Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 15 (1930-1933)

Heft: 9

Artikel: Aus dem Entomologischen Institut der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich : Untersuchungen über Körperbau, Entwicklungsgang und Rassendifferenzierung der Kommaschildlaus, Lepidosaphes ulmi L.

Autor: Suter, Paul

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-400789

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: 02.10.2025

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

**Aus dem Entomologischen Institut
der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich.**
Leiter: Prof. Dr. O. Schneider-Orelli

Untersuchungen über Körperbau, Entwicklungsgang und Rassendifferenzierung der Kommaschildlaus, Lepidosaphes ulmi L.

Von

Paul Suter

Mit 66 Abbildungen und 1 Kurventafel.

Inhalt:

I. Allgemeines
1. Systematik
2. Synonyme
3. Geographische Verbreitung

II. Morphologie
1. Der Schild
2. Das Ei
3. Das Häutungsstadium I
4. Das Häutungsstadium II
5. Das Häutungsstadium III
6. Das Häutungsstadium IV

III. Anatomie
1. Ernährungsorgane
2. Vermehrungsorgane
3. Nervensystem und Sinnesorgane
4. Muskulatur
5. Haut und Hautorgane
6. Respirationssystem

IV. Biologie
1. Entwicklungsgang im schweizerischen Mittellande
2. Die Rassenfrage
3. Verbreitungsmöglichkeiten
4. Einfluss auf die befallene Pflanze und Schaden
5. Feinde und Bekämpfung

V. Zusammenfassung

VI. Literaturverzeichnis

Einleitung.

Die Kommaschildlaus gehört zu den häufigsten und am weitesten verbreiteten Schildlausarten. Seit der Mitte des 18. Jahrhunderts wurde sie in der Fachliteratur ausserordentlich oft erwähnt, und es fehlte auch keineswegs an wertvollen Teiluntersuchungen, die sich vor allem mit der Morphologie und Bekämpfung, seltener auch mit den biologischen Verhältnissen dieser Insektenart befassten. Die vorhandenen Widersprüche und Lücken in unseren bisherigen Kenntnissen liessen eine monographisch orientierte Neuuntersuchung notwendig erscheinen, wozu Material aus dem schweizerischen Mittellande Verwendung fand. Vereinzelte Angaben über die Anatomie von *Lepidosaphes ulmi* fand ich nur bei Berlese (2); die anatomischen Verhältnisse der genannten Art sind demnach in der vorliegenden Untersuchung zum ersten Male zusammenhängend dargestellt. Am lockendsten erschien aber unzweifelhaft eine Abklärung jener biologischen Fragen, über die in der Literatur bisher nur Vermutungen bestanden. So war u. a. die Frage unentschieden, ob die Kommaschildlaus obligatorisch parthenogenetisch oder wie *Lecanium hesperidum* nur fakultativ parthenogenetisch sei. [1]) Ich verweise in dieser Beziehung auf die Arbeiten von Frank u. Krüger (13; S. 96), Wünn (52), Griswold (16; S. 28) und Newstead (33). Eine weitere Frage, die von Glenn (14; S. 173) aufgeworfen und dann von Griswold (16) durch wertvolle Untersuchungen von nordamerikanischem Material teilweise beantwortet werden konnte, ist die Rassenfrage. Auf die besonderen Schwierigkeiten dieses Problems wies früher schon Reh (36; S. 20) hin; wahrscheinlich stehen wir mit den in der vorliegenden Untersuchung anhand von schweizerischem Material festgestellten, nach Entwicklungsgang und Wirtspflanzenkreis stark abweichenden zwei Rassen keineswegs am Ende, sondern erst am Anfang der Lösung der Rassenfrage der europäischen Kommaschildlaus. Weiter bedurften geteilte Meinungen über die Zahl der Generationen und über den Zeitpunkt der Eiablage einer erneuten Nachprüfung. So finden wir z. B. bei Frank u. Krüger (13; 90) die Angabe, dass in der Entwicklung zurückgebliebene Weibchen vermutlich erst im nächsten Frühjahr zur Eiablage gelangen. Der Abschnitt über Morphologie bestätigt in der Hauptsache die Befunde früherer Autoren.

---

*) Neuerdings beschreibt Thiem (46; 557) eine neue, rote Kommaschildlaus, *Lepidosaphes rubri*, die sich zweigeschlechtlich fortpflanzt. Morphologisch ist sie der *Lepidosaphes ulmi* sehr ähnlich.

Als Fixierungsmittel bewährte sich am besten Farmers Gemisch (2 T. Alk. abs. + 1 T. Eisessig) heiss. Die Schnittfärbung der Tiere wurde mit Haematoxylin (nach Delafield) + Eosin, diejenige der Blätter zum Sichtbarmachen der Stichkanäle mit Safranin durchgeführt. Die inneren Organe, Magen, Darmkanal, Malpighische Gefässe, Geschlechtsapparat, Nervensystem und Wachsdrüsen wurden aus chloroformiertem Material in physiologischer Kochsalzlösung, der 1 ‰ Methylenblau zugesetzt wurde, unter der binokularen Lupe herauspräpariert. Solche Totalpräparate von Organen wurden neben entsprechenden Schnittserien untersucht. Beim Studium der Tracheen folgte ich den Angaben Herbergs (20; 244), nach welchem die Tiere lebend in Glycerin gebracht werden müssen. Die noch luftgefüllten Tracheen heben sich dann schwarz von der Unterlage ab.

Die Abbildungen beziehen sich alle auf *Lepidosaphes ulmi L.* Die Zeichnungen wurden von wenigen Ausnahmen abgesehen mit dem Abbé'schen Zeichnungsapparat ausgeführt. — Das Untersuchungsmaterial sammelte ich in der Hauptsache in der Umgebung von Zürich und im Kanton Aargau. Kommaschildläuse von Buchspflanzen verdanke ich Herrn Obergärtner Eyb, Zuchtmaterial auf *Crataegus* Herrn Dr. Leuzinger, Chef der Station für angewandte Entomologie der Landw. Schule in Châteauneuf (Wallis). Fräulein Griswold, Cornell University, New York war so freundlich, mir Material der amerikanischen Fliederrasse zu übersenden und Herr Rechnungsrat Wünn in Kirn an der Nahe unterstützte mich durch Ueberlassung einer Probe des von ihm an Eiche im Urwalde von Bialowies gesammelten Materials.

Die vorliegende Untersuchung wurde im Entomologischen Institut der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich auf Anregung von Herrn Prof. Dr. O. Schneider-Orelli ausgeführt. Zur Durchführung der Infektionsversuche zwecks Feststellung des Wirtspflanzenkreises stand mir in Ergänzung der Freilandversuche das Gewächshaus des Entomolog. Institutes zur Verfügung.

I. Allgemeines.

1. Systematik.

Die systematische Stellung der Kommaschildlaus kann unter Berücksichtigung der von Lindinger (28) gewählten Gruppierung in folgender Weise gekennzeichnet werden:

Ordnung: Rhynchota (Hemiptera), Schnabelkerfe,
Unterordnung: Phytophtires, Pflanzenläuse,
Familie: Coccidae, Schildläuse,
Unterfamilie: Diaspinae, Green,
Gruppe: Diaspides Lindgr.,
Gattung: Lepidosaphes Shimer,
Art: Lepidosaphes ulmi L.

Aus der systematischen Uebersicht von Handlirsch (18) mag hier auch die folgende, etwas abweichende Gruppierung beigefügt sein:

Ueberordnung: Hemiptera, Schnabelkerfe,
Ordnung: Homoptera, Homopteren,
Unterordnung: Coccides, Schildläuse,
Familie: Coccidae,
Unterfamilie: Diaspidinae,
Tribus: Lepidosaphini,
Gattung: Lepidosaphes Shim.
Art: Lepidosaphes ulmi L.

Die wichtigsten Merkmale der Diaspinae sind nach Lindinger (28; 14):

1. Schild vom Körper getrennt, aus beiden Exuvien bestehend und zum Teil aus vom Tier selbst in speziellen Drüsen gebildeten, chitinösen Wachsfäden zusammengesetzt.
2. Endabschnitt des Abdomens (Pygidium) chitinisiert mit zahlreichen, kleinen, randständigen, plättchenartigen Fortsätzen, die den übrigen Körperteilen fehlen.
3. Extremitäten und Fühler fehlen im zweiten und dritten weiblichen und im zweiten männlichen Stadium.
4. Ein haartragender Ring um die Analöffnung fehlt.
5. Unterlippe eingliederig.
6. Farbe und Grösse der Imagines, speziell der weiblichen.
7. Die Anzahl der Circumgenitalporen und die Art ihrer Anordnung in Gruppen.

Systematisch wichtig für die vorliegende Spezies sind Schildform und Farbe, Lage der Exuvien am schmäleren Ende des Schildes und Form und Farbe des Weibchens. Die Unterteilung der Art in zwei morphologisch verschiedene Formen ist bereits von Glenn (14; 173) und Griswold (16) versucht worden. Dieses Problem soll in unserem Abschnitt über die Rassenfrage näher erörtert werden.

2. Synonyme.

Die wissenschaftliche Benennung der Kommaschildlaus findet sich bereits 1758 in Linnés «Systema naturae» als *Coccus ulmi*. Im Verlaufe der nächsten 150 Jahre erhielt das Tier mehr als 35 verschiedene Namen. Die jetzt gültige Gattungsbenennung stammt von Shimer, der 1868 aus den beiden griechischen Wörtern lĕpis = Schild und saphēs = deutlich, *Lepidosaphes* zusammenstellte. Bis 1914 waren nach Griswold (16) 103 Spezies und 15 Varietäten der Gattung *Lepidosaphes* bekannt, von denen im schweizerischen Mittellande allerdings nur eine Spezies vorkommt. Die Synonyme sind nach Fernald (12), Griswold (16; 5), Berlese (2; 85), Lindinger (28; 357) und Reh (36; 19) folgende:

1758 *Coccus ulmi* Linnaeus
1762 *Chermes arborum* Geoffroy
1778 *Coccus linearis* Modeer
1781 *Coccus arborum* Schrank
1785 *Chermes linearis* Fourcroy
1789 *Coccus conchiformis* Gmelin
1835 *Diaspis linearis* Costa
1843 *Aspidiotus conchiformis* Curtis
1849 *Mytilaspis falciformis* Baerensprung
1851 *Aspidiotus pomorum* Bouché
1851 *Aspidiotus buxi* Bouché
1851 *Aspidiotus myrthi* Bouché
? *Aspidiotus linearis*
1854 *Aspidiotus pyrus-malus* Kennicott
1856 *Aspidiotus juglandis* Fitch
1867 *Chermes conchiformis* Boisduval
1867 *Diaspis conchiformis* Targioni-Tozzetti
1868 *Lepidosaphes conchiformis* Shimer
1868 *Mytilaspis flava* Targioni-Tozzetti
1870 *Mytilaspis conchiformis* Signoret
1870 *Mytilaspis pomorum* Signoret
1870 *Mytilaspis linearis* Signoret
1873 *Mytilaspis pomicorticis* Riley

1874 *Mytilaspis ulmicorticis* Riley
1882 ? *Mytilaspis fraxini* Altum
1882 *Coccus arborum linearis* Signoret
1886 *Mytilaspis ulicis* Douglas
1889 *Mytilaspis ulmi* Cockerell
1895 *Myt. ceratoniae* Gennad
1901 *Myt. myrthi* Cockerell
1902 *Lepidosaphes pomorum* Kirkaldy
1903 *Lepidosaphes abietis* Fernald
1903 *Lepidosaphes ceratoniae* Fernald
1911 *Lepidosaphes vitis* Taschenberg
1912 *Lepidosaphes ulmi* (L.) Fern. (in Lindinger 28; 212)

Als populäre Namen sind im deutschen Sprachgebiet Kommaschildlaus, Beistrichschildlaus und Kommalaus gebräuchlich. In der Westschweiz und in Frankreich heisst das Tier: Gallinsect en forme de coquille, cochenille en forme de virgule, cochenille virgulée, virgule, kermes virgule, cochenille du pommier, kermes coquille. In England: mussel scale. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika: bark-louse, apple tree bark louse, oyster-shell bark louse, oyster shell scale; der zuletzt erwähnte Name ist gegenwärtig in Amerika der gebräuchlichste. In Italien: cocciniglia virgola, cocciniglia in forma di virgola, virgola.

3. Geographische Verbreitung.

Die Kommaschildlaus ist ein Kosmopolit, scheint jedoch die tropischen und die arktischen Zonen zu meiden. In der gemässigten Zone und in den Subtropen ist sie jedoch über den ganzen Erdball verbreitet. In der Literatur, vor allem bei Griswold (16; 8) und Lindinger (28) finden wir folgende Fundorte:

Europa:

Oesterreich
Tschecho-Slowakei
Dänemark
England
Frankreich
Deutschland
Holland
Irland
Italien
Litauen
Lettland
Macedonien
Norwegen
Polen
Portugal
Russland
Sardinien
Schottland
Spanien
Schweden
Schweiz

Asien:
China
Japan
Turkestan

Afrika:
Algier
Britisch-Ostafrika
Kanarische Inseln
Aegypten

Australien:
Neu Süd-Wales
Neu-Seeland
Süd-Australien
Tasmanien
Viktoria
West-Australien

Nordamerika:
Kanada
Vereinigte Staaten
Hawaii

Südamerika:
Argentinien
Brasilien
Chile

II. Morphologie.

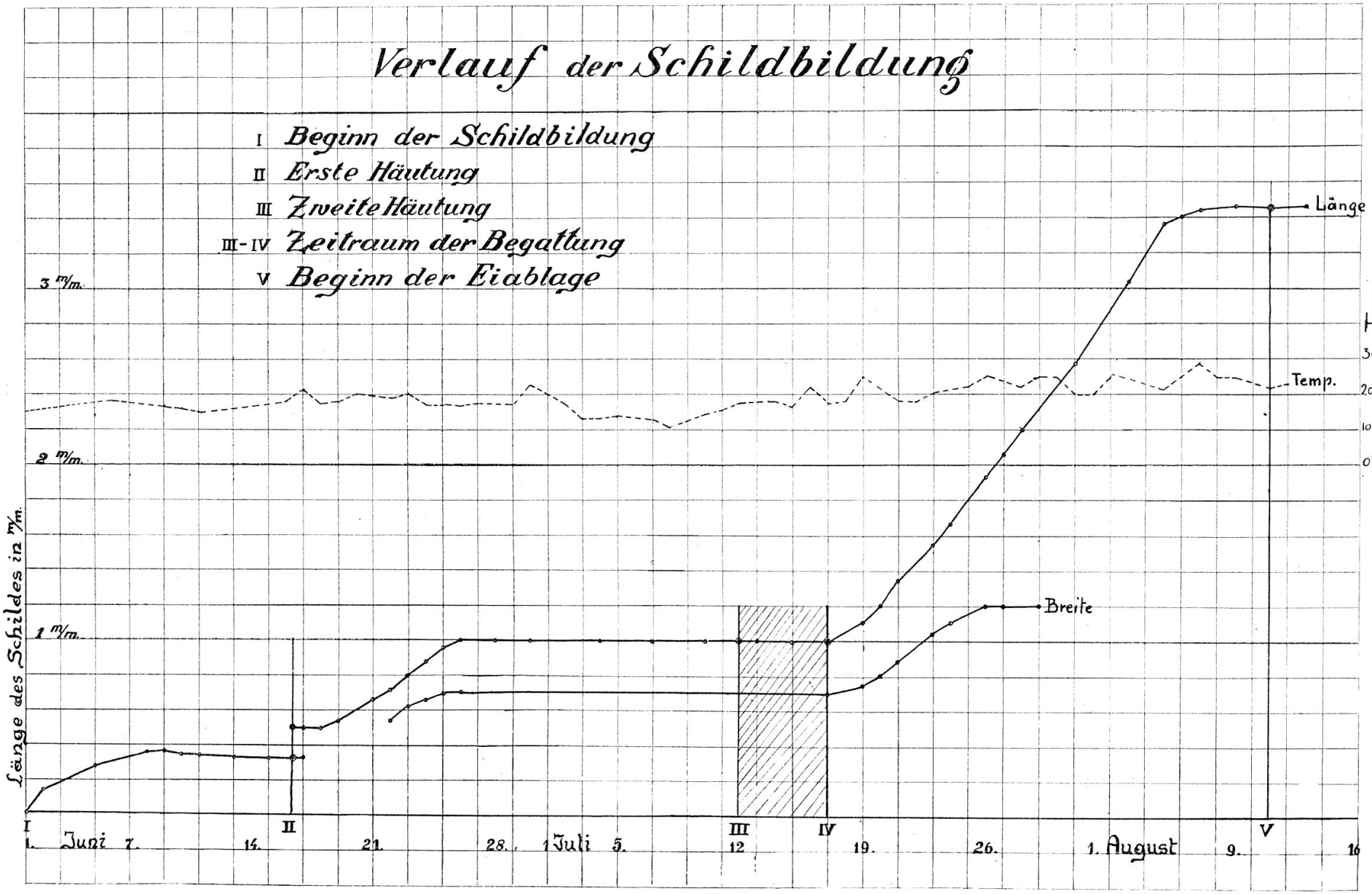
1. Der Schild.

