Adulti zwischen die Versuchstiere gerieten. Die Geschlechtsbestimmung erfolgte nach der Methode von Shires & McCarthy (1976).

In der graphischen Darstellung von Versuchswerten wurde bei drei oder mehr Parallelansätzen der Mittelwert und dessen Standardabweichung eingezeichnet, bei nur zwei Parallelansätzen aber die Einzelwerte. Anschließend wurde in beiden Fällen eine Ausgleichsgerade gezogen.

Zur Berechnung der mittleren Lebensdauer aller Tiere eines Versuchsansatzes wurde der Todeszeitpunkt der Tiere rechnerisch auf die Mitte zwischen den zwei letzten Kontrolltagen festgesetzt. Entsprechend wurde für den Wert der maximal erreichten Lebensdauer verfahren.

Um zu prüfen, ob beobachtete Unterschiede in der Lebensdauer von Tieren unter verschiedenen Bedingungen oder im Vergleich der Geschlechter tatsächlich signifikant sind, wurde Student's t-Test zum Vergleich von Mittelwerten benutzt.

2.5 Versuche zur Substrataufnahme

Bei einigen Materialien wurde außerdem überprüft, ob beim Einbohren in ein Substrat bzw. Vorhandensein eines pulverförmigen Materials dieses auch in den Darmtrakt aufgenommen wurde. Während Plastikfolie im freigelegten Darm deutlich erkennbar war, wurden zum eindeutigen Nachweis von Holz oder Mais in Darminhalt und Kotballen der adulten Tiere verschiedene Färbemethoden angewandt. Die Verwendung von Phlorogluzin-Salzsäure zur Färbung von Lignin erlaubte den Nachweis aufgenommenen Holzes. Die Aufnahme von Mais konnte anhand der Färbung von Stärke mit einer Jodkaliumjodid-Lösung nachgewiesen werden. (Braune, Leman, Taubert, 1979) Des Weiteren wurden Maismehl oder Holzproben vor dem Versuch mit roter Lebensmittelfarbe (E 122, E 124, Brauns-Heitmann) eingefärbt. Eine mögliche Aufnahme dieser Substrate durch *P. truncatus* war nach Präparation der Tiere an der Färbung des Darminhaltes erkennbar.

2.6 Wahlversuche in Alternativkammern

Zur Frage der geruchsmäßigen Wahrnehmung und anziehenden Wirkung von Substraten wurden sogenannte Alternativkammern benutzt. Diese bestanden aus runden Kunststoffschalen, Innendurchmesser 19cm, Höhe 4cm, die durch eine Querwand in zwei Teile getrennt waren. Auf die Schalen wurde eine Abdeckung aus Kunststoffgaze gesetzt. Hierauf befindliche Tiere konnten das in die Schalen eingesetzte Substrat zwar riechen, aber nicht betasten. Aufgrund von Vorversuchen erwies es sich als günstig, die für den Versuch vorgesehenen Käfer zwei bis vier Tage vor Versuchsbeginn hungern zu lassen. Die Dauer der Vorbehandlung war auf vier Tage begrenzt, da nach längerer Hungerzeit die Tiere deutlich geschwächt waren.

In den Kammern wurde jeweils 30 adulten Tieren auf nur einer Seite Substrat angeboten. Alle fünf Minuten wurde die Anzahl der über der einen und der anderen Seite befindlichen Tiere bestimmt. Die Versuchsdauer betrug 60 Minuten. Aus den so erhaltenen zwölf Wertepaaren wurde der Mittelwert und dessen Standardabweichung für Stichproben berechnet und diese in Prozent der Zahl angesetzter Käfer umgeformt. Pro Substrat wurden fünf Parallelversuche gemacht. Alle Experimente wurden bei Zimmertemperatur und -luftfeuchtigkeit durchgeführt. Für jeden Versuch wurde die über beiden Seiten der Alternativkammer sich entwickelnde Luftfeuchtigkeit mittels Hygrometer bestimmt. Bis auf die Kontrollzeiten wurde das Versuchsgefäß im Dunkeln gehalten.

2.7 Substrate

Holz

Eine Reihe von Holzproben aus Tansania, Togo und Costa Rica wurden von der Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) zur Verfügung gestellt. Zusätzlich fanden einheimische Hölzer als Frischmaterial Verwendung sowie konditionierte Normklötzchen aus der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM). Eine Aufstellung der verschiedenen Holzarten mit Herkunft, Bearbeitungszustand, Dichte und Proben-

Tab. 1: Aufstellung der verwendeten Holzproben.

Holzart	Herkunft	Bearbeitungszustand	Verwendung	Dichte	Feuchte	Probengröße
Akazie; <i>Acacia</i> sp. (Rosales: Leguminosae)	einheimisch	frische, berindete Äste		0,62 g/cm ³	12,5 %	Ø: 2,6cm; L: 5cm
Birke; <i>Betula</i> sp. (Fagales: Betulaceae)				0,54 g/cm ³	13,1 %	Ø: 2,3cm; L: 5cm
Eiche; <i>Quercus</i> sp. (Fagales: Fagaceae)				0,72 g/cm ³	14,0 %	Ø: 2,3cm; L: 5cm
Holunder; <i>Sambucus nigra</i> (Rubiales: Caprifoliaceae)				0,58 g/cm ³	13,0 %	Ø: 2,9cm; L: 5cm
Kiefer; <i>Pinus</i> sp. (Coniferae: Pinaceae)				0,61 g/cm ³	13,6 %	Ø: 2,1cm; L: 5cm
Maulbeer; <i>Morus</i> sp. (Urticales: Moraceae)				0,55 g/cm ³	12,8 %	Ø: 2,3cm; L: 5cm
Pappel; <i>Populus</i> sp. (Salicales: Salicaceae)				0,54 g/cm ³	13,3 %	Ø: 2,8cm; L: 5cm
Schlehe; <i>Prunus spinosa</i> (Rosales: Rosaceae)				0,75 g/cm ³	14,4 %	Ø: 2,1cm; L: 5cm
Wacholder; <i>Juniperus</i> sp. (Coniferae: Cupressaceae)				0,54 g/cm ³	11,8 %	Ø: 1,7cm; L: 5cm
Weide; <i>Salix</i> sp. (Salicales: Salicaceae), 2 Arten				0,52 g/cm ³	12,5 %	Ø: 2,1cm; L: 5cm
	0,52 g/cm ³	12,8 %	Ø: 1,9cm; L: 5cm			
Cedro; <i>Cedrela</i> sp. (Geraniales: Meliaceae)	Costa Rica	Bauholz (Bretter)		0,56 g/cm ³	12,1 %	2,5cm*2,5cm*2,7cm
Espavel; <i>Anacardium</i> sp. (Sapindales: Anacardiaceae)				0,57 g/cm ³	10,4 %	2,5cm*2,5cm*2,7cm
Guanacaste; <i>Enterolobium</i> sp. (Rosales: Leguminosae)				0,46 g/cm ³	10,6 %	2,5cm*2,5cm*2,7cm
Pochote; <i>Bombax ellipticum</i> (Malvales: Bombacaceae)				0,43 g/cm ³	12,1 %	2,5cm*2,5cm*2,7cm
Cassia sp. (Rosales: Leguminosae)	Togo	berindete Äste	werden bevorzugt zum Bau traditioneller Speicher (Greniers) verwendet	0,65 g/cm ³	11,7 %	Ø: 2,0cm; L: 5cm
<i>Hymenocardia acida</i> (Geraniales: Euphorbiaceae)		geschälte Äste		0,77 g/cm ³	11,6 %	Ø: 3,9cm; L: 5cm
Neeem; <i>Azadirachta indica</i> (Geraniales: Meliaceae)	Togo	berindete Äste	Speicherbau	0,76 g/cm ³	12,2 %	Ø: 1,9cm; L: 5cm
Mzima; <i>Terminalia sericea</i> (Myrtiflorae: Combretaceae)	Tansania, Arusha	geschälte Äste	bedeutendste Holzart, wird zum Haus- und Lagerbau benutzt	0,78 g/cm ³	11,3 %	Ø: 4,0cm; L: 4cm

Fortsetzung auf der nächsten Seite . . .

Fortsetzung der Tabelle 1:

Holzart	Herkunft	Bearbeitungszustand	Verwendung	Dichte	Feuchte	Probengröße
Bambus; Bambusa sp. (Gramineae: Glumiflorae)	Tansania	Rohrabschnitte	Lagerbau	1,18 g/cm ³	-	Ø: 3,5cm; L: 5cm
Albizia harvey (Rosales: Leguminosae)		berindete Äste		0,74 g/cm ³	-	Ø: 3,2cm; L: 5cm
Drozoa reticulata (Sapindales: Anacardiaceae)		berindete Äste		0,64 g/cm ³	-	Ø: 2,0cm; L: 5cm
C. F. Strychnos usambarensis (Contortae: Loganiaceae)		dünne, berindete Ästchen mit weichem Mark (Ø:2mm)		0,96 g/cm ³	-	Ø: 1,0cm; L: 5cm
Spirostachy africana (Geraniales: Euphorbiaceae)		Stammabschnitt (Ø: 8cm), korkartig berindet		0,70 g/cm ³	-	Stücke vom Stamm, maximale Kantenlänge 5cm
Agave sisalana (Liliiflorae: Amaryllidaceae)	Stammteile (Ø:10cm), weich und brüchig	0,38 g/cm ³	-	Stücke vom Stamm, maximale Kantenlänge 5cm		
Phyllantus sepialis (Geraniales: Euphorbiaceae)	dünne, berindete Ästchen mit weichem Mark (Ø:2mm)	0,77 g/cm ³	-	Ø: 1,0cm; L: 5cm		
Kiefer; Pinus sp. (Coniferae: Pinaceae), Splintholz	BAM	Normklötzchen, gehobelt		0,54 g/cm ³	10-11 %	5,0cm#2,5cm#1,5cm
Pappel; Populus sp. (Salicales: Salicaceae), Splintholz				0,70 g/cm ³	10-11 %	5,0cm#2,5cm#1,5cm
Kiefer; Pinus sp. (Coniferae: Pinaceae), Splintholz, mit Pepton und Hefe getränkt				0,56 g/cm ³	-	5,0cm#2,5cm#1,5cm

größe zeigt die Tabelle 1. Zum Zwecke des Vergleiches gegenüber dem Holz in fester Form waren feines Sägemehl von Pochote-Holz und Sägespäne, handelsüblich als Kleintierstreu, Gegenstand von Untersuchungen. Die Einwaage betrug hierbei jeweils 10g. Mit Blick auf die Zahl der Tiere und die Form der Versuchsgefäße sollte dies quantitativ in jedem Fall ausreichen.

Mais

Für die Tierzuchten und verschiedene Experimente wurde Körnermais der Sorte 'La Plata' verwendet. Das Substrat wurde vor dem Gebrauch für eine Dauer von zwei Wochen bei minus 20°C sterilisiert. In der Klimazelle bei 30°C und 75% r.Lf. stellte sich sodann ein Feuchtegehalt von 15% ein.

An Maiskolben wurden zum einen frisch geerntete, einheimische Exemplare der Sorte 'Forla' mit großen, gelben Körnern verwendet, zum anderen getrocknete Kolben aus Tansania, diese wesentlich kleiner, mit kleinen, hellgelben bis fast weißen Körnern. Der Feuchtegehalt betrug bei der einheimischen Sorte 26%, bei der afrikanischen 11%.

An Maismehl wurde das sehr feine, von den Käfern selbst zermahlene Fraßmehl benutzt, welches in großer Menge aus den Zuchtgläsern gewonnen werden konnte. Künstlich gemahlener Mais erschien zu grob und schrotartig und erwies sich in einem Vorversuch als weniger gut geeignet für eine Ernährung und Vermehrung der Käfer. Vor der Verwendung wurde das Mais-Fraßmehl ebenfalls zwei Wochen bei minus 20°C sterilisiert.

Reines Zellulose-Pulver wurde mit verschiedenen Mengen an Mais-Fraßmehl vermengt und diese Mischung mittels Wasser zu einem Kuchen zusammengebacken und getrocknet. Es wurden Würfel von etwa 2,5cm Kantenlänge geformt. Die Dichte dieser Körper war, im Vergleich zu Holz, gering. Bei Würfeln aus reiner Zellulose betrug sie 0,34g/cm³. Die getesteten Mais-Fraßmehl-Anteile waren: 0%, 4%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 80% und 100%. Hierbei handelt es sich um Gewichtsprozent. Parallel zu diesen Ansätzen wurden die verschiedenen Mischungsstufen in Pulverform angeboten, wobei jedes Versuchsglas 10g Substrat enthielt.

Andere Maispflanzenteile, wie Spindel, Stengel oder auch

Blätter waren von besagten frisch geernteten Maispflanzen verfügbar, Spindeln auch von den Kolben aus Tansania. Die Dichte von Maisspindeln wurde zu $0,25\text{g/cm}^3$ bestimmt, bei getrockneten Stengelabschnitten zu $0,10\text{g/cm}^3$. Der Stengel aber besteht aus einem sehr weichen Parenchym im Innern (Dichte $0,06\text{g/cm}^3$), das von einer dünnen, härteren Schale umgeben ist (Dichte $0,32\text{g/cm}^3$). Dieses weiche Parenchym füllt auch das Innere der Spindel aus.

Weitere Substrate

Neben Holz und Mais waren die folgenden anderen Materialien Bestandteil der Untersuchungen:

Styropor als Stück; Dichte: $0,03\text{g/cm}^3$

Plastik-Frischhaltefolie, aufgewickelt zu einer Rolle von etwa 1,5cm Durchmesser und 5cm Länge; Dichte: $0,27\text{g/cm}^3$

Gipswürfel von 2,5cm Kantenlänge; Dichte: $1,49\text{g/cm}^3$

Radiergummi (Läufer Supra-340); Dichte: $0,61\text{g/cm}^3$

Bienenwachswürfel von 2,5cm Kantenlänge; Dichte: $0,93\text{g/cm}^3$

Hundekuchen im Stück; Dichte: $0,78\text{g/cm}^3$; und gemahlen

Paraffinwürfel von 2,5cm Kantenlänge; Dichte: $0,86\text{g/cm}^3$

Kartoffeln, getrocknet, als Würfel von 2,5cm Kantenlänge und in Scheiben

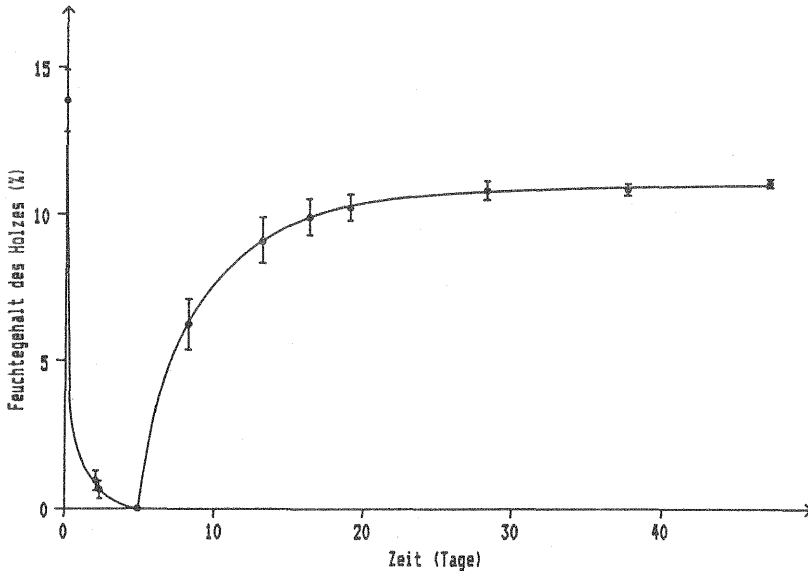
2.8 Bestimmung von Feuchtegehalt und Dichte

Zur Bestimmung des Feuchtegehaltes wurden die Holzproben zunächst im Wärmeofen bei Temperaturen zwischen 40°C und 60°C mindestens 48 Stunden lang getrocknet. Nach Messung des Trockengewichtes wurden die Hölzer in 30°C und 75% r.Lf. gesetzt, um sich bis zur Gewichtskonstanz zu equilibrieren. Die Proben sollten hier wenigstens zwei Wochen gelagert sein, bevor ihr Feuchtgewicht bestimmt werden kann. Abbildung 5 zeigt die Änderung des Feuchtegehaltes einer Holzsorte während Trocknung und nachfolgender Equilibrierung.

Der Feuchtegehalt von Maiskörnern wurde mit Hilfe eines Brabendergerätes bestimmt.

Die Dichte der Substrate wurde durch Messung von Volumen und Masse ermittelt.

Abb. 5: Änderung des Feuchtegehaltes von Holz während fünftägiger Trocknung (Ofen, 57°C) und nachfolgender Equilibrierung in der Klimazelle bei 30°C und 75% r.Lf. am Beispiel von Mzima-Holzstücken; Mittelwerte aus sechs Parallelbestimmungen.



3 Ergebnisse und Auswertung

=====

3.1 Attraktivität verschiedener Hölzer und anderer Materialien

Von den Arten der Familie Bostrychidae wird berichtet, daß sie eine Reihe von z.T. recht harten Materialien durch ihren Bohrfraß schädigen können. Große Bedeutung haben sie vor allem durch den Befall wertvollen Nutzholzes. Selbst die härtesten tropischen Hölzer widerstehen nicht den kräftigen Mandibeln dieser Insekten. Daneben können aber auch Kunststoffisolierungen und sogar Metallumhüllungen freihängender Leitungen von Bostrychiden angebohrt werden. (Schmidt, 1949; Heinze, 1983) Auch *Prostephanus truncatus* befällt neben seinen Nahrungssubstraten Mais und Kassava verschiedene andere Materialien, darunter Plexiglas und Hartplastik (Howard,

1983; Ramirez & Silver, 1983), Leder (Mushi, 1984) und nicht zuletzt Lagerbauten und andere Utensilien aus Holz (s. Einleitung).

Im Folgenden wird untersucht, in welche Holzarten sich *P. truncatus* einbohrt, bzw. von welchen Faktoren der Befall einer Holzprobe abhängt. Einige andere Materialien werden zu Vergleichszwecken in diese Frage mit einbezogen.

3.1.1 Einbohrhäufigkeit in verschiedene Holzproben und andere Materialien

Im Zusammenhang mit anderen Untersuchungen wurde ermittelt, wie hoch der Anteil der Käfer war, die sich bei 30°C und 75% r.Lf. in Proben verschiedener Hölzer und anderer Materialien einbohrten. Alle Versuche wurden mit 100 adulten Tieren gemischten Alters durchgeführt. Das Ergebnis ist in der Abbildung 6 aufgetragen.

Es zeigt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen Einbohrhäufigkeit der Käfer und Oberflächenbeschaffenheit des Holzes. Folgende Stufen lassen sich feststellen:

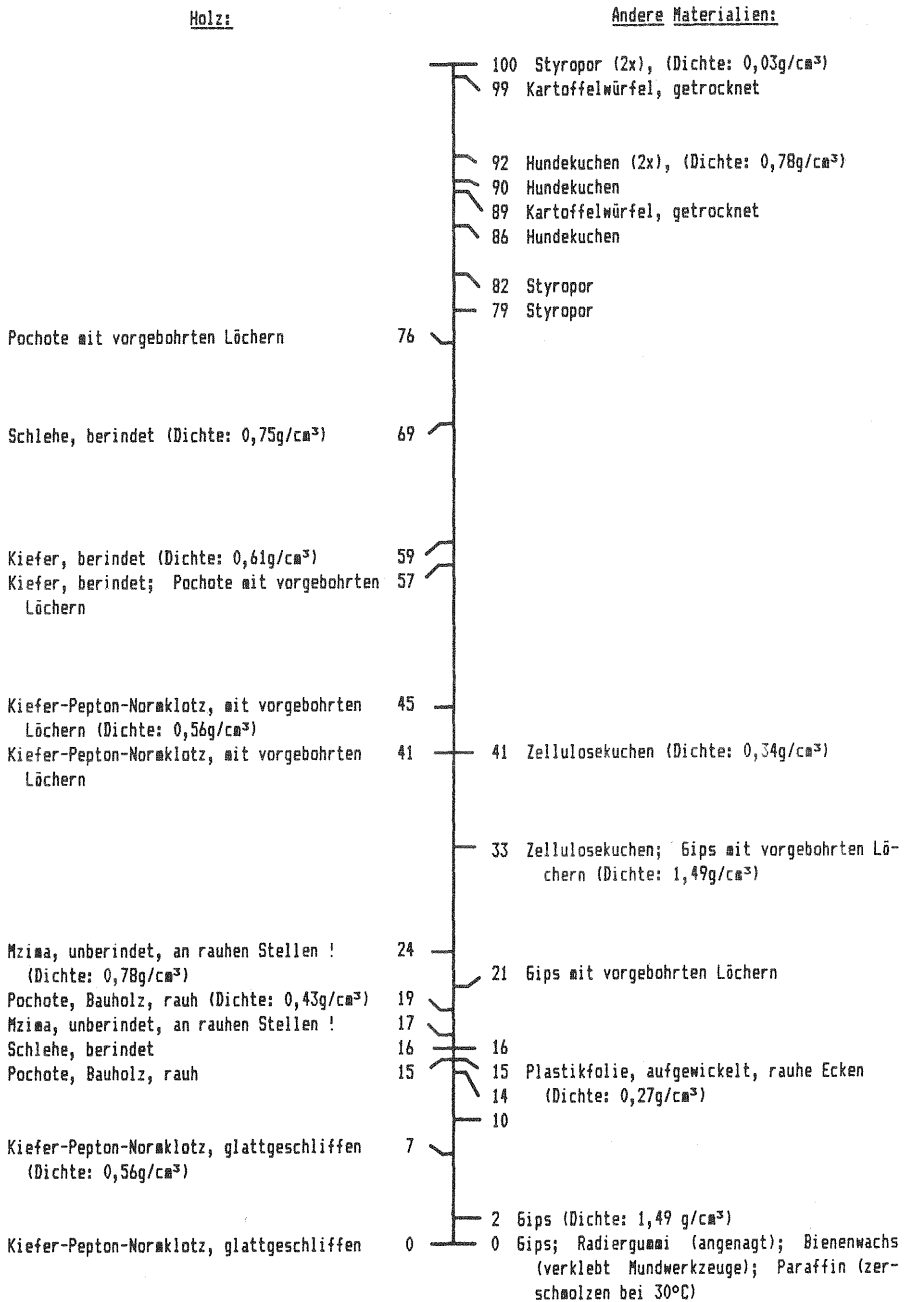
berindetes Holz (viele Ansatzmöglichkeiten); bzw. künstlich vorgebohrtes Holz	▶	geschältes Holz mit rauhen Stellen; Bretter mit rauhem Oberfläche	▶	Bretter mit glattgeschliffener Oberfläche
--	---	--	---	---

▶ abnehmende Einbohrhäufigkeit in Holz

Aus Beobachtungen geht desweiteren hervor, daß sich *P. truncatus* bevorzugt an rauhen Stellen (Astansätze, Holzspalten, verletzte Stellen) oder an weichen Stellen (Mark bei einigen Hölzern) in Holz einbohrt.

Die Dichte, die bei den aufgeführten Hölzern zwischen 0,43 und 0,78 g/cm³ liegt, scheint hier keine so große Rolle zu spielen, wohl aber bei Materialien mit wesentlich anderen Dichten. So bohren sich in Styropor (0,03g/cm³) z.T. 100% der Tiere ein und können darin sehr schnell lange Gänge herstellen. In Gips (1,49g/cm³) bohrten sich 0-2% der Tiere hinein, jedoch höchstens eine Körperlänge. Unter den in

Abb. 6: Einbohren von *Prostephanus truncatus* in Holz und andere Materialien; Versuche ä 100 Adulte gemischten Alters bei 30°C, 75% r.l.f.: maximaler Anteil eingeborhter Tiere.



dieser Arbeit verwendeten Holzarten (s. Tab. 1) wurde keine gefunden, in die sich *P. truncatus* überhaupt nicht einbohrt, zumindestens, wenn nebenher Mais als Nahrungssubstrat zur Verfügung stand. Die Fähigkeit verschiedener Bostrychidenarten, sehr harte Hölzer zu benagen, ist also offensichtlich auch beim Großen Kornbohrer gegeben.

Befallen wurden auch Kartoffeln, Hundekuchen, Zellulosekuchen und Plastikfolie, während Radiergummi angenagt wurde. Bienenwachs und Paraffin erwiesen sich als ungeeignet für den Versuch.

Eine weitere Beobachtung könnte für das Verhalten des Käfers von Bedeutung sein. *P. truncatus* hat eine ausgesprochene Tendenz, sich zu verkriechen. Wird eine Anzahl von Käfern in ein Glas mit einem festen Stück Substrat gesetzt, so findet sich von den Tieren, sofern sie nicht eingebohrt sind, grundsätzlich ein Großteil unter dem Substrat wieder, sei es nun Holz, Radiergummi, Bienenwachs, Gips oder auch Metallgaze. Hat ein Gipswürfel vorgebohrte Löcher, so verschwinden darin bereitwillig 21 bis 33% der Tiere, ohne diese kommen nur bis 2% in den Gips hinein.

