Zeitschrift: Tätigkeitsbericht der Naturforschenden Gesellschaft Baselland

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Baselland

Band: 33 (1985)

Artikel: Stammesgeschichtliche Entwicklung und Funktionsweise des Stechapparates bei Hautflüglern (Hymenoptera)

Autor: Meier, Jürg

Kapitel: 3: Funktionsweise des Stechapparates bei Stechwespen

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-676760

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

sen, Mandibulardrüsen) treten an ihre Stelle. Bei der Unterfamilie der Schuppenameisen *(Formicinae)* muss allerdings mehr von einer Umbildung als von einer Rückbildung des Stechapparates gesprochen werden. Zwar fehlt auch hier der Stachel, die Reste des Stechapparates erlauben aber, Gift über weite Distanzen zu verspritzen. Auch hier wird durch den Geruch des verspritzten Giftes die Umgebung gewarnt. Erwähnt sei des weiteren, dass die Giftdrüsensekrete mancher Ameisen auch als «Spurflüssigkeit» zum raschen Wiederauffinden des Nestes dienen können (KAESTNER 1973).

Zusammenfassend soll festgehalten werden, dass der Hymenopteren-Ovipositor ursprünglich wohl zum Einbringen von Eiern in pflanzliche Gewebe gedient hat. Im Verlauf der Stammesgeschichte wurde er zur Immobilisierung von Arthropodenwirten unter gleichzeitiger Eiablage umfunktioniert und schliesslich, vom Fortpflanzungsgeschäft losgelöst, zur Verteidigung eingerichtet. Er kann – und dies ist wahrscheinlich der stammesgeschichtlich «modernste» Fall – aber auch zurückgebildet werden, dort, wo andere Strukturen des Organismus die Verteidigungsfunktion übernehmen. Glücklicherweise finden wir unter den heute lebenden Arten der Hymenopteren noch alle Übergänge dieser faszinierenden Evolution.

3 Funktionsweise des Stechapparates bei Stechwespen

Wohl jedermann hat im Laufe seines Lebens ein- oder mehrmals die schmerzhafte Erfahrung durchgemacht, von einer Biene oder einer Wespe gestochen worden zu sein. Erstaunlicherweise wurde der eigentliche Stechvorgang in der verfügbaren Literatur nur recht oberflächlich abgehandelt. Im folgenden wird deshalb der Versuch unternommen, das Prinzip dieses komplexen Vorganges in Anlehnung an verschiedene Autoren (RIETSCHEL 1938; SNODGRASS 1956; SPRADBERY 1973; EDERY et al. 1978; O'CONNOR u. PECK 1978) auf einfache Weise zu veranschaulichen. Zu diesem Zweck lösen wir das Geschehen in die folgenden drei Phasen auf:

3.1 Das Ausschachten des Stechapparates (Abb. 8)

Will eine Wespe oder Biene stechen, so kippt sie den ganzen Stechapparat um eine waagrechte Achse, die zwischen dem 8. und 9. Tergit quer zur Körperlängsachse verläuft, bauchwärts. Ursache des Ausschachtens ist eine Einwärtsbewegung des 7. Sterniten (RIETSCHEL 1938). Diese Kippbewegung führt dazu, dass der Stachel die Stachelscheiden (Valvulae 3) verlässt.