a) Der Schild des Weibchens. Wenige Stunden nachdem sich die Junglarve festgesetzt hat, beginnt die Wachsausscheidung. Da die Wachsdrüsen vorwiegend im hinteren Teile des Körpers auftreten, finden wir die ersten Anfänge des Schildes I als feinen Saum um den Hinterrand des Abdomens. Von hier wächst er kopfwärts bis auf die Höhe des hinteren Kopfrandes, den Kopf selber unbedeckt lassend (Abb. 1). Dieser Schild I ist ein lockeres Gewebe aus etwa $^1/_3$ μ dicken Wachsfäden und darüber liegt ein lockerer Wachsflaum, bestehend aus $^1/_2$ μ dicken Wachsfäden, die aus den beiden symmetrischen Stirndrüsen stammen. Schmidt (38; 175) übersieht diese Schildbildung, wenn er schreibt, dass das Fehlen des Schildes für das erste Stadium charakteristisch sei. 2 — 3 Tage nach der ersten Häutung beginnt die Bildung des Schildes II (vergleiche graphische Darstellung). Das Tier bewegt sein Abdomen unter der Exuvie pendelartig hin und her und zwar so, dass die Fortsätze des Pygidiums, sowie die dazwischen stehenden Drüsenhaare mit dem als Unterlage dienenden Pflanzenteil in Berührung bleiben. Die aus den genannten Drüsenhaaren ausgeschiedenen, klebrigen Wachsfäden heften sich demnach am Substrate an, zugleich werden die aus den dorsalen und lateralen Drüsen ausgeschiedenen Fäden an der abgestreiften ersten Larvenhaut, dann auch am Schild I festgeklebt und hierauf von dem als Polierapparat ausgebildeten Pygidium angepresst und glattgestrichen. Soll der begonnene

Schild II vergrössert werden, so treibt das Tier die Fortsätze des Pygidiums keilartig unter den am Substrat festgeklebten Hinterrand des Schildes und auch unter nicht zu fest haftende Rindenpartikelchen, klebt aber zugleich auch die neuerstellten Schildpartien immer wieder am Substrat fest. So kommen Fremdkörper auf den Schild zu liegen (Abb. 2). Sind die Fremdkörper zu gross, um auf den Schild gehoben zu werden, dann weicht ihnen das Tier seitwärts aus; dadurch entstehen die schlangenartigen Krümmungen vieler Schilde. Gleichzeitig mit dem Rückenschild wird auch der Bauchschild gebildet und zwar vorwiegend aus den Wachsfäden der Circumgenitaldrüsen. Der Bauchschild ist vorn und an den seitlichen Rändern am dicksten und nimmt gegen das Hinterende und gegen die Mitte an Dicke ab; er besteht zuhinterst nur aus einem sehr dünnen, weissen Anflug, der beim Abheben des Schildes an der Unterlage haften bleibt. In der Mundgegend weist er eine knopflochartige Oeffnung für den Saugrüssel auf.

2—3 Tage nach der zweiten und letzten Häutung beginnt die Bildung von Schild III analog derjenigen von Schild II. Auch dieser Schild ist zu Beginn rein weiss wie Schild I und II, nimmt aber bald durch die Einlagerung flüssiger Exkremente eine hellbraune und nachher dunkelbraune bis schwarze Farbe an. Der Schild III wird von Anfang an massiver gebaut als die Schilde I und II, die, wie noch zu zeigen sein wird, später z. T. durch die Exuvien verstärkt und schliesslich ersetzt werden. Die grösste Breite (ca. 1 mm) erreicht Schild III 10—12 Tage nach der zweiten Häutung, die endgültige Länge dagegen erst etwa drei Wochen nachher (vgl. graph. Darstellung).

Schild I wird bald durch die Exuvie I in seiner Funktion abgelöst und fällt rasch der Zerstörung durch Wind und Wetter anheim. Abbildung 7 veranschaulicht die einzelnen Teile des weiblichen Schildes von *Lepidosaphes ulmi,* von denen nach Fertigstellung des Gesamtschildes aber meist im vordersten Abschnitte nur noch die Exuvie I erhalten bleibt. Alte Schilde sind so widerstandsfähig, dass sie drei Winter überdauern können. Sie sind auch gegen Chemikalien widerstandsfähig; so lösen sie sich nicht in konzentrierter Salzsäure, Natronlauge oder Sodalösung, in konzentrierter, heisser Schwefelsäure nur langsam und unvollständig. Weil sie ringsherum an der Unterlage angeklebt sind, können weder Wasser noch wässerige Lösungen von Insektiziden zu dem Körper der Tiere oder den abgelegten Eiern vordringen, wodurch die Bekämpfung ausserordentlich erschwert wird.


Verlauf der Schildbildung
I Beginn der Schildbildung
II Erste Häutung
III Zweite Häutung
III-IV Zeitraum der Begattung
V Beginn der Eiablage
Länge des Schildes in m/m.
3 m/m.
2 m/m.
1 m/m.
Temp.
30°C
20°C
10°C
0°C
Länge
Breite
Temp.
I
II
III
IV
V
1. Juni 7. 14. 21. 28. 1 Juli 5. 12 19. 26. 1. August 9. 16

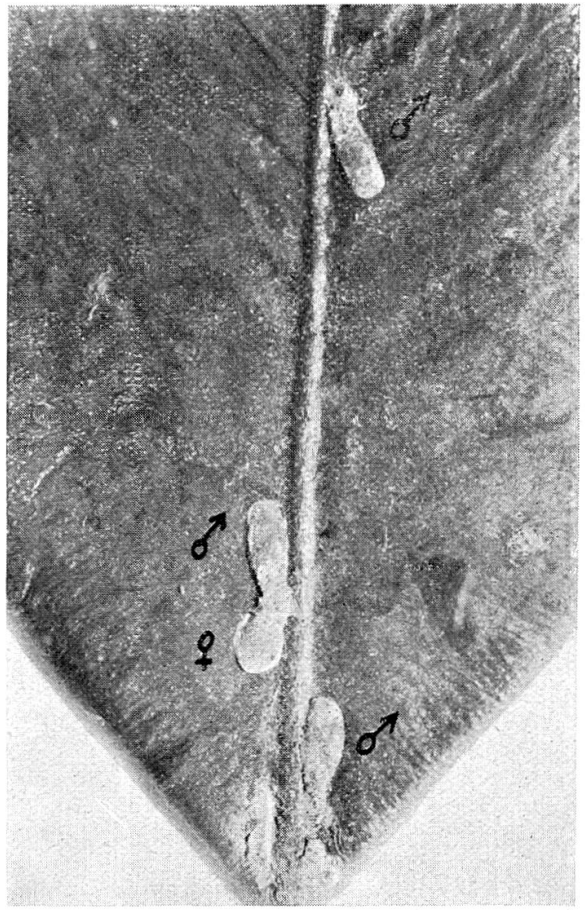


Abb. 4. Häutungsstadium II. Buchsblatt mit einem weiblichen und drei männlichen Schilden. Vergr. 10 ×

Abb. 1. Fertig gebildeter Schild I K = Kopf der Junglarve, W = Wachsfäden, die von den beiden symmetrischen Stirndrüsen gebildet werden. Vergr. 85 ×

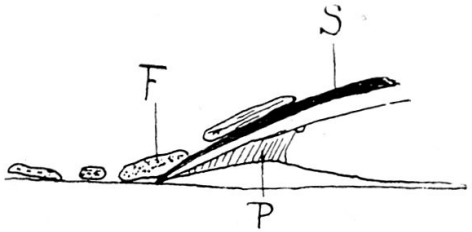


Abb. 2. Häutungsstadium II. Halbschematischer Längsschnitt durch Pygidium und Schild. P = Pygidium, S = Schild, F = Fremdkörper (Rindenfragmente und dergleichen) Vergr. 50 ×

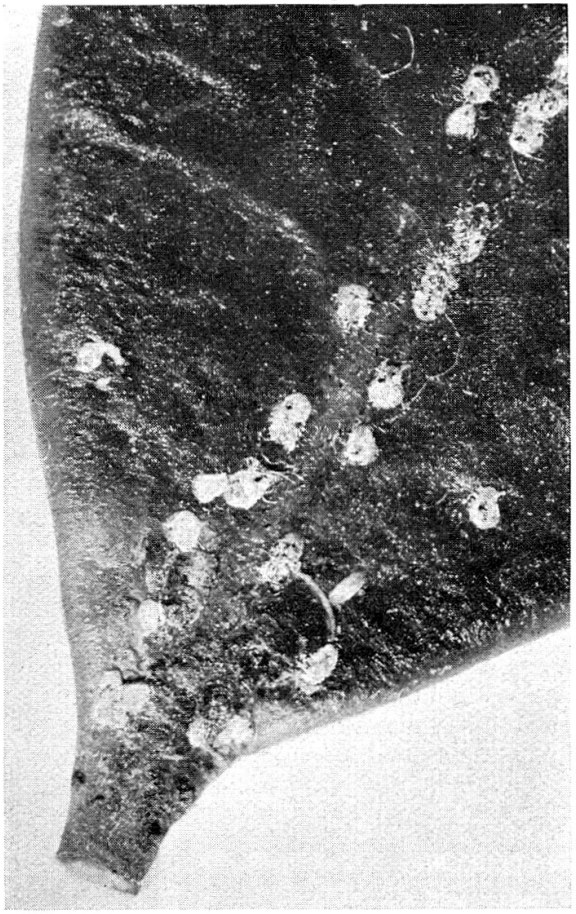


Abb. 3. Häutungsstadium I. Buchsblatt mit Larven, die den Schild I meist fertig gebildet haben. Man erkennt auch die Wachsfäden der beiden symmetrischen Stirndrüsen. Vergr. 14 ×

Abb. 5. Häutungsstadium II. Apfelzweig mit fertig gebildeten Schilden II. Schild I beginnt sich von der Exuvie zu lösen. Vergr. 12,5 ×

Abb. 6. Häutungsstadium III. Apfelzweig mit fertig gebildeten Schilden. Vergr. 6,5 ×

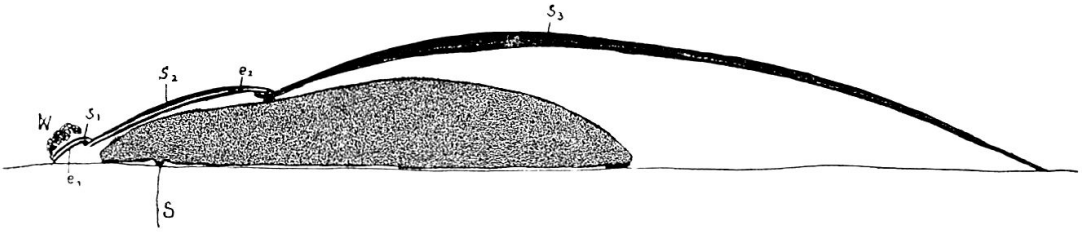


Abb. 7. Fertig gebildeter Schild im Längsschnitt. s1, s2, s3 = Schild I, II, III. e1, e2 = Exuvie I und II. S = Saugborsten, W = Wachsfäden. Vergr. 30 ×

b) Der Schild des Männchens. Schild I ist nicht zu unterscheiden von dem des ersten weiblichen Stadiums. Schild II dagegen ist wie bei allen Männchen der *Diaspinae* länger und schmäler (Abb. 4). Die Exuvie II wird nicht, wie beim Weibchen, zur Schildbildung mitbenutzt. Sie bleibt dünn und durchscheinend und wird nach hinten abgestreift. Wir können am fertigen männlichen Schilde deutlich zwei Partien unterscheiden: Eine vordere, härtere, die genau bis zum Hinterende des Tieres reicht, und die mit den Seitenrändern am Substrate angeklebt ist, und eine hintere, hellere und zartere, die etwa 0,2 mm über das Hinterende des Tieres hinausreicht und sich wie eine Klappe aufwärts bewegen lässt. Dieser Teil schützt später die zarten Flügel, da nach der zweiten Häutung die männlichen Kommaschildläuse den Schild nicht mehr verlängern. Der Schild des Männchens wird in der Regel schon im folgenden Winter durch die atmosphärischen Einwirkungen zerstört, kann aber an geschützten Orten auch länger erhalten bleiben.

Masse in mm.

	Weibchen		Männchen	
	Länge	Breite	Länge	Breite
Schild I	0,35	0,33	0,35	0,33
Schild I und II und Exuvie I	0,95	0,64	1,2	0,6
Schild I, II, III und Exuvien I und II	3,2	1,1	1,2	0,6

2. Das Ei.

Das Ei von *Lepidosaphes ulmi* L. gleicht einem langgestreckten Rotationsellipsoid, das am oralen Pole sehr schwach verjüngt ist. Oft werden die Eier unter dem Schilde aber so stark zusammengepresst, dass ihre Form polygonal wird. Wenn der Druck nachlässt, nehmen sie wieder die ursprüngliche Form an. Die Eier sind trüb weiss; die Schwankungen in der Grösse mögen durch folgende 10 Messungen (in μ)veranschaulicht werden:

	Länge	Breite		Länge	Breite
1.	310	145	6.	300	135
2.	270	125	7.	292	126
3.	250	145	8.	310	145
4.	310	165	9.	292	155
5.	320	155	10.	340	135

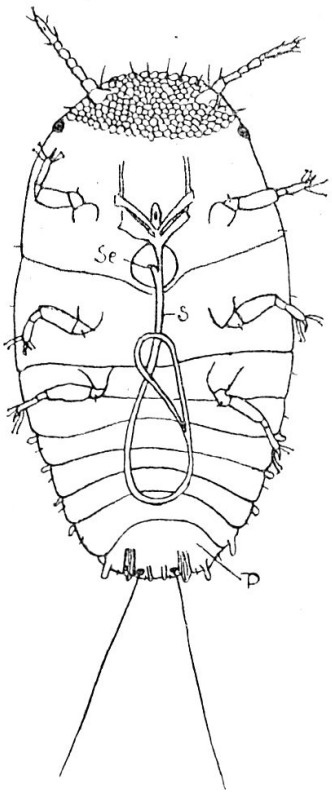
3. Das Häutungsstadium I.

Die zuerst frei herumwandernden Junglarven der Kommaschildlaus sind nach Berlese (2, Bd. IV; 173) ganz weiss, nach allen andern Beobachtern, mit denen auch meine Feststellungen übereinstimmen, zart hellgelb gefärbt. In meinem Untersuchungsmaterial finde ich für Junglarven im Durchschnitt von 20 Messungen eine Länge von 0,33 und eine Breite von 0,18 mm; dabei variiert die Länge von 320—340 und die Breite von 175—185 μ. Die grösste Breite wird im zweiten Brustsegment erreicht. Stirne und letztes Abdominalsegment finde ich nicht intensiv rot gefärbt, wie es Berlese für Material italienischer Herkunft angibt (2, Bd. IV; 173), sondern nur leicht dunkler als das Gelb der übrigen Körperpartien; die Stirne ist auffallend höckerig chitinisiert (Abb. 8 und 8a).

Der Körper ist stark dorsoventral abgeplattet, mit gleichmässigen segmentalen Einschnitten. Der Kopf ist nach der Bauchseite orientiert; die sehr kurze (24 μ), eingliedrige Unterlippe verjüngt sich gegen die Spitze hin. Die Stechborsten dagegen sind so lang, dass sie im Körperinnern in einer von der Basis der Borstenscheide ausgestülpten Tasche in Schleifenform (Abb. 8) untergebracht werden müssen; sie erreichen mit 0,65 mm beinahe die doppelte Körperlänge. Die zwei rot gefärbten Augen (vgl. den anatomischen Teil) liegen dicht hinter der Fühlerbasis am Kopfrande.

Die Fühler messen 60 μ; sie sind sechsgliedrig und bei den Junglarven (Abb. 9a) viel spärlicher mit Chitinborsten besetzt als etwa bei den männlichen Imagines (Abb. 21). Die Längen der Fühlerglieder verhalten sich in meinem Untersuchungsmaterial wie 7 : 6 : 5 : 5 : 4 : 15. Diese Verhältniszahlen stimmen mit der Berlese'schen Zeichnung von *Lepidosaphes ulmi* (2, Bd. IV; 172) gut überein, dagegen gibt Griswold (16; 14) für die nordamerikanische Kommaschildlaus etwas abweichende Angaben. Riechplatten finden sich keine. Das letzte Fühlerglied weist die dichteste Behaarung auf. Es besitzt zwei terminale Haare von 17 μ Länge und vier ähnliche laterale. Erstes und zweites Fühlerglied tragen je ein Haar. Weitere Chitinhaare finden sich am Vorderrande des Körpers, drei Paare zwischen den Fühlern, von denen die zwei medianen Paare die längsten sind (28 μ), und ein Paar unmittelbar ausserhalb der Fühler. Zwischen den Fühleransatzstellen liegen die beiden Oeffnungen der Stirndrüsen.