3.1.2 Einbohrhäufigkeit in Abhängigkeit von der Populationsdichte

Da eine mögliche Ursache für das Aufsuchen von Holz oder anderen Substraten darin bestehen könnte, daß bei einer Übervölkerung eines Futtersubstrates (Mais oder Kassava) Teile der Population dieses verlassen und versuchen, auf andere Stellen oder andere Materialien auszuweichen ("Overcrowding-Effekt"), wurde der Einfluß der Populationsdichte auf die Einbohrhäufigkeit in Holz getestet. Auf jeweils 40g Mais und einen Pochote-Holzwürfel (2,5cm Kantenlänge) wurden verschiedene Anzahlen adulter Käfer gemischten Alters gesetzt und nach 4 Wochen, also vor dem Schlüpfen einer Nachzucht, der Anteil ins Holz eingebohrter Tiere bestimmt. Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 7 und 8 zusammengefaßt.

Abb. 7: *Prostephanus truncatus* auf Mais (40g) und Holz (Pochote, Bauholz, Würfel von 2,5cm Kantenlänge), Adulte gemischten Alters, bei 30°C, 75% r.l.f.: Anzahl ins Holz eingehohter Tiere gegen deren Gesamtzahl, 4 Wochen nach Versuchsbeginn (x—x); Ansatz mit 80g Mais (●); Ansatz mit dreifacher Holzmenge (▲).

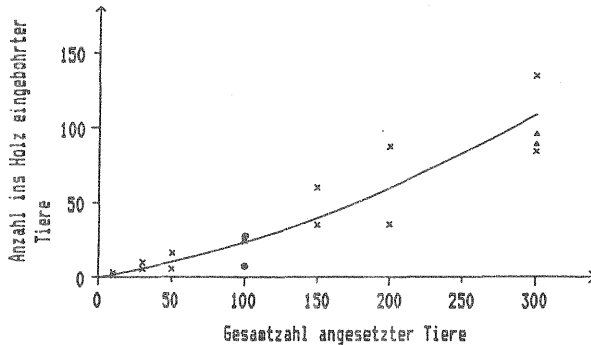
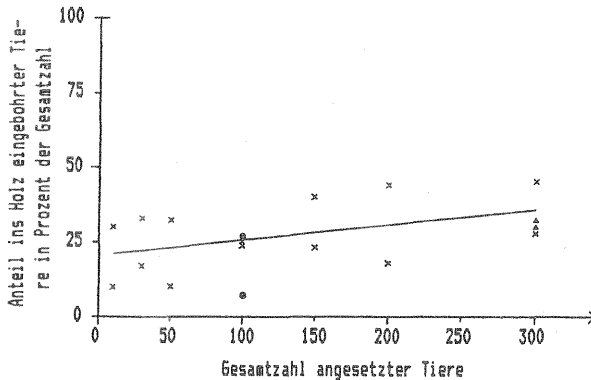


Abb. 8: *Prostephanus truncatus* auf Mais (40g) und Holz (Pochote, Bauholz, Würfel von 2,5cm Kantenlänge), Adulte gemischten Alters, bei 30°C, 75% r.l.f.: Prozentualer Anteil der ins Holz eingehohten Tiere gegen ihre Gesamtzahl, 4 Wochen nach Versuchsbeginn (x—x); Ansatz mit 80g Mais (●); Ansatz mit dreifacher Holzmenge (▲).



Auch bei geringen Tierdichten bohrt sich ein bestimmter Teil der Tiere ins Holz (10–33%). Bei hohen Tierzahlen ist dieser Anteil etwas größer (18–45%). Das bedeutet eine gewisse Steigerung des Holzbefalls durch Überbevölkerung. Offensichtlich ist die Überbevölkerung aber nicht die alleinige Ursache. Bei erhöhtem Nahrungsangebot (80g Mais) ist der

Holzbefall geringer. Eine größere Holzmenge führt nicht zu erhöhter Einbohrhäufigkeit.

Mit dem Befall ohne vorhandene Nahrung sind diese Werte nicht direkt vergleichbar, denn durch die Nahrung haben die Käfer viel mehr Zeit (Kontrolle nach 4 Wochen) und wohl auch mehr Kraft, sich einzubohren, bei Nur-Holz geschieht dies nur in den ersten Tagen.

3.2 Bedeutung von Holz und anderen Materialien für die Überlebensfähigkeit

Die Familie Bostrychidae (Holzbohrkäfer) gehört zur Überfamilie der Bostrychoidea (etwa 2300 Arten), zusammen mit den Anobiidae (Nage-, Poch- oder Klopfkäfer, 1100 Arten), die zum größten Teil Holzbohrer sind, während einige Arten Getreideprodukte, Drogen und Tabak angreifen, den Ptinidae (Diebskäfer, 700 Arten), die man an Nahrungsmitteln, trockenen Tieren oder pflanzlichen Materialien findet, und den Lyctidae (Splintholz- oder Holzmehlkäfer, 70 Arten), Schädlingen an trockenem Holz, die den Bostrychidae verwandtschaftlich am nächsten stehen. Die Bostrychiden selbst sind mit 434 Arten vertreten. Sie verteilen sich über die ganze Welt, herrschen aber in den warmen Gebieten vor. Ihr größter Artenreichtum ist in Afrika, Südamerika und im indo-malaysischen Gebiet anzutreffen. Die meisten Arten der Familie sind Holzbohrer. Abgestorbenes, trockenes Material wird bevorzugt, aber auch lebende Hölzer werden keineswegs verschmäht. Offenbar können sämtliche Holzarten, einschließlich der Sträucher, zur Ernährung benutzt werden. In den tropischen Gebieten gehören die Bostrychiden zu den ärgsten Schädlingen des lagernden Holzes. (Reitter, 1911; Schmidt, 1949; König, 1957; CSIRO, 1970; Chinery, 1976; Gillot, 1980; Skaife et al, 1981)

3.2.1 Substrataufnahme in den Darmtrakt

Anhand einiger Substrate wurde zunächst überprüft, ob beim

Tab. 2: *Prostephanus truncatus*, adult; Untersuchungen zur Aufnahme verschiedener Substrate in den Darmtrakt.

Angebotenes Substrat:	Mais	Holz, Stück	Holzmehl	Plastikfolie	Radiergummi	Bienenwachs
Darminhalt:	+	+	+	+	-	-
Kotballen:	+	+	+			

(+ im Darm/Kot gefunden; - nicht gefunden)

Einbohren adulter Tiere in ein festes Substrat bzw. Vorhandensein eines pulverförmigen Materials dieses auch in den Darmtrakt aufgenommen wurde. Hierzu wurden Darminhalt und Kotballen untersucht. Der Nachweis erfolgte durch Färbung mit Phlorogluzin-Salzsäure (Lignin des Holzes), Jodkaliumjodid (Maisstärke) oder durch Wiederauffinden vorgefärbter oder deutlich erkennbarer Substrate im freigelegten Darm. Das Ergebnis ist in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Neben dem Nährsubstrat Mais konnte sowohl bei Ansatz auf festem Holz als auch auf Holzmehl das angebotene Substrat in Darm und Kotballen von *P. truncatus* nachgewiesen werden. Angebotene Plastikfolie wurde ebenfalls im Darm adulter Tiere wiedergefunden. Radiergummi und Bienenwachs konnten nicht nachgewiesen werden, in diese Materialien vermochten sich allerdings auch keine Käfer einzubohren.

3.2.2 Nutzung von Inhaltsstoffen des Holzes

Mit rund 50% stellt die Zellulose den anteilmäßig größten Bestandteil des Holzes dar. Zur Aufspaltung des Kettenmoleküls im Darmkanal holzfressender Tiere ist die Anwesenheit eines Enzyms notwendig, der Zellulase. Einige Tiere besitzen körpereigene Zellulasen, viele holzfressende Insekten aber beherbergen Mikroorganismen wie Bakterien, Flagellaten oder Hefepilze, mit deren Hilfe eine Zelluloseverdauung möglich wird. (Schmidt, 1949; Kollmann, 1951; Wigglesworth, 1959)

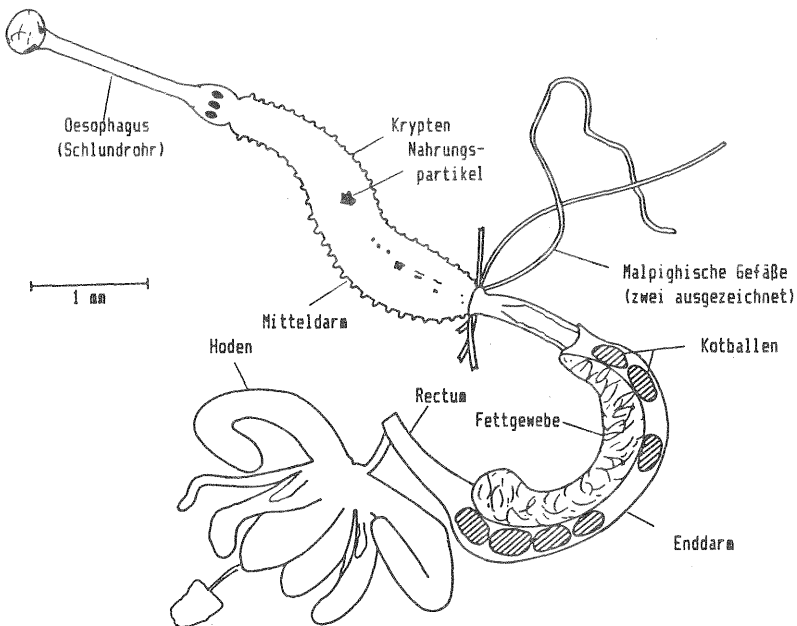
Bei den holzfressenden Bostrychiden sind keine Zellulasen bekannt. Sie verwerten nur die Stärke, den Zucker und das

Eiweiß des Holzes (Schmidt, 1949; Wigglesworth, 1959; Karel & Mphuru, 1981).

Zur Frage einer möglichen Zelluloseverwertung durch den Großen Kornbohrer mittels Symbionten wurde der Darmkanal adulter Tiere untersucht (s. Abb. 9). Es wurden keinerlei Darmsymbionten oder Myzotome bei *P. truncatus* gefunden. Eine Nutzung der Zellulose durch Pilzabbau im befallenen Holz ist offensichtlich ohne Bedeutung, da bei 30°C und 75% r.Lf. kein Pilzbefall im Holz auftritt. Andererseits ist zwar das Holz in wesentlich feuchterem Milieu übersät mit Pilzen, Bakterien und Milben; die Lebensdauer von *P. truncatus* ist unter diesen Bedingungen aber deutlich verkürzt. Bei 96% r.Lf. lebten auf Mzima-Holz von 30 Tieren nach einer Woche noch 93%, nach zwei Wochen kein Tier mehr. Somit gibt es keine Anhaltspunkte dafür, daß *P. truncatus* die im Holz enthaltene Zellulose mit Hilfe von Ento- oder Ektosymbionten nutzt.

Es stellt sich die Frage, ob, wenn schon nicht die Zellu-

Abb. 9: Dara von *Prostephanus truncatus* (Männchen).



lose, so doch andere Bestandteile des Holzes von *P. truncatus* zur Ernährung verwendet werden können. Um dafür Anhaltspunkte zu erhalten, wurde reines Zellulose-Pulver mit Mais-Fraßmehl in verschiedenen Anteilen vermenget. Jeweils 100 adulte Käfer gemischten Alters wurden anschließend auf 10g Pulver oder auf zusammengebackene Würfel von etwa 2,5cm Kantenlänge angesetzt. Bei den letzteren Ansätzen wurden Versuchsgläser mit Vogelsand-Wasserglas-Boden verwendet, bei ersteren solche mit Glasfußboden. In der Tabelle 3 sind die Mischungsstufen sowie die mittlere und maximale Lebensdauer der Tiere wiedergegeben. Die Abbildungen 10 und 11 stellen die mittlere Lebensdauer von *P. truncatus* in Abhängigkeit vom Mais-Fraßmehl-Anteil dar.

Ein recht großer Anteil der Tiere bohrte sich in die angebotenen Würfel hinein, zwischen 27 und 57% bei überwiegendem Zellulose-Anteil, bis zu 100% bei den höheren Mais-Fraßmehl-Anteilen. Die Tiere zerfraßen das Substrat sehr schnell, so daß schon nach einer Woche der Boden des Versuchsglases mit Pulver bedeckt war. Dies hängt wohl mit der geringen Härte der Würfel zusammen (Dichte des Zellulose-Kuchens: $0,34 \text{ g/cm}^3$).

Die mittlere Lebensdauer der Versuchstiere liegt bei den Ansätzen von reiner Zellulose bis zu 30% Mais-Fraßmehl deutlich im Bereich der Lebensdauer ohne jegliches Substrat, sogar noch etwas niedriger (vgl. Tab. 6). *P. truncatus* ist bei diesen Konzentrationen offenbar nicht in der Lage, die der Zellulose beigemischten Stoffe in ausreichender Weise zur Ernährung zu verwenden. In 40% Mais-Fraßmehl scheint eine Lebensverlängerung schon deutlich gegeben zu sein, bei den höheren Anteilen steigt die mittlere Lebensdauer proportional zum Mais-Fraßmehl-Gehalt. 80%iges und reines Mais-Fraßmehl erlaubten *P. truncatus* die Nachzucht. Betrachtet man die lebensverlängernden Konzentrationen, so führt das als fester Würfel angebotene Substrat gegenüber der Pulverform zu einer höheren Lebensdauer der Tiere, besonders bei 80% und 100% Mais-Fraßmehl. Die physikalischen Eigenschaften eines Substrates sind also offenbar nicht ohne Bedeutung für die Überlebensfähigkeit des Käfers.

Neben der Zellulose sind in Holz 3-4% Stärke (nur bei Laub-

Tab. 3: Mittlere und maximale Lebensdauer von *Prostephanus truncatus* auf Zellulose-Mais-Fraßmehl-Gemischen sowie maximaler Anteil der in festes Substrat eingebohrten Tiere, je Ansatz 100 adulte Käfer gemischten Alters, bei 30°C, 75% r.Lf..

Anteil Mais-Fraß- mehl in Zellulose	Substrat als Stück (Würfel von 2,5cm Kantenlänge) auf Sandfußboden			Substrat als Pulver, auf Glasfußboden		
	Maximal eingebohrt	Mittlere Lebensdauer	Maximale Lebensdauer	Mittlere Lebensdauer	Mittelwert aus 3 Parallelversuchen	Maximale Lebensdauer
0%	41 Tiere 33 Tiere	15,1 Tage 15,0 Tage	59,5 Tage	12,3 Tage 11,7 Tage 11,6 Tage	11,9 ± 0,4 Tage	34,5 Tage
4%	30 Tiere 31 Tiere	14,4 Tage 12,8 Tage	58,0 Tage	13,3 Tage 12,4 Tage 11,1 Tage	12,3 ± 1,1 Tage	34,5 Tage
10%	39 Tiere 31 Tiere	14,8 Tage 15,2 Tage	68,0 Tage	12,4 Tage 10,0 Tage 13,0 Tage	11,8 ± 1,6 Tage	34,5 Tage
20%	27 Tiere 47 Tiere	12,9 Tage 15,3 Tage	38,0 Tage	13,3 Tage 17,1 Tage 16,7 Tage	15,7 ± 2,1 Tage	41,5 Tage
30%	29 Tiere 57 Tiere	13,9 Tage 18,1 Tage	53,5 Tage	20,9 Tage 23,2 Tage 16,1 Tage	20,1 ± 3,6 Tage	62,5 Tage
40%	96 Tiere 96 Tiere	29,5 Tage 28,5 Tage	71,5 Tage	27,7 Tage 16,8 Tage 33,5 Tage	26,0 ± 8,5 Tage	69,0 Tage
50%	95 Tiere 95 Tiere	33,6 Tage 36,7 Tage	82,0 Tage	28,3 Tage 28,6 Tage 43,0 Tage	33,3 ± 8,4 Tage	100,5 Tage
80%	100 Tiere 100 Tiere	62,9 Tage - Nachzucht - 62,3 Tage - Nachzucht -	166,0 Tage	40,5 Tage - Nachzucht - 38,0 Tage - Nachzucht - 59,7 Tage - Nachzucht -	46,1 ± 11,9 Tage	107,5 Tage
100%	94 Tiere 99 Tiere	64,3 Tage - Nachzucht - 67,3 Tage - Nachzucht -	180,0 Tage	56,9 Tage - Nachzucht - 52,7 Tage - Nachzucht - 60,9 Tage - Nachzucht -	56,8 ± 4,1 Tage	129,0 Tage

Abb. 10: *Prostephanus truncatus*; Mittlere Lebensdauer von adulten Tieren gemischten Alters auf Würfeln aus Zellulose-Mais-Fraßmehl-Gemischen (Kantenlänge: 2,5 cm), pro Mischungsstufe 2 Ansätze a 100 Tiere auf Sandfußboden, als Funktion des Anteils an Mais-Fraßmehl (●—●); z. Vgl.: Mittlere Lebensdauer ohne Substrat auf Sandfußboden (---) und auf Glasfußboden (.....), bei 30°C, 75% r. Lf..

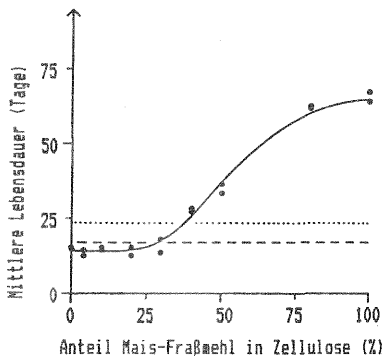
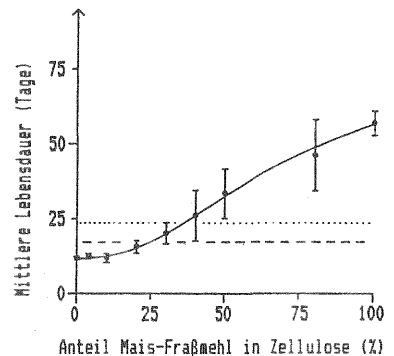


Abb. 11: *Prostephanus truncatus*; Mittlere Lebensdauer von adulten Tieren gemischten Alters auf pulverförmigen Zellulose-Mais-Fraßmehl-Gemischen, pro Mischungsstufe 3 Ansätze a 100 Tiere auf Sandfußboden, als Funktion des Anteils an Mais-Fraßmehl (●—●); z. Vgl.: Mittlere Lebensdauer ohne Substrat auf Sandfußboden (---) und auf Glasfußboden (.....), bei 30°C, 75% r. Lf..



bäumen) bzw. 20–25% Holzpolyosen insgesamt und 0,625–3% Protein enthalten, also maximal 28% an ernährungsmäßig vielleicht interessanten Stoffen. Dem Lignin, das einen Anteil von 24–28% am Holz ausmacht, kommt keine ernährungsphysiologische Bedeutung zu. Der Vergleich dieser Werte mit dem Versuchsergebnis läßt die Vermutung zu, daß die Inhaltsstoffe von Holz zu einer Lebensverlängerung des Großen Kornbohrers nicht ausreichen. (Mahlke-Troeschel-Liese, 1950)

3.2.3 Lebensdauer in Abhängigkeit vom Substrat

Wichtigste Frage in der Beurteilung des Substrates Holz ist, ob es dem Großen Kornbohrer Vorteile in der Überlebensfähigkeit bringt. Es wurden daher Versuche zur Lebensdauer des Käfers auf verschiedenen Holzsorten durchgeführt. Zusätzlich zu den Experimenten mit Holz wurden, gewissermaßen

als Eichgrößen, die Lebensdauer von *P. truncatus* auf dem Nährsubstrat Mais und ohne jegliches Substrat bestimmt. Ebenfalls zu Vergleichszwecken wurden einige weitere Materialien untersucht.

3.2.3.1 Lebensdauer in Mais

Zur Feststellung der Lebensdauer der Imagines von *P. truncatus* in einem optimal geeigneten Nährsubstrat wurden Versuche mit jeweils 100g losen Maiskörnern angesetzt, denen 3g sterilisiertes Mais-Fraßmehl zugesetzt war, um von Anfang an möglichst günstige Ernährungsbedingungen zu bieten. Es wurden vier Versuche durchgeführt mit je 100 adulten Tieren gemischten Alters und parallel dazu zwei Versuche mit frisch geschlüpften Käfern (0 bis 2 Tage nach der Imaginalhäutung).

Der Gesamtdurchschnitt aus allen vier Versuchen ergab für adulte Tiere gemischten Alters bei 30°C und 75% r.Lf. eine mittlere Lebensdauer von 116,5 Tagen, also knapp vier Monate (s. Tab. 4). Die mittlere Lebensdauer der frisch geschlüpften Tiere liegt einmal innerhalb der Werte gemischter Populationen, im anderen Fall anderthalb Monate höher. Aufgrund der Zuchtbedingungen (vgl. 'Material und Methoden') sind die für gemischte Populationen verwendeten Versuchstiere im allgemeinen erst wenige Wochen adult. Dies mag den Unterschied von drei bis vier Wochen erklären. Kein Unterschied wurde bei der maximal erreichten Lebensdauer festgestellt. Sie betrug 266,0 bzw. 265,0 Tage. Somit ist die Lebenserwartung frisch geschlüpfter adulter Käfer bei 30°C und 75% r.Lf. auf losen Maiskörnern wohl tatsächlich bei etwa vier bis vier-einhalb Monaten im Durchschnitt und neun Monaten im Maximum anzusetzen. Eine graphische Darstellung zur Lebensdauer adulter Tiere gemischten Alters ist in die Abbildungen 23 und 24 (Abschnitt 3.2.3.3) integriert.

Während die Versuchstiere im Abstand von vier Wochen auf 100g neue Maiskörner mit 3g Mais-Fraßmehl umgesetzt wurden, erfolgte an den alten Maisproben eine Kontrolle auf Nachzucht. So konnte in den sechs Parallelansätzen erfaßt werden, bis zu welchem Lebenszeitpunkt die in Mais lebenden

Tab. 4: *Prostephanus truncatus*: Mittlere und maximale Lebensdauer adulter Tiere gemischten Alters verglichen mit 0 bis 2 Tage alten adulten Tieren auf Maiskörnern, jeweils 100 Tiere auf 100g Substrat plus 3g Mais-Fraßmehl, bei 30°C, 75% r.Lf..

	Mittlere Lebensdauer		Maximale Lebensdauer
Adulte Tiere gemischten Alters	103,2 Tage 101,0 Tage 129,5 Tage 132,1 Tage	Mittelwert: 116,5 Tage	266,0 Tage
0 - 2 Tage alte adulte Tiere	124,1 Tage 158,8 Tage	Mittelwert: 141,5 Tage	265,0 Tage

Tiere noch in der Lage waren, sich zu vermehren. Die Kontrolle wurde nur qualitativ durchgeführt, nicht quantitativ.

Es wurde nachgewiesen, daß Käfer, die nach einer Lebensdauer als Adulte von maximal 229 Tagen auf neuen Mais gesetzt wurden, sich darin noch vermehrten. In vier Versuchsansätzen trat eine Nachzucht noch bei 188 Tage alten Adulten auf, in einem Ansatz bei 201 Tage alten Adulten. Bei Beachtung der Kontrollabstände von vier Wochen kann nicht ausgeschlossen werden, daß tatsächlich noch etwas höhere Werte möglich sind.

Die Lebensdauer von *P. truncatus* auf Mais in Pulverform war bereits im Abschnitt 3.2.2 Gegenstand der Untersuchung (s. Tab. 3).

3.2.3.2 Lebensdauer ohne Substrat

Abhängigkeit von den Klimabedingungen

Die Lebensdauer von *P. truncatus* unter Hungerbedingungen wurde bei verschiedenen Temperaturen und Luftfechtigkeiten bestimmt. Neben sechs Ansätzen bei 30°C und 75% r.Lf. wurden jeweils zwei Versuche durchgeführt in 85% und 96% r.Lf. bei gleichbleibender Temperatur, bei 26°C und 75% r.Lf., sowie bei 20 °C in 75% und 60% r.Lf.. Jeweils 100 adulte Tiere gemischten Alters wurden in Versuchsgläsern mit Sandfußboden und ohne jegliches Substrat gehalten. In der Tabelle 5 sind

Tab. 5: *Prostephanus truncatus*: Mittlere und maximale Lebensdauer unter verschiedenen Klimabedingungen ohne Substrat auf Glasfußboden, Ansätze à 100 adulte Tiere gemischten Alters.

		Relative Luftfeuchtigkeit			
		60 %	75 %	85 %	96 %
Temperatur	30°C	-	17,1 ± 1,2 Tage (6 Ansätze) (max. 47,5 Tage)	19,0 Tage 16,6 Tage (max. 40,5 Tage)	4,4 Tage 4,4 Tage (max. 12,0 Tage)
	26°C	-	27,4 Tage 24,0 Tage (max. 51,0 Tage)	-	-
	20°C	24,5 Tage 26,5 Tage (max. 54,5 Tage)	31,2 Tage 29,3 Tage (max. 73,5 Tage)	-	-

die mittlere und die maximal beobachtete Lebensdauer von *P. truncatus* in Tagen aufgeführt.