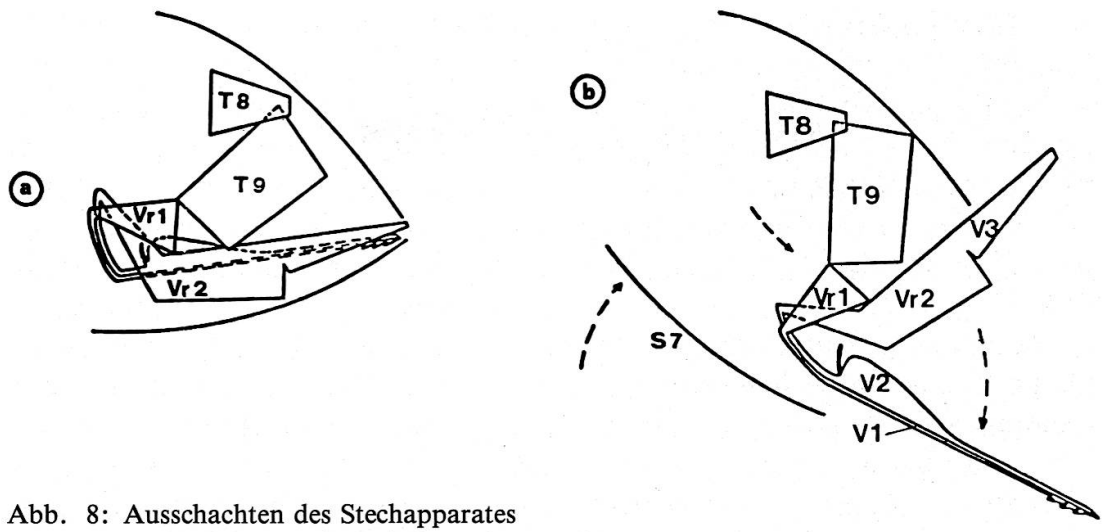

Abb. 8: Ausschachten des Stechapparates
a) Stechapparat in Ruhelage
b) Ausschachten des Stechapparates infolge der Einwärtsbewegung des 7. Sterniten (S 7).

3.2 Das Aufrichten des Stachels (Abb. 9)

Bei allen *Aculeata* findet man an der Stachelrinnenbasis (V 2) ein «Gabelbein» (Furcula), an welches von den oblongen Platten (Vr 2) herkommende Muskeln inserieren (Abb. 9, M). Eine Kontraktion dieser Muskeln führt zu einer Vorwärtsbewegung des Stachels, die ihn stärker aufrichtet (Abb. 9, b).

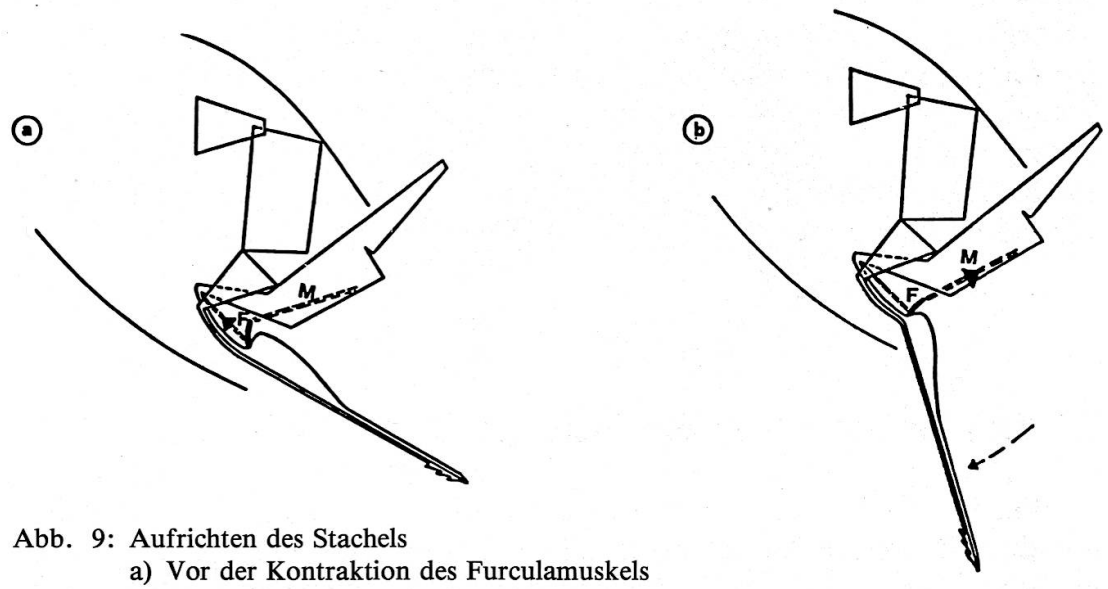

Abb. 9: Aufrichten des Stachels
a) Vor der Kontraktion des Furculamuskels
b) Nach der Kontraktion des Furculamuskels
M = Muskel
F = Furcula (Gabelbein)