Zwischen Kopf und Prothorax ist kein deutlicher Einschnitt vorhanden. Die drei Thoraxsegmente dagegen sind durch schwache, ringförmige Einbuchtungen gegeneinander



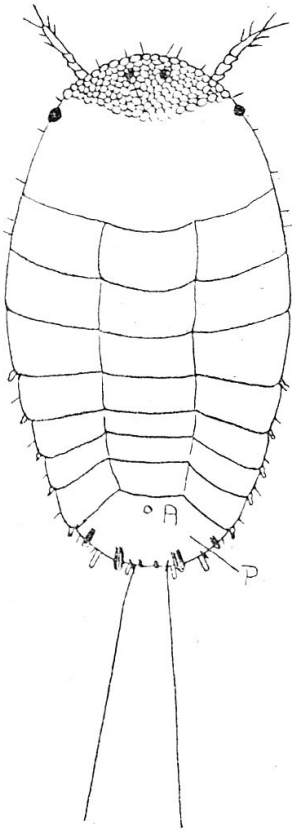


Abb. 8 und **8a.** Junglarve. Abb. 8 Ventralansicht. P = Pygidium, S = Stechborsten in der typischen Schleifenform, Se = distales Ende der Stechborsten. Abb. 8a Dorsalansicht. A = After. Vergr. 160 ×

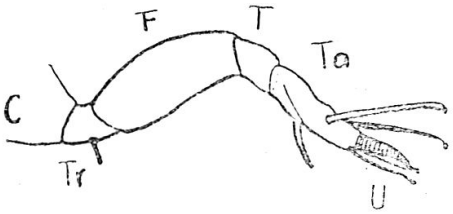


Abb. 9. Häutungsstadium I. Rechtes Mittelbein. C = Coxa, Tr = Trochanter, F = Femur, T = Tibia, Ta = Tarsus, U = Unguis. Vergr. 560 ×

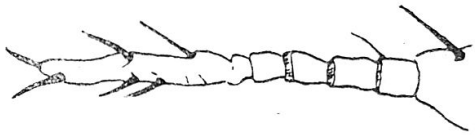


Abb. 9a. Häutungsstadium I. Antenne. Vergr. 560 ×

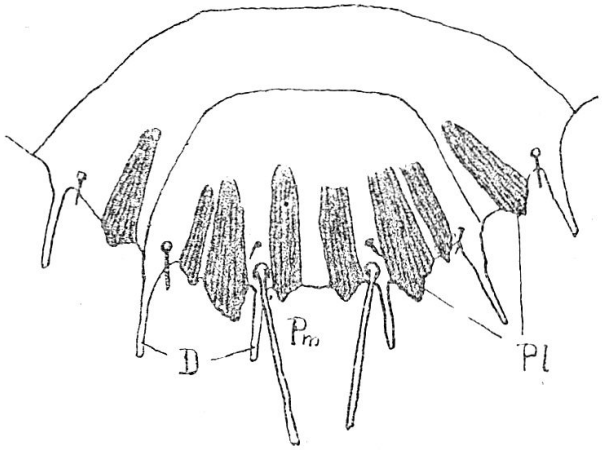


Abb. 10. Häutungsstadium I. Hinterrand des Pygidiums (Bezeichnungen wie in Abb. 12). Vergr. 500 ×

abgegrenzt. Die Ansatzstellen der Extremitäten sind aus Abb. 8 ersichtlich. Auffallend kurz und dünn ist die Schiene (Abb. 9), deren Abgrenzung Griswold (16; 14) übersieht. Der Tarsus ist eingliedrig und trägt eine einzige Klaue. Am Tarsus finden sich ferner zwei längere und zwei kürzere Haare, die an ihrem distalen Ende knopfartig erweitert sind. Sie dienen als Haftorgane und vermutlich auch als Organe des Tastsinnes. Ferner finden wir am Tarsus und am Trochanter je eine kurze Chitinborste.

Unter den sechs sichtbaren Abdominalsegmenten fällt nur das letzte durch abweichende Form auf. Die fünf ersten Abdominalsegmente tragen seitlich je eine Chitinborste und ein Drüsenhaar, sowie Wachsdrüsen, die an der Cuticula-Oberfläche münden; diese Wachsdrüsen stehen an den Seiten sowie nahe dem Hinterrande der Segmente dichter beisammen als auf den übrigen Partien der Abdominalsegmente. Das letzte Hinterleibsegment weist als Pygidium eine viel stärkere Differenzierung auf. Die Afteröffnung liegt dorsal dicht hinter dem geschwungenen Vorderrande des Pygidiums. Der Hinterrand des Pygidiums, der einen flachen Bogen beschreibt, weist verschiedene Fortsätze auf, die aus Abbildung 10 ersichtlich sind. Die auffallendsten Fortsätze sind die beiden für die Wanderlarve typischen Chitinhaare, die eine Länge von 0,26 mm erreichen. Die Wachsfäden, die aus den Drüsenhaaren des Pygidiums ausgeschieden werden, besitzen die gleiche Dicke wie jene, die aus den über die vorderen Abdominalsegmente zerstreuten Drüsen stammen. Männliche und weibliche Larven lassen sich morphologisch im Stadium I noch nicht unterscheiden.

4. Das Häutungsstadium II.

a) Weibchen (Abb. 11). Die Larve ist nach der ersten Häutung an die festsitzende Lebensweise angepasst. Alle im Dienste der Lokomotion stehenden Organe sind ganz oder bis auf unscheinbare Reste verschwunden. Dafür hat sich die Beweglichkeit des Abdomens erhöht, in engster Beziehung zu der für die Gattung *Lepidosaphes* spezifischen Art der Schildbildung. Als einzige Körperanhänge des zweiten Stadiums kommen die eingliedrige Unterlippe und die kurzen Fühlerrudimente in Betracht. Die Augen sind noch als punktförmige Rudimente vorhanden. Der Körper erreicht seine grösste Breite im zweiten Abdominalsegment. Das Pygidium ähnelt in der Verteilung der Drüsen und in seiner Form nun schon weitgehend dem des ausgewachsenen Weibchens (Abb. 12 und 18).

b) Männchen (Abb. 11). Dieses Stadium ist dem entsprechenden weiblichen ähnlich, nur ist der Körper länger und schmäler geworden. Die Breite verhält sich zur Länge wie 1 : 2,8, beim entsprechenden weiblichen Stadium liegt das Verhältnis 1 : 2 vor. Die Farbe des Körpers ist trüb hellrosa. Am Kopfrande liegen, in wechselnder Grösse und Lage, zwei dunkelviolette Pigmentflecken, die Anlagen der imaginalen Augen. Das Pygidium (Abb. 11) stimmt nach Form und Drüsenanordnung mit demjenigen des zweiten weiblichen Stadiums überein.

5. Das Häutungsstadium III.

a) *Weibliche Imago.* Die Morphologie dieses Stadiums von *Lepidosaphes ulmi* ist schon wiederholt untersucht worden, so von Berlese (2, Bd. IV; 177), Newstead (33), Dietz und Morrison (8; 195), Howard (22; 255), Griswold (16; 16) u.a. Gleich wie das zweite weibliche Stadium ist auch die Imago trüb weiss, birnförmig und dorsoventral abgeplattet, mit scharf eingeschnittenen abdominalen Segmentgrenzen (Abb. 16 und 17). Auf der Unterseite der vordern Körperpartie sind die rudimentären Fühler und die Unterlippe mit den daraus hervorragenden Stechborsten zu erkennen. Der Fühler (Abb. 19) besteht aus einer knopfartigen Ausstülpung mit einem längern und zwei kürzern Haaren. Berlese (2, Bd. IV; 291) gibt für *Mytilaspis fulva (= Lepidosaphes gloveri)* nur zwei Haare an; Newstead (33) für *Lepidosaphes ulmi* 2—3. Die Augenrudimente sind nun vollständig verschwunden. Dorsal und ventral werden die Segmentgrenzen infolge des Auftretens intrasegmentaler Hautfalten, an welchen Dorsoventralmuskeln inseriert sind, etwas undeutlicher. Die Rückenfläche des Tieres ist gewölbt, die ebene Bauchseite schmiegt sich der Unterlage dagegen eng an. Der After ist wie bei allen Diaspinen dorsal verlagert. Die Genitalöffnung liegt dagegen auf der Ventralseite, in der Mitte des letzten Abdominalsegmentes. Der für die Artunterscheidung wichtige Hinterrand des Pygidiums ist in Abbildung 18 dargestellt. Die Längen der Drüsenhaare in der Reihenfolge von der Mediane seitwärts verhalten sich wie 17 : 18,7 : 8,5 : 27 : 18,7 : 34 : 34 : 30 : 30 μ. Die Chitindornen erreichen eine Länge von 10 μ.

Drüsenöffnungen, die auf der Oberfläche der Cuticula liegen, finden wir auch am ausgewachsenen Weibchen über den ganzen Körper, mit Ausnahme des Kopfes, zerstreut. (Abb. 17). Am Pygidium finden wir solche Drüsen unregelmässig angeordnet, während die Circumgenitaldrüsen in fünf Porengruppen mit wechselnder Porenzahl halbkreisförmig um

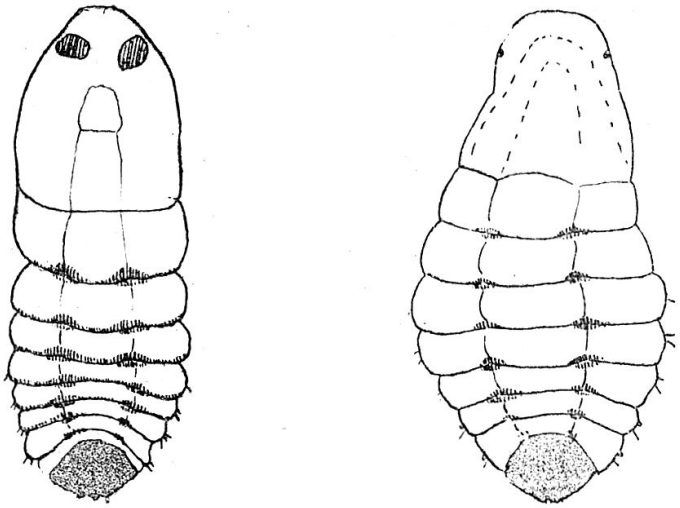


Abb. 11. Links männliches, rechts weibliches Häutungsstadium II. Dorsalansicht. Vergr. 58 ×

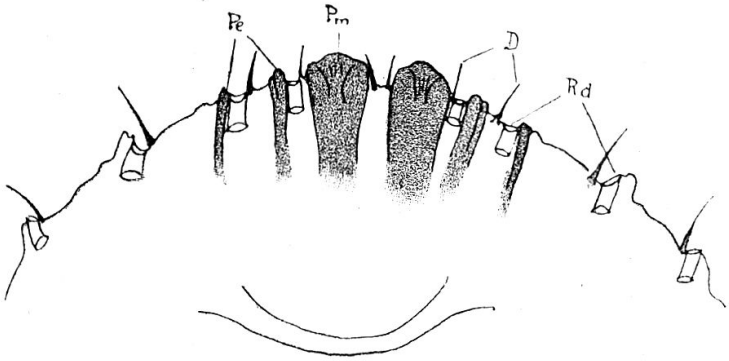


Abb. 12. Häutungsstadium II. Hinterrand des Pygidiums des Weibchens. Pm = mediane Chitinpaletten, Pl = laterale Chitinpaletten, Rd = Oeffnungen der Randdrüsen des Pygidiums, D = Drüsenhaare. Vergr. 400 ×

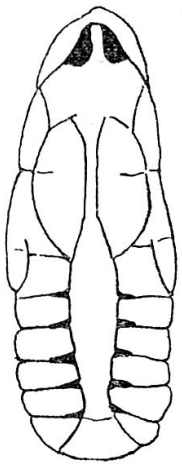


Abb. 13. Häutungsstadium III. Männliche Puppe unmittelbar nach der zweiten Häutung. Dorsalansicht. Vergr. 58 ×

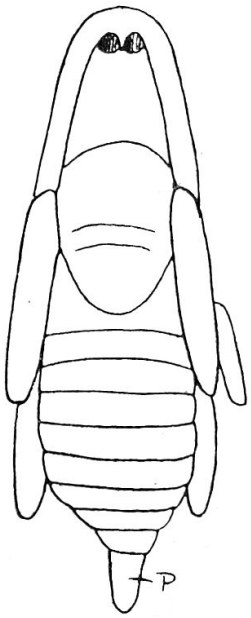


Abb. 14. Häutungsstadium III. Männliche Puppe Dorsalansicht, P = Penisanlage. Vergr. 58 ×

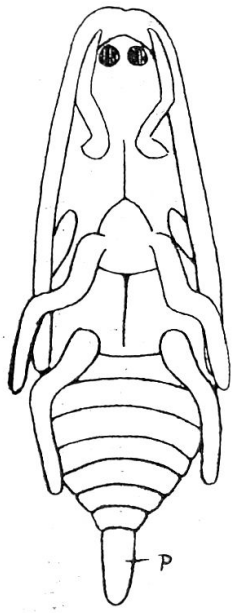


Abb. 15. Gleiches Tier wie in Abb. 14 Ventralansicht. Vergr. 58 ×

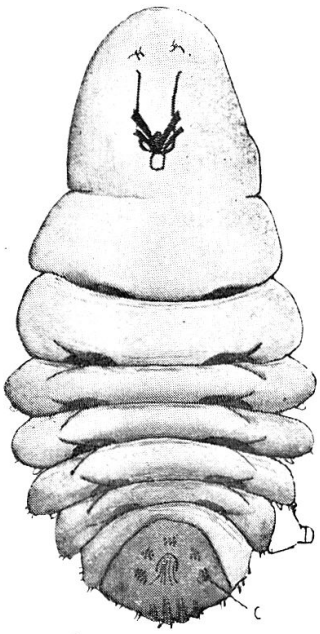


Abb. 16. Weibliche Imago. Ventralansicht. Von den Wachsdrüsen sind nur die Circumgenitaldrüsen (C) und die Drüsenhaare (D) gezeichnet. Vergr. 40 ×

Abb. 19. Weibliche Imago. Rückgebildete Antenne. Vergr. 500 ×

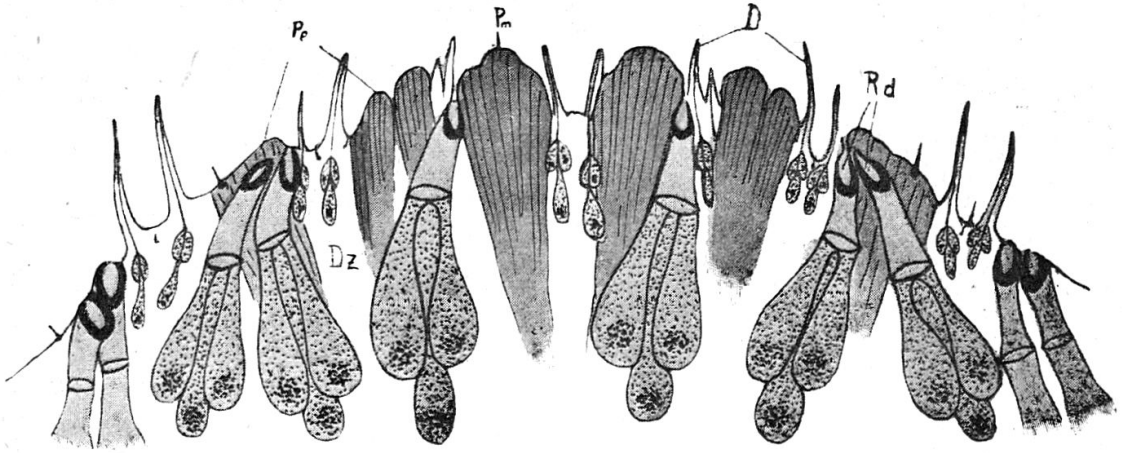


Abb. 18. Weibliche Imago. Hinterrand des Pygidiums, Ventralansicht. Rd = Mündungen der großen Randdrüsen, D = Drüsenhaare, Dz = Drüsenzellen, Pm = mediane Chitinpaletten, Pl = laterale Chitinpaletten. Vergr. 250 ×

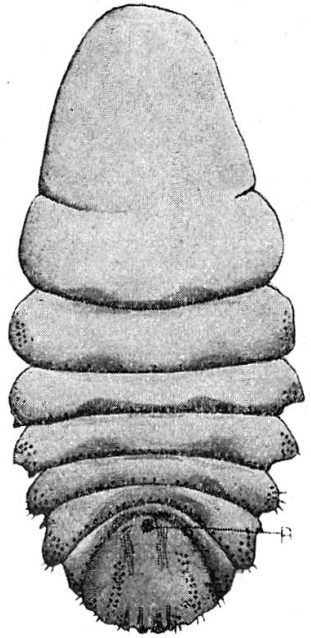


Abb. 17. Gleiches Tier wie Abb. 16. Dorsalansicht. Die Drüsenmündungen sind an den Stellen ihres dichtesten Vorkommens schematisch angedeutet. A = Afteröffnung. Vergr. 40 ×

die Genitalöffnung liegen. Als Beispiel für diese schwankenden Porenzahlen diene folgende Zusammenstellung von 20 untersuchten Weibchen:

Zahl der Einzelporen in den fünf Gruppen.