Die Lebensdauer von adulten Käfern ist, zumindest beim Fehlen jeglichen Substrates, abhängig von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit. Bei 30°C und 75% r.Lf., Bedingungen also, die optimal für die Entwicklung der Tiere in Mais sind (Bell & Watters, 1982) und die in den meisten Experimenten dieser Arbeit verwendet wurden, beträgt die mittlere Lebensdauer im Gesamtdurchschnitt 17,1 Tage, die maximal erreichte Lebensdauer 47,5 Tage. Wird bei 75% r.Lf. eine niedrigere Temperatur gewählt, so führt das zu einer längeren Lebensdauer der Tiere. Zwischen 75% und 85% r.Lf. ist bei 30°C kein wesentlicher Unterschied zu verzeichnen. Bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit (96%) sinkt die Lebensdauer jedoch stark ab. Im Vergleich bei 20°C führten 60% r.Lf. zu einer etwas geringeren Lebensdauer wie 75% r.Lf..

Abhängigkeit vom Boden der Versuchsgläser

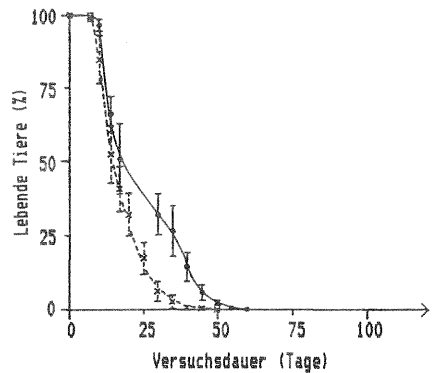
Parallel zur Bestimmung der Lebensdauer von *P. truncatus* ohne Substrat auf Sandfußboden wurden Versuche auf Glasfußboden durchgeführt, jedoch nur bei 30°C und 75% r.Lf. Der glatte Glasboden der Versuchsgläser ist für die Tiere nicht

begehrbar, sie liegen nur auf dem Rücken und können sich nicht auf die Beine stellen oder fortbewegen. Versuchsgläser mit Sandfußboden, bestehend aus Vogelsand und Natronwasserglas, ermöglichen es den Käfern herumzulaufen und – soweit vorhanden – an ein Substrat heranzukommen.

Es stellte sich heraus, daß die Tiere in den Ansätzen auf Glasfußboden zum Teil länger lebten, die entsprechende Kurve (s. Abb. 12) verläuft zweiphasig. Mittlere und maximale Lebensdauer sind auf Glasfußboden größer wie auf Sandfußboden (s. Tab. 6), der Unterschied in der mittleren Lebensdauer ist statistisch hochsignifikant ($t > t(99,9\%)$).

Es ist anzunehmen, daß die Tiere auf Sandfußboden eine normale Aktivität zeigen, während auf glattem Glasfußboden infolge der Rückenlage eine gewisse Ruhigstellung erfolgt. Es wird weniger Körpersubstanz für den Stoffwechsel verbraucht, so daß die Hungerzeit länger ausgehalten werden kann.

Abb. 12: *Prostephanus truncatus*; Lebensdauer ohne Substrat, Versuchsglas mit Sandfußboden (Vogelsand, mit Wasserglas befestigt), 6 x 100 adulte Tiere gemischten Alters (X---X); Versuchsglas mit Glasfußboden (glatt, für Käfer nicht begehrbar), 5 x 100 adulte Tiere gemischten Alters (●—●); bei 30°C, 75% r.Lf..



Tab. 6: Mittlere und maximale Lebensdauer von *Prostephanus truncatus*, adulte Tiere gemischten Alters, ohne Substrat, bei 30°C, 75% r.Lf., in unterschiedlich vorbereiteten Versuchsgläsern.

	Mittlere Lebensdauer (Versuchs-/Tierzahl)	Maximale Lebensdauer
Sandfußboden	17,1 ± 1,2 Tage (6 x 100 Tiere)	47,5 Tage
Glasfußboden	23,6 ± 2,3 Tage (5 x 100 Tiere)	57,5 Tage

3.2.3.3 Lebensdauer in Holz und anderen Materialien

Grundversuche

Um die Lebensdauer von *P. truncatus* auf Holz festzustellen, wurden nunmehr Holzproben in Versuchsgläsern mit Sandfußboden plaziert und darauf 100 adulte Käfer gemischten Alters gesetzt. Es wurden jeweils zwei Parallelversuche durchgeführt mit Mzima-, Kiefern-, Schlehen- und Pochot Holzproben sowie Pochot Holzproben mit 100 vorgebohrten Löchern. Die Klimabedingungen betragen 30°C und 75% r.Lf. Zum Zeitpunkt der Kontrolle wurden die Anzahl lebender Tiere bestimmt und der Befall des Holzes untersucht. Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 13 bis 22 graphisch aufgetragen, zum Vergleich wurde die Lebensdauer von Tieren ohne Substrat (s. Abschnitt 3.2.3.2) eingezeichnet.

Die Kurven zeigen zwei Phasen. In der ersten Phase erfolgt eine starke Abnahme der Lebendtierzahl, beginnend um den 7. Versuchstag, die ziemlich genau der Kurve von Tieren ohne Substrat entspricht. Sodann aber gibt es einen mehr oder weniger deutlichen Knick in der Kurve, ein Teil der auf Holz angesetzten Tiere lebt wesentlich länger als die Tiere ohne Substrat, die Abnahme der Lebendtierzahl erfolgt nun wesentlich langsamer.

Betrachtet man den jeweiligen Anteil der im Holz eingebohrten Tiere, so zeigt sich ein klarer Zusammenhang mit der Zweistufigkeit der Kurven: Die Tiere, die länger leben, sind ausschließlich Käfer, die sich in das Holz eingebohrt haben und darin verweilen.

Je nachdem, wieviele Tiere sich anfangs im Holz eingebohrt haben, ergibt sich also auch ein bestimmter Anteil an Tieren, die länger leben.

Damit im Zusammenhang steht wiederum die mittlere Lebensdauer, die aus allen Tieren berechnet wurde (s. Tab. 7). Die Werte für Kiefernholz sind 12 bis 15 Tage größer als für Mzima, die Prozentzahl anfangs eingebohrter Tiere ist bei ersterem aber auch dreimal so groß. Auf Schlehe-Holz wurde einmal eine mittlere Lebensdauer von 35,5 Tagen festgestellt bei maximal 68% eingebohrten Tieren, im anderen Versuch 17,4 Tage bei nur maximal 17% im Holz eingebohrten Tieren. Ver-

Abb. 13 und 14: *Prostephanus truncatus*; Lebensdauer auf Mzimaholz, Astabschnitt, unberindet (\emptyset : 4,0cm; L: 4cm), jeweils 100 adulte Tiere gemischten Alters (\bullet — \bullet); Anteil im Holz befindlicher Tiere (\circ — \circ); z. Vgl.: Lebensdauer ohne Substrat, 6 x 100 adulte Tiere gemischten Alters (\times — \times); bei 30°C, 75% r. Lf. auf Sandfußboden.

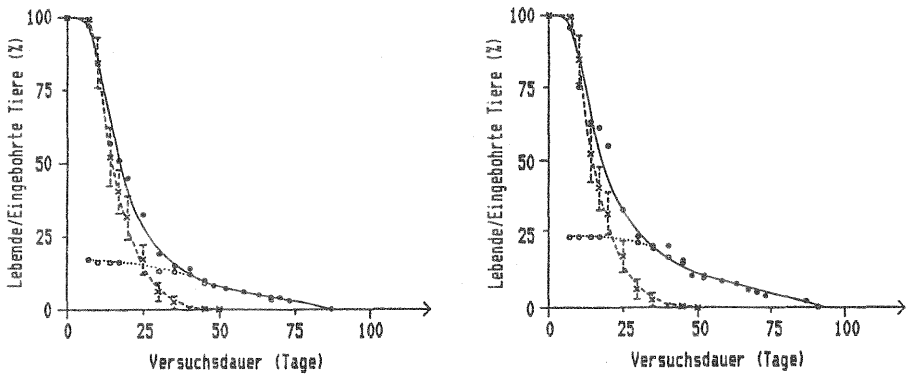
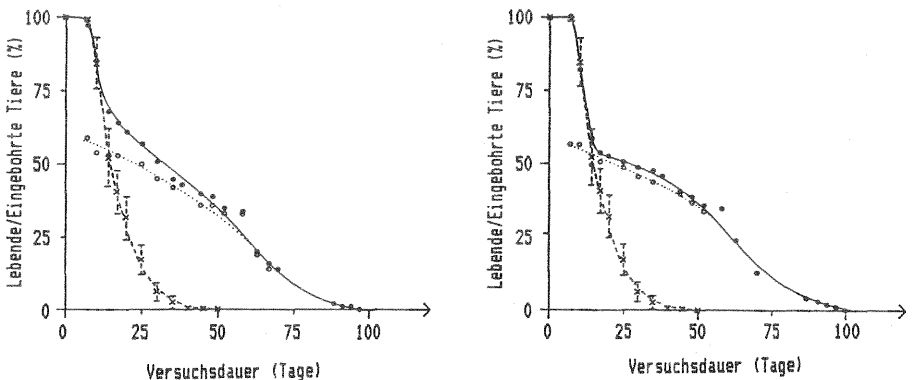


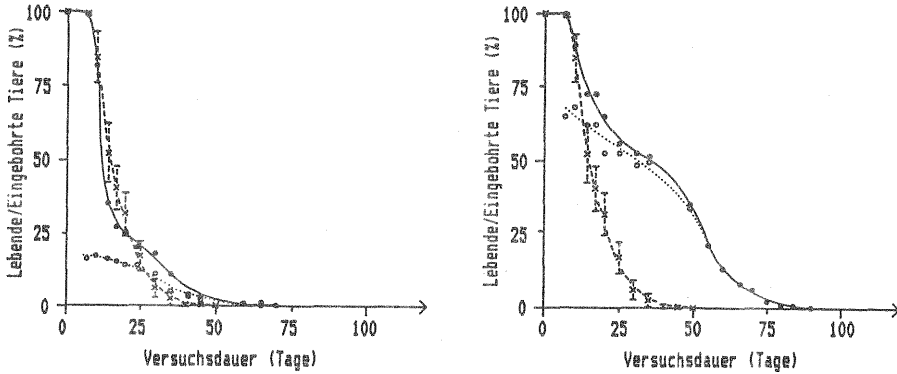
Abb. 15 und 16: *Prostephanus truncatus*; Lebensdauer auf Kiefernholz, Astabschnitt, frisch, berindet (\emptyset : 2,1cm; L: 5cm), jeweils 100 adulte Tiere gemischten Alters (\bullet — \bullet); Anteil im Holz befindlicher Tiere (\circ — \circ); z. Vgl.: Lebensdauer ohne Substrat, 6 x 100 adulte Tiere gemischten Alters (\times — \times); bei 30°C, 75% r. Lf. auf Sandfußboden.



gleichet man die Versuche auf Pochote-Holz, so ist die durchschnittliche Lebensdauer wesentlich länger, wenn bereits Löcher vorgebohrt waren. Die Prozentzahl der Versuchstiere, die sich im Holz aufhielten, war bei den vorgebohrten Proben wiederum größer als in den Versuchen mit nicht vorgebohrtem Pochote-Holz.

Des weiteren ist bei einem großen Anteil eingebohrter Tiere

Abb. 17 und 18: *Prostephanus truncatus*; Lebensdauer auf Schlehenholz, Astabschnitt, frisch, berindet (\varnothing : 2,1cm; L: 5cm), jeweils 100 adulte Tiere gemischten Alters (\bullet — \bullet); Anteil im Holz befindlicher Tiere (\circ — \circ); z. Vgl.: Lebensdauer ohne Substrat, 6 x 100 adulte Tiere gemischten Alters (\times — \times); bei 30°C, 75% r. Lf. auf Sandfußboden.



die Wahrscheinlichkeit größer, daß das letzte Tier einen sehr hohen Wert erreicht. Die höchsten Werte der maximal erreichten Lebensdauer wurden demzufolge auch bei Kiefern- und vorgebohrtem Pochote-Holz beobachtet.

Somit ist, zumindest aus diesen Versuchen, kein Zusammenhang zwischen Lebensdauer und Holzart oder -beschaffenheit zu ersehen.

Abb. 19 und 20: *Prostephanus truncatus*; Lebensdauer auf Pochote-Bauholz, Würfel von 2,5cm Kantenlänge, jeweils 100 adulte Tiere gemischten Alters (\bullet — \bullet); Anteil im Holz befindlicher Tiere (\circ — \circ); z. Vgl.: Lebensdauer ohne Substrat, 6 x 100 adulte Tiere gemischten Alters (\times — \times); bei 30°C, 75% r. Lf. auf Sandfußboden.

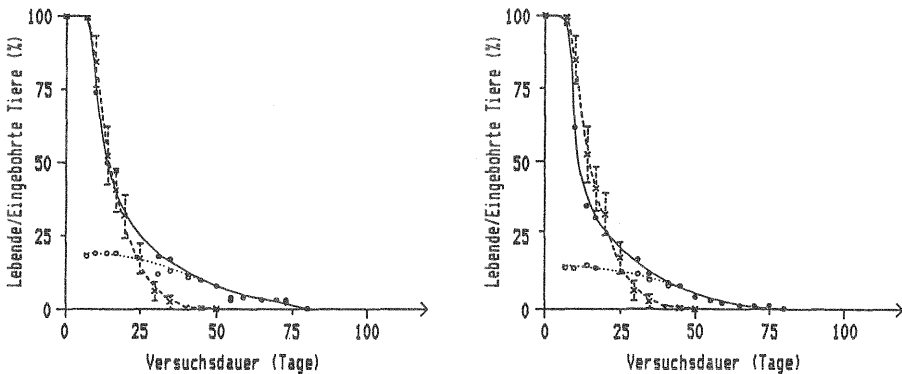
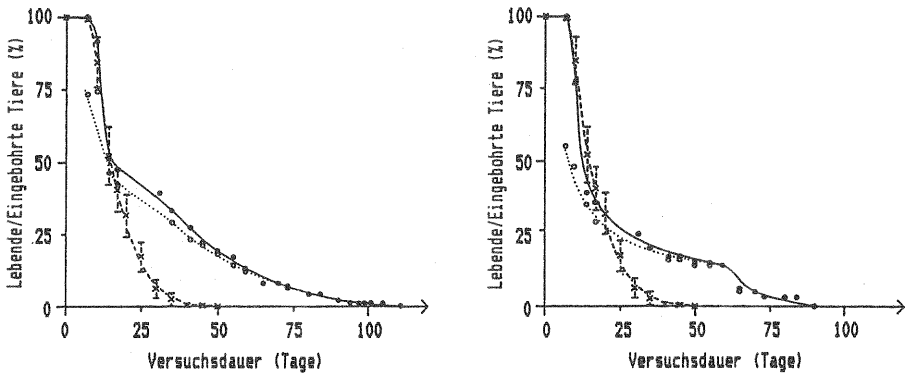


Abb. 21 und 22: *Prostephanus truncatus*; Lebensdauer auf Pochote-Bauholz, Würfel von 2,5cm Kantenlänge, mit 100 vorgebohrten Löchern, jeweils 100 adulte Tiere gemischten Alters (●—●); Anteil im Holz befindlicher Tiere (○····○); z. Vgl.: Lebensdauer ohne Substrat, 6 x 100 adulte Tiere gemischten Alters (×---×); bei 30°C, 75% r. Lf. auf Sandfußboden.



Tab. 7: Mittlere und maximale Lebensdauer von *Prostephanus truncatus* auf verschiedenen Hölzern, Ansätze \bar{x} 100 adulte Tiere gemischten Alters, bei 30°C, 75% r. Lf. in Versuchsgläsern mit Sandfußboden.

Holz	Mittlere Lebensdauer	Maximale Lebensdauer
Mzima, Astabschnitt, unberindet (\varnothing : 4,0cm; L: 4cm)	22,6 Tage 25,3 Tage	89,0 Tage
Kiefer, Astabschnitt, frisch, berindet (\varnothing : 2,1cm; L: 5cm)	37,5 Tage 37,1 Tage	98,5 Tage
Schlehe, Astabschnitt, frisch, berindet (\varnothing : 2,1cm; L: 5cm)	17,4 Tage 35,5 Tage	87,0 Tage
Pochote, (2,5cm) ³ -Würfel	21,5 Tage 18,0 Tage	77,5 Tage
Pochote, (2,5cm) ³ -Würfel, mit 100 vorgebohrten Löchern	29,1 Tage 23,6 Tage	108,0 Tage
z. Vgl.: Ohne Substrat	17,1 \pm 1,2 Tage (Mittelwert aus 6 Versuchen)	47,5 Tage

Versuche mit veränderten Methoden

Da sich in den bisherigen Versuchen ganz offensichtlich zwei Effekte überlagern (Zweiphasigkeit der Kurven), war es erforderlich, diese zu trennen, um nunmehr die tatsächliche

Lebensdauer solcher Tiere zu bestimmen, die sich in Holz eingebohrt haben und letztlich verschiedene Holzarten und -zustände differenzieren zu können. Hierzu wurde folgender Versuch gemacht:

Auf ein Stück Holz (2 x Kiefer, 2 x Pochote) kamen 300 adulte Käfer gemischten Alters. Nach 7 Tagen wurden alle Tiere entfernt, die nicht im Holz eingebohrt waren, und nur die im Holz befindlichen weiter beobachtet. Das Ergebnis dieser Experimente ist in den Abbildungen 23 und 24 aufgetragen. Zum Vergleich wurden die Lebensdauer adulter Käfer gemischten Alters ohne Substrat und mit Maiskörnern eingetragen (s. Abschnitte 3.2.3.1 und 3.2.3.2)

Neben dem Holz in fester Form wurden Versuche angesetzt mit pulverförmigem und grobkörnigen Holzsubstraten. Hierzu wurden Sägemehl von Pochoteholz und handelsübliche Sägespäne (Kleintierstreu) verwendet.

Zu Vergleichszwecken mit der Lebensdauer in Holz waren eine Reihe weiterer Materialien Gegenstand der Untersuchung. Verwendet wurden Styropor, Plastikfolie, Gipswürfel, z.T. mit vorgebohrten Löchern, Radiergummi, Bienenwachs, Hundekuchen im Stück und gemahlen sowie getrocknete Kartoffeln im Stück und als dünne Scheiben.

Abb. 23: *Prostephanus truncatus*; Lebensdauer in Kiefernholz, Astabschnitt, frisch, berindet (Ø: 2,1cm; L: 5cm), Ansatz jeweils 300 Tiere gemischten Alters, Absammeln der Nicht-Eingebohrten nach 7 Tagen, Ergebnis von 100 (Δ) und 113 (○) im Holz befindlichen Käfern; Lebensdauer ohne Substrat, 6 x 100 adulte Tiere gemischten Alters (×); Lebensdauer auf Maiskörnern, 4 x 100 adulte Tiere gemischten Alters (●); bei 30°C, 75% r. Lf. auf Sandfußboden.

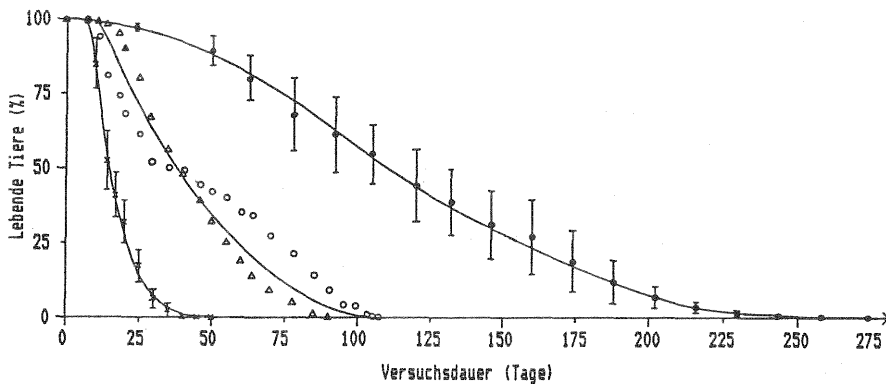
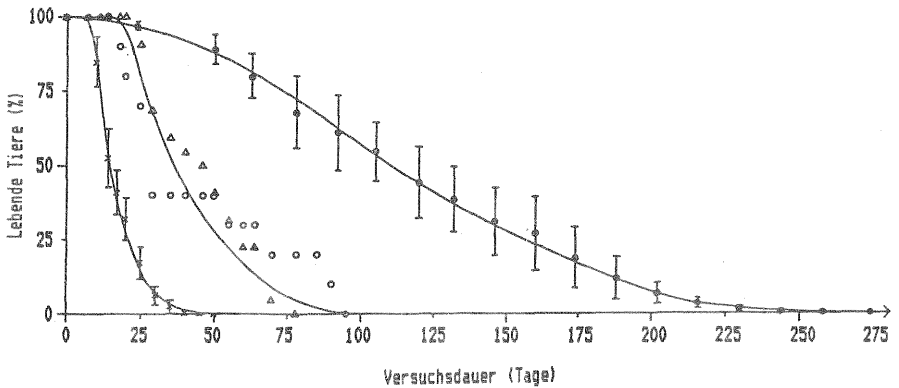


Abb. 24: *Prostephanus truncatus*; Lebensdauer in Pochote-Bauholz, Würfel von 2,5cm Kantenlänge, Ansatz jeweils 300 Tiere gemischten Alters, Absammeln der Nicht-Eingebohrten nach 7 Tagen, Ergebnis von 22 (Δ) und 10 (O) im Holz befindlichen Käfern; Lebensdauer ohne Substrat, 6 x 100 adulte Tiere gemischten Alters (\times); Lebensdauer auf Maiskörnern, 4 x 100 adulte Tiere gemischten Alters (\bullet); bei 30°C, 75% r. Lf. auf Sandfußboden.



Alle Versuche wurden bei 30°C und 75% r.Lf. durchgeführt. Versuchsziel war die Bestimmung der Lebensdauer adulter Käfer. Mittel- und Maximalwerte sind in den Tabellen 8 und 9 aufgeführt, einschließlich der Vergleichswerte für Mais und ohne Substrat, Abbildung 25 zeigt die Lebensdauer in Styropor.

Die graphische Auftragung der Werte zeigt, daß bei den Holz-Ansätzen alle Versuchstiere ein wesentlich verlängertes Leben gegenüber solchen ohne Substrat haben, die Abnahme der Lebendtierzahl erfolgt von Anfang an langsamer. Sie leben jedoch immer noch sehr viel kürzer als auf Mais, wo eine optimale Ernährung und Fortpflanzung gegeben ist. Eine deutliche Abnahme der Zahl lebender Tiere beginnt dort erst viel später. Die Versuche ohne Substrat enden nach maximal 50 Tagen. Die Kurven in Holz lebender Tiere reichen bis über 100 Tage hinaus (vgl. auch Abb. 21). Im Mais aber leben zu diesem Zeitpunkt noch mehr als die Hälfte der Versuchstiere.

Ein genauer quantitativer Vergleich ist mit Hilfe der mittleren Lebensdauer aus allen Versuchstieren möglich. Nach diesen Berechnungen vermögen im Holz eingebohrte Käfer bei 30°C und 75% r.Lf. im Durchschnitt knapp anderthalb Monate und damit zweieinhalb mal so lange zu leben wie Tiere ohne

Tab. 9: Mittlere und maximale Lebensdauer von *Prostephanus truncatus*, adulte Tiere gemischten Alters, in Holz, Mais und ohne Substrat, bei 30°C, 75% r.L.f., Sandfußboden; Versuchs- und Tierzahl in Klammern.

	-	Holz	Mais
In Stück	Ohne Substrat: 17,1 ± 1,2 Tage (6 x 100 Tiere), maximal 47,5 Tage.	Kiefer, frisch, berindet: 41,8 Tage (1 x 100 eingebohrte Tiere), 45,0 Tage (1 x 113 eingebohrte Tiere), maximal 105,0 Tage. ----- Pochote-Bauholz, rau: 44,7 Tage (1 x 22 eingebohrte Tiere), 43,8 Tage (1 x 10 eingebohrte Tiere), maximal 108,0 Tage.	Maiskörner: 116,5 ± 16,6 Tage (4 x 100 Tiere), maximal 266,0 Tage. - Nachzucht -
Mehl, bzw. kleine Stückchen		Pochote-Sägemehl: 14,7 ± 1,7 Tage (5 x 100 Tiere), maximal 37,0 Tage. ----- Sägespäne (Kleintierstreu): 13,0 Tage (1 x 100 Tiere), 14,0 Tage (1 x 100 Tiere), maximal 53,5 Tage.	Mais-Fraßmehl: 56,8 ± 4,1 Tage (3 x 100 Tiere), maximal 129,0 Tage. - Nachzucht -

Substrat. Im Einzelfall wird eine Lebensdauer bis zu dreieinhalb Monaten erreicht. Die Tiere leben jedoch nicht so lange wie solche, denen Mais als Nahrung zur Verfügung steht. Adulte Tiere können in Maiskörnern bis zu knapp neun Monaten alt werden, der gemessene Durchschnitt liegt bei knapp vier Monaten.