3.3 Das Einbohren des Stachels (Abb. 10)

Vermutlich führt schon die Bewegung des Abdomens in «Feindrichtung» mit gleichzeitigem Ausschachten und Aufrichten des Stechapparates zu einem Einstich in dessen Haut (Maschwitz u. Kloft 1971). Die oblongen (Vr 2) und quadratischen (T 9) Platten des Stechapparates sind über Protraktor- (M.p.) und Retraktormuskeln (M.r.) miteinander verbunden (Abb. 10, a). Wird nun der Protraktormuskel kontrahiert (Abb. 10, b), so führt dies über die Dreiecksplatte (Vr 1) und ihren Ramus (R 1) zu einer Vorwärtsbewegung der einen Stechborste (V 1). Diese wird in die Haut eingestossen. Die anschliessende Erschlaffung des Protraktormuskels (Abb. 10, c) führt wieder zum Ausgangszustand – mit dem entscheidenden Unterschied, dass die Widerhaken der Stechborste diese in der gesetzten Wunde festhalten. Die anschliessende Kontraktion des Retraktormuskels (Abb. 10, d) bewirkt eine Rückwärtsbewegung der Stechborste. Da diese aber durch ihre Widerhaken in der Wunde verankert bleibt, kommt es tatsächlich zu einer Vorwärtsbewegung der Stachelrinne (V 2). Da der Stachel nicht nur eine, sondern zwei unabhängig voneinander bewegliche Stechborsten besitzt, führen die alternierenden Kontraktionen der beidseits vorhandenen Protraktor- und Retraktormuskeln zu einem raschen Einbohren des Stachels.

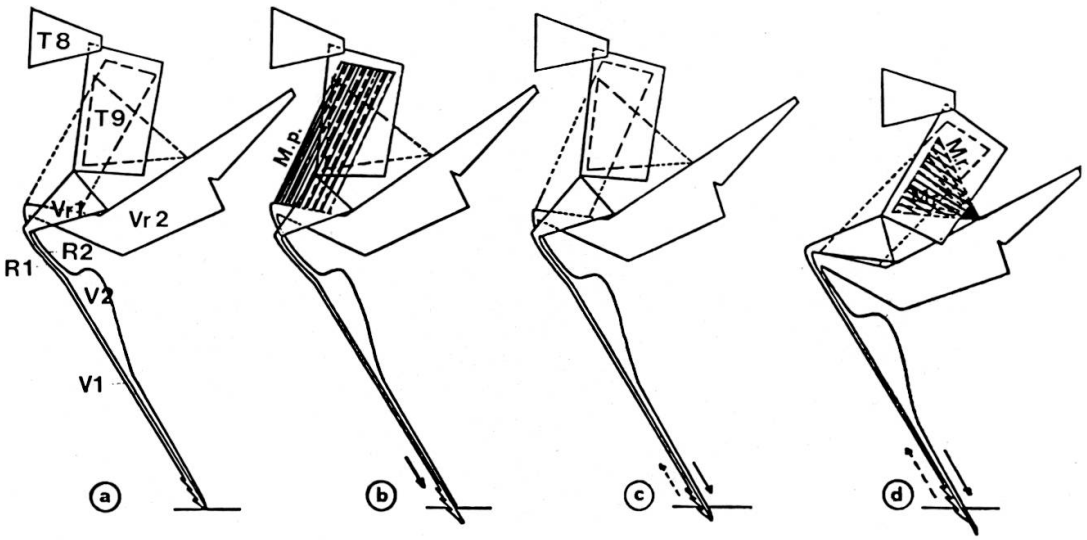

Abb. 10: Einbohren des Stachels
a) Ausgangszustand
b) Kontraktion des Protraktormuskels (M.p.)
c) Zustand nach Erschlaffen des Protraktormuskels
d) Kontraktion des Retraktormuskels (M.r.)

3.4 Verlust des Stechapparates bei Honigbienen

Wenn eine Arbeiterin der Honigbiene *(Apis mellifera)* ein Säugetier sticht, bleibt ihr Stachel in der Regel in dessen elastischer Haut stecken. Der ganze Stechapparat mit den zugehörigen Anhangsdrüsen wird aus dem Abdomen herausgerissen. An dieser Verletzung geht die Biene innert kurzer Zeit zugrunde (von Frisch 1969; Maschwitz u. Klotz 1971).