	Gruppe I Mitte vorn	Gruppe II links vorn	Gruppe III links hinten	Gruppe IV rechts vorn	Gruppe V rechts hinten
1.	13	16	11	11	14
2.	12	19	16	18	14
3.	9	15	16	18	14
4.	8	18	14	18	14
5.	12	19	18	18	18
6.	9	15	13	18	13
7.	7	17	15	14	13
8.	11	19	14	19	12
9.	7	13	15	15	13
10.	10	18	17	16	15
11.	12	21	15	21	16
12.	11	12	17	15	11
13.	10	15	15	16	13
14.	14	20	22	17	17
15.	11	16	14	23	16
16.	8	18	15	19	16
17.	15	22	20	23	15
18.	11	21	17	20	16
19.	11	12	16	15	18
20.	6	16	15	15	13
Mittel von 50 Tieren					
a) Buchsrasse	10,8	18,18	16,0	18,0	15,8
b) Europ. Obstbaumrasse	12,1	18,9	13,19	17,5	14,2

b) Die männliche Puppe. Das dritte Häutungsstadium der männlichen Entwicklungsreihe von *Lepidosaphes ulmi*, die Puppe, wurde bereits von Berlese (2, Bd. IV; 174) und Newstead (33) beschrieben. Sie unterscheidet sich vom zweiten Stadium durch den Verlust der Mundwerkzeuge und des chitinisierten Pygidiums. Der Thorax, vor allem der Mesothorax, wird bedeutend kräftiger und weist gegen das Ende des dritten Stadiums hin schon annähernd die Form des imaginalen Brustabschnittes auf. Das Puppenstadium verschiedener Diaspinen wurde schon von einer ganzen Reihe von Forschern studiert, so von Schmidt (38), Berlese (2, Bd. III u. IV), Newstead (33), Targioni-Tozzetti (45), Herberg (20; 21), Reh

(35a), Comstock (6), Signoret (40) und andern. Schmidt (38; 177), Reh (35a; 53) u. a. vermuten bei allen Diaspinen eine Zwischenhäutung. Herberg (20) legt besonderes Gewicht auf die Verschiedenheit der Tracheen zu Beginn und am Ende dieses Stadiums; Comstock (6) und Signoret (40; 85) dagegen vertreten die Ansicht, dass dieses Häutungsstadium bei allen Diaspinen einheitlich sei. Damit in Uebereinstimmung konnte ich für *Lepidosaphes ulmi* eine lückenlose und allmähliche Umbildung des Tieres vom Zeitpunkte der zweiten Häutung bis zur fertigen Puppe konstatieren, ohne dass eine Zwischenhäutung auftrat.

Die ersten Anlagen der imaginalen Körperanhänge mit Ausnahme des Penis können wir unmittelbar nach der zweiten Häutung erkennen (Abb. 13). Sie wachsen dann zu den in Abb. 14 und 15 dargestellten Organen aus. Die Penisanlage wird erst in einem etwas späteren Zeitpunkte des dritten Stadiums ausgestülpt. Die Farbe der Puppe bleibt hellrosa wie diejenige des zweiten Stadiums. Interessant ist jedenfalls der Umstand, dass die Extremitäten bei der ersten Häutung vollständig verschwinden und nach der zweiten Häutung der männlichen Tiere wieder gebildet werden müssen.

6. Das Häutungsstadium IV.

Die männliche Imago. Aufschluss über die Morphologie des Männchens von *Lepidosaphes ulmi* geben Berlese (2, Bd. IV; 174) und Newstead (33), deren Angaben ich auch für Untersuchungsmaterial schweizerischer Herkunft in der Hauptsache bestätigen kann. Der Geschlechtsdimorphismus ist bei *Lepidosaphes ulmi* wie bei andern Schildlausarten ausserordentlich scharf ausgeprägt. An den zartgebauten Männchen erinnert eigentlich nur noch die Abplattung des Abdomens an die Larvenform, während Kopf und Brust walzenförmig sind. Die Segmentgrenzen erscheinen einzig im Abdomen deutlich ausgeprägt, während der Thorax gegen Kopf und Abdomen nur durch schwächere Einkerbungen begrenzt wird.

Zuvorderst am Kopf des Männchens (Abb. 21 und 22) liegen die Ansatzstellen der Fühler, dazwischen dorsal und ventral verschoben, je zwei Chitindornen. Die Fühler reichen bis zum dritten Abdominalsegment und sie bestehen aus neun Gliedern, von denen die sieben mittleren zylindrisch sind mit schwach verjüngten Enden. Das erste Glied ist kurz und gedrungen und das letzte läuft in eine Spitze aus, auf welcher ein geknöpftes Haar aufsitzt. Drei weitere geknöpfte Haare

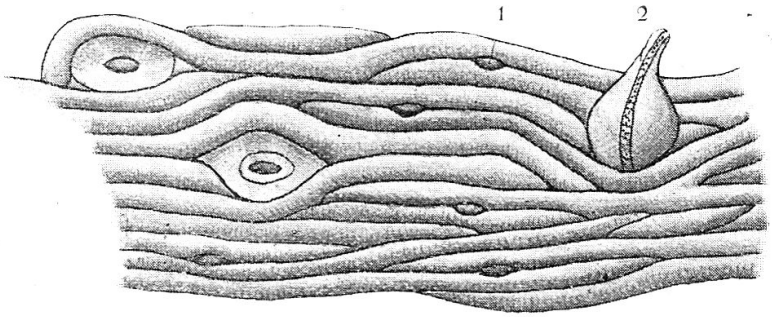


Abb. 20. Weibliche Imago. Struktur der abdominalen Cuticula. 1. Mündung der zerstreuten abdominalen Drüsen. 2. Chitinhaar, auf dessen Spitze eine abdominale Drüse mit eingestülpter Cuticula mündet. Vergr. 600 ×

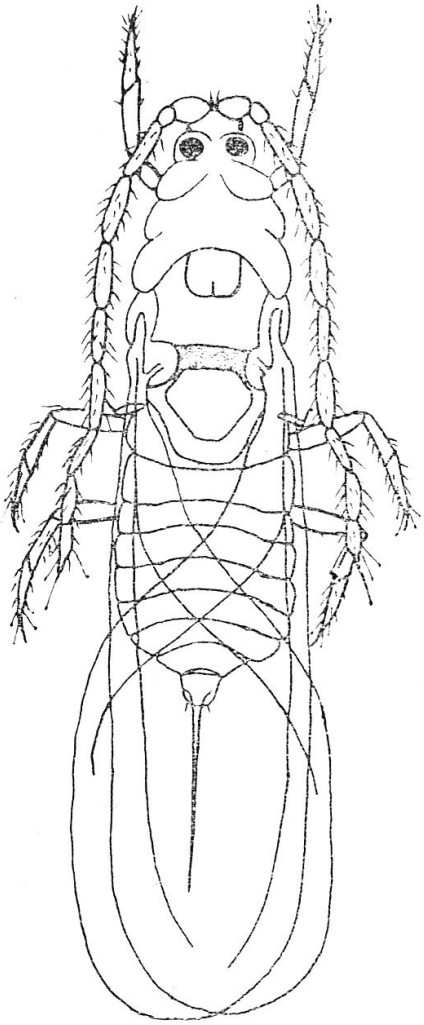


Abb. 21. Männliche Imago. Dorsalansicht. Vergr. 90 ×

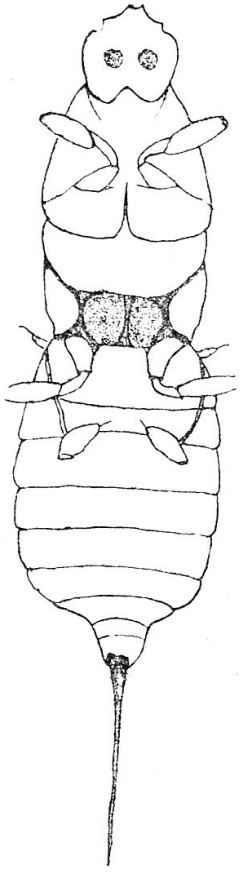
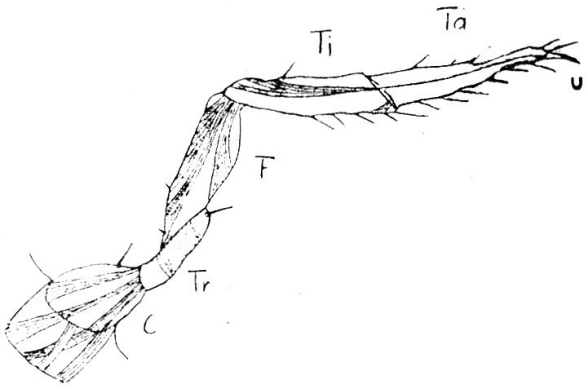


Abb. 22. Männliche Imago. Ventralansicht. Vergr. 90 ×



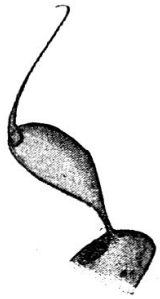


Abb. 24. Männl. Imago. Haltere. Vergr. 450 ×

Abb. 23. Männliche Imago. Mittelbein mit eingezeichneter Muskulatur. C = Coxa, Tr = Trochanter, F = Femur, Ti = Tibia Ta = Tarsus, U — Unguis (Kralle). Vergr. 250 ×

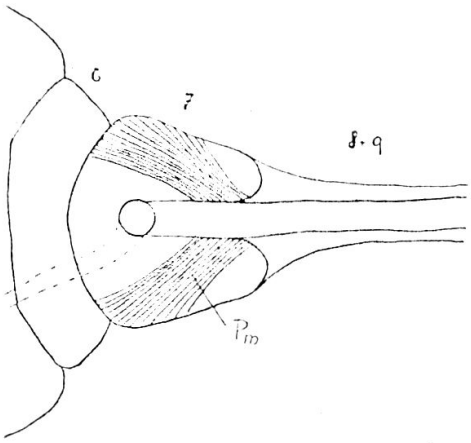


Abb. 25. Männliche Imago. Hinterende des Abdomens. Dorsalansicht. 6 = Sechstes Abdominalsegment, 7 Siebentes Abdominalsegment. 8 und 9 Penis = 8. und 9. Abdominalsegment. Pm = Penismuskulatur. Vergr. 450 ×

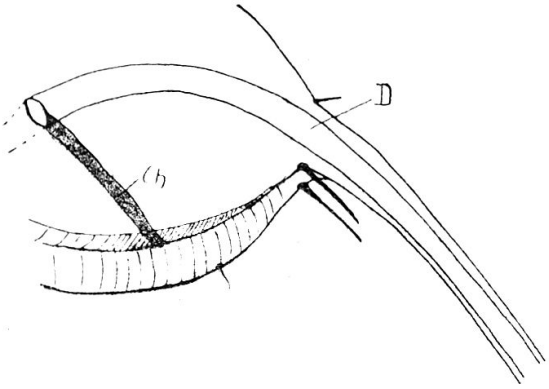


Abb. 26. Männliche Imago. Siebentes Abdominalsegment und Penis. Seitenansicht. Ch = Chitinstäbchen D = Ausführgnng des Penis. Vergr. 450 ×

finden sich an den Seiten des letzten Fühlergliedes inseriert. Die Glieder verhalten sich in der Länge wie 3 : 7,5 : 10 : 9 : 9,5 : 9 : 7 : 7 : 5; jedes Glied trägt etwa fünfzehn Borsten. Von den vier Augen sind die zwei dorsalen etwas weiter voneinander entfernt als die beiden ventralen.

Der Thorax. Die Ventralseite des Prothorax ist flach und reicht etwas weiter nach hinten als die gewölbte Rückenseite. Der Mesothorax ist das am kompliziertesten gebaute Segment des männlichen Körpers. Sein dorsaler Vorderrand überwölbt den hintersten Teil des Prothorax (Abb. 44 und 51). Als dorsalen Hinterrand des Mesothorax betrachte ich abweichend von andern Auffassungen (Berlese 2, Bd. II; 95) die in Abb. 51 sichtbare starke Einkerbung, bei welcher die Flügelsenker ansetzen. Ventral verläuft die Segmentgrenze nahezu gerade, dicht hinter der Ansatzstelle der mittleren Extremitäten. Oberseits trägt der Mesothorax einen $^1/_{10}$ mm langen Querwulst, das Scutellum, das an seinen vier Ecken je eine feine Chitinspange abgibt. Diese Chitinspangen verlaufen nach den Flügelwurzeln hin (Abb. 21). Die ventrale Ansatzstelle der Flügelheber ist als schwache Einkerbung am Vorderrande einer stärker chitinisierten Partie (Ventralplatte) zu erkennen. An den vier Ecken dieser Platte entspringen ebenfalls Chitinspangen, die zu den Flügelwurzeln streichen (Abb. 22). Unmittelbar hinter dieser Platte, am Hinterrande des Mesothorax, befinden sich die Ansatzstellen der Mittelbeine. Mit Ausnahme von zwei Chitinspangen, die von den Halterenwurzeln zu dem Aussenrande der Ansatzstellen der Hinterbeine verlaufen, weist der Metathorax keine besonderen Chitinbildungen auf. Seitlich vorn am Metathorax sitzen die beiden Halteren, die aus einem basalen, langgestreckt tonnenförmigen und aus einem terminalen, haarartigen, am Ende hakenartig gekrümmten Teil bestehen (Abb. 24).

Die Flügel, deren Ansatzstellen aus Abb. 21 ersichtlich sind, werden in der Ruhelage horizontal übereinander gelegt. Da sie eine Länge von 0,78 mm besitzen, reichen sie noch 0,4 mm über das Abdomen hinaus. Ihre Farbe ist trüb weisslich. Der vordere Gabelast der Flügeladern (Abb. 21) verläuft parallel zum Vorderrande des Flügels; der andere streicht gegen den Hinterrand. Nach der Comstock'schen Nomenclatur würde ersterer dem Radius, letzterer der Media entsprechen. Nahe der Flügelwurzel erkennen wir im Hinterrande des Flügels die Vorwölbung mit Perforation, in welche der Haken der Haltere eingreift. Auf der Flügelfläche stehen feine, graue Chitindörnchen von kaum 1 μ Länge.

Die Extremitäten sind als typische Schreitbeine ausgebildet und sehen einander nach Grösse und Form ähnlich (Abb. 23). Die Länge der Mittelbeine beträgt 0,27 mm. Form und Grössenverhältnisse der einzelnen Glieder sind aus Abb. 23 ersichtlich. Der Tarsus ist langgestreckt, konisch und setzt sich vorn in die sehr spitze Klaue fort. Tibia und Tarsus sind stark behaart, während die übrigen Glieder nur vereinzelte Haare aufweisen. Wie die Tarsen der Larven weisen auch diejenigen der ausgewachsenen Männchen an ihrem distalen Ende vier geknöpfte Haare auf. Die durchschnittliche Länge der einzelnen Glieder am Mittelbein beträgt: Coxa 60 μ, Trochanter 54 μ, Femur 90 μ, Tibia 105 μ, Tarsus ohne Klaue 75 μ, Klaue 24 μ.

Das Abdomen weist keinerlei Wachsdrüsen auf. Die sechs vorderen Segmente sind, abgesehen von der Breite, wenig verschieden. Am siebenten Segment setzt der Penis an, der durch Verschmelzung aus dem achten und neunten Segment entsteht. Auf der Unterseite des siebenten abdominalen Segmentes, unmittelbar unter der Peniswurzel, befinden sich zwei längere und zwei kürzere Chitindornen (Abb. 26). Der Penis selbst ist ein dolchartig zugespitztes, hohles Chitinrohr von der Länge des Abdomens (0,24 mm). Sein Durchmesser beträgt an der Basis 17 μ und an seinem terminalen Ende 1,7 μ. An der Basis ist er ventralwärts umgebogen (Abb. 26).

III. Anatomie.

1. Ernährungsorgane.

Berlese (2, Bd. IV; 261) erkannte, dass die Diaspinen, was die Verdauungsorgane anbetrifft, unter den Cocciden eine Sonderstellung einnehmen. Die Gruppe der *Coccus*-Arten, sowie die *Lecanini*, besitzen einen Verdauungstractus, der in der Filterkammer nur für schwer diffundierbare Stoffe unterbrochen, für Wasser jedoch durchlässig ist. Bei den Diaspinen dagegen ist die Verbindung zwischen Magen und Enddarm vollständig unterbrochen. Die verdauten Nährstoffe diffundieren in die Leibeshöhle, von wo sie zu den einzelnen Organen gelangen. Die Abfallstoffe werden von den relativ grossen Malpighischen Gefässen aufgenommen und dem Enddarme zugeführt. Die Nahrungsaufnahme erfolgt durch den oberen Kanal der Saugborsten, meist aus den Phloempartien der Pflanze. Das Einbohren der Stechborsten, sowie der Vorgang des Saugens, ist von Weber (49; 202 ff.) eingehend behandelt worden.