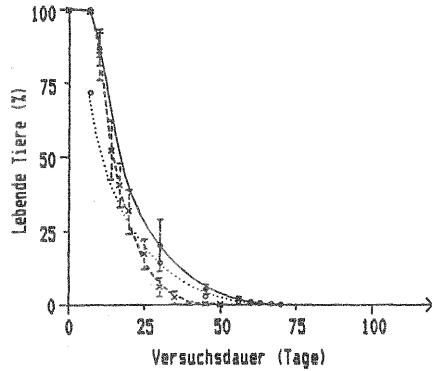
Wird den Tieren Holz angeboten, das zwar gefressen werden kann, in das sie sich aber nicht eing bohren können (Sägemehl, Sägespäne), so hat dies keine lebensverlängernde Wirkung. Die mittlere Lebensdauer ist sogar etwas geringer als ohne Substrat, laut t-Test kann ein Unterschied zwischen Pochote-Sägemehl (14,1 ± 1,7 Tage) und ohne Substrat (17,1 ± 1,2 Tage) als wahrscheinlich bezeichnet werden ($t(95\%) < t <$

Tab. 9: Mittlere und maximale Lebensdauer von *Prostephanus truncatus*, adulte Tiere gemischten Alters, auf verschiedenen Materialien, bei 30°C, 75% r.Lf., Sandfußboden; Versuchs- und Tierzahl in Klammern.

Material	Mittlere Lebensdauer (Versuchs-/Tierzahl)	Maximale Lebensdauer
Styropor	22,6 ± 1,5 Tage (4 x 100 Tiere, davon fast alle eingebohrt)	68,5 Tage
Plastikfolie (Frischhaltefolie, aufgewickelt)	25,2 Tage (1 x 16 eingebohrte Tiere)	77,5 Tage
	21,3 Tage (1 x 14 eingebohrte Tiere)	
Gipswürfel	16,7 Tage (1 x 100 Tiere, davon 0 eingebohrt)	38,0 Tage
	12,8 Tage (1 x 100 Tiere, davon 2 eingebohrt)	
Gipswürfel mit vorgebohrten Löchern	15,9 Tage (1 x 100 Tiere, davon 33 eingebohrt)	43,0 Tage
	13,4 Tage (1 x 100 Tiere, davon 21 eingebohrt)	
Radiergummi	10,5 Tage (1 x 100 Tiere)	33,0 Tage
	12,0 Tage (1 x 100 Tiere)	
	Kein Tier eingebohrt, Material nur angenagt.	
Bienenwachs	9,0 Tage (1 x 100 Tiere)	28,5 Tage
	11,8 Tage (1 x 100 Tiere)	
	Kein Tier eingebohrt, Wachs verklebt Mundwerkzeuge und ganzen Körper.	
Hundekuchen, im Stück	38,0 ± 10,8 Tage (4 x 100 Tiere, jeweils Großteil der Tiere eingebohrt) - geringe Nachzucht -	89,5 Tage
Hundekuchen, gemahlen	12,7 Tage (1 x 100 Tiere)	47,5 Tage
	22,5 Tage (1 x 100 Tiere)	
Kartoffel, getrocknet, Würfel	65,1 Tage (1 x 100 Tiere, fast alle eingebohrt)	106,5 Tage
	48,2 Tage (1 x 100 Tiere, fast alle eingebohrt)	
Kartoffel, getrocknet, dünne Scheiben	48,3 ± 3,8 Tage (3 x 100 Tiere)	159,5 Tage

t(99%). Auch in den ersten Versuchen (zweiphasige Kurven) hatten die nicht eingebohrten Tiere durchaus die Möglichkeit, Holz zu fressen, da genügend Holz-Fraßmehl auf dem Boden der Versuchsgläser vorhanden war. Diese Tiere lebten jedoch ebenfalls nicht länger als Tiere ohne Substrat. Währenddessen ist auf Mais-Fraßmehl ein langes Leben gesichert, eine Ernährung also nicht grundsätzlich von der Form des Substrates abhängig. Für Mais-Fraßmehl wurde eine mittlere Lebensdauer von 56,8 ± 4,1 Tagen festgestellt, der Unter-

Abb. 25: *Prostephanus truncatus*; Lebensdauer auf Styropor-Stück, 4 x 100 adulte Tiere gemischten Alters (●—●); Anteil im Styropor befindlicher Tiere (○—○); z. Vgl.: Lebensdauer ohne Substrat, 6 x 100 adulte Tiere gemischten Alters (×—×); bei 30°C, 75% r.Lf. auf Sandfußboden.



schied zu den Versuchen ohne Substrat ist hoch signifikant ($t > t(99,9\%)$). Auf Maiskörnern ist die mittlere Lebensdauer allerdings wesentlich größer als auf Mais-Fraßmehl, der Unterschied ist signifikant ($t(99\%) < t < t(99,9\%)$). Eine Nachzucht wurde in beiden Substraten beobachtet.

Betrachtet man nun die Tatsache, daß sowohl bei Ansatz auf festem Holz als auch auf Holzmehl das Holz in den Darm aufgenommen werden kann (s. Tab. 2), so muß man wohl zu dem Schluß kommen, daß eine ernährungsphysiologische Verwertung des Holzes nicht erfolgt, das längere Leben vielmehr auf anderen Ursachen basiert. Diese Annahme wird dadurch bestärkt, daß auch nach Einbohren in andere Materialien (Styropor, s. Abb. 25; Plastikfolie), die mit Sicherheit keine Ernährungsgrundlage bieten können, ein längeres Überleben möglich ist. Verglichen mit Kiefern- und Pochote-Holz ist die Lebensdauer in Styropor allerdings gering, obwohl sich fast alle Versuchstiere in das Styropor einbohrten und darin lange Gänge anlegten (vgl. Abschnitt 3.1.1).

Eine Ernährung auf Hundekuchen ist möglich, allerdings ist die Lebensdauer geringer als bei Mais oder Mais-Fraßmehl. Es wurde sogar eine schwache Vermehrung festgestellt (3, 4, 11 und 10 neue Adulte nach Ansatz von jeweils 100 Stück). Gemahlener Hundekuchen ist weniger gut geeignet.

Getrocknete Kartoffeln bilden ebenfalls ein Nährsubstrat für adulte Käfer und führen zu einer beachtlichen Lebensdauer von mehr als anderthalb Monaten im Durchschnitt. Larven-

entwicklung konnte in diesem Fall nicht beobachtet werden. Ein Effekt wie beim Holz, der also nicht auf ernährungsphysiologischer Verwertung beruhte, ist hier aber auszuschließen, da auch dünne Scheiben, in die sich Käfer nicht einbohren können, zu hoher Lebensdauer führen, und zudem die angebotenen Würfel nach drei Wochen schon fast vollständig zu Mehl zerfressen waren.

Kein Einbohren erfolgte in Radiergummi und in Bienenwachs, welches den Tieren sämtliche Mundwerkzeuge und andere Körperteile verklebte. In Gips bohrten sich nur zwei Tiere ein (von 200), bei vorgebohrten Löchern zeigte sich keine Lebensverlängerung, obwohl 21 bzw. 33 Tiere (von jeweils 100) hineinkrochen. Allerdings entsprach der Lochdurchmesser nicht genau dem Körperumfang der Tiere.

Versuche mit sieben Holzarten aus Tansania und mit Pepton-getränkten Normklötzchen

Nachdem die Möglichkeiten des Vorratsschädlings zur Nutzung von Holz anhand der Experimente mit Kiefer, Pochote, Schlehe und Mzima erkannt waren, lag es nahe, andere Holzarten in derselben Richtung zu testen. Speziell schienen hier einige aus Tansania kommende Hölzer von Interesse, die dort beim Lagerbau Verwendung finden. Den Versuchen mit Kiefer und Pochote entsprechend, wurden in einem Versuchsglas mit Sandfußboden jeweils 150 adulte Tiere gemischten Alters auf ein Holzstück angesetzt. Nach sieben Tagen wurden alle nicht-eingebohrten Tiere abgesammelt, die übrigen aber im Versuch belassen und deren Lebensdauer bestimmt.

Ein weiterer Versuch wurde durchgeführt auf Kiefer-Normklötzchen, die mit Pepton und Hefe getränkt waren. Zum einen wurden 100 adulte Tiere gemischten Alters angesetzt und deren Lebensdauer bestimmt, wobei eingebohrte Tiere durch Markierung mit PLAKA-Farben (Pelikan) getrennt beobachtet werden konnten. Zum anderen wurden jeweils 150 adulte Tiere gemischten Alters auf Klötzchen mit 50 vorgebohrten Löchern angesetzt, nicht-eingebohrte Tiere nach sieben Tagen abgesammelt und wiederum nur die eingebohrten Käfer weiter kontrolliert.

Tab. 10: *Prostephanus truncatus*; Mittlere und maximale Lebensdauer adulter Tiere gemischten Alters in sieben Holzarten aus Tansania sowie auf Kiefer-Noraklötzchen, mit Pepton und Hefe getränkt, bei 30°C, 75% r.Lf. auf Sandfußboden.

Holzart	Anzahl angesetzter Tiere	Anzahl eingeborhrter Tiere	Mittlere Lebensdauer eingeb. Tiere	Maximale Lebensdauer
Bambus	150	5	32,4 Tage	79,0 Tage
	150	11	17,1 Tage	27,0 Tage
Albizia harvey	150	5	13,6 Tage	17,5 Tage
	150	17	20,5 Tage	65,0 Tage
Orozoa reticulata	150	25	30,1 Tage	65,0 Tage
	150	51	30,5 Tage	105,0 Tage
C.F.Strychnos usambarensis	150	11	20,7 Tage	35,0 Tage
	150	27	24,1 Tage	65,0 Tage
Spirostachy africana	150	16	35,8 Tage	65,0 Tage
	150	39	30,6 Tage	80,0 Tage
Agave sisalana	150	28	35,5 Tage	94,0 Tage
	150	67	28,8 Tage	95,5 Tage
Phyllantus sepialis	150	4	28,0 Tage	47,5 Tage
	150	18	23,4 Tage	47,5 Tage
Kiefer-Noraklötzchen, Pepton- und Hefe-getränkt, mit je 50 vorgebohrten Löchern	150	45	53,9 Tage	108,0 Tage
	150	41	55,3 Tage	118,0 Tage
Kiefer-Noraklötzchen, Pepton- und Hefe-getränkt	100	0	(Mittlere Lebensdauer aller Tiere: 11,2 Tage)	33,0 Tage
	100	7	25,5 Tage (Mittlere Lebensdauer aller Tiere: 12,4 Tage)	73,0 Tage

Alle Versuchsergebnisse sind in Tabelle 10 zusammengefaßt.

Auf den untersuchten Holzarten aus Tansania liegt die mittlere Lebensdauer eingeborhrter Tiere in allen Fällen unter den für Kiefer- und Pochote-Holz errechneten Werten. Dennoch ist sie in den meisten Versuchen wesentlich größer als die Lebensdauer ohne Substrat, die mit $17,1 \pm 1,2$ Tagen bestimmt wurde. Die maximal beobachtete Lebensdauer reicht

bei einigen Hölzern bis an die Werte für Kiefer und Pochote heran.

Vergleichsweise niedrige Überlebenszeiten traten auf *Strychnos usambarensis* und *Phyllanthus sepialis* sowie *Albizia harvey* auf. Bei den Proben der beiden ersten handelte es sich um dünne Kästchen von 1cm Durchmesser mit weichem Mark, in das sich die Käfer bevorzugt einbohrten. Längere Überlebenszeiten ergaben die Versuche mit *Orozoa reticulata*, *Spirostachy africana* und *Agave sisalana*. Bei den beiden letzten handelte es sich um Stücke von dicken Stämmen mit 8 bzw. 10cm Durchmesser. Die beiden Versuche mit Bambus zeigen sehr verschiedene Ergebnisse. Grundsätzlich aber ist in allen Hölzern eine Lebensverlängerung von *P. truncatus* möglich.

Große Unterschiede in der Dichte verschiedener Hölzer haben einen Einfluß auf die Anzahl eingebohrter Käfer. Die meisten Tiere (32% von 300 angesetzten Käfern) bohrten sich in das Holz der *Agave sisalana* ein, das mit $0,38\text{g/cm}^3$ die geringste Dichte hatte. In Bambus-Holz mit einer Dichte von $1,18\text{g/cm}^3$ fanden sich am wenigsten Tiere (5% von 300 angesetzten Käfern). Als zweiter, wesentlicher Faktor ist wiederum die unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit der Hölzer anzusehen.

Die mittlere Lebensdauer auf Pepton- und Hefe-getränkten Kiefer-Normklötzchen liegt mit 53,9 bzw. 55,3 Tagen über den Werten für Kiefer und Pochote. Ein zusätzlicher Effekt durch die nahrungsmäßige Verwertung der zugesetzten Stoffe kann hier nicht ausgeschlossen werden. Ebensogut aber könnte die lange Lebensdauer auf den bereits vorhandenen Löchern beruhen, da der Käfer keine große Energie mehr aufzuwenden brauchte, um sich einzubohren und also noch mehr Reserven besaß, um eine Hungerzeit zu überstehen. So kamen Käfer, die sich selbst einbohrten, auch nur auf eine Lebensdauer von durchschnittlich 25,5 Tagen. Die maximal erreichte Lebensdauer ist bei den vorgebohrten Klötzchen mit 118,0 Tagen ebenfalls sehr hoch.

Vergleich der Lebensdauer von männlichen und weiblichen
adulten Tieren

Alle bislang beschriebenen Ergebnisse beziehen sich auf gemischte Populationen von *P. truncatus*. Um Aussagen über mögliche Unterschiede zwischen weiblichen und männlichen Tieren machen zu können, wurden für eine Reihe von Versuchen die Geschlechter noch einmal getrennt betrachtet. Die Geschlechtsbestimmung wurde in fast allen Fällen erst zum Abschluß des Experiments an den toten Tieren nach der Methode von Shires und McCarthy (1976) durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 zusammengefaßt. Da in Einzelfällen eine Geschlechtsbestimmung nicht mehr möglich war, weicht in den entsprechenden Versuchen die Zahl der Weibchen und Männchen von der Gesamtzahl ab.

Bei den Versuchen mit Holz, Holzmehl und ohne Substrat ist die Lebensdauer der männlichen Tiere größer als die der Weibchen. Dieser Unterschied tritt ausnahmslos in allen Einzelversuchen auf. Im Gegensatz dazu zeigt sich bei den Ansätzen mit Maiskörnern eine längere Lebensdauer der weiblichen Tiere. Auf Mais-Fraßmehl leben die Männchen etwas länger als die Weibchen.

Bei mehreren Parallelversuchen läßt sich der Unterschied zwischen Männchen und Weibchen mit Hilfe von Student's *t*-Test vergleichen. In den Versuchen ohne Substrat besteht zwischen der mittleren Lebensdauer von Männchen und Weibchen ein signifikanter Unterschied ($t(99\%) < t < t(99,9\%)$). Auf Pochote-Sägemehl ist ein Unterschied wahrscheinlich ($t(95\%) < t < t(99\%)$). Der Unterschied in der Lebensdauer männlicher und weiblicher Tiere gemischten Alters auf Maiskörnern kann statistisch nicht nachgewiesen werden ($t < t(95\%)$). Ebenso verhält es sich bei Mais-Fraßmehl ($t < t(95\%)$).

Der Geschlechtervergleich zeigt einen recht interessanten Effekt, der aber offensichtlich keine grundlegende Bedeutung für die Fragestellung der vorliegenden Arbeit hat. Allenfalls könnte das Holz auch hierdurch in die Gruppe der für *P. truncatus* ernährungsmäßig nicht verwertbaren Stoffe eingliedert werden, denn die Unterschiede in Holz treten in entsprechender Weise bei den Versuchen ohne Substrat auf. An der Anzahl der Versuchstiere läßt sich erkennen, daß sowohl

Tab. 11: Prosthepanus truncatus; Vergleich der mittleren und maximalen Lebensdauer zwischen männlichen und weiblichen adulten Tieren gemischten Alters (falls nicht anders angegeben) auf verschiedenen Substraten, Versuche bei 30°C und 75% r.Lf..

Substrat	Männchen			Weibchen			Gesamtversuch		
	Tierzahl	Mittlere Lebensdauer	Maximale Lebensdauer	Tierzahl	Mittlere Lebensdauer	Maximale Lebensdauer	Versuchs-/Tierzahl	Mittlere Lebensdauer	Maximale Lebensdauer
Ohne Substrat, Sandfußboden	319	18,6 ± 1,2 Tage	47,5 Tage	279	15,5 ± 1,2 Tage	43,0 Tage	6 x 100	17,1 ± 1,2 Tage	47,5 Tage
Ohne Substrat, Glasfußboden	265	26,8 ± 2,5 Tage	57,5 Tage	231	19,9 ± 1,5 Tage	52,0 Tage	5 x 100	23,6 ± 2,3 Tage	57,5 Tage
Pochote-Sägewehl,	246	16,0 ± 2,0 Tage	37,0 Tage	249	13,4 ± 1,5 Tage	32,5 Tage	5 x 100	14,7 ± 1,7 Tage	37,0 Tage
Kiefer, frisch, berindet	71	42,5 Tage	101,0 Tage	29	40,0 Tage	105,0 Tage	100	41,8 Tage	105,0 Tage
Pochote-Bauholz, rauh	68	51,1 Tage	92,5 Tage	44	35,0 Tage	67,0 Tage	113	45,0 Tage	92,5 Tage
Orozoa reticulata	12	44,9 Tage	105,0 Tage	10	44,4 Tage	80,0 Tage	22	44,7 Tage	105,0 Tage
Agave sisalana	8	44,8 Tage	95,5 Tage	2	39,8 Tage	94,0 Tage	10	43,8 Tage	95,5 Tage
Kiefer-Normklötzchen, Pepton- und Hefegetränkt, mit je 50 vorgebohrten Löchern	17	34,6 Tage	118,0 Tage	8	20,5 Tage	108,0 Tage	25	30,1 Tage	118,0 Tage
	25	36,1 Tage		23	22,2 Tage		51	30,5 Tage	
	20	36,6 Tage		8	32,7 Tage		28	35,5 Tage	
	39	33,1 Tage		28	22,8 Tage		67	28,8 Tage	
	24	54,3 Tage		16	46,3 Tage		45	53,9 Tage	
	25	68,7 Tage		16	34,4 Tage		41	55,3 Tage	
Mais-Fraßmehl	191	58,2 ± 2,2 Tage	129,0 Tage	109	54,1 ± 7,4 Tage	100,5 Tage	3 x 100	56,8 ± 4,1 Tage	129,0 Tage
Maiskörner	213	110,8 ± 19,3 Tage	266,0 Tage	175	126,6 ± 19,7 Tage	237,0 Tage	4 x 100	116,5 ± 16,6 Tage	266,0 Tage
Maiskörner, 0-2 Tage alte Adulti	66	111,7 Tage	265,0 Tage	32	149,7 Tage	251,0 Tage	100	124,1 Tage	265,0 Tage
	66	153,6 Tage		30	170,1 Tage		100	158,8 Tage	

männliche als auch weibliche Tiere in größerer Zahl in Holz eingebohrt waren. Ein stärkerer Anteil von männlichen Tieren könnte schon beim Ansetzen des Versuches vorhanden gewesen sein, muß also nicht auf einer größeren Einbohrfreudigkeit beruhen, zumal auch in den Versuchen ohne Holz bei 100 angesetzten Tieren die Zahl der Männchen oft überwog.

Versuche mit frisch geschlüpften adulten Tieren

Zur Erklärung des Holzbohrverhaltens von *P. truncatus* erschien desweiteren die Frage wichtig, ob das Lebensalter der adulten Käfer Einfluß auf Befall und Überlebensfähigkeit im Substrat Holz hat. Möglicherweise bohren speziell Tiere in sehr frühem oder in sehr fortgeschrittenem Lebensalter in holzartigen Strukturen. Ein Verlassen des Nährsubstrates Mais könnte so vielleicht - ob nun obligat oder wahlweise - im natürlichen Verhalten des Käfers integriert sein. Um Anhaltspunkte in dieser Richtung zu erhalten, wurden drei Versuche mit maximal fünf bzw. sechs Tage adulten Tieren auf Schlehen- und Pochoteholz durchgeführt. Des weiteren wurden neun Versuche ohne jegliches Substrat angesetzt mit je 30 adulten Tieren, deren Alter höchstens zwei Tage betrug.

Die Einbohrhäufigkeit junger Tiere in Holz (s. Tab. 12) zeigt keine deutlichen Unterschiede gegenüber adulten Tieren gemischten Alters. Auf den Holzansätzen ist die mittlere Lebensdauer aus allen Tieren mit etwa 9 bis 11 Tagen sehr gering im Vergleich zu Tieren gemischten Alters ohne Substrat (17,1 ± 1,2 Tage) und auf Holz, die maximal erreichte

Tab. 12: *Prostephanus truncatus*; Mittlere und maximale Lebensdauer junger adulter Tiere auf Schlehen-Frischholz und Pochote-Bauholz bei 30°C, 75% r.l.f. auf Sandfußboden.

Holzart	Anzahl und Alter der Versuchstiere	Anzahl eingebohrter Tiere	Mittlere Lebensdauer	Maximale Lebensdauer
Schlehe, frisch, berindet	100 Tiere, 0-6 Tage adult	27	10,5 Tage	16,0 Tage
Pochote-Bauholz, Würfel	20 Tiere, 0-5 Tage adult	1	8,9 Tage	9,5 Tage
Pochote-Bauholz, Würfel	13 Tiere, 0-5 Tage adult	1	8,8 Tage	12,0 Tage

Tab. 13: *Prostephanus truncatus*; 9 Ansätze à 30 Tiere, 0 - 2 Tage adult, ohne Substrat, bei 30°C, 75% r.Lf..

Anzahl lebender Tiere nach	
17 Tagen	24 Tagen
0 bis 5 pro Ansatz (=0-17%), durchschnittlich 1,5 Tiere (=5%)	0

Lebensdauer liegt mit 16 Tagen weit unter den Werten, die für ältere Tiere in Schlehen- (87,0 Tage) und Pochote-Holz (108,0 Tage) oder auch ohne Substrat (47,5 Tage) beobachtet wurden. In den Ansätzen ohne Substrat (s. Tab. 13) lebten nach 17 Tagen noch durchschnittlich 5% der Versuchstiere, nach 24 Tagen wurde kein lebendes Tier mehr gefunden.

Der Vergleich mit den Werten adulter Tiere gemischten Alters ergibt, daß sehr junge adulte Käfer unter Hungerbedingungen weniger widerstandsfähig sind als ältere Tiere. Die größere Empfindlichkeit der jungen Tiere besteht offenbar auch, wenn sie in Holz eingebohrt sind. So befanden sich im Ansatz auf Schlehen-Holz immerhin 27% der Käfer im Substrat.

3.2.4 Beobachtungen zum Verhalten von *Prostephanus truncatus* (Horn) in Holz

Aus den bisherigen Untersuchungen geht hervor, daß in Holz eingebohrte adulte Käfer wesentlich länger überleben können als solche, die sich in einem leeren Versuchsglas befinden. Des weiteren ergab sich, daß dieser Effekt offenbar nicht auf einer nahrungsmäßigen Verwertung des Holzes beruht. Es ist also zu fragen, worin der Vorteil des Holzbohrens begründet liegt. Die genauere Betrachtung des Verhaltens der Tiere beim Einbohren und Leben im Substrat Holz könnte hier Antworten geben. Bereits gemachte Beobachtungen während der Versuche zur Lebensdauer (s. Abschnitt 3.2.3.3) wurden erweitert durch spezielle Experimente zur Ermittlung der Lebensweise einzelner Tiere. Neben der Betrachtung von Tieren, denen ausschließlich Holz zur Verfügung stand, wurde unter-

sucht, wie sich der im Holz bohrende Käfer bei gleichzeitiger Anwesenheit des Futtersubstrates Mais verhielt. In den folgenden Ausführungen und Abbildungen wurde versucht, das Verhalten von *P. truncatus* in Holz darzustellen.

Wie schon berichtet, bohrt sich *P. truncatus* bevorzugt an rauhen oder weichen Stellen des Holzes ein. Dabei stellt er etwa kreisrunde Löcher mit einem Durchmesser von 1,2 bis 1,8 mm her, nicht wesentlich größer als sein Körperumfang.

Wenn außer dem Holz kein zusätzliches Nährsubstrat vorhanden ist, bohrt sich der adulte Käfer in den meisten Fällen etwa eine Körperlänge in das Holz ein, aber auch tiefer, bis zu zwei Körperlängen. Dieses ist von der Holzart abhängig bzw. von der Härte des Holzes. In sehr weiches Mark geht er tief hinein. Beobachtungen ergaben eine Bohrdauer von wenigstens 10 bis 12 Stunden für eine Körperlänge auf Pochote-Holz bei andauernder Bohrtätigkeit, oft aber wird diese zeitweise unterbrochen, währenddessen das Tier in der Umgebung herumläuft. Die Käfer bohren sich z.T. einzeln, z.T. aber in größerer Anzahl direkt nebeneinander in das Holz ein. An einer Holzspalte oder rauhen Linie tritt oft eine ganze Reihe von nebeneinandersitzenden Käfern auf, meist durch dünne Zwischenwände getrennt (s. Abb. 26). Zudem bietet eine Stelle, wo sich bereits ein Käfer befindet, sicherlich günstige Ansatzmöglichkeiten für weitere Tiere. Der Kopf des Käfers ist immer nach innen gewandt, das Tier also von hinten sichtbar. Werden die Deckflügel nun an die Unterseite des Bohrloches gedrückt, so ist an den Käfer nur sehr schwer heranzukommen (s. Abb. 27).