Darwin (1859) sah in diesem Stachelverlust ein für das Überleben der Art nachteiliges Phänomen, weil ja die Biene dies mit dem Tode bezahlt. Als Ursache wurden die ausgeprägten Widerhaken an den Stechborsten angesehen.

Nun sind aber Widerhaken an den Stechborsten der *Aculeata* weitverbreitet (Oeser 1961). Das Vorhandensein beziehungsweise Fehlen von Widerhaken an den Stechborsten kann demnach nicht alleinige Ursache des Stachelverlustes sein. Immerhin deuten eigene Untersuchungen darauf hin, dass diese Widerhaken dennoch einen gewissen Beitrag zum Stachelverlust leisten.

Ein rasterelektronenmikroskopischer Vergleich der Stachelspitzen der Deutschen Wespe (Abb. 11) und der Honigbiene (Abb. 12) zeigt nämlich, dass die Widerhaken der Deutschen Wespe im Stachelquerschnitt liegen (Abb. 13), während diejenigen der Honigbiene aus diesem herausragen (Abb. 14). Durch diese Besonderheit der Widerhakenanordnung lässt sich der Bienenstachel aus der elastischen Säugetierhaut nur durch Überwindung

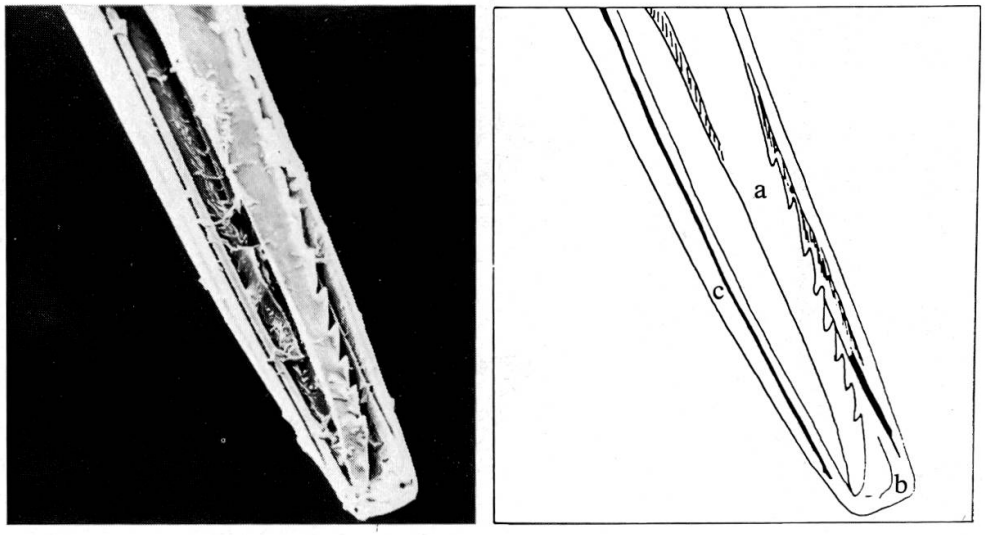

Abb. 11: Stachelspitze der Deutschen Wespe *(Paravespula germanica)* von unten. Links rasterelektronenmikroskopische, 260fach vergrösserte Aufnahme. Rechts Schema.
a) Stechborste (Valvula 1)
b) Stachelrinne (verschmolzene Valvulae 2)
c) Chitinfalz, in welchem die (hier entfernte) zweite Stechborste geführt wird.