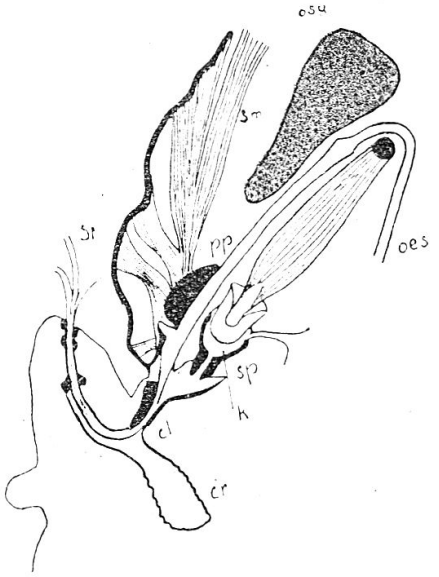


Abb. 27. Weibliche Imago. Medianschnitt durch Saugapparat und Speichelpumpe. sp = Speichelpumpe, St = Stechborsten, pp = chitinisierte Stelle der Pharynxwandung, sm = Saugmuskeln, cl = Clavus = „Führung", cr = Crumena, osg = Oberschlundganglion, oes = Oesophagus, k = Kammer. Vergr. 300 ×

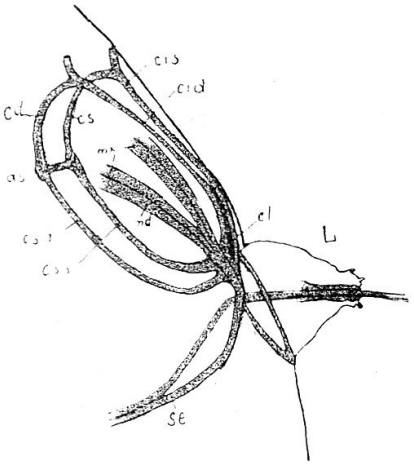


Abb. 28. Weibliche Imago. Mundgerüst. Seitenansicht. se = Setae (Borsten), cl = Clavus, as = Arcus superior, cd = Columella dextra, cs = Columella sinistra, csd = Costa superior dextra, css = Costa superior sinistra, cid = Costa inferior dextra, cis = Costa inferior sinistra, mx = Maxillen, md = Mandibel, L = Labium mit den papillenartigen Fortsätzen. Vergr. 180 ×

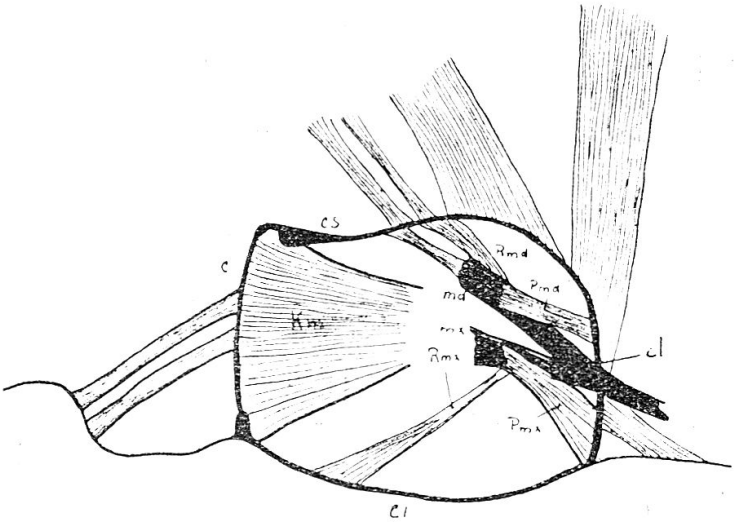


Abb. 29. Weibliche Imago. Linker Chitinring des Mundgerüstes und Borstenmuskulatur. c = Columella sinistra, cs = Costa sinistra superior, si = Costa sinistra inferior, md = linke Mandibel, mx = linke Maxille, Rmd = Retractor der Mandibel, Rmx = Retractor der Maxille, Pmd = Protractor der Mandibel, Pmx = Protractor der Maxille, Km = Retractor des Kolbens der Speichelpumpe. Vergr. 250 ×

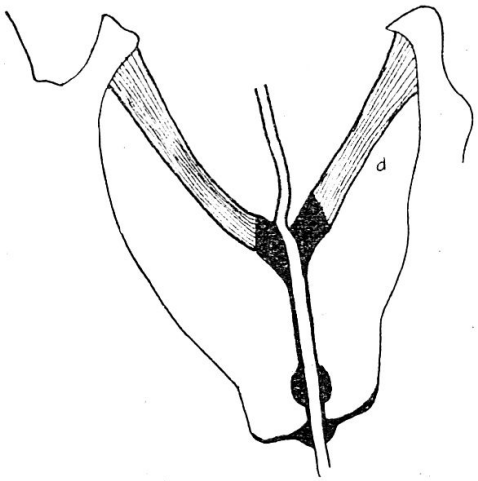


Abb. 30. Weibliche Imago. Längsschnitt durch das Labium. Chitinverdickungen der Borstenscheide (schwarz). d = Dilatator der Borstenscheide. Vergr. 700 ×

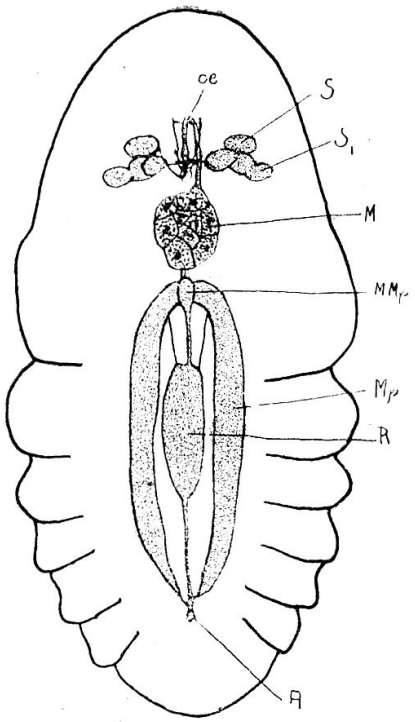


Abb. 31. Weibliche Imago. Uebersicht über das Ernährungssystem. oe = Oesophagus, S = nierenförmige Speicheldrüse, S1 = gelappte Speicheldrüse, M = Magen, Mp = Malpighische Gefäße, MMp = Mündungsstelle der Malpighischen Gefäße, R = Rectum, A = After. Vergr. 50 ×

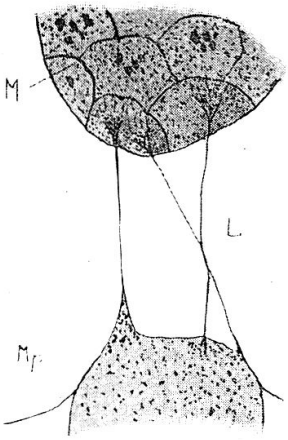


Abb. 32. Weibliche Imago. Ligamente (L) zwischen Magen (M) und Vereinigungsstelle der Malpighischen Gefäße (Mp). Vergr. 500 ×

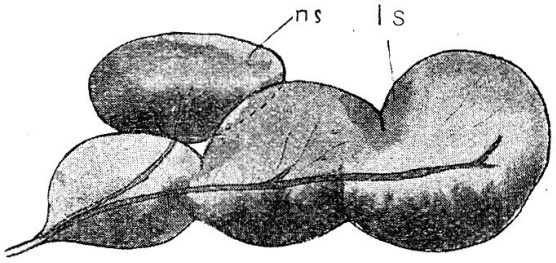


Abb. 33. Weibliche Imago. Speicheldrüsen. ns = nierenförmige Speicheldrüse, ls = in Lappen aufgelöste Speicheldrüse. Vergr. 400 ×

Der Bau des Mundgerüstes wurde von Mark (30; 33) und Berlese (2) für die Cocciden studiert. In den jüngeren Stadien sind die Stechborsten nahezu doppelt so lang wie der ganze Körper. Zur Zeit der Wanderung der Junglarven und kurz nach den Häutungen werden die Borsten, die zu lang sind, um wie bei den Blattläusen im Rüssel geborgen zu werden, in einem sackartigen Gebilde, der Crumena (Abb. 27) untergebracht. Die Crumena ist als dorsale Ausstülpung der Borstenscheide an der Basis des Labiums aufzufassen. Die beiden Maxillen sind sehr fest ineinander verkeilt, so dass sie früher für eine Borste gehalten wurden. Dadurch, dass ihre ineinander verkeilten Innenflächen gewölbt sind, entstehen die beiden Borstenkanäle: Speichelkanal und Nahrungskanal. Die beiden Mandibeln liegen, halbmondförmig gekrümmt, an den Aussenflächen der Maxillen, und sind leicht in sie verkeilt, können aber längs der Maxillen bewegt werden. Im Gegensatze zu den Maxillen lassen sich die Mandibeln leicht isolieren. Innerhalb des Clavus (Abb. 28 und 29) trennen sich die vier Borsten, schwellen leicht an und werden hohl, während sie ausserhalb des Clavus massiv sind. Diese Anschwellungen entsprechen den Ueberresten der sog. retortenförmigen Organe, von welchen die Borsten ausgeschieden und geformt werden (Weber 49; 364). Nachdem die retortenförmigen Organe diese Aufgabe erfüllt haben, dienen sie als Ansatzstellen der Borstenmuskeln. Ausserhalb des Clavus treten die Borsten, bevor sie den Körper verlassen, in die Unterlippe ein. Hier verlaufen sie in einem durch Chitinbildungen verstärkten Rohre, wie es Abbildung 30 darstellt.

Das Mundgerüst (Abb. 28 und 29), das bei den Cocciden sehr einheitlich gebaut ist, besteht zur Hauptsache aus den beiden zur Ventralebene nahezu senkrechtstehenden Chitinringen, die aus den beiden Costae und den Columellae bestehen (Mark, 30; 34). Dort wo sie sich den Borsten nähern, bilden sie den Clavus oder die «Steuerung». An der Stelle, wo die Costae in die Columellae übergehen, sind die beiden Ringe durch den Arcus superior miteinander verbunden, während der Arcus inferior, den Mark (30; 34) bei *Aspidiotus* und *Chionaspis* nachwies, bei *Lepidosaphes ulmi* fehlt. An jeder Costa superior setzen zahlreiche Dorsocostalmuskeln an, die das ganze Mundgerüst an der oberen Kopfwand aufhängen. Auch am Clavus setzen zahlreiche Muskeln an, die Dorsoclavalmuskeln. Die beiden Muskeln, die von der Columella nach vorn streichen, stabilisieren das Gerüst und bilden speziell das Widerlager des stärksten Muskels des Gerüstes, des Retrak-

tors des Kolbens der Speichelpumpe, der an den Columellae und am Arcus superior ansetzt. Wichtig für die Funktion der Organe sind auch die Re- und Protraktoren der Borsten. Die Retraktoren der Mandibeln setzen ungefähr in der Mitte der entsprechenden Costae superiores, die Retraktoren der Maxillen im vorderen Drittel der entsprechenden Costae inferiores an. Die Protraktoren der Mandibeln setzen am hintersten Teil der Costae superiores, dort wo sie zum Clavus verwachsen, und die Protraktoren der Maxillen auch am hintersten Teile der Costae inferiores an. Die Dilatatoren des Pharynx, die eigentlichen Saugmuskeln, die die Pharynxpumpe betätigen, streichen von einer Chitinleiste, die sich in der Wandung des Pharynx gebildet hat, zu den Costae inferiores. Dazu kommt noch ein Apparat, über dessen Funktion nicht alle Autoren einig sind, die sog. Speichelpumpe oder «Wanzenspritze». Sie liegt unmittelbar über dem Pharynx. Nach Berlese (2, Bd. V; 4) betätigt sich diese Pumpe folgendermassen: Durch Kontraktion des grossen Kolbenretraktors vergrössert sich die Kammer und saugt dadurch den Speichel aus den beiden Speicheldrüsen an. Beim Zurückkehren des Kolbens in die Ruhelage wird der Speichel aus der Kammer in den Speichelkanal der Borsten gepresst. Speziell die Funktion der Ventile ist aber noch nicht restlos abgeklärt.

Der auf den Pharynx folgende Teil, der Oesophagus, ist bei der ausgewachsenen weiblichen Kommaschildlaus ein einfacher, zylindrischer Schlauch von 12 μ Durchmesser und ca. 170 μ Länge ohne Muskulatur. Er verläuft zuerst nach vorn, biegt dann um die Columella nach oben um, läuft ein Stück rückwärts und mündet auf der Höhe der Rüsselbasis in den Magen. Der Magen ist länglich, oft schwach dorsoventral abgeplattet und liegt schräg von vorn nach hinten ansteigend im Körper. Sein Lumen wird begrenzt von einer einzigen Schicht riesiger Zellen, die eine Grösse bis zu 70 μ erreichen. Mit dem Fehlen von Muskulatur hängt auch meine Feststellung zusammen, dass bei der Sektion von lebenden Tieren in der Magengegend nie Zuckungen zu beobachten sind, während z. B. die Muskeln des Mundgerüstes und des unpaaren Eileiters in physiologischer Kochsalzlösung noch mehrere Minuten sich ruckweise zusammenziehen. In den erwähnten grossen Zellen fallen die 15 μ grossen Zellkerne und zahlreiche gelbe und grüne, oeltröpfchenartige Einschlüsse auf. Es handelt sich also um Drüsenzellen, deren Sekret den Pflanzensaft so weit abbaut, dass er vom Körper aufgenommen werden kann. Wie schon erwähnt, ist der Magen der Kommaschildlaus ein Blindsack.

Die aufgenommenen Säfte müssen also durch die Magenwandung in die Leibeshöhle diffundieren. Vom Magen zum Anfangsteil des Enddarmes an der Vereinigungsstelle der beiden Malpighischen Schläuche verlaufen als einzige Verbindungsstränge drei äusserst feine Ligamente (Abb. 32), die für einen Nahrungsdurchgang jedoch nicht in Frage kommen. Der Dünndarm, der sich bei andern Insekten an der Stelle dieser Ligamente findet, fehlt allen Diaspinen. Den zwei Ligamenten, die Berlese (2, Bd. IV; 262) bei *Mytilaspis fulva* und bei *Aspidiotus limonii* in allen Entwicklungsstadien zwischen dem Magen und dem blinden Ende des Rektums fand, entsprechen bei *Lepidosaphes ulmi* zwei solche, die vom Rektum (Abb. 31 und 34) zu der linken und rechten Innenfläche der Malpighischen Schläuche hinstreichen, wo sie befestigt sind. Die beiden Malpighischen Schläuche (Abb. 31), die dicht unter der Rückenhaut verlaufen, sind aussergewöhnlich umfangreich wie bei anderen Cocciden. Im weiblichen Imaginalstadium von *Lepidosaphes ulmi* werden sie durchschnittlich 0,9 mm lang, erreichen also $^{2}/_{3}$ der Körperlänge. Zu Beginn des Stadiums III sind die Schläuche noch prall und besitzen einen Durchmesser von durchschnittlich 50 μ. Wenn der Schild aber fertig gebildet ist, schrumpfen sie bis auf $^{1}/_{3}$ dieser Dicke zusammen. Ob ihre Ausscheidungen Beziehungen zur Schildbildung haben, konnte ich nicht feststellen. Die Malpighischen Schläuche verjüngen sich allmählich nach hinten und ihre Hinterenden sind am Enddarme, kurz vor der Afteröffnung, leicht angeheftet. Vorn vereinigen sie sich in einer kleinen Ampulle zum gemeinsamen kurzen Ausführgang in das Rektum. Da die Mündungsstelle ganz am Ende des Rektums liegt (Abb. 34), entsteht bei unserer Art kein Blindsack, wie ihn Berlese für *Aspidiotus limonii* und *Mytilaspis fulva* beschrieb (2, Bd. IV; 262). Diese Darmpartie scheint demnach innerhalb der Gattung *Lepidosaphes* stark zu variieren. Die Wandung des Rektums weist keine Muskulatur auf, ist jedoch stark elastisch, so dass die Anhäufung der wasserklaren Exkremente dasselbe bläschenartig erweitern kann. Beim Ausstossen der Exkremente wirken neben der Elastizität der Wandung auch die dorsoventralen Abdominalmuskeln als «Bauchpresse» mit. Im Zeitpunkt, wenn die Eiablage beginnt, ist der Körper so stark mit Eiern angefüllt, dass die Malpighischen Schläuche nach hinten und oben verdrängt werden. Dabei reissen nicht selten die Ligamente zwischen Magen und der Vereinigungsstelle der Malpighischen Gefässe. Bei der Untersuchung der Speicheldrüsen (Abb. 31 und 33) lassen sich auf beiden Körperseiten zweierlei in Form

und Struktur verschiedene Drüsen unterscheiden: Dorsal je eine nierenförmige mit kompakter Struktur und ventral je eine in drei bis fünf Lappen aufgelöste Drüse mit etwas lockerer Struktur. Alle Speicheldrüsen bestehen aus grossen Zellen mit entsprechend grossen Kernen. Die ventralen, gelappten Drüsen (birnförmige Drüse nach Berlese, 2, Bd. IV; 262) sind etwas grösser als die nierenförmigen. Die Sekrete aller vier Drüsen gelangen in paarige Ausführgänge und von hier in die Speichelpumpe.

Die Ernährungsorgane sind in allen weiblichen und in den beiden ersten männlichen Entwicklungsstadien übereinstimmend beschaffen. Dagegen wird der Darmkanal im dritten männlichen Stadium bis auf kleine Reste rückgebildet. Berlese (2, Bd. V; *Diaspiti*, Tav. 7) findet ihn allerdings bei *Mytilaspis fulva*-Männchen noch erhalten mit Ausnahme der Mundwerkzeuge und der Speicheldrüsen. Bei *Lepidosaphes ulmi*-Männchen dagegen kann ich sowohl in Schnittserien als in durchsichtigen Totalpräparaten nur noch Ueberreste des in Resorption begriffenen Magens erkennen. Nur die erwähnten grossen Zellen des Magens sind noch vorhanden, aber in Auflösung begriffen. Alle andern Teile des Ernährungssystemes sind verschwunden und mächtige Hodenschläuche füllen jetzt das ganze Abdomen aus.