Nach Erreichen der besagten Bohrtiefe erfolgt kein weiteres Bohren mehr. Der Käfer bleibt an dieser Stelle im Holz stecken, teils eine kürzere, teils aber eine sehr lange Zeit. Manche Käfer verlassen dann irgendwann das Holz, manche wechseln zu einer anderen Stelle und kriechen wieder in ein bereits von anderen Käfern hergestelltes Loch. Ein Teil der Käfer bleibt bis zum Tode in einem Bohrloch stecken. Tatsächlich führt das Verweilen in diesem Loch zu einer wesentlich verlängerten Lebensdauer (s. Abschnitt 3.2.3.3). Ein kurzzeitiges Verlassen und Wiederaufsuchen desselben

Loches kann allerdings nicht ganz ausgeschlossen werden, da es nicht möglich war, einen Käfer über Wochen durchgehend zu beobachten. Während des Verweilens ist nur noch sehr geringe bis überhaupt keine weitere Bohrtätigkeit mehr feststellbar. Vielmehr scheint sich der Käfer, zumindest während der Beobachtungen, auch nicht mehr viel zu bewegen. Die Frage, ob ein Käfer noch lebt, kann meist nur durch Berühren oder Herausziehen desselben beantwortet werden. Offenbar befindet sich der Käfer in Ruhestellung.

Eine starre, unbewegliche Haltung wurde auch bei nicht eingebohrten Tieren manchmal beobachtet. Dabei sind die Beine an den Körper angelegt und das Tier läßt sich erst nach sehr intensiver Behandlung zu Bewegungen verleiten.

Die folgenden Beispiele illustrieren das beschriebene Verhalten von adulten Käfern in verschiedenen Hölzern. Durch

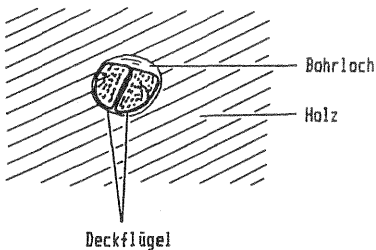
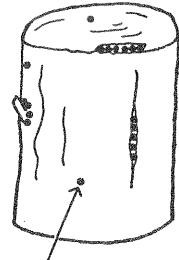


Abb. 27: *Prostephanus truncatus*; in Holz eingebahrter Käfer, von hinten gesehen.

Markierung auf dem hinteren, abfallenden Teil der Elytren, der ja als einziges im Holz sichtbar ist, mit PLAKA-Farben (Pelikan) war eine längerandauernde Betrachtung einzelner Tiere innerhalb einer größeren Population möglich.

Pochote-Bauholz, rauhe Oberfläche, Dichte $0,43 \text{ g/cm}^3$:

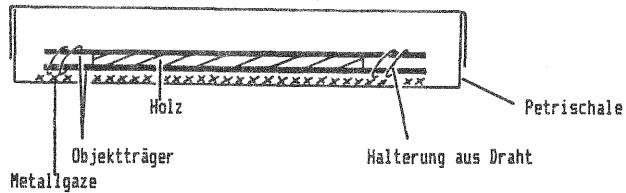
Zu Versuchsbeginn (Zeitpunkt 0) wurden 30 adulte Tiere in einer Petrischale auf eine dünne Scheibe Holz angesetzt, die von beiden Seiten mit Objektträgern bedeckt war (s. Abb. 28). Die Abbildungen 29 und 30 zeigen die Aktivität eines Weibchens und eines Männchens vom Versuchsansatz bis zum Tod der Tiere.



Eingebahrter Käfer, von hinten sichtbar.

Abb. 26: Mzima-Holz, unberindetes Aststück, von *Prostephanus truncatus* befallen.

Abb. 28: Versuchsaufbau mit Pochote-Holzscheiben.



Mzima-Holz, unberindetes Aststück von etwa 4cm Durchmesser, Dichte $0,78 \text{ g/cm}^3$; Beobachtungen in zwei Ansätzen \bar{a} 100 adulte Tiere gemischten Alters bei 30°C , 75% r.Lf.:

Alle Tiere, die sich einbohrten, machten dies in den ersten zwei bis acht Tagen. Die Einbohrtiefe betrug fast ausnahmslos eine Körperlänge, was, im Vergleich etwa zu Pochote, an der größeren Härte liegen mag. Danach wurde keine Bohrtätigkeit mehr festgestellt. Es wurden zwar keine Einzeltierbeobachtungen durchgeführt, aber es war recht deutlich, daß die eingebohrten Tiere über lange, lange Zeit in ein und demselben Loch saßen, zum größten Teil bis zum Tode. Die letzten Tiere überlebten den Versuch etwa 89 Tage.

Schlehen-Holz, frisches, berindetes Aststück von etwa 2,1cm Durchmesser, Dichte $0,75 \text{ g/cm}^3$:

In einem Versuch \bar{a} 100 adulte Tiere gemischten Alters bei 30°C und 75% r.Lf. wurden am 20. Versuchstag sechs eingebohrte Tiere markiert. Die weitere Aktivität dieser Tiere ist in der Abbildung 31 zusammengefaßt. Bohrtätigkeit wurde nicht mehr festgestellt.

Zusammenfassung: Es konnten Verweildauern adulter Käfer in ein und demselben Bohrloch von wenigstens drei (Pochote, b/b: 21 Tage) und vier Wochen (Schlehe, rot(♀) und gelb(♂): 29 Tage) gemessen werden. Tatsächlich treten wahrscheinlich noch wesentlich längere Verweildauern auf (Hinweise bei Mzima). Andererseits zeigt sich aber auch, daß Tiere ihren Aufenthaltsort in Holz wechseln können, also nicht einfach nur bis zum Tode steckenbleiben.

Abb. 29: *Prostephanus truncatus*; Aktivität eines markierten Weibchens (r/r) auf Pochote-Bauholz, bei Raumtemperatur und -luftfeuchtigkeit.

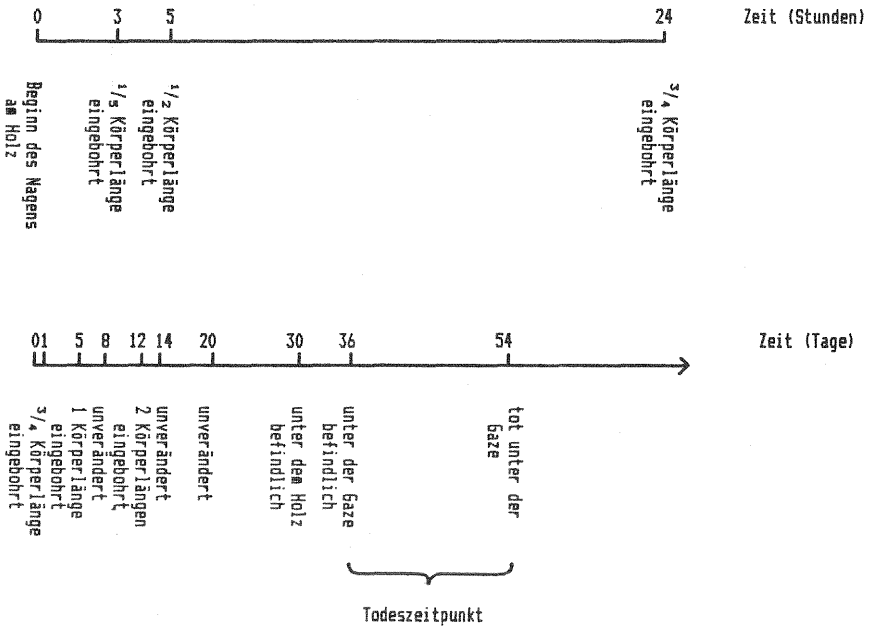


Abb. 30: *Prostephanus truncatus*; Aktivität eines markierten Männchens (b/b) auf Pochote-Bauholz, bei Raumtemperatur und -luftfeuchtigkeit.

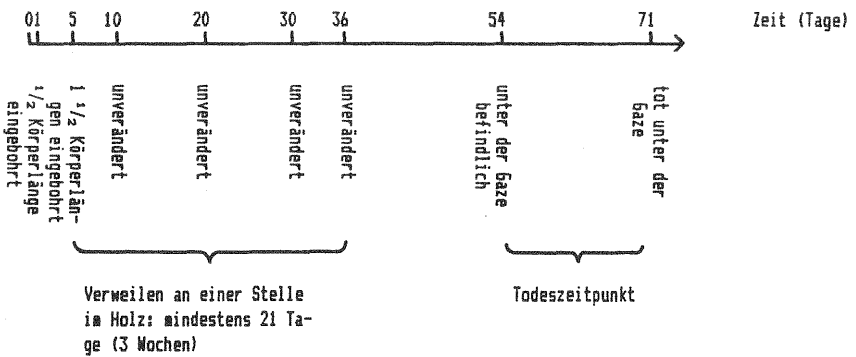
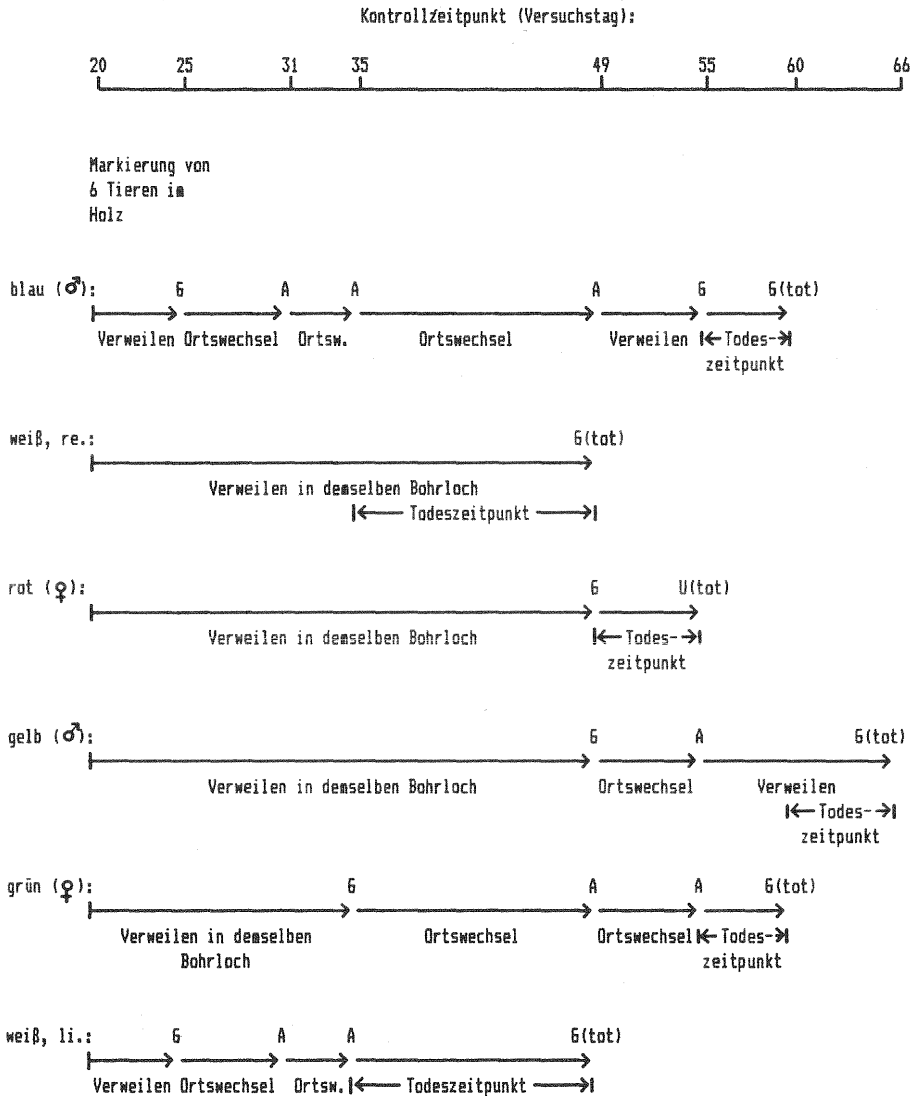


Abb. 31: *Prostephanus truncatus*; Versuch ä 100 adulte Tiere gemischten Alters auf Schlehe-Holz, frisches, berindetes Aststück von etwa 2,1 cm Durchmesser, bei 30°C und 75% r.Lf.: Aktivität im Holz eingeborhter, markierter Einzeltiere (Aufenthaltsort zum Zeitpunkt der Kontrolle: A = andere Stelle im Holz; G = gleiche Stelle im Holz; U = unten auf dem Boden des Versuchsglases).



Ganz anders stellt sich die Situation dar, wenn neben dem Holz noch ein optimales Ernährungs- und Fortpflanzungssubstrat bereitsteht:

Die Versuche hierzu wurden mit Mais durchgeführt. Das Holzstück befand sich dabei zum Teil in, zum anderen Teil über dem Mais.

Adulte Tiere bohren sich nun sowohl in den Teil des Holzes ein, der im Mais steht als auch im freiliegenden oberen Teil. Desweiteren wurde keine Bevorzugung derart festgestellt, daß Käfer besonders aus befallenen Maiskörnern heraus in Holz eindringen oder aber nur von Hohlräumen zwischen den Körnern her. Tatsächlich wird der Mais nach einiger Zeit des Befalls durch *P. truncatus* sowieso zu einer relativ dichten Masse aus Körnern und Bohrmehl, einem angenehmen Lebensraum für adulte Käfer und Larven (s. Abb. 32).

Bei sehr glatter Oberflächenbeschaffenheit des Holzes (Beispiel gehobelte Normklötzchen) wird allerdings der im Mais stehende Bereich stark bevorzugt. Aus dem Substrat heraus können die Käfer wohl besser einen Bohransatz schaffen. Die berindeten Frischhölzer hingegen wurden von oben und unten gleichermaßen stark angegangen.

Nun ist aber die Bohraktivität nicht nach ein bis zwei Körperlängen beendet, sondern die Käfer bohren sich immer weiter in das Holz hinein. Mit der Zeit durchziehen die Bohrgänge den ganzen Holzkörper, es kommt mehr und mehr zur Durchlöcherung und zum Teil auch zur Bildung regelrechter Hohlräume. Bei den meisten der untersuchten Hölzer wurde recht unspezifisch, kreuz und quer durch das Holz gebohrt. In Holz mit deutlicher Jahresringbildung (Normklötzchen Kiefer und Pappel) allerdings folgen Bohrgänge und Hohlräume in großem Maße den Jahresringen. Der Grund ist wohl ein leichteres Nagen in den weicheren Bereichen. Innerhalb der Bohrgänge befinden sich manchmal viele Tiere hintereinander, sowohl männlichen, als auch weiblichen Geschlechts (s. Abb. 33). In einigen Fällen brachte die Öffnung der Hölzer auch Nester zutage mit Eiern und/oder frisch geschlüpften Larven, es kommt also durchaus auch zur Eiablage in Holz. In der Tabelle 14 sind die in Ansätzen mit Pochote-Holz gefundenen Gelege aufgeführt. Es wurden jedoch nie größere Larven als

solche des ersten Stadiums gefunden. Die weitere Beobachtung der Nester im Holz ergab, daß sich keine Larve über das erste Stadium hinaus entwickelte. Aus den Eiern schlüpfen zwar die Larven, aber anschließend sterben sie. Das Schlüpfen aus den Eiern erfolgt übrigens auch in einer leeren Petrischale ohne jegliches umgebende Substrat.

Speziell angesetzte Versuche zur Lebensdauer von *Prostephanus*-Larven auf Holz oder Holzmehl führten zum gleichen Ergebnis. Bei 30°C und 75% r.Lf. lebte nach maximal 12 Tagen kein Tier mehr. Es kann also davon ausgegangen werden, daß Larven von *P. truncatus* auf Holz keine Entwicklung zu adulten Tieren vollführen können. Desweiteren ist eine Lebensverlängerung durch Einbohren in Holz, wie sie bei adulten Käfern beobachtet wurde, im Falle der Jungtiere offensichtlich nicht möglich.

Im Vergleich zu Larven, die eine große Menge an Nahrung für ihr Wachstum benötigen, brauchen adulte Tiere möglicherweise relativ wenig, bzw. sind sie gegenüber Hungerzeiten widerstandsfähiger. Erwachsene Tiere können wesentlich länger ohne Nahrungsaufnahme überleben, selbst bei Abwesenheit jeglichen Substrates (17,1 Tage im Mittel).

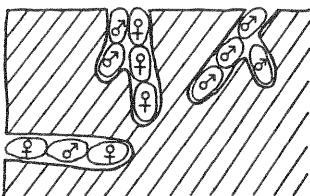


Abb. 33: Schematischer Querschnitt durch ein Holzstück mit Bohrgängen von *Prostephanus truncatus* sowie Geschlechtsbezeichnung der darin befindlichen Tiere.

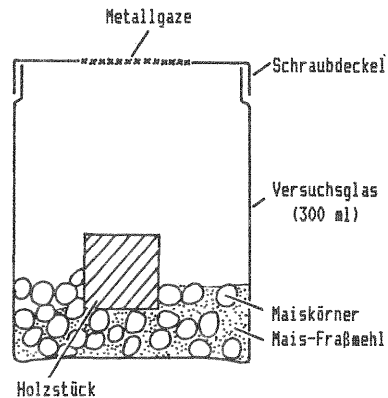


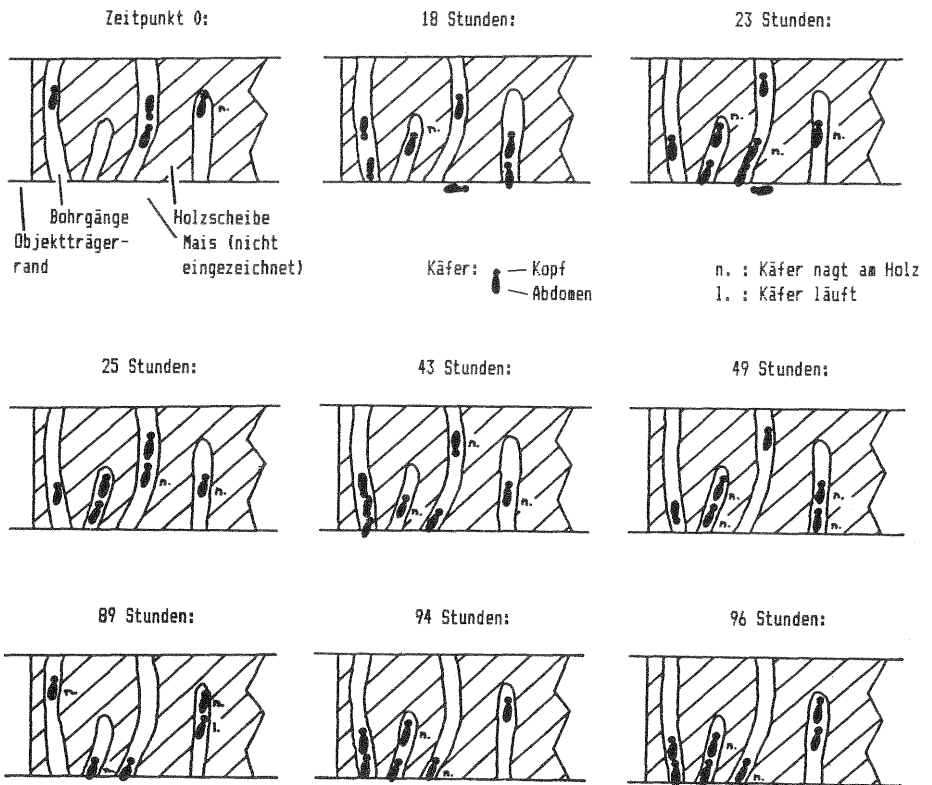
Abb. 32: Versuchsaufbau - *Prostephanus truncatus* auf Holz und Mais.

Es bleibt die Tatsache, daß, zumindest bei Anwesenheit von Futtersubstrat außerhalb des Holzes, auch im Holz Eier abgelegt werden. Es wäre zu klären, ob einige der Larven in der Lage sind, das Holz zu verlassen und den Mais zu befallen oder aber ob es sich einfach um einen Fehlgriff der Elterntiere handelt, die also nicht unterschei-

Tab. 14: In Pochote-Holz gefundene Nester von *Prostephanus truncatus*.

Ifd. Nr.	Eier	Larven			Puppen
		1. Stadium	2. Stadium	3. Stadium	
1.	-	1	-	-	-
2.	7	-	-	-	-
3.	3	3	-	-	-
4.	1	9	-	-	-
5.	-	3	-	-	-
6.	3	-	-	-	-

Abb. 34: *Prostephanus truncatus*; Aufenthaltsorte von Käfern in Pochote-Holz über einen Zeitraum von vier Tagen, in Anwesenheit von Mais.



den könnten, ob sie ihre Eier in geeignetes oder ungeeignetes Material ablegen.

Deutlich wird, daß, bei gleichzeitigem Vorhandensein von Mais, *P. truncatus* nach dem Einbohren in Holz nicht passiv bleibt, sondern sich sehr aktiv zeigt.

In dünnen Holzscheiben, die an beiden Seiten von Objektträgern bedeckt waren (vgl. Abb. 28) und sich so in einer Petrischale mit Mais befanden, konnten die Aktivitäten der Käfer wie Bewegung oder Nagen am Holz direkt unter dem Binokular beobachtet werden. Ausschnitte eines solchen Versuches sind in der Abbildung 34 dargestellt.

Eine Ruhigstellung, wie in den Ansätzen ohne Mais, tritt hier offensichtlich nicht auf, zumindest nicht über einen längeren Zeitraum.

Beim Vorhandensein von 40g Mais und Anfangsbesatz mit 30 adulten Käfern waren alle untersuchten Hölzer mit der Zeit mehr oder weniger stark durchlöchert. Es folgt eine Aufstellung der Holzarten sowie eine vergleichende Abschätzung des Befalls in Klammern (+ etwas durchlöchert; ++ stark durchlöchert; +++ sehr stark durchlöchert), wobei zu beachten ist, daß in den meisten Fällen nur ein Ansatz durchgeführt wurde.

Einheimische Hölzer, frisch, berindet, Durchmesser um 2cm:
 Akazie (+); Birke (+++); Eiche (+); Holunder (+++); Kiefer (+++); Maulbeer (++); Pappel (++); Schlehe (+++); Wacholder (+++); Weide I (+); Weide II (++)

Bauholz, rauhe Oberfläche, aus Costa Rica:

Cedro (+); Espavel (++); Guanacaste (+); Pochote (+++)

Hölzer aus Togo, Astabschnitte:

Cassia, berindet (+); *Hymenocardia acida*, unberindet (+);

Neem, berindet (++)

Mzima-Holz aus Tansania, unberindet, Durchmesser um 4cm:

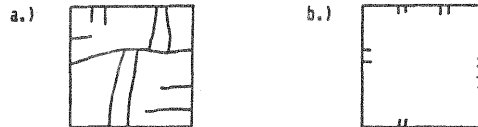
(++ und ++)

Normklötzchen, glatte Oberfläche (BAM):

Kiefer (+++); Pappel (+++)

Vergleich.

Abb. 35: Schematischer Vergleich: Holzbefraß von *Prostephanus truncatus* a.) mit und b.) ohne zusätzlich vorhandenen Mais.



Vom Verhalten des Großen Kornbohrers her läßt sich nunmehr auf ein Überdauern ohne Ernährung im Holz schließen. Bei zusätzlich vorhandenem Mais bohrt sich *P. truncatus* immer weiter ins Holz ein, durchzieht das gesamte Holz mit Gängen und legt sogar Eier ab, zeigt also eine recht große Aktivität. Ist hingegen nur Holz vorhanden, so bohrt sich der Käfer in den ersten Tagen ein, sitzt dann aber still, ohne weiterzubohren, d.h. auch ohne weiterzufressen. Es folgt somit über längere Zeiten eine gewisse Ruhigstellung, eventuell bis zum Tod.

Es stellt sich hier die Frage, ob es sich um ein gezieltes Überdauerungsverhalten handelt. So würde *P. truncatus* also, beim Fehlen geeigneter Nahrung, sich irgendwo verkriechen oder eben ein bis zwei Körperlängen in Holz einbohren und hier bessere Zeiten abwarten. Möglich wäre aber auch, daß mangels Nahrung durch das Einbohren bald die Erschöpfung eintritt, das Tier deshalb nach einer gewissen Einbohrtiefe steckenbleibt. Die Folge des Eingebohrtseins ist in jedem Fall, daß *P. truncatus* eine Hungerzeit wesentlich länger überleben kann.

3.2.5 Verlassen des Holzes

Die bisherigen Versuche lassen annehmen, daß *P. truncatus* unter Hungerbedingungen das Holz als eine Art Überdauerungs-substrat nutzen kann. Ist der Käfer in Holz eingebohrt, so vermag er wesentlich längere Zeiten zu überleben. Derweil konnte keine ernährungsphysiologische Bedeutung von Holz

oder Holzbestandteilen festgestellt werden, die zu einer meßbaren Lebensverlängerung führte. Das zu beobachtende Verhalten der Käfer im Holz läßt vielmehr auf ein Ruhe-stadium schließen.

Auf der Basis dieser Ergebnisse und Annahmen erwächst ein weiterer, wesentlicher Aspekt. Ein Überdauerungsstadium hat für ein Lebewesen nur dann einen Sinn, wenn es aus ihm irgendwann wieder in den 'normalen' Lebenszustand zurückkehren kann. Damit stellt sich die Frage, wann und unter welchen Bedingungen ein im Holz eingebohrter Käfer wieder aus seinem Bohrloch herauskommt. Hierzu sollen zunächst einige speziellere Überlegungen dargestellt werden.