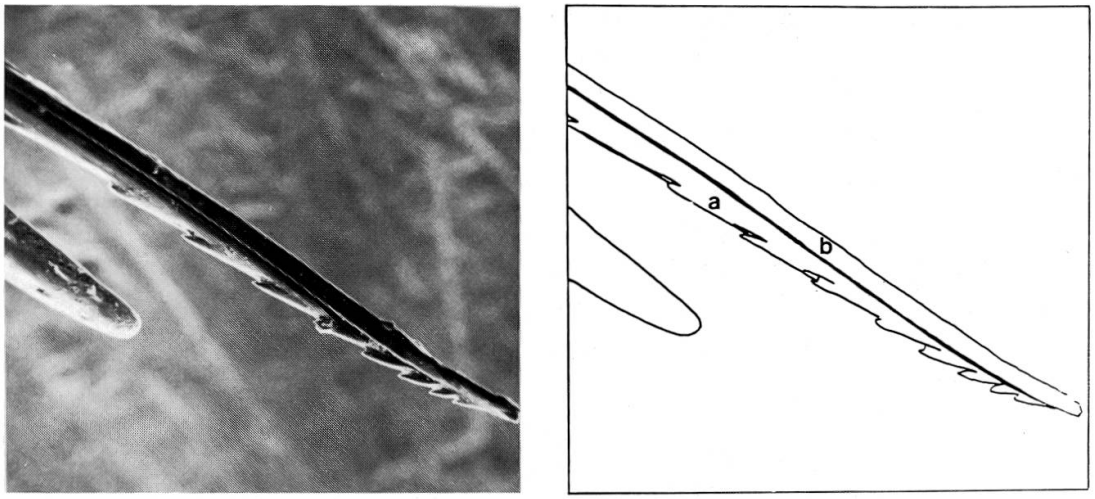

Abb. 12: Stachelspitze der Honigbiene *(Apis mellifera)* von der Seite. Links rasterelektronenmikroskopische, 240fach vergrösserte Aufnahme. Rechts Schema.
a) Stechborste (Valvula 1)
b) Stachelrinne (verschmolzene Valvulae 2)

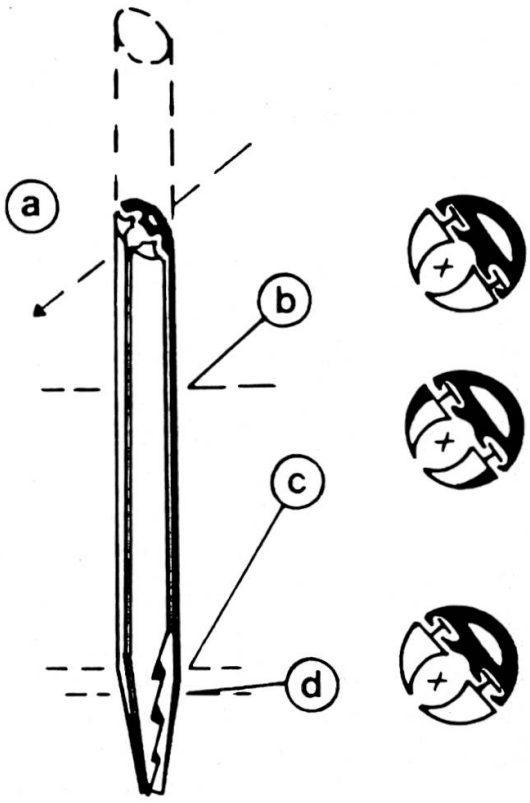

Abb. 13: Stachelspitze der Deutschen Wespe *(Paravespula germanica)*, schematisch.
a) Gesamtansicht
b, c, d) Querschnitte
x) Giftrinne

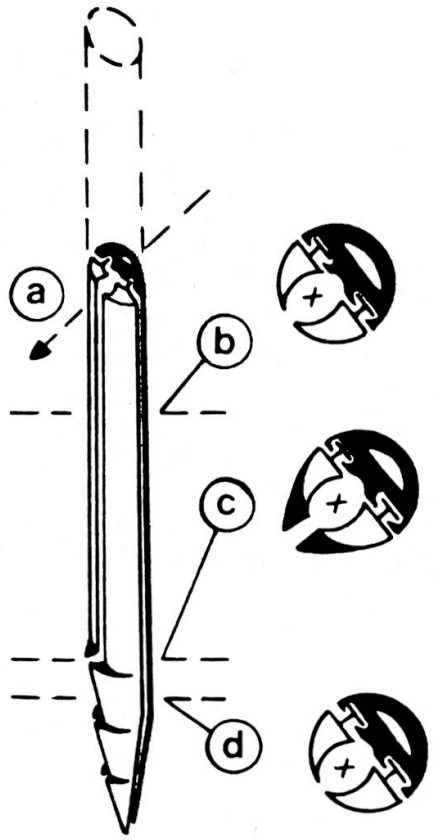

Abb. 14: Stachelspitze der Honigbiene *(Apis mellifera),* schematisch.
a) Gesamtansicht
b, c, d) Querschnitte
x) Giftrinne