2. Vermehrungsorgane.

a) Weibchen. Die Ovarien von *Lepidosaphes ulmi* bleiben bis kurz vor der Beendigung von Schild III klein (Abb. 35). Zu dieser Zeit finden wir die paarigen Eileiter ihrer ganzen Länge nach mit je 30 bis 50 kurzen Eischläuchen besetzt. Wie bei allen Cocciden wird in jedem Eischlauch nur ein Ei gebildet. Die Einschnürung im Eischlauch trennt die distale Nährkammer von der proximalen Eikammer. Auf Schnitten erkennt man den beide verbindenden Nährstrang (Abb. 36). Durch diesen erfolgt die Versorgung des Eies mit Dottermaterial, das sich im Ei in grossen Mengen anhäuft. Bald nach der zweiten Häutung sind die Nähr- und Eikammern ungefähr gleich gross. Das Receptaculum seminis ist in diesem Stadium unverhältnismässig gross und bei unserer Buchsrasse (Abschnitt IV, 2) prall mit Spermabündeln angefüllt (Abb. 35). Die Weibchen unserer Obstbaumrasse bleiben dagegen ausnahmslos unbegattet, ihr Receptaculum seminis enthält immer nur eine wasserklare, schleimige Flüssigkeit. Der Scheitel des Receptaculums liegt dem benachbarten Ovarium seitlich an und ist dort leicht befestigt. Der Ausführgang (Samengang) ist gekrümmt und bildet zuweilen eine einfache Schlinge. Er mündet dorsal nahe bei

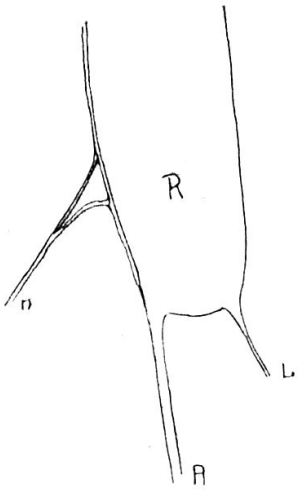


Abb. 34. Weibliche Imago. Rectum (R) mit Mündungsstelle des Ausführganges der Malpighischen Gefäße (A). L = Ligament zwischen Rectum und Innenfläche der Malpighischen Gefäße, n = Nervenfaser. Vergr. 450 ×

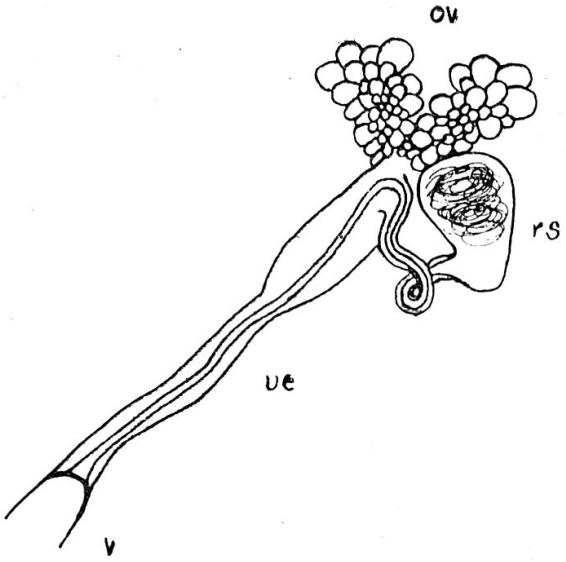


Abb. 35. Weibliche Imago. Uebersicht über die Geschlechtsorgane wenige Tage nach der Begattung. ov = Ovarien, rs = Receptaculum seminis mit den knäuelartig verschlungenen Spermabündeln, ue = unpaarer Eileiter, v = Vagina. Vergr. 450 ×

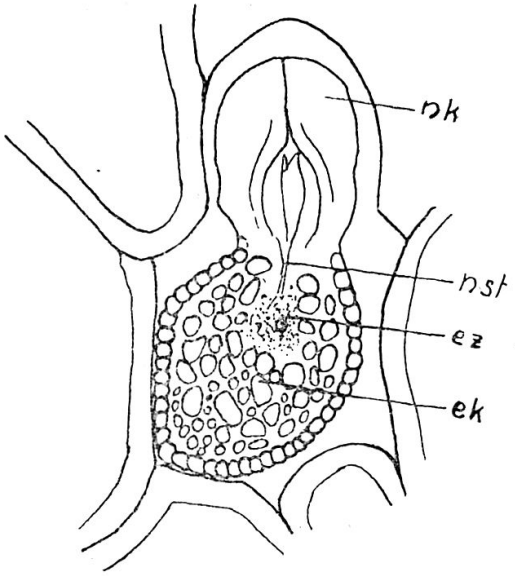


Abb. 36. Weibliche Imago. Junges Stadium. Längsschnitt durch Ei- u. Nährkammer. nk = Nährkämmer, nst = Nährstrang, ek = Eikammer, ez = Eizelle. Vergr. 400 ×

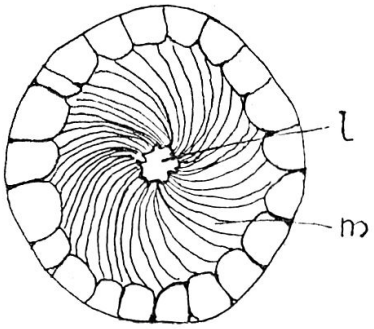


Abb. 38. Weibliche Imago. Querschnitt durch den unpaaren Eileiter. l = Lumen, m = Muskulatur. Vergr. 4000 ×

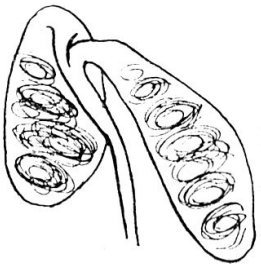


Abb. 39. Männliche Imago. Hodenschläuche gefüllt mit reifen Spermabündeln. Vergr. 90 ×

der Vereinigungsstelle der paarigen Eileiter. Der unpaare Eileiter ist z. Zt. der zweiten Häutung ovarialwärts noch nicht durchbrochen, dagegen nach aussen muskulös verdickt (Abb. 38). Drüsige Anhänge, wie sie etwa *Pseudococcus citri* nach Berlese (2, Bd. II; 164) aufweist, finden sich bei der Kommaschildlaus an dieser Stelle nicht (Abb. 36 und 37). Wenn der Schild ungefähr die Hälfte seiner definitiven Länge erreicht hat (10 — 14 Tage nach der Begattung), wandern die Spermabündel aus dem Receptaculum aus und gelangen durch den Ausführgang und den sich nunmehr öffnenden Kanal des unpaaren Eileiters in die Ovarialschläuche, wo sich die Spermabündel in die einzelnen Samenfäden auflösen. Bis zu diesem Zeitpunkte bleiben alle Eier ungefähr gleich gross; doch jetzt beginnen einzelne, vor allem die im Körper am weitesten nach vorn gelegenen durch starke Dotteranhäufung zu schwellen. Schon nach wenigen Tagen sind die ersten Eier legereif. Die übrigen wachsen langsamer. Vom ausgewachsenen, legereifen Ei bis zurück zur kleinsten Eianlage sind in der Hauptlegezeit August bis Anfang Oktober alle Uebergangsstadien vorhanden. Nie finden wir in dieser Zeit in einem Weibchen zwei genau gleich grosse Eier.

Das Receptaculum enthält nach dem Auswandern der Spermabündel noch eine klare Flüssigkeit und beginnt bald zu schrumpfen. Die Ovarien dagegen schwellen auf Kosten des sehr reichlichen Fettgewebes enorm an, so dass sie zu der Zeit, wo der Schild eben vollendet ist, das Körperinnere prall anfüllen und die andern Organe an die Wand drängen. Bei schwacher Vergrösserung erscheinen jetzt die beiden, früher deutlich voneinander getrennten Ovarien wie ein einziger Eiklumpen. 2—3 Tage nach der Beendigung des Schildes beginnt das Tier mit der Eiablage, die sich nun über 10—12 Wochen erstreckt. Die Eibildung von *Lepidosaphes ulmi* stimmt überein mit den Ergebnissen von Emeis (11; 27) über die Eientwicklung bei Cocciden, dagegen nicht mit den Darlegungen von Witlaczil (51; 149), der eine vierzellige Nährkammer, jedoch keinen Nährstrang fand.

b) Männchen. Die Anlagen des männlichen Geschlechtsapparates von *Lepidosaphes ulmi* erkennen wir im zweiten Larvenstadium als zwei kleine, mit Protoplasma angefüllte Bläschen mit je einem Ausführgang, welche sich kurz vor der Mündung, die in diesem Stadium noch geschlossen bleibt, zu dem Ductus ejaculatorius vereinigen. Die Weiterentwicklung scheint bei allen früher untersuchten Cocciden einheitlich zu erfolgen (Berlese, 2, Bd. V; 30, Targioni-Tozetti, 45; 48, Schmidt

38; 196). Im Zeitpunkte der letzten Häutung des Kommaschildlaus-Männchens sind die Spermabündel fertig ausgebildet. Die schlüpfende Imago ist also gleich geschlechtsreif. Die imaginalen männlichen Geschlechtsorgane sind einfach gebaut. Hodenschläuche finden sich zwei (vgl. auch Targioni-Tozzetti, 45; 48), nicht vier, wie sie Witlaczil (51; 164) für *Aspidiotus nerii* angibt. Wie aus Abb. 39 ersichtlich ist, sind die Schläuche, die im reifen Stadium das Abdomen prall ausfüllen, nach rückwärts umgebogen, doch sind sie in der Lage meist etwas gegeneinander verschoben. Die Ausführgänge der beiden Schläuche werden von einer gemeinsamen Haut umgeben, in welcher sie bis wenige μ vor der Einmündung in den chitinisierten Penis nebeneinander verlaufen.

3. Nervensystem und Sinnesorgane.

In allen Häutungsstadien weist das Nervensystem der Kommaschildlaus nur zwei Ganglienmassen auf, das Oberschlundganglion und ein im Brustabschnitt gelegenes Unterschlundganglion. Von ihnen zweigen auch die peripheren Nerven ab.

a) Weibchen. Das Nervensystem der Junglarve von *Lepidosaphes ulmi* ist demjenigen von *Aspidiotus* (Berlese 2, Bd. IV; 283) weitgehend ähnlich, es ist jedoch noch etwas weiter rückgebildet. Die Einbuchtungen, die die Grenzen der verschmolzenen Ganglienknoten darstellen, sind nur noch auf Längsschnitten zu erkennen; am Totalpräparat scheinen sie zu fehlen (Abb. 40). Die Anzahl der von den Ganglien abgehenden Nerven ist in allen Stadien konstant, dagegen variiert ihr Durchmesser. Die vom Unterschlundganglion abzweigenden Nerven verlaufen in der Hauptsache nach den Beinen. Die zwei hintersten und stärksten versorgen Darmkanal, Geschlechtsorgane und die abdominale Muskulatur.

In der Zeichnung von Berlese (2, Bd. V; *Diaspiti* Tav. 7) sind diese beiden Nerven für die Junglarve von *Aspidiotus* nicht angegeben. Wenn die Extremitäten abgeworfen werden, so wechseln die seitlich abgehenden Nerven Verlauf und Funktion; sie streichen nun zu den dorsalen und ventralen Längsmuskeln und zu den Dorsoventralmuskeln hin, treten also in den Dienst der für die Schildbildung notwendigen Körperbewegungen. Die Nerven des Oberschlundganglions streichen zu den Fühlern (Abb. 40) und Augen der Junglarve; in den folgenden weiblichen Häutungsstadien sind sie bis auf kleine Reste rückgebildet.

Die Augen der Junglarve von *Lepidosaphes ulmi* sind einfache Punktaugen oder Ocellen. Die Cuticula hat sich linsenartig verdickt und gewölbt und bleibt durchsichtig. Der dünne

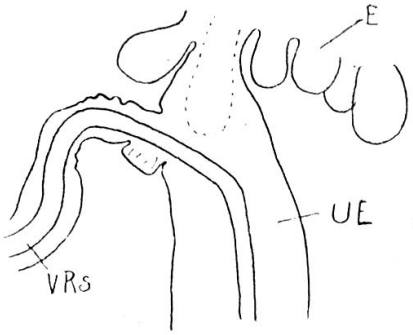


Abb. 37. Weibliche Imago. Junges Stadium. Mündungsstelle des Ausführganges des Receptaculum seminis in den unpaaren Eileiter, Längsschnitt. UE = unpaarer Eileiter, VRs = Verbindungsgang zum Receptaculum seminis, E = Eianlagen. Vergr. 2000 ×

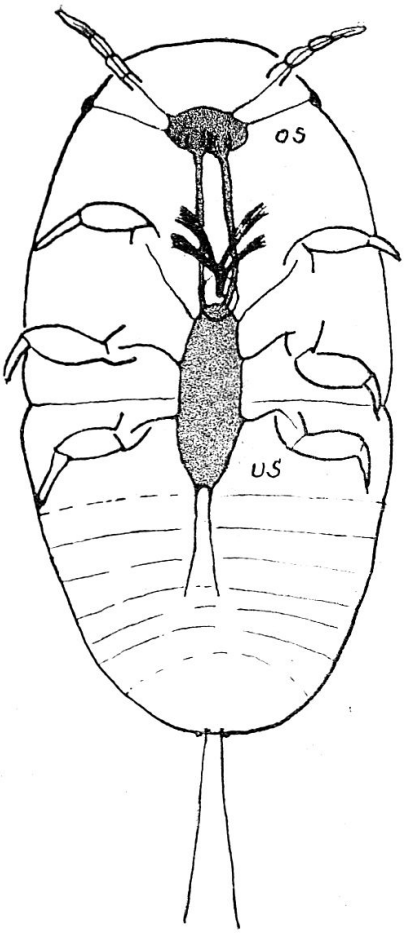


Abb. 40. Junglarve. Uebersicht über das Nervensystem. os = Oberschlundganglion, us = Unterschlundganglion. Vergr. 200 ×

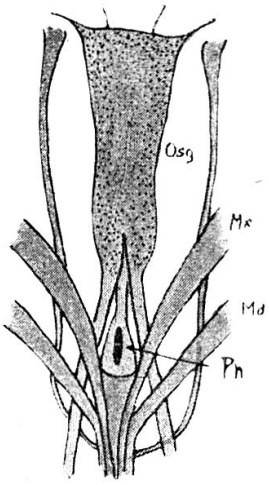


Abb. 41. Weibliche Imago. Oberschlundganglion (Osg). Mx = Maxillen, Md = Mandibeln, Ph = Pharynx. Vergr. 250 ×

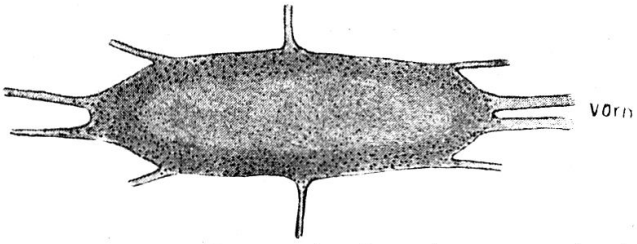


Abb. 42. Weibliche Imago. Unterschlundganglion mit abgehenden Nervensträngen. Vergr. 240 ×

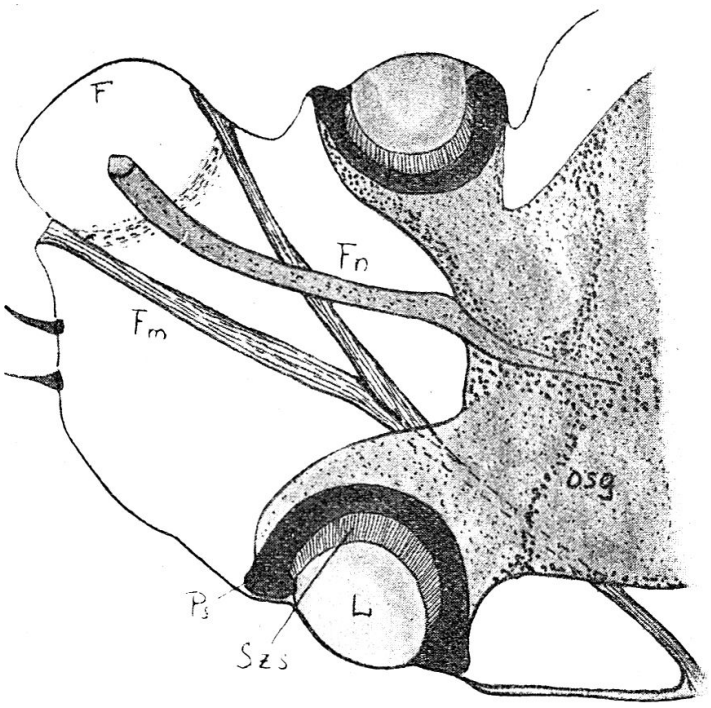


Abb. 43. Männliche Imago. Sagittalschnitt durch die vordere Partie des Oberschlundganglions (osg). Fn = Fühlernerv, F = Fühlerbasis, Fm = Fühlermuskel, Ps = Pigmentschicht, Szs = Sehzellenschicht, L = „Linse". Vergr. 650 ×