Schon im letzten Abschnitt wurde beschrieben, daß, bei 'Nur-Holz', die Käfer das Holz manchmal verlassen, bzw. zu einer anderen Stelle im Holz wechseln.

Bei gleichzeitigem Vorhandensein von Mais ist häufiges Verlassen des Holzes zum Zwecke der Nahrungsaufnahme sehr wahrscheinlich, zumal ja die Tiere in Holz eine große Aktivität entfalten.

Es erwächst nunmehr die Frage, ob in Holz verweilende Käfer durch äußere Reize zum Verlassen ihres Aufenthaltsortes angeregt werden können. Das Hauptaugenmerk richtet sich zunächst auf die Wirkung des Nahrungssubstrates der Käfer. Die Frage ist, wenn ein Holzstück, in dem sich adulte Käfer zur Überdauerung eingebohrt haben, zu einem bestimmten Zeitpunkt in Mais gesetzt würde, ob und in welcher Menge die Tiere nun das Holz verlassen und den Mais befallen und inwieweit sie in der Lage sind, eine Vermehrung durchzuführen, also tatsächlich noch schädigend zu wirken. Dadurch wäre praktisch die Situation simuliert, daß ein von *P. truncatus* befallenes und sodann leergeräumtes Maislager nach einer gewissen Zeit mit neuen Maisvorräten gefüllt würde und die wichtige Auskunft möglich, ob dieser Mais von im Holz überdauernden Käfern direkt wieder befallen und nach deren Vervielfältigung vernichtet werden könnte.

Eine zweite Überlegung zielt mehr in Richtung natürlicher Lebensbereiche des Vorratsschädling. Sollte ein Überdauerungsverhalten von *P. truncatus*, etwa zur Überbrückung von Zeiten, in denen keine Maisfrüchte verfügbar sind, Bestand-

teil des natürlichen Lebens der Käfer sein, so könnte dessen Abbruch etwa durch geänderte Klimabedingungen ausgelöst werden, die mit der Fruchtreife neuer Nahrung korrelieren. Die direkte Wahrnehmung der Nahrung als zusätzlicher Faktor wäre nicht unwahrscheinlich.

In den mittelamerikanischen Ländern, dem ursprünglichen Verbreitungsgebiet des Großen Kornbohrers, wechseln über das Jahr gewöhnlich Regenzeiten mit ausgeprägten Trockenzeiten. Der Hauptzyklus des dort schon seit Jahrhunderten betriebenen Maisanbaus ist so auf das örtliche Niederschlagssystem abgestimmt, daß die Kolbenreife mit dem Beginn der Trockenzeit zusammenfällt. Denkbar wäre also ein Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf das Verhalten überdauernder Käfer. In San Jose, Costa Rica bspw. liegt die mittlere relative Luftfeuchtigkeit im Februar (Trockenzeit) zwischen 57% nachmittags und 82% morgens, im Juli (Regenzeit) zwischen 74% nachmittags und 89% morgens. Die mittlere tägliche Temperatur währenddessen beträgt 14,5 bis 24,5°C (Februar) und 16,5 bis 25°C (Juli), so daß deren Einfluß weniger wahrscheinlich ist. (Brockhaus, Länder und Klima, 1982)

Im Hinblick auf diese Überlegungen wurde nunmehr ein umfangreicher Versuch durchgeführt.

3.2.5.1 Reize zum Verlassen des Holzes

Gearbeitet wurde ausschließlich mit Pochote-Holzwürfeln von 2,5cm Kantenlänge, so daß bezüglich Größe, Oberflächenbeschaffenheit und Zusammensetzung des Substrates eine Normung und Vergleichbarkeit der Ansätze gegeben war. Um eine hohe Einbohrhäufigkeit zu erreichen, wurden Kerben in die Seiten der Holzwürfel eingesägt.

In ein Versuchsglas mit Vogelsand-Wasserglas-Boden wurden auf jeweils ein Holzstück 150 adulte Käfer gemischten Alters angesetzt. Nach sieben Tagen bei 30°C und 75% r.Lf. oder einer anderen speziellen relativen Luftfeuchtigkeit wurden alle nicht-eingebohrten Tiere aus den Ansätzen abgesammelt und daraus die jeweilige Zahl der eingebohrten bestimmt. Mit dieser Methode konnte erreicht werden, daß sich bei insge-

samt 66 Ansätzen zwischen 15% und 49% der Tiere (22 bis 74 Stück) in die Hölzer einbohrten.

Wenn auch die maximale Lebensdauer von *P. truncatus* in Pochote-Holz bis zu 108 Tagen reichte (s. Abschnitt 3.2.3.3), so wurden im vorliegenden Versuch doch nur Tiere mit Verweildauern von 7, 25 und 50 Tagen getestet, letzteres liegt knapp über der mittleren Lebensdauer in Pochote-Holz. Bei wesentlich längeren Verweildauern erschien die Menge der noch lebenden Tiere zu gering, um mit ihnen aussagekräftige Versuche durchführen zu können.

Der Zeitpunkt 0, also der Start des eigentlichen Versuches, war bei den 7-Tage-Eingebohrten beim Absammeln der nicht eingebohrten Tiere. In den anderen Ansätzen wurden nach insgesamt 25 bzw. 50 Tagen alle nicht mehr im Holz befindlichen Tiere sowie im Holz befindliche tote Tiere entfernt, daraus die Zahl der noch lebenden, eingebohrten Käfer bestimmt und nunmehr der Versuch gestartet.

Zum Zeitpunkt 0 wurden die folgenden Reize zum Herauslocken der Käfer aus dem Holz gegeben:

- a.) Kontrollen: Um zu klären, wieviele Tiere unabhängig von den angebotenen Reizen von sich aus das Holz verlassen würden, wurden Kontrollversuche ohne Reize durchgeführt.
- b.) Holz neben Mais: Neben das Holz auf einer Seite des Versuchsglases wurde eine kleine Menge an Maiskörnern auf der anderen Seite gelegt, der Abstand betrug etwa 2cm.
- c.) Holz im Mais: In ein mit 100g Maiskörnern gefülltes 300ml-Versuchsglas wurde der Holzwürfel direkt in den Mais hineingesetzt.
- d.) Maisduft: Direkt neben den Holzwürfel wurden Maiskörner gesetzt, die in Metallgaze eingepackt waren, so daß die Käfer den Mais zwar möglicherweise riechen, aber nicht berühren konnten.
- e.) Feuchtere Luft: Die bei 60% r.Lf. gehaltenen Versuchstiere wurden zum Zeitpunkt 0 in 85% r.Lf. gesetzt.
- f.) Trockenere Luft: Die Versuchstiere wurden von anfangs 85% r.Lf. in 60% r.Lf. zum Zeitpunkt 0 gesetzt.

Die Versuche mit geänderten Luftfeuchtigkeiten wurden nur mit 7- und 50-Tage-Tieren angesetzt, die Maisduft-Versuche nur mit 7-Tage-Tieren. Bei ersteren wurden je vier Parallel-

Ansätze gemacht, bei allen anderen Experimenten je fünf.

Einziges Ziel war es nun, festzustellen, wieviele der eingebohrten Käfer das Holz verliessen und - soweit vorhanden - in den Mais wechselten. Als Kontrollzeiten wurden zwei bis drei Stunden, fünf Stunden, ein Tag, sieben Tage, 14 Tage und 28 Tage nach Versuchsstart (Zeitpunkt 0) gewählt. Aus den Ansätzen mit frei verfügbarem Mais wurden nach 28 Tagen die Holzwürfel sowie sämtliche im Mais befindlichen adulten Tiere entfernt. So konnte 45 Tage und 60 Tage nach Versuchsstart anhand neuer adulter Käfer ermesen werden, ob und in welcher Menge *P. truncatus* nach Überdauerungszeiten in Holz noch zur Vermehrung in Mais fähig ist.

Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 15 bis 17 aufgeführt. Die Werte nach 14 und 28 Tagen wurden als prozentualer Anteil zur Gesamtzahl eingebohrter Tiere berechnet. Bei den Versuchen mit 100g Mais wurde die Zahl adulter Nachkommen nach 60 Tagen auf die Anzahl im Mais befindlicher Elterntiere nach 28 Tagen bezogen und so die durchschnittliche Nachkommenschaft pro Elterntier (p) bestimmt. Von den jeweils fünf bzw. vier Parallelversuchen wurden Mittelwert und Standardabweichung errechnet. Diese Werte sind zur Übersicht nochmals in der Tabelle 18 und den Abbildungen 36 und 37 zusammengefaßt.

Wenn auch große Schwankungen unter den jeweiligen Parallelansätzen das Bild bestimmen, so ist doch sehr deutlich, daß die Positionierung von Mais in unmittelbarer Nähe oder geringem Abstand zu von *P. truncatus* befallenen Holz die Käfer vermehrt aus ihrem Überdauerungssubstrat herauslockt. Erwiesen ist, daß adulte Tiere, die sich bei 30°C und 75% r.Lf. bis zu 50 Tagen ausschließlich in Holz aufhielten, durchaus fähig sind, sich anschließend in Mais zu vermehren und so eine neue Population zu begründen.

Direkt am Holz befindlicher Mais übt einen stärkeren Reiz aus wie solcher in etwa 2cm Abstand. Die Unterschiede zwischen dem Ansatz 'Holz in Mais' und den zugehörigen Kontrollen sind in allen Fällen signifikant, in Versuchen nach 50 Tagen sogar hoch signifikant ($t(99\%) < t < t(99,9\%)$ für 7 und 25 Tage; $t > t(99,9\%)$ für 50 Tage). Ein Vergleich der Ansätze 'Holz neben Mais' mit den Kontrollen läßt einen hoch

Tab. 15: *Prostephanus truncatus*, seit 7 Tagen in Pochote-Holz eingebohrte Tiere; Anzahl der Tiere, die das Holz nach Anbieten verschiedener Reize verlassen und Nachzucht solcher Tiere in Mais, bei 30°C und - soweit nicht anders angegeben - 75% r.Lf..

a.) Kontrolle:

Zeit nach Versuchsstart:						Mittelwert aus 5 Versuchen:
	Gesamtzahl der im Holz eingebohrten Tiere:					
Zeitpunkt 0	53	38	36	61	54	
	Anzahl der Tiere, die das Holz verlassen haben / Anteil an der Gesamtzahl:					
2-3 Stunden	1	-	-	-	-	
5 Stunden	1	7	6	1	3	
1 Tag	1	7	9	1	4	
7 Tage	2	8	9	4	5	
14 Tage	5 / 9%	10 / 26%	9 / 25%	8 / 13%	16 / 30%	21 ± 9 %
28 Tage	9 / 17%	12 / 32%	10 / 28%	18 / 30%	23 / 43%	30 ± 9 %

b.) Holz neben Mais:

Zeit nach Versuchsstart:						Mittelwert aus 5 Versuchen:
	Gesamtzahl der im Holz eingebohrten Tiere:					
Zeitpunkt 0	42	37	46	49	48	
	Anzahl der Tiere, die das Holz verlassen haben / Anteil an der Gesamtzahl:					
2-3 Stunden	2	-	-	2	3	
5 Stunden	2	13	15	2	5	
1 Tag	2	13	15	8	8	
7 Tage	4	13	15	11	9	
14 Tage	10 / 24%	13 / 35%	15 / 33%	14 / 29%	11 / 23%	29 ± 5 %
28 Tage	12 / 29%	13 / 35%	15 / 33%	19 / 39%	13 / 27%	33 ± 5 %
	Anzahl der Nachkommen im Mais; Nachkommen pro Elterntier am 28. Versuchstag (p):					
45 Tage	2	-	1	-	-	
60 Tage	14	-	1	-	1	

c.) Holz im Mais:

Zeit nach Versuchsstart:						Mittelwert aus 5 Versuchen:
	Gesamtzahl der im Holz eingebohrten Tiere:					
Zeitpunkt 0	44	36	33	53	48	
	Anzahl der Tiere, die das Holz verlassen haben / Anteil an der Gesamtzahl:					
2-3 Stunden	-	-	-	2	6	
5 Stunden	-	15	8	3	6	
1 Tag	3	15	8	6	7	
7 Tage	6	20	11	14	12	
14 Tage	13 / 30%	20 / 56%	12 / 36%	21 / 40%	22 / 46%	42 ± 10 %
28 Tage	18 / 41%	20 / 56%	15 / 45%	27 / 51%	26 / 54%	49 ± 6 %
	Anzahl der Nachkommen im Mais; Nachkommen pro Elterntier am 28. Versuchstag (p):					
45 Tage	26	26	5	6	19	
60 Tage	58; 3,2/p	38; 1,9/p	26; 1,7/p	53; 2,0/p	94; 3,6/p	2,5 ± 0,9 /p

d.) Maisduft (Mais in Gaze):

Zeit nach Versuchsstart:						Mittelwert aus 5 Versuchen:
	Gesamtzahl der im Holz eingebohrten Tiere:					
Zeitpunkt 0	28	28	29	51	44	
	Anzahl der Tiere, die das Holz verlassen haben / Anteil an der Gesamtzahl:					
2-3 Stunden	-	-	-	3	2	
5 Stunden	5	1	4	6	3	
1 Tag	6	2	4	6	3	
7 Tage	11	3	6	10	7	
14 Tage	12 / 43%	7 / 25%	9 / 31%	15 / 29%	15 / 34%	32 ± 7 %
28 Tage	13 / 46%	7 / 25%	9 / 31%	22 / 43%	20 / 45%	38 ± 9 %

e.) In feuchtere Luft (60% r.Lf. → 85% r.Lf.)

Zeit nach Versuchsstart:					Mittelwert aus 4 Versuchen:
	Gesamtzahl der im Holz eingebohrten Tiere:				
Zeitpunkt 0	22	47	23	41	
	Anzahl der Tiere, die das Holz verlassen haben / Anteil an der Gesamtzahl:				
2-3 Stunden	2	1	1	1	
5 Stunden	2	1	1	4	
1 Tag	2	1	1	4	
7 Tage	2	7	3	8	
14 Tage	4 / 18%	11 / 23%	4 / 17%	10 / 24%	21 ± 4 %
28 Tage	4 / 18%	13 / 28%	4 / 17%	12 / 29%	23 ± 6 %

f.) In trockenere Luft (85% r.Lf. → 60% r.Lf.)

Zeit nach Versuchsstart:					Mittelwert aus 4 Versuchen:
	Gesamtzahl der im Holz eingebohrten Tiere:				
Zeitpunkt 0	28	45	32	41	
	Anzahl der Tiere, die das Holz verlassen haben / Anteil an der Gesamtzahl:				
2-3 Stunden	5	6	2	1	
5 Stunden	6	7	2	3	
1 Tag	8	7	2	3	
7 Tage	8	11	5	8	
14 Tage	9 / 32%	16 / 36%	7 / 22%	9 / 22%	28 ± 7 %
28 Tage	9 / 32%	18 / 40%	7 / 22%	11 / 27%	30 ± 8 %

signifikanten Unterschied nur für die 50 Tage-Versuche feststellen ($t > t(99,9\%)$). Bei kürzeren Verweildauern kann ein Unterschied statistisch nicht nachgewiesen werden ($t < t(95\%)$ für 7 Tage), bzw. ist ein Unterschied nur wahrscheinlich ($t(95\%) < t < t(99\%)$ für 25 Tage). Allein der Duft von Mais scheint schon eine Wirkung auszuüben. Ein Unterschied zur Kontrolle ist allerdings statistisch nicht nachweisbar

Tab. 16: *Prostephanus truncatus*, seit 25 Tagen in Pochote-Holz eingebohrte Tiere; Anzahl der Tiere, die das Holz nach Anbieten verschiedener Reize verlassen und Nachzucht solcher Tiere in Mais, bei 30°C und - soweit nicht anders angegeben - 75% r.Lf..

a.) Kontrolle:

Zeit nach Versuchsstart:						Mittelwert aus 5 Versuchen:
	Gesamtzahl der im Holz eingebohrten Tiere:					
Zeitpunkt 0	51	47	47	56	30	
	Anzahl der Tiere, die das Holz verlassen haben / Anteil an der Gesamtzahl:					
2-3 Stunden	-	1	3	4	-	
5 Stunden	-	2	3	4	-	
1 Tag	1	2	4	4	-	
7 Tage	2	3	8	7	-	
14 Tage	4 / 8%	6 / 13%	11 / 23%	12 / 21%	4 / 13%	16 ± 6 %
28 Tage	8 / 16%	13 / 28%	13 / 28%	13 / 23%	5 / 17%	22 ± 6 %

b.) Holz neben Mais:

Zeit nach Versuchsstart:						Mittelwert aus 5 Versuchen:
	Gesamtzahl der im Holz eingebohrten Tiere:					
Zeitpunkt 0	60	45	52	44	43	
	Anzahl der Tiere, die das Holz verlassen haben / Anteil an der Gesamtzahl:					
2-3 Stunden	1	1	3	4	4	
5 Stunden	5	1	3	6	4	
1 Tag	5	3	6	7	6	
7 Tage	7	11	11	12	10	
14 Tage	18 / 30%	16 / 36%	17 / 33%	12 / 27%	10 / 23%	30 ± 5 %
28 Tage	18 / 30%	16 / 36%	17 / 33%	12 / 27%	10 / 23%	30 ± 5 %
	Anzahl der Nachkommen im Mais; Nachkommen pro Elterntier am 28. Versuchstag (p):					
45 Tage	-	-	3	-	-	
60 Tage	-	1	4	2	-	

c.) Holz im Mais:

Zeit nach Versuchsstart:						Mittelwert aus 5 Versuchen:
	Gesamtzahl der im Holz eingebohrten Tiere:					
Zeitpunkt 0	59	41	53	44	28	
	Anzahl der Tiere, die das Holz verlassen haben / Anteil an der Gesamtzahl:					
2-3 Stunden	-	3	4	1	-	
5 Stunden	-	4	4	1	-	
1 Tag	-	5	6	2	-	
7 Tage	8	13	15	9	7	
14 Tage	20 / 34%	21 / 51%	24 / 45%	22 / 50%	18 / 64%	49 ± 11 %
28 Tage	23 / 39%	29 / 71%	28 / 53%	28 / 64%	20 / 71%	60 ± 14 %
	Anzahl der Nachkommen im Mais; Nachkommen pro Elterntier am 28. Versuchstag (p):					
45 Tage	25	42	14	1	1	
60 Tage	60; 2,6/p	101; 3,5/p	43; 1,5/p	16; 0,6/p	10; 0,5/p	1,7 ± 1,3 /p

Tab. 17: *Prostephanus truncatus*, seit 50 Tagen in Pochote-Holz eingebohrte Tiere; Anzahl der Tiere, die das Holz nach Anbieten verschiedener Reize verlassen und Nachzucht solcher Tiere in Mais, bei 30°C und - soweit nicht anders angegeben - 75% r.l.f..

a.) Kontrolle:

Zeit nach Versuchsstart:						Mittelwert aus 5 Versuchen:
	Gesamtzahl der im Holz eingebohrten Tiere:					
Zeitpunkt 0	41	37	44	14	25	
	Anzahl der Tiere, die das Holz verlassen haben / Anteil an der Gesamtzahl:					
2-3 Stunden	-	2	2	-	-	
5 Stunden	1	2	3	-	1	
1 Tag	1	3	3	-	1	
7 Tage	4	4	3	-	1	
14 Tage	4 / 10%	4 / 11%	3 / 7%	- / 0%	2 / 8%	7 ± 4 %
28 Tage	4 / 10%	6 / 16%	9 / 20%	2 / 14%	5 / 20%	16 ± 4 %

b.) Holz neben Mais:

Zeit nach Versuchsstart:						Mittelwert aus 5 Versuchen:
	Gesamtzahl der im Holz eingebohrten Tiere:					
Zeitpunkt 0	43	19	44	23	17	
	Anzahl der Tiere, die das Holz verlassen haben / Anteil an der Gesamtzahl:					
2-3 Stunden	6	2	2	1	1	
5 Stunden	9	2	6	3	1	
1 Tag	15	4	12	4	3	
7 Tage	17	7	18	4	6	
14 Tage	20 / 47%	7 / 37%	18 / 41%	4 / 17%	6 / 35%	35 ± 11 %
28 Tage	20 / 47%	7 / 37%	18 / 41%	8 / 35%	6 / 35%	39 ± 5 %
	Anzahl der Nachkommen im Mais; Nachkommen pro Elterntier am 28. Versuchstag (p):					
45 Tage	3	6	-	9	-	
60 Tage	3	12	1	10	-	

c.) Holz im Mais:

Zeit nach Versuchsstart:						Mittelwert aus 5 Versuchen:
	Gesamtzahl der im Holz eingebohrten Tiere:					
Zeitpunkt 0	40	25	32	25	21	
	Anzahl der Tiere, die das Holz verlassen haben / Anteil an der Gesamtzahl:					
2-3 Stunden	-	3	6	4	4	
5 Stunden	2	4	6	4	5	
1 Tag	3	5	11	7	6	
7 Tage	14	7	16	12	7	
14 Tage	20 / 50%	10 / 40%	18 / 56%	12 / 48%	10 / 48%	48 ± 6 %
28 Tage	22 / 55%	10 / 40%	18 / 56%	13 / 52%	10 / 48%	50 ± 6 %
	Anzahl der Nachkommen im Mais; Nachkommen pro Elterntier am 28. Versuchstag (p):					
45 Tage	2	-	4	-	10	
60 Tage	15; 0,7/p	3; 0,3/p	6; 0,3/p	6; 0,5/p	24; 2,4/p	0,8 ± 0,9 /p

e.) In feuchtere Luft (60% r.Lf. → 85% r.Lf.)

Zeit nach Versuchsstart:					Mittelwert aus 4 Versuchen:
	Gesamtzahl der im Holz eingebohrten Tiere:				
Zeitpunkt 0	16	12	14	18	
	Anzahl der Tiere, die das Holz verlassen haben / Anteil an der Gesamtzahl:				
3 Tage	-	-	-	1	
7 Tage	2	-	1	3	
14 Tage	2 / 13%	- / 0%	1 / 7%	4 / 22%	11 ± 9 %
28 Tage	3 / 19%	1 / 8%	3 / 21%	4 / 22%	18 ± 6 %

f.) In trockenere Luft (85% r.Lf. → 60% r.Lf.)

Zeit nach Versuchsstart:					Mittelwert aus 4 Versuchen:
	Gesamtzahl der im Holz eingebohrten Tiere:				
Zeitpunkt 0	16	18	18	16	
	Anzahl der Tiere, die das Holz verlassen haben / Anteil an der Gesamtzahl:				
3 Tage	-	1	2	4	
7 Tage	-	2	2	4	
14 Tage	4 / 25%	3 / 17%	3 / 17%	4 / 25%	21 ± 5 %
28 Tage	6 / 38%	3 / 17%	5 / 28%	5 / 31%	29 ± 9 %

($t < t(95\%)$).

Bei den Kontrollen ohne äußere Reize sinkt der Anteil aus dem Holz kommender Tiere mit steigender Verweildauer, wenngleich die Unterschiede zwischen den drei Werten statistisch ebenfalls nicht belegbar sind ($t < t(95\%)$). Beim Herauslocken der Tiere mit Mais wird kein solcher Effekt beobachtet. Der 25 Tage-Mittelwert im Ansatz 'Holz im Mais' liegt höher als die beiden anderen Werte, bei Beachtung seiner großen Standardabweichung kann daraus allerdings nicht auf eine höhere Reizempfindlichkeit der Käfer nach dieser Verweildauer

Tab. 18: *Prostephanus truncatus*; Prozentualer Anteil der Tiere, die, nach Verweildauern von 7, 25, und 50 Tagen in Pochote-Holz, infolge verschiedener äußerer Reize innerhalb von 28 Tagen das Holz verlassen haben; in Klammern die anschließende Vermehrung solcher Tiere in 100g Maiskörnern; Versuche bei 30°C und - soweit nicht anders angegeben - 75% r.Lf..

Äußerer Reiz	Verweildauer der Tiere im Holz:		
	7 Tage	25 Tage	50 Tage
Holz in 100g Mais: (Nachkommen nach 60 Tagen pro Elterntier nach 28 Tagen)	49 ± 6 % (2,5 ± 0,9 /p)	60 ± 14 % (1,7 ± 1,3 /p)	50 ± 6 % (0,8 ± 0,9 /p)
Holz neben Mais:	33 ± 5 %	30 ± 5 %	39 ± 5 %
Maisduft (Mais in Gaze):	38 ± 9 %	-	-
Feuchtere Luft (60% → 85% r.Lf.):	23 ± 6 %	-	18 ± 6 %
Trockenere Luft (85% → 60% r.Lf.):	30 ± 8 %	-	29 ± 9 %
Kontrollen (ohne Reiz):	30 ± 9 %	22 ± 6 %	16 ± 4 %

Abb. 36: *Prostephanus truncatus*; Prozentualer Anteil der Tiere, die infolge verschiedener äußerer Reize innerhalb von 28 Tagen eine Pochote-Holzprobe verlassen haben in Abhängigkeit von der vorherigen Verweildauer in dem Holz: Holz im Mais (●—●), Holz neben Mais (○---○), Kontrolle ohne äußeren Reiz (X---X); Versuche bei 30°C und - soweit nicht anders angegeben - 75% r.Lf.