eines grossen Widerstandes herausziehen, während derjenige der Deutschen Wespe eine Wunde bohrt, die ein widerstandsloses Zurückziehen des Stachels erlaubt. Nebst dieser anatomischen Besonderheit des Bienenstachels wurde festgestellt, dass die Chitinplatten (T 8, Abb. 8), an welchen die quadratischen Platten (T 9, Abb. 8) und somit der ganze Stechapparat inserieren, bei Arbeiterinnen der Honigbienen mitsamt den zugehörigen Muskeln im Vergleich zum Stechapparat der Bienenkönigin reduziert sind (RIETSCHEL 1938; MARSCHWITZ u. KLOFT 1971; Tab. 2). Damit ist eine Bruchstelle vorprogrammiert. Der Stechapparat wird aber nur dann «verloren», wenn die Haut den Stechborsten einen vergleichsweise grossen Widerstand entgegensetzt. Dies ist, wie bereits erwähnt, bei der elastischen Säugerhaut der Fall, während die brüchige Chitinschale der kleinen Bienenfeinde zu einer Wunde mit dem grösstmöglichen Stacheldurchmesser führt. Diese dürfte dem Durchmesser der Abb. 14c entsprechen.

Beachtenswert ist schliesslich, dass der entleibte Stechapparat noch geraume Zeit Gift in die Wunde pumpt. Für dieses Einpumpen sorgen die bereits erwähnten Hemmplättchen. Wenn man bedenkt, dass durch einen oder

Bestandteil	Bienenkönigin	Arbeitsbiene
Ganzer Stechapparat	gross, stark ausgebildet	kleiner, zierlich
Stachel	säbelartig gebogen	gerade
Widerhaken	wenige (um 3)	viele (um 10)
Tergit 8 ("Spirakelplatte")	stark ausgebildet, mit Tergit 9 gut verbunden	schwach ausgebildet, mit Tergit 9 nur lose verbunden (Vorprogrammierte Bruchstelle!)
Tergit 9 ("Quadratische Platte")	normal ausgebildet	leicht reduziert
Muskulatur	normal entwickelt	Muskeln des 8. Tergiten reduziert

Tab. 2: Kastenunterschiede beim Stechapparat der weiblichen Honigbiene *(Apis mellifera)* (nach MASCHWITZ u. KLOFT, 1971)

Giftchemie	Bienen	Wespen	Hornissen
Biogene Amine	Histamin	Histamin Serotonin	Histamin Serotonin Acetylcholin
Peptide und kleine Proteine	Apamin Mellitin Mastzellen-degranulierendes Peptid	Wespenkinin	Hornissenkinin
Enzyme	Phospholipase A	Phospholipase A Phospholipase B Hyaluronidase	Phospholipase A Phospholipase B Hyaluronidase

Tab. 3: Übersicht über die Giftbestandteile medizinisch bedeutsamer *Hymenopteren* (nach HABERMANN, 1971)

wenige solcher Stiche mit all ihren Konsequenzen ein übergrosser Bienenräuber für längere Zeit mit sich selbst beschäftigt sein wird und, sofern er lernfähig sein sollte, künftig von Bienenstöcken vielleicht überhaupt ablässt, so erscheint der Preis eines oder weniger Bienenleben recht gering. Immerhin können sich nur staatenbildende Insekten, in deren Verband das Individuum eine untergeordnete Rolle spielt, solche Verluste leisten!

Der Verlust des Stechapparates bei Arbeiterinnen der Honigbiene muss aus den angeführten Gründen als eine durch Selektion begünstigte, natürliche Reaktion gegen ihre grössten Feinde, also honig- oder brutraubende Säuger und Vögel, angesehen werden (RIETSCHEL 1938; MASCHWITZ u. KLOFT 1971).