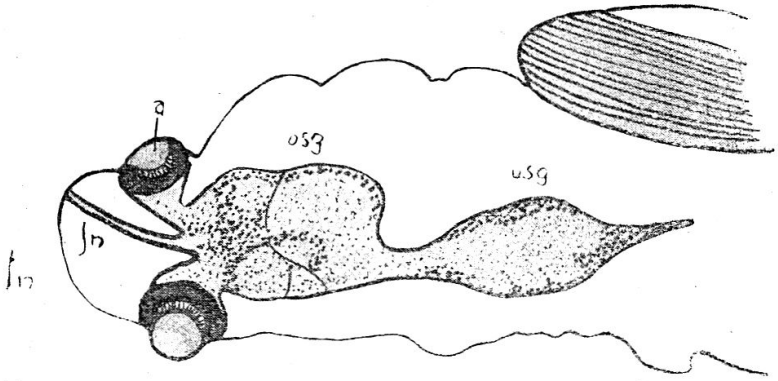


Abb. 44. Männliche Imago. Sagittalschnitt durch Oberschlundganglion (osg) und Unterschlundganglion (usg) mit je einem oberen und einem unteren Augenlappen. fn = Fühlernerven, a = Auge. Vergr. 230 ×

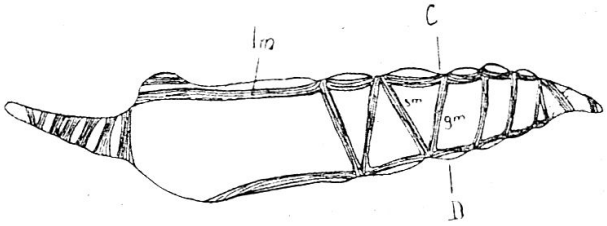


Abb. 45. Weibliche Imago. Sagittalschnitt in Richtung AB der Abb. 46. Halbschematisch. lm = Longitudinalmuskeln, gm = gerade Säulenmuskeln, sm = schiefe Säulenmuskeln. Vergr. 40 ×

Sehnerv ist an seinem Ende bläschenartig erweitert; hier ist rotes Pigment eingelagert. Diese Stelle funktioniert also als lichtperzipierendes Organ. Schon bei der ersten Häutung verschwindet diese pigmentierte Partie, nur die linsenartige Chitinverdickung bleibt bis zur zweiten Häutung erhalten, dann verschwindet auch sie.

Spezielle Sinnesorgane sind an den Fühlern nicht zu erkennen. Berlese vermutet (2, Bd. IV; 292), dass die geknöpften Haare an Fühlern und Tarsen im Dienste des Tastsinnes stehen. Wie schon erwähnt, fehlen die Antennen dem zweiten, und bei weiblichen Kommaschildläusen auch dem dritten Häutungsstadium. Weitere Organe des Tastsinnes vermute ich in den papillenartigen Fortsätzen des Labiums (Abb. 28). Organe des chemischen Sinnes, deren Vorhandensein die komplizierten Stichkanäle, die meistens zu den Phloempartien führen, vermuten lassen, konnte ich nicht sicher feststellen. Ein ähnliches negatives Ergebnis brachten auch Untersuchungen früherer Beobachter an andern Schildlausarten. In der weiblichen Entwicklungsreihe nimmt die Grösse der Nervenzentren nicht im Verhältnis zum Körperwachstum zu. Die Lage der beiden Ganglien verändert sich im Laufe der Entwicklung nur unbedeutend. Das Oberschlundganglion rückt etwas nach hinten, so dass es zwischen das Mundgerüst zu liegen kommt (Abb. 41). Das Unterschlundganglion dagegen bleibt in seiner Lage unverändert.

b) Männchen. Im zweiten Häutungsstadium sind die Unterschiede in der Ausbildung des Nervensystems zwischen den beiden Geschlechtern noch gering, mit Ausnahme der die männlichen Larven kennzeichnenden beiden grossen Pigmentflecken, deren Lage und Grösse noch Schwankungen unterworfen sind. Das männliche Oberschlundganglion ist in diesem Stadium etwas grösser als das entsprechende weibliche. Im dritten Häutungsstadium der männlichen Kommaschildlaus wachsen Ganglien und Sinnesorgane zu ihrer definitiven Grösse aus, die sie kurz vor der dritten Häutung erreichen. Das Oberschlundganglion der männlichen Kommaschildlaus ist grösser als das Unterschlundganglion, im Gegensatz zu allen andern Entwicklungsstadien. Das Unterschlundganglion inerviert die Extremitäten und mit den beiden starken, nach rückwärts abgehenden Nerven die gesamte Flugmuskulatur, die abdominale Längs- und Dorsoventralmuskulatur nebst der Penismuskulatur des letzten Abdominalsegmentes. Die beiden kurzen Verbindungsstränge zwischen Ober- und Unterschlundganglion werden beim ausgewachsenen Männchen von einer gemeinsamen Scheide umgeben. Die beiden symmetrischen Schläfenlappen des Ober-

schlundganglions von *Aspidiotus limonii* sind grösser als jene von *Lepidosaphes ulmi*, wo sie nur als schwache Ausbuchtungen zu erkennen sind. Sonst finde ich keine grössern Unterschiede zwischen den beiden Gattungen. Nach vorn bildet das Oberschlundganglion der männlichen Kommaschildlaus vier Lappen, welche unmittelbar in die Augen übergehen. Die Augen des Männchens unterscheiden sich nicht unwesentlich von denen der Junglarve. Die Cuticula ist mächtig verdickt und bildet eine ungleich bikonvexe Linse, bei der die stärker konvexe Seite nach innen gerichtet ist. Daran schliesst sich eine aus lichtperzipierenden, stäbchenförmigen Zellen bestehende Schicht des Ganglionlappens. Am Grund dieser Sinneszellen ist der rote Farbstoff der Pigmentschicht eingelagert (Abb. 43). An diese Schicht schliesst unmittelbar die Ganglienmasse an. In der frontalen Einbuchtung des Oberschlundganglions zwischen den vier Augenlappen entspringen die beiden starken Fühlernerven, die die Fühler bis zu ihrem distalen Ende durchlaufen und allmählich an Dicke abnehmen. Als Fühlersinnesorgane werden bei den Schildläusen die Chitinhaare und zwar vorwiegend die am Ende knopfartig verdickten, angenommen. Riechplatten, -gruben oder -papillen konnten auch am männlichen Fühler nicht gefunden werden. Dafür, dass aber doch Geruchswahrnehmungen in Frage kommen, scheint folgender Versuch zu sprechen (vgl. auch Abschnitt IV, 2): Ich verbrachte frisch geschlüpfte Männchen von *Lepidosaphes ulmi* zu begattungsreifen Weibchen sowohl der zweigeschlechtlichen Buchsrasse als auch zu gleichaltrigen Weibchen der parthenogenetischen Obstbaumrasse. Die Männchen liessen die letztgenannten Weibchen unbeachtet und wandten sich alle den Weibchen auf den Buchszweigen zu; auch wenn die Männchen direkt auf die weiblichen Schilder der auf Apfelbaum lebenden Rasse gesetzt wurden, verliessen sie diese sofort, ohne dass auch nur der Versuch einer Paarung stattfand.

4. Muskulatur.

Die Anordnung der Muskeln im Körper der Schildläuse wurde von Targioni-Tozzetti (45; 31) und Berlese (2, Bd. IV; 271) eingehend studiert. Die histologischen Einzelheiten hat Herberg (19; 85) in seiner Dissertation über *Eriopelthis lichtensteini* beschrieben und abgebildet. Meine Beobachtungen stimmen im wesentlichen mit denjenigen der erwähnten Autoren, denen andere Arten zur Untersuchung vorlagen, überein. Alle Entwicklungsstadien von *Lepidosaphes ulmi*, mit Ausnahme der zwei letzten männlichen, weisen eine übereinstimmende

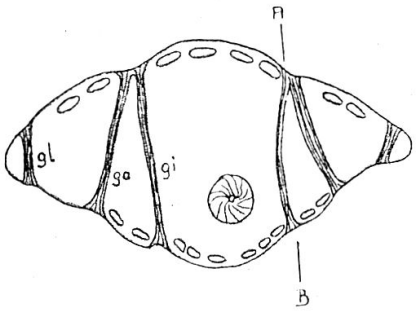


Abb. 46. Weibliche Imago. Querschnitt in Richtung CD der Abb. 45. gl = gerade Lappenmuskeln, ga = gerade äußere Dorsoventralmuskeln, gi = gerade innere Dorsoventralmuskeln (Säulenmuskeln). Vergr. 50 ×

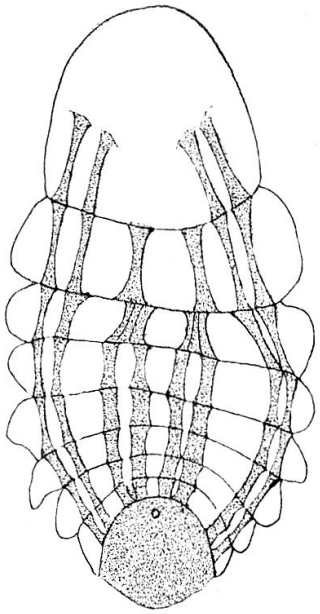


Abb. 47. Weibliche Imago. Dorsales System von Longitudinalmuskeln. Vergr. 40 ×

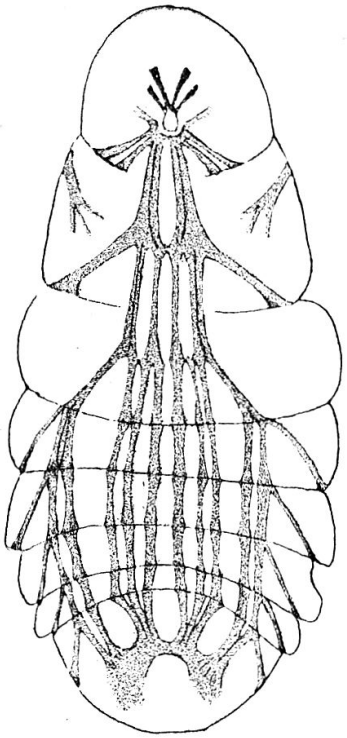


Abb. 48. Weibliche Imago. Ventrales System von Longitudinalmuskeln. Vergr. 50 ×

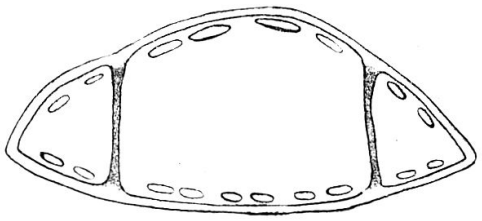


Abb. 49. Männliche Imago. Querschnitt durch das Abdomen. Vergr. 270 ×

Anordnung der Muskulatur auf. Das einfachste Muskelsystem besitzt die weibliche Imago. Die meisten Muskeln liegen beim Weibchen im Gegensatz zu sonstigen Verhältnissen bei Insekten im Kopf und im Abdomen, da die Brustmuskulatur infolge Fehlens der Extremitäten stark rückgebildet ist. Die Muskeln der Kopfpartie dienen vorwiegend der Betätigung des Saugapparates. Brust und Abdominalmuskulatur stehen fast ausschliesslich im Dienst der Schildbildung, der Eiablage und der Exkretion. Die einzelnen Muskelbündel, die aus zahlreichen quergestreiften Muskelfasern bestehen, verlaufen longitudinal oder dorsoventral (Säulenmuskeln nach Herberg, 19; 85). Die Dorsoventralmuskeln sind an Segmentgrenzen oder an intrasegmental angeordneten, transversal verlaufenden Hautfalten angewachsen. Alle Ansatzstellen der Muskeln sind durch Chitineinlagerung in die Cuticula schwach verdickt. Die meisten Dorsoventralmuskeln finden wir in allen festsitzenden Stadien in den Randpartien des Körpers (Abb. 45 und 46). Eine Hauptaufgabe dieser Muskeln ist die Festigung des Körpers, da der Körper der weiblichen *Diaspinae* auffallend schwache Chitinisierung aufweist. Daneben treten sie auch bei der Eiablage und bei allen Bewegungen des Abdomens in Funktion. Die meisten Dorsoventralmuskeln des Thorax und des Abdomens erstrecken sich senkrecht zur Körperachse, vom oberen zum unteren Rand des gleichen Segmentes; andere verlaufen auch schief von einer oberen Segmentgrenze zur folgenden auf der Bauchseite oder zu einer intrasegmentalen Hautfalte. Die Ansatzstellen der Dorsoventralmuskeln sind auch äusserlich (Abb. 11 und 17) am Schildlauskörper dorsal und ventral als zwei Reihen von Vertiefungen deutlich zu erkennen. Berlese (2, Bd. IV; 271), der die eingehendsten Untersuchungen über die Diaspinenmuskulatur gemacht hat, teilt die Dorsoventralmuskeln nach ihrem Verlaufe und nach ihrer Lage zu der Mediane in folgende Gruppen ein:

1. Gerade, innere Dorsoventralmuskeln (gi, Abb. 46),
2. Gerade, äussere Dorsoventralmuskeln (ga, Abb. 46),
3. Schiefe, innere Dorsoventralmuskeln (sm, Abb. 45),
4. Gerade Lappenmuskeln (gl, Abb. 46).

Die Longitudinalmuskeln stehen in erster Linie im Dienste der Schildbildung. Ihre Anordnung befähigt das Tier, mit dem Abdomen pendelartige und kreisende Bewegungen auszuführen, ähnlich wie Schmetterlingspuppen. Die ausschliesslich bandförmigen Längsmuskeln streichen unmittelbar unter der Haut von vorn nach hinten und sind an jeder Segmentgrenze ange-

heftet. Das dorsale System besteht aus sechs Muskelbändern, von denen sich die zwei medianen an der Grenze zwischen Thorax und Abdomen in je zwei weitere Bänder aufspalten (Abb. 47), so dass wir im Abdomen total acht getrennte Muskelbänder finden. Diese sind alle am Vorderrande der chitinisierten Analplatte inseriert. Vorn sind die beiden medianen Bänder an der Grenze zwischen Pro- und Mesothorax angewachsen. Die vier lateralen Stränge streichen noch weiter nach vorn, bis zu einer geschweiften Hautfalte, die etwas vor und ausserhalb des Oberschlundganglions liegt. Die ventralen Längsmuskeln verhalten sich in der Anordnung ähnlich wie die dorsalen. Sie sind jedoch etwas dünner und stärker verzweigt. Im Prothorax finde ich nur vier Längsmuskeln, von denen je zwei sehr nahe beieinander liegen. Berlese (2, Bd. IV; *Diaspiti,* Tav. 3) gibt für *Mytilaspis fulva* hier sechs solcher an, was sich aber bei meiner Nachprüfung an Material der gleichen Art als irrtümlich herausstellte. Neben diesen vier für die Abdominalbewegung wichtigsten Muskeln finden wir im Prothorax von *Lepidosaphes ulmi* noch einige kürzere, schräg nach aussen und hinten verlaufende Bänder (Abb. 48), die alle unmittelbar hinter der Ansatzstelle der Unterlippe an einer von aussen deutlich erkennbaren Vertiefung entspringen. Im Mesothorax lösen sich die zwei ventralen Längsmuskeln in je vier Stränge auf, von denen sechs eigentliche Längsmuskeln sind, während die zwei andern schräg nach aussen und hinten zu der letzten Segmentgrenze verlaufen. Im Metathorax verzweigt sich ein Teil der sechs Längsstränge noch einmal, so dass nun zehn Bänder entstehen, die sich durch das ganze Abdomen fortsetzen und auf der ventral liegenden Genitalplatte, die wie die dorsal verlagerte Analplatte, jedoch etwas schwächer, chitinisiert ist, in unmittelbarer Nähe der Genitalöffnung festgewachsen sind. Der äusserste Strang gibt auf jeder abdominalen Segmentgrenze einen Ast ab, der sich nach hinten und aussen zur nächsten Segmentgrenze zieht. Die Funktion der Längsmuskulatur ist klar: die pendelartige Bewegung des Abdomens beim Weben des Schildes (vgl. Abschnitt über Schildbildung) kommt durch abwechselndes Kontrahieren der linken und rechten Lateralstränge zustande. Soll das Pygidium zum Polieren an den Schild gepresst werden, so kontrahieren sich die dorsalen Längsstränge; um aber die Pygidialfortsätze keilartig unter den angeklebten Schild oder unter Fremdkörper zu schieben, ziehen sich die ventralen Längsstränge zusammen. Durch abwechslungsweise Kontraktionen der ventralen medianen und der lateralen Stränge