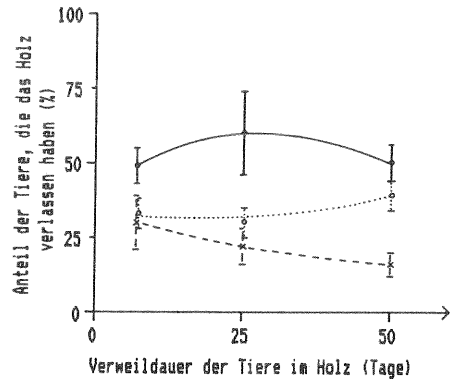
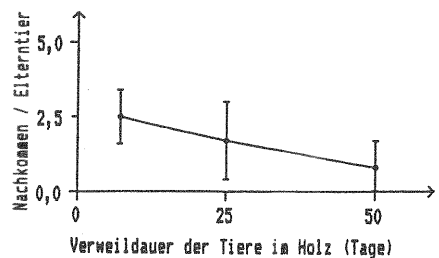


Abb. 37: *Prostephanus truncatus*; Adulte Nachkommenschaft von Käfern, die innerhalb von 28 Tagen eine Pochote-Holzprobe verlassen haben, in 100g Maiskörnern, 60 Tage nach Zugabe des Zuchtsubstrates, in Abhängigkeit von der vorherigen Verweildauer in dem Holz; Versuche bei 30°C und - soweit nicht anders angegeben - 75% r.Lf..



geschlossen werden. Im Ansatz 'Holz neben Mais' scheint der Anteil aus dem Holz kommender Tiere beim 50 Tage-Mittelwert etwas anzusteigen.

Bei unmittelbarer Positionierung des Holzes in Mais verläßt innerhalb der darauffolgenden vier Wochen rund die Hälfte der adulten Tiere ein befallenes Holzstück. Ohne Mais hingegen verläßt nur ein Drittel (7 Tage) bis ein Sechstel (50 Tage) der Tiere in der gleichen Zeit ihr Überdauerungssubstrat. Zieht man nun die in den Kontrollen gemessenen Werte von den Maiswerten ab, so ergibt sich, daß bei längeren Überdauerungszeiten offenbar ein weitaus größerer Effekt vom Lockmittel Mais ausgeht als etwa bei nur 7 Tagen Verweildauer. Desgleichen gilt, wenn Mais in geringer Entfernung zum Holz positioniert wurde.

Die Vermehrungsfähigkeit des Großen Kornbohrers nimmt mehr und mehr ab, je länger der Käfer im Holz überdauert hat. Wurden bei einer Verweildauer von 7 Tagen noch 2,5 adulte Nachkommen pro Elterntier bestimmt, so sind dies bei 25 Tagen 1,7, bei 50 Tagen 0,8 neue Adulte pro Elterntier. Die Abnahme ist aus den vorliegenden Daten statistisch nicht nachweisbar ($t < t(95\%)$), bzw. beim Vergleich des kleinsten und größten Wertes nur wahrscheinlich ($t(95\%) < t < t(99\%)$).

Der Wechsel der Luftfeuchtigkeit zeigt bei 7 Tage eingebohrten Tieren keine Wirkung, verglichen mit der Kontrolle, der Wechsel in feuchtere Luft führt sogar zu einem niedrigeren Wert (jeweils $t < t(95\%)$). Bei 50 Tage eingebohrten Tieren führt der Wechsel in trockenere Luft zu einem höheren Anteil aus dem Holz kommender Tiere, der Unterschied zur Kontrolle ist statistisch als wahrscheinlich zu bezeichnen ($t(95\%) < t < t(99\%)$), während der Wechsel in feuchtere Luft der Kontrolle gleichkommt ($t < t(95\%)$). Ein Effekt ist also möglich durch genau jenen Klimaumschwung, der mit der Zeit der Maisreife einhergeht. Unmittelbar benachbarter Mais zeigt jedoch eine wesentlich größere Wirkung wie die Luftfeuchteänderung.

3.2.5.2 Versuche mit Alternativkammern

Im Anschluß an den Versuch 'Reize zum Verlassen des Holzes' erhebt sich die Frage, wie der außerhalb des Holzes befindliche Mais von den Käfern wahrgenommen wird. So bestünde die Möglichkeit, daß die Tiere versuchsweise das Holz verlassen und nach Auffinden von Mais diesen befallen, im negativen Falle aber wieder das Holz aufsuchen. Bereits das Experiment mit Mais in Metallgaze, bei dem der Mais gerochen, aber nicht berührt werden konnte, gab Hinweise auf eine Wirkung von Maisgeruch. Die folgenden Versuche sollten nun klären, ob *P. truncatus* die Fähigkeit zur geruchsmäßigen Wahrnehmung von Mais und anderen Substraten besitzt, allerdings verbunden mit der Frage, ob der Geruch von Mais bzw. anderer Substrate einen anziehenden Reiz auf den Großen Kornbohrer ausübt.

Es wurde eine Reihe von Experimenten mit Alternativkammern durchgeführt, wobei jeweils 30 Käfer zwischen einer Kammer mit Substrat und einer Leerkammer wählen konnten (s. Material und Methoden). Das Substrat konnte gerochen, aber nicht berührt werden. Während das Hauptaugenmerk auf Maiskörnern lag, wurden daneben Maispflanzenteile wie Stengel und Blätter sowie einige Hölzer getestet. Die Ergebnisse der Versuche sind in der Tabelle 19 zusammengefaßt.

P. truncatus bevorzugt zweifelsfrei die Seite mit dem Geruch getrockneter Maiskörner gegenüber der Leerkammerseite. Der Unterschied ist bei beiden Maissorten hochsignifikant ($t > t(99,9\%)$). Dabei zeigt die subjektiv stärker duftende gelborange Sorte eine größere Wirkung als die weniger stark duftende hellgelbe Probe. Somit ist die Wahrnehmung von Maisgeruch durch den Großen Kornbohrer bewiesen.

Getrocknete Stengel von Maispflanzen werden ebenfalls bevorzugt, allerdings nicht so stark wie Maiskörner. Der Unterschied in der Wahl zwischen Maisstengeln und der Leerkammer ist signifikant ($t(99\%) < t < t(99,9\%)$). Ebenso hat der Geruch von Kiefernholz eine anziehende Wirkung auf *P. truncatus*, der Unterschied gegenüber der Leerkammer ist gleichfalls signifikant ($t(99\%) < t < t(99,9\%)$). Benutzt wurden berindete Astabschnitte von etwa 2,1cm Durchmesser. Der

Tab. 19: *Prostephanus truncatus*; Aufenthaltsorte von jeweils 30 adulten Tieren gemischten Alters in Alternativkammern über verschiedenen Substraten während einer Versuchsdauer von 60 Minuten bei Raumtemperatur und -luftfeuchtigkeit, Vorbehandlung der Versuchstiere: 2 bis 4 Tage Hunger.

a.) Maiskörner:

Inhalt der Kammern:	Maiskörner, groß, gelb- orange, : nichts 10,2% Feuchte (duften stark)	Maiskörner, frisch (BBA), groß, gelb- : nichts orange, 25% Feuchte (duften nicht)	Maiskörner aus Tansania, klein, hell- : nichts gelb, 11% Feuchte (duften etwas)
Relative Luftfeuchtigkeit über der Kammer:	52% 52%	70-80% 55%	52% 52%
Versuch 1:	67% : 33%	32% : 68%	62% : 38%
Versuch 2:	79% : 21%	38% : 62%	63% : 37%
Versuch 3:	77% : 23%	30% : 70%	61% : 39%
Versuch 4:	73% : 27%	26% : 74%	74% : 26%
Versuch 5:	62% : 38%	29% : 71%	73% : 27%
Mittelwert aus 5 Versuchen:	72 ± 7 % : 28 ± 7 %	31 ± 4 % : 69 ± 4 %	67 ± 6 % : 33 ± 6 %

b.) Maispflanzenteile:

Inhalt der Kammern:	Stengel von Maispflanzen, : nichts frisch	Blätter von Maispflanzen, : nichts getrocknet	Stengel von Maispflanzen, : nichts getrocknet
Relative Luftfeuchtigkeit über der Kammer:	65% 52%	52% 52%	52% 52%
Versuch 1:	30% : 70%	43% : 57%	72% : 28%
Versuch 2:	18% : 82%	40% : 60%	53% : 47%
Versuch 3:	22% : 78%	51% : 49%	56% : 44%
Versuch 4:	38% : 62%	58% : 42%	66% : 34%
Versuch 5:	23% : 77%	59% : 41%	68% : 32%
Mittelwert aus 5 Versuchen:	26 ± 8 % : 74 ± 8 %	50 ± 9 % : 50 ± 9 %	63 ± 8 % : 37 ± 8 %

c.) Holz:

Inhalt der Kammern:	Pochote-Holz : nichts		Kiefern-Holz : nichts		Außerdem wurde jeweils ein Versuch durchgeführt mit:
Relative Luftfeuchtigkeit über der Kammer:	52%	52%	52%	52%	
Versuch 1:	48% : 52%		77% : 23%		Akazienholz : nichts (52% r.Lf.) (52% r.Lf.) 50% : 50%
Versuch 2:	44% : 56%		48% : 52%		
Versuch 3:	44% : 56%		61% : 39%		
Versuch 4:	58% : 42%		59% : 41%		
Versuch 5:	56% : 44%		60% : 40%		
Mittelwert aus 5 Versuchen:	50 ± 7 % : 50 ± 7 %		61 ± 10 % : 39 ± 10 %		Bambus-Holz : nichts (52% r.Lf.) (52% r.Lf.) 51% : 49%

Käfer ist also in der Lage, auch diese beiden Substrate geruchsmäßig wahrzunehmen.

Eine starke Abneigung wurde festgestellt gegenüber frischen Maiskörnern mit 25% Feuchtegehalt und frischen Maisstengeln. Dies scheint eine Folge der höheren Luftfeuchtigkeit über den Substraten zu sein. Sie ist hier offensichtlich der stärkere Reiz. In den anderen Versuchen herrschte über beiden Kammern die gleiche Luftfeuchtigkeit. Das Ergebnis zeigt eine Wahrnehmung und Bevorzugung des trockeneren Klimas durch den Käfer an. Die Unterschiede sind in beiden Fällen hochsignifikant ($t > t(99,9\%)$).

Beim Angebot von getrockneten Maisblättern, Pochote-, Akazien- und Bambusholz gegenüber einer Leerkammer wurden keine Unterschiede festgestellt. Die Versuchstiere hielten sich etwa zum gleichen Anteil über den beiden Kammern auf.

Aus dem Versuch läßt sich der Schluß ziehen, daß in Holz überdauernde adulte Käfer in der Lage sind, neu vorhandene Maisvorräte geruchsmäßig wahrzunehmen. Aufgrund dieses Reizes werden die Tiere vermehrt das Holz verlassen, um ihr bevorzugtes Nährsubstrat Mais zu befallen.

3.3 Bedeutung des Bohrverhaltens in möglichen natürlichen Lebensräumen

Anschließend an die Erkenntnis, daß *P. truncatus* in Holz zu überdauern und dadurch wesentlich länger ohne Nahrung zu überleben vermag, erhebt sich die Vermutung, daß Gleiches auch in anderen holzigen Strukturen möglich ist. Speziell ist hier interessant, ob der Käfer auch in Teilen der Maispflanze wie Stengel und Spindel solchermaßen Zeiten überbrücken kann, was möglicherweise auf ein Verhalten im natürlichen Leben der nur als Vorratsschädling bekannten Art hinwies. Während sich in den Lagerstätten der afrikanischen und mittelamerikanischen Bauern der Mais in unmittelbarer Nähe zu festem Holz befindet, ist davon auszugehen, daß dies in einem Lebensbereich von *P. truncatus* außerhalb dieser Bauten nicht der Fall ist. So liegt die Vermutung nahe, daß in einer Maispflanze lebende Käfer nach Vertilgung der Körner zur Überdauerung den vegetativen Teil der Pflanze nutzen könnten. Um die Möglichkeiten des Großen Kornbohrers in dieser Richtung abzutasten, wurden die folgenden Versuche durchgeführt.

3.3.1 Befall ungeschälter Maiskolben

Im Hinblick auf etwaige natürliche Lebensbereiche der Art ist zunächst die Frage zu stellen, ob sich in einem von *P. truncatus* befallenen Maiskolben die Tiere ausschließlich in die Maiskörner einbohren, oder aber auch in andere Teile der Pflanze wie Spindel oder Stengel. Es ist zu klären, ob diese Bereiche der Maispflanze im Normalfall überhaupt – wenn auch nur von einem kleinen Teil der Population – als Aufenthaltsort benutzt werden.

Ungeschälte Maiskolben, deren Stengel etwa ein bis zwei Zentimeter unterhalb der Kolbenbasis abgeschnitten war, wurden mit jeweils 100 adulten Tieren gemischten Alters besetzt. Nach dreiwöchiger bzw. sechsmonatiger Versuchsdauer bei 30°C und 75% r.Lf. wurde kontrolliert, wo sich die im Kolben eingebohrten bzw. neu entwickelten Käfer befanden.

In drei frisch geernteten Maiskolben vom BBA-Gelände hielten sich nach dreiwöchiger Versuchsdauer von insgesamt 134 eingebohrten Tieren 66,4% in den Maiskörnern, 27,6% zwischen den Lieschblättern, 4,5% im Stengelansatz und 1,5% in der Spindel auf. In drei getrockneten Kolben aus Tansania wurden nach drei Wochen von insgesamt 178 eingebohrten Tieren 75,3% in den Maiskörnern, 9,6% zwischen den Lieschblättern, 4,5% im Stengelansatz und 10,7% in der Spindel gefunden.

Vier frisch geerntete Kolben waren nach sechsmonatiger Versuchsdauer von einer inzwischen stark angewachsenen Population größtenteils zerfressen. Die Lieschblätter waren stark durchlöchert, zum Teil auch nur noch als Gerippe vorhanden. Ein Stengelansatz war nicht mehr erkennbar. Fast alle Maiskörner waren durchlöchert, ausgehöhlt oder zu Mehl zerfressen. Die Spindel besaß noch ihre ursprüngliche feste Form, war aber mit einer Vielzahl von Bohrgängen durchzogen, diese ausgefüllt mit Käfern und Fraßmehl. Insgesamt wurden 3032 Käfer gefunden. Davon befanden sich 64,3% in dem Gemisch aus Maiskörnern, Mehl und Resten von Lieschblättern und 35,7% in den Spindeln.

Zusammenfassend kann bestätigt werden, daß *P. truncatus* neben der Frucht auch andere Teile einer Maispflanze befallt. Sowohl bei großen Populationen als auch beim Anfangsbefall, wenn nur wenige Käfer einen Kolben bevölkern, bohrt sich ein Teil der Tiere in die Spindel ein. Um Aussagen über die unterschiedliche Einbohrrate in Abhängigkeit von der Tierdichte oder dem Zustand einer Population machen zu können, wären jedoch weitere Versuche notwendig, etwa nach Art der Experimente mit Mais und Holz (Abschnitt 3.1.2). Im abgeschnittenen Stengelansatz eines Kolbens können ebenfalls Tiere gefunden werden.

3.3.2 Lebensdauer

Ähnlich wie beim Holz wurde im Folgenden untersucht, ob der vegetative Teil der Maispflanze dem Großen Kornbohrer in ähnlicher Weise wie Holz als Überdauerungssubstrat dienlich sein kann. Neben der Untersuchung, wie lange die in das Sub-

strat eingebohrten Käfer überleben können, war auch hier zu prüfen, ob die verschiedenen Teile einer Maispflanze ernährungsphysiologisch verwertet werden können.

3.3.2.1 Lebensdauer auf Maispflanzenteilen

In der gleichen Weise wie bei den Holz-Versuchen wurde die Lebensdauer von *P. truncatus* auf Maisspindeln und -stengeln getestet. In Gläsern mit Vogelsand-Wasserglas-Boden wurden jeweils 100 adulte Käfer gemischten Alters auf die verschiedenen Substrate gesetzt, nach einer Woche die nicht-eingebohrten Tiere entfernt und die anderen in Abständen von etwa sieben Tagen kontrolliert. Alle Experimente wurden bei 30°C und 75% r.Lf. durchgeführt. Tabelle 20 zeigt die mittlere und die maximale Lebensdauer der Tiere im jeweiligen Versuchsglas. Aus jeweils fünf Parallelversuchen wurde - unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Tierzahlen - der Mittelwert errechnet.

Die mittlere Lebensdauer ist in einigen Fällen deutlich höher als ohne Substrat und erreicht die Werte einiger Hölzer. Sie ist aber geringer als in Kiefern- und Pochote-Holz.

In allen angebotenen Substraten übertrifft die maximal gemessene Lebensdauer von *P. truncatus* den Wert ohne Substrat. Sie ist ebenso hoch wie bei einigen der untersuchten Holzarten (vgl. Tab. 7 und 10) und liegt mit maximal 94,0 Tagen nicht weit unter dem Ergebnis für Kiefern- und Pochote-Holz (vgl. Tab. 8).

Der Unterschied in der Lebensdauer von *P. truncatus* in frischen Spindeln gegenüber der Lebensdauer ohne Substrat ist signifikant ($t(99\%) < t < t(99,9\%)$). Bei den Spindeln der alten Maiskolben kann ein Unterschied statistisch nicht nachgewiesen werden ($t < t(95\%)$).

Die Lebensdauer in Maisstengeln zeigt sich abhängig von deren Trockenheit. Frische, feuchte Stengelabschnitte führen nur zu einer geringen mittleren Lebensdauer, die knapp über dem Wert ohne Substrat liegen. Ein Unterschied kann statistisch nicht nachgewiesen werden ($t < t(95\%)$). Die maximal beobachtete Lebensdauer ist jedoch auch hier sehr hoch, da

Tab. 20: *Prostephanus truncatus*; Mittlere und maximale Lebensdauer von adulten Tieren gemischten Alters in verschiedenen Maispflanzenteilen bei 30°C und 75% r.Lf. auf Sandfußboden.

Substrat	Versuchs-/ Tierzahl	Prozentzahl ein- gebohrter Tiere	Mittlere Lebensdau- er eingeb. Tiere	Maximale Lebensdauer
Spindel von frischem Maiskolben (BBA)	5 x 100 Tiere	49,0 ± 25,9 %	26,0 ± 6,6 Tage	87,5 Tage
Spindel von altem Mais- kolben (Tansania)	5 x 100 Tiere	31,8 ± 8,3 %	19,9 ± 5,6 Tage	87,5 Tage
Stengel von frischer Maispflanze (BBA), an Kolbenbasis ansetzen- des Stück	5 x 100 Tiere	27,0 ± 13,9 %	17,9 ± 4,8 Tage	94,0 Tage
Stengel von frischer Maispflanze (BBA), Hauptstamm	5 x 100 Tiere	37,0 ± 10,5 %	18,0 ± 1,8 Tage	86,5 Tage
Stengel von frischer Maispflanze (BBA), Hauptstamm, getrocknet	5 x 100 Tiere	77,0 ± 12,4 %	26,2 ± 5,0 Tage	80,0 Tage
Stengel von alter Mais- pflanze (Tansania)	1 x 100 Tiere	33,0 %	26,1 Tage	73,5 Tage

bei Klimabedingungen von 30°C und 75% r.Lf. das Material doch sehr rasch trocknet. So fanden, bei Versuchsdauern von bis zu drei Monaten, Tiere, welche die Anfangszeit überlebt hatten, später wohl wesentlich günstigere Bedingungen vor. Maisstengel, die vor Beginn des Experiments getrocknet wurden, sowie alte, trockene Stengelstücke führen demgegenüber auch zu einer höheren mittleren Lebensdauer von durchschnittlich 26 Tagen. Der Unterschied zwischen getrockneten Stengeln und ohne Substrat ist signifikant ($t(99\%) < t < t(99,9\%)$).

Anders als bei festem Holz bohrt sich *P. truncatus* in Spindeln und Stengel von Maispflanzen tief ein. Die Dichte von Spindeln wurde zu 0,25 g/cm³, die der Stengel zu 0,10 g/cm³ bestimmt. Das weiche Mark der Stengel, das von einer vergleichsweise nur dünnen Schale umgeben ist, wiegt nur 0,06 g/cm³. Es wird daher leicht zerfressen und kann von einigen Tieren schnell durchlöchert werden. Dieses Mark macht auch den Hauptteil der Spindel aus. Betrachtet man Verhalten und Lebensdauer im ebenfalls weichen Styropor (Dichte 0,03

g/cm³), so könnte die Ursache der geringeren Lebensdauer im Vergleich zu einigen Hölzern möglicherweise in der Substratdichte liegen.

3.3.2.2 Lebensdauer auf Fraßmehl von Maispflanzenteilen

Die verlängerte Lebensdauer auf den verschiedenen Teilen der Maispflanze (Spindel, Stengel) könnte entweder wie beim Holz ihre Ursache in einem Überdauerungsverhalten haben, oder auf einer nahrungsmäßigen Verwertung der Substrate beruhen. Daher wurden den Tieren, wie schon im Falle des Holzes, die Materialien in Pulverform angeboten. So wurden jeweils 100 adulte Tiere gemischten Alters auf Fraßmehl von den Maispflanzenteilen in Versuchsgläsern mit Vogelsand-Wasserglas-Boden angesetzt und ihre Lebensdauer bei 30°C und 75% r.Lf. kontrolliert.

Wie die Tabelle 21 zeigt, reicht die mittlere Lebensdauer

Tab. 21: Mittlere und maximale Lebensdauer von *Prostephanus truncatus* auf Fraßmehl von verschiedenen Maispflanzenteilen, Ansätze á 100 adulte Tiere gemischten Alters, bei 30°C und 75% r.Lf. auf Sandfußboden.

Substrat	Mittlere Lebensdauer	Maximale Lebensdauer
Fraßmehl von Spindeln frischer Maiskolben (BBA)	14,9 ± 1,2 Tage (3 Versuche)	54,0 Tage
Fraßmehl von Spindeln alter Maiskolben (Tansania)	12,2 Tage 14,3 Tage	32,5 Tage
Fraßmehl von Stengeln frischer Maiskolben (BBA), an Kolbenbasis ansetzendes Stück	16,0 Tage	43,0 Tage
Fraßmehl von Stengeln frischer Maispflanzen (BBA), Hauptstamm	13,4 Tage 11,8 Tage	61,0 Tage
Fraßmehl von Stengeln frischer Maispflanzen (BBA), Hauptstamm, getrocknet	14,0 ± 1,7 Tage (5 Versuche)	57,5 Tage
Fraßmehl von Stengeln alter Maispflanzen (Tansania)	11,1 Tage	20,0 Tage

von *P. truncatus* auf Fraßmehl von Maisspindeln und -stengeln in keinem Fall über den Wert ohne Substrat hinaus. Vielmehr liegt sie in fast allen Versuchen noch ein paar Tage darunter, also ähnlich wie bei den Experimenten auf Holzmehl. Bei der maximalen Lebensdauer wird der Wert von Hungertieren in drei Fällen übertroffen, einmal um zwei Wochen. Betrachtet man das Gesamtergebnis, so kann nicht davon ausgegangen werden, daß *P. truncatus* sich von Spindeln oder Stengeln der Maispflanze ernähren kann. Dies führt zu dem Schluß, daß die in Abschnitt 3.3.2.1 beschriebene verlängerte Lebensdauer des Großen Kornbohrers in Maisspindeln und -stengeln ebenso wie in Holz auf einer Art Überdauerung beruht.

4 Diskussion

=====

Ursprung dieser Arbeit waren die Schäden, die *P. truncatus* im Holz der Maislagerstätten mittelamerikanischer und afrikanischer Kleinbauern anrichtet und speziell die Frage, welche Bedeutung dieses Holz für den Vorratsschädling hat.

In den mexikanischen und mittelamerikanischen Maisanbaubereichen gibt es im allgemeinen zwei Vegetationsperioden pro Jahr. Zum Zeitpunkt der Kolbenreife knicken die meisten Bauern den Stengel der Pflanze direkt unterhalb des Kolbens ab und belassen die Frucht während der nun beginnenden Trockenzeit auf dem Feld, wo sie hohen Temperaturen ausgesetzt ist. Die Ernte erfolgt nach Bedarf, spätestens aber nach vier bis fünf Monaten. Gewöhnlich werden die Kolben in festen Holzbauten, den 'Trojas', gelagert, manchmal aber auch auf offenen Plattformen, die durch Pfähle bis zu zwei Meter über den Boden erhöht sind, genannt 'Tabanco'. Die Lagerungsdauer umfaßt die Zeit zwischen zwei Ernten, sie kann sechs bis neun Monate betragen. In neuerer Zeit wurden gebietsweise Vorratsbehälter wie Ölfässer oder Säcke eingeführt, so daß ein Großteil des Getreides geschält gelagert werden kann. Dies verringert die Anfälligkeit für den Schädling (Hoppe, 1986; Hodges, 1986).

Auf den Kleinbauernhöfen der Tabora-Region in Tansania wird der Mais zwischen März und Juni, gegen Ende der dortigen Regenzeit, geerntet und in Kolbenform mit vollständigen Hüllblättern aufbewahrt. Herkömmliche Lagerstätten in Tansania sind einmal der Dachraum eines Hauses, direkt über der Kochstelle befindlich, so daß die Kolben der Hitze und dem Rauch des Feuers ausgesetzt sind, zum anderen spezielle Plattformen außerhalb des Hauses, während der Regenzeit mit Stroh überdacht, feste Lagerhäuser, vergleichbar dem Troja Mittelamerikas oder auch einfache hölzerne Gestelle, auf denen die Kolben in senkrechten Reihen angeordnet werden. Draußen steht das Produkt unter direkter Sonnenbestrahlung. Baumaterial ist immer Holz. Die Methoden bieten einen gewissen Schutz gegenüber den allgemein bekannten Vorratsschädlingen, gegen *P. truncatus* jedoch sind sie unwirksam, da der Schädling gerade in Kolben mit vollständigen Hüllblättern besonders gut zurechtkommt. Nur zu einem sehr geringen Teil wird Mais geschält oder gedroschen und in Weidenkörben oder Borkenbehältern, selten in Säcken und Ölfässern gelagert (Hodges et al, 1983; Hodges, 1984).

In Togo benutzen die Bauern aus Holz gebaute Plattformen, auf denen sie die Kolben mit Hüllblättern in Form eines Hohlzylinders stapeln. Anschließend wird die Mitte mit den restlichen Kolben gefüllt. Manchmal ist die Plattform durch Pfähle erhöht, darunter befindet sich dann gewöhnlich die Kochstelle der Familie (Krall, 1984).

Praktische Bedeutung haben die Ergebnisse in erster Linie für leergeräumte Maislager, die von *P. truncatus* befallen waren. Bohrt sich aus den recht großen Populationen des Vorratsschädlings ein gewisser Teil zur Überdauerung in Holz ein, so bleiben auch nach relativ langer Hungerzeit noch genügend Tiere am Leben, um neue Substrate zu befallen und so den Erhalt der Art zu sichern. Bei den untersuchten klimatischen Bedingungen könnten im Holz eingebohrte Tiere auf jeden Fall nach 1 ½ Monaten, ungünstigstenfalls aber noch nach bis zu 3 ½ Monaten neu eingelagerten Mais sofort wieder aus dem Holz heraus befallen. Sofern sich Mais-Fraßmehl in Holzritzen und -löchern befand, sind wahrscheinlich noch längere Zeiten zu erwarten. Unter günstigen klimatischen

Bedingungen wäre nach weiteren 2 Monaten schon mit hohen Verlusten am Vorratsgut zu rechnen. Bei Insektenbekämpfungsmaßnahmen an eingelagertem Getreide darf angenommen werden, daß tief im Holz befindliche adulte Käfer der Behandlung entgehen.

Zur Befallsverhütung ist wohl vor allem eine gute Hygiene in leergeräumten Maislagern zu empfehlen. Maisreste, aber auch Spindel- und Stengelteile sollten vollständig entfernt werden. Daneben wäre eine Behandlung befallenen Holzes angebracht.

In einem natürlichen Lebensbereich des Käfers, wenn dieser überhaupt vorhanden ist neben dem Dasein als Vorratsschädling, wäre es denkbar, daß die natürliche Nahrung nicht das ganze Jahr in Frucht ist. Durch ein Überdauerungsstadium könnten Mangelzeiten von der Population länger überbrückt werden. Während im Lagerbereich das Baumaterial der Lagerstätten offenbar ideale Bedingungen für eine Überdauerung bietet, mag ein natürlicher Lebensbereich vielleicht eher Spindeln und Stengel von Maispflanzen bereithalten, aber auch natürlich vorkommendes Holz oder holzige Pflanzenteile.

Genauere Untersuchungen über die Art der beobachteten Überdauerung konnten im Rahmen dieser Arbeit nicht durchgeführt werden. Die vorhandenen Informationen lassen aber vermuten, daß es sich nicht um eine tiefere, schwer lösbare Ruhepause handelt, sondern allenfalls um eine Quieszens. Diese Art der Dormanz ist gekennzeichnet durch eine Herabsetzung des Stoffwechsels und Resistenz gegen ungünstige Faktoren wie etwa Nahrungsmangel. Sie ist schnell wieder lösbar. Im vorliegenden Fall sind neben der eingeschränkten lokomotorischen Aktivität wahrscheinlich auch andere energieverbrauchende Körperfunktionen eingeschränkt, so daß weniger Körpersubstanz verbraucht wird und die Hungerzeit länger überstanden werden kann. Würde das Holz als Nahrung genutzt, so wäre eher ein ständiger Holzfraß zu erwarten, um größere Mengen des nährstoffarmen Substrates aufnehmen zu können. Die Lösung der angenommenen Ruhepause durch Maisgeruch als äußerem Reiz ist möglich.

Der Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Möglichkeiten der Überdauerung konnte in dieser Arbeit ebenfalls nicht untersucht werden. Sämtliche Versuche wurden bei 30°C und 75% relativer Luftfeuchtigkeit durchgeführt. Es kann angenommen werden, daß etwa bei niedrigeren Temperaturen noch längere Überdauerungszeiten erreicht werden. In Versuchen ohne Substrat stieg die Lebensdauer von *P. truncatus* an, wenn die Temperatur unter 30°C gesenkt, die Luftfeuchtigkeit aber beibehalten wurde. So betrug die mittlere Lebensdauer bei 30°C 17,1 Tage, bei 26°C aber 25,7 Tage und bei 20°C sogar 30,3 Tage. Mit der geringeren Temperatur geht eine Verlangsamung der Körperfunktionen einher. Niedrigere Temperaturen führen auch zu einer längeren Entwicklungsdauer von *P. truncatus*. Bei 30°C und 70% r.Lf. wird die Entwicklung vom Ei zum adulten Käfer in 27 Tagen abgeschlossen, bei 20°C und 70% r.Lf. dauert sie 83 Tage (Bell & Watters, 1982; Watters, 1984).

Der Unterschied zwischen festem Holz einerseits und Styropor sowie Maispflanzen und -stengeln andererseits läßt annehmen, daß Dichte und Festigkeit eines Substrates Einfluß haben auf die Dauer des Überlebens. Festes Holz mit einer Dichte über 0,4 g/cm³ scheint besonders gut geeignet zu sein.

Die geringe Dichte von Styropor erlaubt den Käfern das Bohren langer Gänge quer durch das Material. Die andauernde Bohrtätigkeit könnte möglicherweise auch auf fehlende Thigmotaxis zurückzuführen sein. Es wäre denkbar, daß die Tiere aufgrund der Materialstruktur keine körpergerechten Gänge herstellen können. Dies könnte zu fortdauernder Unruhe und Bohraktivität der Tiere führen und das Verweilen in einer Art Ruhestadium einschränken. Auch das Bemühen der Käfer, sich zwischen irgendetwas zu verkriechen deutet auf die Notwendigkeit thigmotaktischer Reize hin.

Eine andere Erklärung für die vergleichsweise lange Lebensdauer in Holz wäre, daß die längere Überlebenszeit in relativer Ruhe in ihrem Bohrloch es den Käfern ermöglicht, geringe im Holz enthaltene Nährstoffe in den Stoffwechsel aufzunehmen und dadurch die Überlebenszeit weiter auszudehnen.

Literaturwerte für die Lebensdauer adulter Männchen und Weibchen auf Mais (Shires, 1980, s. Einleitung) wurden weit übertroffen. Mit Mittelwerten von 110,8 Tagen für Männchen und 126,6 Tagen für Weibchen sowie maximal erreichten Lebensdauern von 266,0 bzw. 237,0 Tagen auf losem Mais bei 30°C und 75% r. Lf. ergaben sich wesentlich längere Zeiten. Die Ursache liegt ganz offensichtlich darin, daß Shires Maismehl verwendete. Auf Mais-Fraßmehl wurde denn auch eine mittlere Lebensdauer von 58,2 Tagen für Männchen und 54,1 Tagen für Weibchen sowie Maxima von 129,0 bzw. 100,5 Tagen festgestellt, was den Literaturwerten etwa entspricht.

Außer in Mais ist eine Entwicklung von *P. truncatus* noch in getrocknetem Kassava (Hodges et al, 1983, 1985) und einer weichen Weizenart (Shires, 1977) beschrieben. Zuchtversuche auf hartem Winterweizen, Reis, Kuherbsen, Bohnen, Erdnüssen, Kakaobohnen und Kaffeebohnen führten nicht zum Erfolg (Shires, 1977). Positiv aber endete der Versuch von Howard (1983), die Tiere auf künstlichen Getreidekörnern zu züchten. Diese bestanden aus Gelatinekapseln, jeweils gefüllt mit Mehl von Sorghum, Weizen, Hirse, Mais, Gerste, Reis oder Hafer. Bei den drei letztgenannten dauerte die Entwicklung sehr lange. Das Ergebnis läßt darauf schließen, daß viele Getreidearten ernährungsmäßig ausreichend sind, die Unfähigkeit der Art, sich darauf zu entwickeln aber auf anderen Faktoren beruht. In eigenen Versuchen konnte eine Vermehrung auf Hundekuchen festgestellt werden sowie eine verlängerte Lebensdauer auf getrockneten Kartoffeln, die anscheinend auf deren nahrungsmäßiger Verwertung beruhte.

Offensichtlich hat sich diese Art auf hoch stärkehaltige Substrate spezialisiert. Während die holzfressenden Bostrychidenarten mit dem Stärke- und Zuckergehalt der von ihnen befallenen Hölzer ausreichend ernährt werden können, scheint *P. truncatus* dazu nicht fähig zu sein.

Der Familie Bostrychidae gehören neben dem Großen Kornbohrer noch zwei weitere bedeutende Vorratsschädlinge an. *Rhizopertha dominica* Fabricius (Getreidekapuziner) ist weit verbreitet und zeigt sich besonders in Indien, Argentinien, Neu-Süd-Wales und den USA als gefährlicher Getreideschäd-

ling. Die Larven bohren auch in Tapioka, Drogenwurzeln, Holz und Papier. *Dinoderus minutus* Fabricius (Bambusbohrer) ist in allen Tropenländern verbreitet. Bekannt als Schädling an Bambusrohr, lebt er aber ebenso in Getreide, Mais, Zimt, Zuckerrohr, verschiedenen Holzarten und Tapioka. Ebenso wie *P. truncatus* sind die beiden Arten in der Gruppe der Dinoderini eingeordnet. Die Dinoderini gehören zur Unterfamilie der Bostrychinae, die den Psolinae gegenübersteht (Schaufuss, 1916; Schröder, 1925; Schmidt, 1949; Heinze, 1983).

Die wirtschaftliche Bedeutung des Großen Kornbohrers für Nutzholz ist gering einzuschätzen.

Befindet sich kein Nährsubstrat in der Nähe eines Holzes, so bohren sich die adulten Käfer nur ein bis wenige Körperlängen ein. Es kommt allenfalls zu Schönheitsfehlern am Holz, die, je nach Tierzahl, mehr oder weniger schlimm ausfallen. Weiches Holz kann leichter und stärker zerstört werden als härteres, rauhe oder berindete Stücke können wesentlich besser befallen werden als etwa glattgeschliffene Teile. Astansätze, Holzspalten und weiche Stellen im Holz werden von den Käfern bevorzugt.

Zu ausgedehnten Zerstörungen kommt es nur, wenn eine Nahrungsquelle in unmittelbarer Nähe vorhanden ist, in der *P. truncatus* in größeren Mengen vorkommt. Ideale Bedingungen sind hierfür in einem aus Holz gebauten Maislager gegeben. Sehr viele Tiere können eine vollständige Zerstörung von Holzteilen verursachen.

Starker Holzbefall an Stellen, an denen ein direkter Kontakt zwischen Mais und Holz besteht und die Abhängigkeit des Holzbefalls von seiner Oberflächenbeschaffenheit weisen darauf hin, daß es für den adulten Käfer offenbar von großem Vorteil ist, wenn er sich an etwas abstützen kann, das bezüglich des Bohrzielpunktes ortsfest ist. Dasselbe wurde von Cowley et al (1980) in Zusammenhang mit Untersuchungen zum Befall von losen und festsitzenden Maiskörnern angenommen. An gleicher Stelle wird auch die Veranlagung des Käfers, in Maiskolben durchlaufende Gänge anzulegen als beibehaltenes Holzbohrverhalten während des Übergangs zum Vorratsschädling diskutiert. In Anbetracht der starken Neigung von *P. trunca-*

tus, in Holz zu bohren, kann dem nur zugestimmt werden.

Es scheint sich jedoch um ein völlig normales Verhalten im Leben dieser Käfer zu handeln, jegliches angebotene Material ungeachtet dessen nahrungsmäßiger Verwertbarkeit anzunagen und in den Darm aufzunehmen, sofern es von den Mandibeln zerkleinert werden kann.

Nachdem die Bedeutung des Holzes für den Großen Kornbohrer *P. truncatus* prinzipiell geklärt ist, ergeben sich daraus eine Reihe von interessanten Anhaltspunkten und offenen Fragen über den Käfer:

Welchen Einfluß haben andere klimatische Bedingungen sowohl auf die Überdauerungsmöglichkeiten, als auch auf Befall und Verlassen eines Überdauerungssubstrates?

Ändern sich Befall und Verlassen von Holz, wenn Feldbedingungen vorliegen, die Käfer also nicht in einem engen Versuchsglas mit der Holzprobe zusammengesetzt sind? - In dieser Frage könnte durchaus auch eine Überbewertung der vorliegenden Ergebnisse angesprochen sein.

Speziell für die Praxis ist es wichtig zu wissen, worin der Hauptfaktor beim Neubefall eines Maislagers liegt. Ist der Ausgangspunkt bei von außen heranfliegenden Käfern zu suchen oder bilden in unmittelbarer Umgebung überdauernde Tiere die wesentliche Grundlage einer Schädlingspopulation? Eine Einschleppung bereits vom Feld her ist unwahrscheinlich (*Laborius, pers. Mitt.*).

Interessant erscheint es auch, nach einem natürlichen Lebensbereich der Art zu fragen, deren mögliche Umstände in einigen Experimenten gestreift wurden. Eine solche Alternative böte dem Großen Kornbohrer eine günstige Ausgangs- oder auch Rückzugsbasis. Die Bekämpfung wäre indessen noch mehr erschwert.

Denkbar ist aber auch ein Leben nur als Vorratsschädling. Der Mais, bevorzugtes Nahrungssubstrat der Art, wird in Mittelamerika immerhin schon seit Jahrtausenden von Menschenhand angebaut.

5 Literaturliste

=====

- Anonym (1985) Deuxième note sur l'état d'avancement de l'enquête sur la présence de Grand Capucin des Grains à la frontière tanzanienne du Burundi. Projekt PNUB/FAD/BDI/81/026, 9 S.
- Al-Sousi A. J., El-Haidari H. and Al-Ani J. N. (1970) Outbreaks and new records. Iraq. Larger grain borer on maize. FAO Plant Protection Bulletin 18(4), 93.
- Back E. A. and Cotton R. (1922-1940) Stored grain pests. U. S. Department of Agriculture, Farmers' Bulletin No. 1260. 47 pp.
- Bell R. J. and Watters F. L. (1982) Environmental factors influencing the development and rate of increase of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) on stored maize. J. stored Prod. Res. 18, 131-142.
- Braune W., Lewan A., Taubert H. (1979) Pflanzenanatomisches Praktikum I, 3. Aufl., Gustav Fischer Verlag - Stuttgart - New York, S. 281, 287 f.
- Brockhaus, Texte und Tabellen (1982) Länder und Klima: Nord- und Südamerika.
- Calderon M. and Donahaye E. (1962) First record of *Prostephanus truncatus* in stored grain. FAO Plant Protection Bulletin 10, 43-44.
- Chinery M. (1976) Insekten Mitteleuropas, ein Taschenbuch für Zoologen und Naturfreunde. 1. Aufl. Parey-Verlag. S. 344-345.
- Chittenden F. H. (1895) On the distribution of certain imported beetles. Insect Life 7, 326-332.
- Chittenden F. H. (1911) Papers on insects affecting stored products. The Larger Grain Borer. U. S. Department of Agriculture, Bureau of Entomology, Bulletin No. 96, 48-52.
- Cotton, R. T. and Good N. E. (1937) Annotated list of the insects and mites associated with stored grain and cereal products, and of their arthropod parasites and predators. U. S. Department of Agriculture, Miscellaneous Publication No. 258. 81 pp.
- Cowley R. J., Howard D. C. and Smith R. H. (1980) The effect of grain stability on damage caused by *Prostephanus truncatus* (Horn) and three other beetle pests of stored maize. J. stored Prod. Res. 16, 75-78.
- CSIRO (1970) The insects of Australia. Melbourne University Press. S. 517, 576-577.
- Dunstan W. R. and Magazini I. A. (1981) Outbreaks and new records. Tanzania. The larger grain borer on stored products. FAO Plant Protection Bulletin 29, 80-81.
- Fisher W. S. (1950) A revision of the North American species of beetles belonging to the family Bostrichidae. U. S. Department of Agriculture, Miscellaneous Publication No. 698. 157 pp.
- Giles P. H. (1975) Annual report 1974 on the activities of SEPRAL and the Grain Storage Extension Group. Sección de Productos Almacendos (SEPRAL), Ministerio de Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua. 10 pp.
- Giles P. H. (1984) Summary of information of *Prostephanus truncatus* in Nicaragua obtained during a four year assignment at SEPRAL, La Calera, Managua, 1972-76. Proc. GASGA Workshop on the Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus*, 24-25 February, 1983, TPI, Slough. Publ. 67Z, Eschborn, pp. 133-135.

- Giles P. H. and Leon V. J. (1974) Infestation problems in farm-stored maize in Nicaragua. Proceedings of the First International Working Conference on the Stored-Product Entomology, Savannah, Georgia, USA. pp. 68-76.
- Gillot C. (1980) Entomology. Plenum press, New York. S. 288.
- Golob P. (1984) Preliminary field and laboratory trial to control *Prostephanus truncatus* infestation of maize. Proc. GASGA Workshop on the Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus*, 24-25 February, 1983, TPI, Slough. Publ. 67Z, Eschborn, pp. 62-70.
- Golob P., Changjaroen P., Ali M. A. and Cox J. (1985) Susceptibility of *Prostephanus truncatus* to insecticides. J. stored Prod. Res. 21, 141-150.
- Golob P., Dunstan W. R., Evans N., Meik J., Rees D. and Magazini I. (1983) Preliminary field trials to control *Prostephanus truncatus* (Horn) in Tanzania. Trop. stored Prod. Inf. 45, 15-17.
- Golob P. and Hodges R. J. (1982) Study of an outbreak of *Prostephanus truncatus* (Horn) in Tanzania. Report of the Tropical Products Institute, 6 164. 23 pp.
- Golob P. and Hodges R. J. (1983) An outbreak of *Prostephanus truncatus* (Horn), the larger grain borer, in Tanzania. 10th Intern. Congr. Plant Protect. (20.-25. Nov. 1983) 1, 102.
- Halstead D. G. H. (1974) Changes in the status of insect pests in storage and domestic habitats. Proceedings of the First International Working Conference on the Stored-Product Entomology, Savannah, Georgia, USA. pp. 142-153.
- Harnisch R. and Krall S. (1984) Further distribution of the larger grain borer in Afrika. FAO Plant Prot. Bull. 32, 113-114.
- Heinze K. (1983) Leitfaden der Schädlingsbekämpfung, Band 4: Vorrats- und Materialschädlinge. 4. Aufl. Wissenschaftliche Verlags-Gesellschaft mbH. S. 33-36, 107-108.
- Hodges R. J. (1982) A review of the biology and control of the greater grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). Trop. Stored Prod. Inf. 43, 3-9.
- Hodges R. J. (1984) Field ecology and monitoring of *Prostephanus truncatus*. Proc. GASGA Workshop on the Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus*, 24-25 February, 1983, TPI, Slough. Publ. 67Z, Eschborn, pp. 32-48.
- Hodges R. J. (1986) The biology and control of *Prostephanus truncatus* Horn (Coleoptera: Bostrichidae) - a destructive storage pest with an increasing range. J. stored Prod. Res. 22, 1-14.
- Hodges R. J., Dunstan W. R., Magazini I. and Golob, P. (1983) An outbreak of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in East Afrika. Prot. Ecol. 5, 183-194.
- Hodges R. J. and Meik J. (1984) Infestation of maize cobs by *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) - Aspects of biology and control. J. stored Prod. Res. 20, 205-213.
- Hodges R. J., Meik J. and Denton H. (1985) Infestation of dried cassava (*Manihot esculenta* Crantz) by *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). J. stored Prod. Res. 21, 73-77.
- Hoppe T. (1986) Storage insects of basic food grains in Honduras. Tropical Science 26(1), 25-38.
- Horn G. H. (1878) Revision of the Bostrichidae of the United States. Proc. Am. phil. Soc. 17, 540-555.
- Howard D. C. (1983) The population biology of *Prostephanus truncatus* (Horn). Ph D thesis, University of Reading.

- Karel A. K. and Mphuru A. N. (1981) Bionomics and control of the larger grain borer. Bulletin of Research and Information 1(3), 3-5.
- Kega V. K. and Warui C. W. (1983) *Prostephanus truncatus* in Coast Province, Kenya. Trop. stored Prod. Inf. 46, 2.
- König E. (1957) Tierische und pflanzliche Holzschädlinge. 1. Aufl. Holz-Zbl.-Verlags GmbH, Stuttgart, S. 91-92.
- Kollmann F. (1951) Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Band 1. 2. Aufl. Springer Vlg., Berlin.
- Krall S. (1984) A new threat to farm-level maize storage in West Afrika: *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). Trop. stored Prod. Inf. 50, 26-31.
- Laborius G. A., Leliveldt B. und Keil H. (1985) Der Große Kornbohrer, *Prostephanus truncatus* (Horn). Ein neuer Vorratsschädling in Afrika. Der praktische Schädlingsbekämpfer 9/85, 179-186.
- Mahlke-Troeschel-Liese (1950) Handbuch der Holzkonservierung. 3. Aufl. Springer-Verl., Berlin.
- McGuire J. U. and Crandall B. S. (1967) Survey of insect pests and plant diseases of selected food crops in Mexico, Central America and Panama. U. S. Department of Agriculture. 157 pp.
- Mushi A. M. (1984) The larger grain borer (*Prostephanus truncatus* (Horn)) problem in Tanzania. Proc. GASGA Workshop on the Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus*, 24-25 February, 1983, TPI, Slough. Publ. GTZ, Eschborn, pp. 71-87.
- Posada O. L., Polani I. Z. de, Arevalo I. S. de, Saldarriaga V. A., Garcia R. F. and Cardenas M. R. (1976) Lista de insectos daninos y otras plagas en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, Programa de Entomologia, Boletin Tecnico No. 43. 484 pp.
- Ramirez M. and Silver B. J. (1983) Deterioration and damage produced in corn grains in Mexico by *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). Biodeterioration, Vol. 5 (Edited by Oxley T. A. and Barry S.), pp. 582-591. John Wiley & Sons Ltd.
- Rees D. P. (1985) Life history of *Teretriosoma nigrescens* (Lewis) (Coleoptera: Histeridae) and its ability to suppress populations of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). J. stored Prod. Res. 21, 115-118.
- Reitter E. (1911) Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches. Band 3. K. G. Lutz' Verlag, Stuttgart. S. 300-326.
- Schaufuss C. (1916) Calwers Käferbuch: Einführung in die Kenntnis der Käfer Europas. Band 2. Die Käfer des paläarktischen Faunengebietes. 6. Aufl. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sprösser, Stuttgart. S. 709-714.
- Schmidt H. (1949) Die tierischen Schädlinge des Holzes. Verl. M. & H. Schaper, Hannover. S. 12-20, 29-34.
- Schröder Chr. (1925) Handbuch der Entomologie, Band 3. Gustav Fischer Verlag, Jena. S. 632-634.
- Shires S. W. (1977) Ability of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) to damage and breed on several stored food commodities. J. stored Prod. Res. 13, 205-208.
- Shires S. W. (1980) Life history of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) at optimum conditions of temperature and relative humidity. J. stored Prod. Res. 16, 147-150.

- Shires S. W. and McCarthy S. (1976) A character for sexing live adults of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). *J. stored Prod. Res.* 12, 273-275.
- Skaife S. H., Ledger J., Bannister A. (1981) *Afrikanische Insekten*. Perlinger Verlag Ges.m.b.H. S. 196, 197, 209.
- Watters F. L. (1984) Biology and control of *Prostephanus truncatus*. *Proc. GASGA Workshop on the Larger Grain Borer Prostephanus truncatus, 24-25 February, 1983, TPI, Slough. Publ. 6TZ, Eschborn, pp. 49-61.*
- Wigglesworth V. B. (1959) *Physiologie der Insekten*. 2. Aufl. Birkhäuser Verlag, Basel, Stuttgart.
- Wright V. F. (1984) World distribution of *Prostephanus truncatus*. *Proc. GASGA Workshop on the Larger Grain Borer Prostephanus truncatus, 24-25 February, 1983, TPI, Slough. Publ. 6TZ, Eschborn, pp. 11-16.*
- Zacher F. (1926) Schädlinge im Guatemala-Mais. *Mitt. Ges. Vorratsschutz* 2, 45-47.