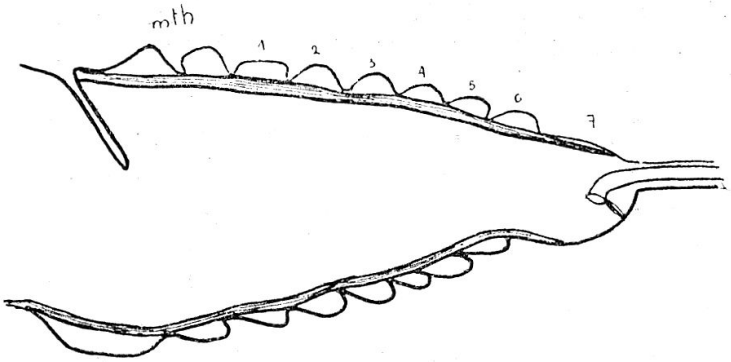


Abb. 50. Männliche Imago. Sagittalschnitt durch Metathorax und Abdomen. mth = Metathorax, 1—7 = erstes bis siebentes Abdominalsegment. Vergr. 270 ×

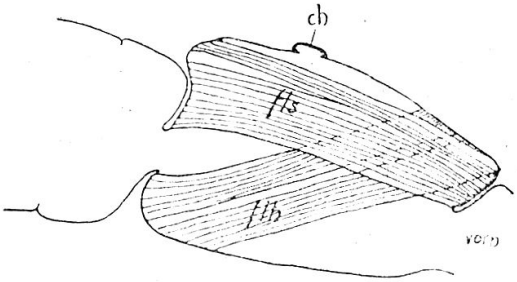


Abb. 51. Männliche Imago. Sagittalschnitt durch Mesothorax. fls = Flügelsenker, flh = Flügelheber, ch = Chitinwulst (Scutellum). Vergr. 140 ×

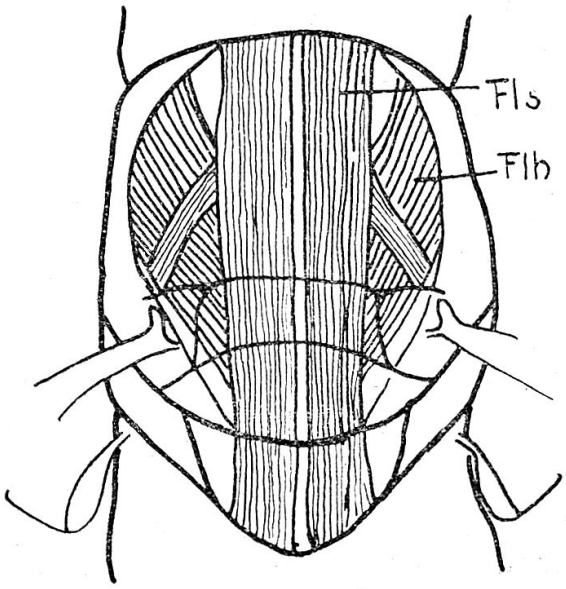


Abb. 52. Männliche Imago. Muskulatur des Mesothorax, Dorsalansicht. Fls = Flügelsenker, Flh = Flügelheber. Vergr. 200 ×

kommt eine, wenn auch unbeholfene Kriechbewegung zustande. Die Eingeweidemuskeln des weiblichen Imaginalstadiums sind beschränkt auf die Muskulatur des Eileiters (Abb. 38).

Das Muskelsystem der männlichen Imago weicht speziell in den Kopf- und Brustpartien sehr stark von demjenigen des Weibchens ab. Die Muskeln des Kopfes sind bis auf die Fühlermuskeln (Abb. 43) verschwunden. Die Längsstränge des Abdomens stimmen mit jenen des ersten und zweiten Larvenstadiums (Abb. 50) überein. Vorn setzen sie an der Vordergrenze des Metathorax an und ziehen sich bis zum letzten Abdominalsegment. Die geraden Dorsoventralmuskeln sind im ausgewachsenen Männchen auf je einen linken und einen rechten reduziert. Da das Abdomen beim Begattungsakt grosse Beweglichkeit verlangt, sind neue Muskeln notwendig geworden. Das siebente Abdominalsegment erhält nämlich zur Bewegung des Penis spezielle, kräftige Muskeln, die jederseits vom oberen Segmentaussenrand nach hinten und innen gegen die tiefer liegende Peniswurzel verlaufen (Abb. 25) und hauptsächlich als Retraktoren des Penis funktionieren.

Die stärkste Umbildung hat im Männchen die Thoraxmuskulatur erfahren. Die Längsstränge sind zu mächtigen Flügelsenkern und die Dorsoventralstränge zu kräftigen Flügelhebern umgebildet. Die ganze Flugmuskulatur ist auf den Mesothorax beschränkt. Die longitudinal verlaufenden Flügelsenker ziehen sich vom Vorderrand des chitinisierten Mesotergits zum Hinterrand desselben (Abb. 51 und 52), und die dorsoventral verlaufenden Flügelheber setzen am Vorderrand des gleichen Tergites an, unmittelbar neben den Flügelsenkern und streichen nach hinten und unten zum Hinterrand des Mesosternums (Abb. 51 und 52). Sehr klein sind die direkten Flugmuskeln, deren Anordnung aus Abb. 53 zu erkennen ist. Die ganze Muskulatur des zweiten Flügelpaares ist wie bei den Dipteren verschwunden. Die Muskelanordnung im Thorax der Coccidenmännchen, die bei allen untersuchten Arten übereinstimmt, kann als Beispiel für stark vereinfachte und doch hochwertige Flugmuskulatur gelten. Die Funktion der mesothorakalen Muskeln des Männchens von *Lepidosaphes ulmi* kann gleich gedeutet werden wie die von Weber (49; 62 ff.) eingehend untersuchte Aphidenmuskulatur. Diejenigen Partien der Thoraxwandung, die beim Fluge unmittelbar beansprucht werden, sind mit Chitinverstärkung der Cuticula versehen, so das Meso- und Episternum und das Mesotergum; letzteres ist zudem durch einen Chitinwulst, der mit seinen seitlichen Fortsätzen von der linken zur rechten Flügelwurzel streicht, verdickt (Abb. 21).

Kontrahieren sich die vom Vorder- zum Hinterrand des Mesotergums longitudinal verlaufenden Flügelsenker, so werden dadurch Vorder- und Hinterrand dieser Rückenplatte einander genähert und das Tergit wölbt sich stärker. Die Chitinspange, die mit dem Tergit gehoben wird, hebt auch die innere Flügelwurzel (Abb. 52), so dass sich der ganze Flügel um seinen äusseren Stützpunkt dreht und der Flügel sich senkt. Hat er seinen tiefsten Punkt erreicht, dann treten die Antagonisten in Funktion und die kontrahierten Muskeln entspannen sich. Infolge der Entspannung der Flügelsenker und der Kontraktion der Flügelheber wird das Mesotergit gesenkt und abgeplattet. Der innere Stützpunkt des Flügels wird dadurch nach unten gedrückt und der Flügel dreht sich wieder nach oben. Zugleich mit den indirekten Flugmuskeln kontrahieren sich die entsprechenden, auf Abb. 53 dargestellten direkten Flugmuskeln. Diese letzteren spielen beim Fluge eine untergeordnete Rolle.

Die Extremitätenmuskulatur des Thorax ist im Vergleich zur Flugmuskulatur des Männchens recht unscheinbar; sie ist beschränkt auf je zwei Adductoren, einen Rotator der Coxa und einen Adductor des Trochanters (Abb. 23). Die Coxa weist also nur zwei Adductoren auf (Abb. 23), der Trochanter mehrere nebeneinander angeordnete Rotatoren im Dienste des Femurs; der Femur enthält zwei Flexoren und einen Tensor der Tibia, die Tibia je einen Flexor für Tarsus und Kralle. Der Prothorax umschliesst neben den Extremitätenmuskeln nur einige unbedeutende Muskelfasern. In erster Linie dienen diese Muskeln der Festigung des Segmentes. Die beiden längsten Fühlermuskeln streichen von einer Hautfalte unterhalb des Oberschlundganglions nach der Basis des ersten Fühlergliedes (Abb. 43).

5. Haut und Hautorgane.

Für andere Schildlausarten bringen nur Arbeiten von Herberg (19; 64) und Berlese (2, Bd. IV; 212 ff.) nähere Angaben. Mit Ausnahme der zu Drüsenzellen umgebildeten hypodermalen Zellen weist die Pflasterepithelschicht bei *Lepidosaphes ulmi* über den ganzen Körper hin ein einheitliches Gepräge auf (Abb. 20).

Die Cuticula ist in der Regel dünn, weiss und durchscheinend. Sie kann jedoch stellenweise durch Chitineinlagerung verdickt sein, erreicht aber bei der vorliegenden Art durchschnittlich kaum mehr als 3 μ Dicke. Solche verdickte Zonen finden wir z. B. bei der Junglarve am Vorder- und Hinterende und bei den

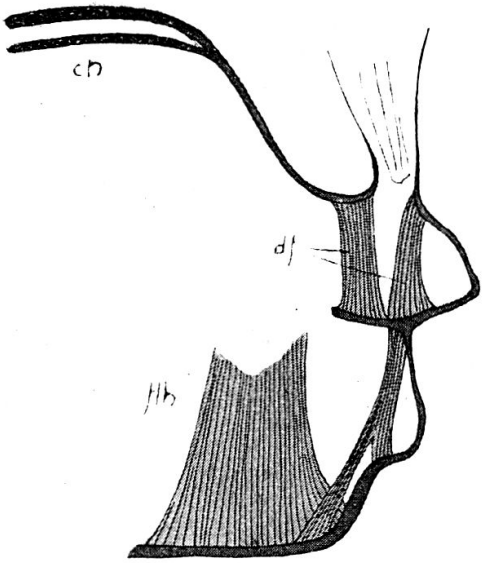


Abb. 53. Männliche Imago. Querschnitt durch die Flügelwurzel. flh = Flügelheber (nur teilweise gezeichnet), df = direkte Flugmuskeln, ch = Chitinwulst. Verg. 300 ×

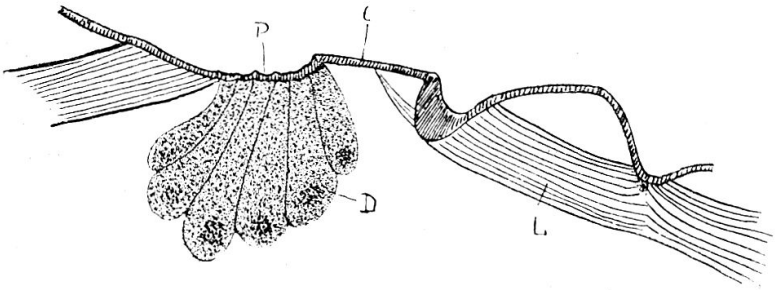


Abb. 56. Weibliche Imago. Schnitt durch eine Gruppe von Circumgenitaldrüsen. P = Porenplatte, D = Drüsenzellen, L = Longitudinalmuskeln, C = Cuticula. Vergr. 400 ×

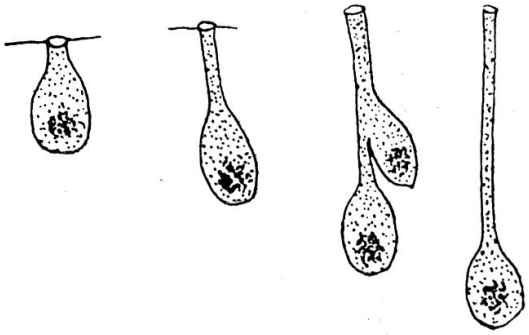


Abb. 54. Weibliche Imago. Zerstreute abdominale und thoracale Drüsen ohne chitinisierten Porenkanal. Vergr. 400 ×

Abb. 55. Weibliche Imago. Zerstreute abdominale Drüsen mit chitinisiertem Porenkanal. Vergr. 400 ×

männlichen und weiblichen Larven des zweiten Häutungsstadiums am Pygidium. Ferner sind der ganze Mesothorax der männlichen Imago, sowie der Penis, durch Chitineinlagerungen verstärkt. Häufig treten auch lokale, wulstartige Verdikkungen auf, die nach dem Körperinnern vorstehen. Diese dienen als Ansatzstellen für Muskeln. Die Cuticula zeigt durchwegs eine gerippte Oberflächenstruktur (Abb. 20), häufig durchbrochen von den Mündungsstellen hypodermaler Drüsen. Die cuticularen Anhänge sind beschränkt auf spärliche Chitindornen, Drüsenhaare und palettenartige Fortsätze (Abb. 18). Auffallend sind zerstreute, unmittelbar unter der Hypodermis eingelagerte, den Kalkoxalatdrüsen in Pflanzen ähnliche Gebilde, über deren Bedeutung ich mir nicht klar werden konnte. Diese Bildungen treten sehr unregelmässig und nur im männlichen und weiblichen Imaginalstadium auf.

Die zu Wachsdrüsen umgebildeten Hypodermiszellen sind von Berlese (2, Bd. IV, 212) für andere Diaspinen beschrieben worden. Sie erscheinen in der ganzen Gruppe der *Diaspinae* nach dem gleichen Prinzip gebaut. Nach Lage und morphologischer Beschaffenheit möchte ich an *Lepidosaphes ulmi* folgende fünf Formen von Wachsdrüsen unterscheiden:

1. Stirndrüsen. Solche finde ich in keiner früheren Arbeit erwähnt. Aus zwei symmetrisch angeordneten Stirndrüsen, die nur im Junglarvenstadium vorhanden sind, stammt der wollige Flaum, der in der Zeit des ersten Larvenstadiums über dem Tiere leicht zu erkennen ist (Abb. 7), und der schon nach der ersten Häutung unter Witterungseinflüssen verschwindet. Bei anderen Diaspinen scheinen diese Drüsen zu fehlen. Der Durchmesser der Drüsenöffnung und der hier entstehenden Wachsfäden misst ½ μ; es sind die dicksten Wachsfäden, welche die Kommaschildlaus ausscheidet. Die Oeffnung dieser Drüsen ist nierenförmig. Am Grunde des nach hinten und unten eingestülpten, chitinisierten Drüsentubus münden die grossen Drüsenzellen, die von gleicher Beschaffenheit sind wie die andern Wachsdrüsen.

2. Zerstreute abdominale und thorakale Drüsen ohne chitinisierten Porenkanal; der Mündungsporus liegt auf der Oberfläche der Cuticula. Diese Drüsen stehen am dichtesten in den marginalen Ausbuchtungen der Segmente und längs der Segmentgrenzen (Abb. 17). Die Drüsen sind einzellig, können aber dadurch, dass zwei bis drei Drüsenzellen in verschiedener Höhe in den gleichen Porus münden,

scheinbar mehrzellig werden. Der Bau dieser Drüsen stimmt mit den von Herberg (19; 68) für *Eriopelthis* abgebildeten überein. Die Länge der Ausführgänge kann je nach den räumlichen Verhältnissen variieren (Abb. 54). Oft sind die seitlichen Lappen, besonders die hinteren, dicht mit solchen Drüsenzellen besetzt.

3. Zerstreute abdominale Drüsen mit chitinisiertem Porenkanal. In diese Kategorie gehören zwei nur nach der Lage des Mündungsporus abweichende Formen. Im ersten Falle finden wir den Mündungsporus auf der Oberfläche der Cuticula. Der Chitintubus dieser Drüsen, der am inneren Ende mit einem Wulste abschliesst, weist eine durchschnittliche Länge von 20 μ auf (Abb. 55). In diesen Tubus münden drei getrennte Drüsenzellen, deren Beschaffenheit gleich ist wie diejenige der andern Wachsdrüsen. Die andere Form mündet auf der Spitze eines Haares. Der Chitintubus ist bei dieser Form dünner; auch hier münden drei getrennte Drüsenzellen, von denen die mittlere einen deutlichen Stiel aufweist (Abb. 18). Der Zellkern liegt bei beiden Formen nahe dem Grunde der Drüsenzelle. Die Länge der Haarbildung variiert stark (6—34 μ).
4. Die grossen Randdrüsen des Pygidiums. Sie sind den Wachsdrüsen der Gruppe 3 ähnlich, nur bedeutend grösser. Sie liegen parallel zur Längsachse des Tieres im letzten Abdominalsegment und münden in einen Kanal von 10 μ Durchmesser, der durch eine stark chitinisierte, ovale Oeffnung am Hinterrande des Pygidiums nach aussen führt. Der Kanal ist nur an beiden Enden deutlich chitinisiert. Die einzelnen Drüsenzellen haben einen Durchmesser von 12—15 μ, jene der übrigen Gruppen messen 7—12 μ.
5. Die Circumgenitaldrüsen (Abb. 56). Sie sind auf die Umgebung der Genitalöffnung beschränkt. Hier liegen die flaschenförmigen Drüsenzellen in Gruppen von je 8 — 24 Zellen. Die Zellen münden getrennt in kreisrunden, dicht nebeneinander liegenden Poren von durchschnittl. 5—5,5 μ Durchmesser. In jedem Mündungsporus befindet sich eine quergestellte Siebplatte, die bei *Lepidosaphes ulmi* je fünf Oeffnungen in konstanter Verteilung aufweist. Auch für *Mytilaspis fulva* gibt Berlese (2, Bd. IV; 243) übereinstimmende Verhältnisse an. Der Durchmesser dieser feinen Sieböffnungen beträgt $^1/_5$ μ. Das produzierte Wachs wird durch dieses Sieb gepresst, so dass äusserst feine Wachsfäden entstehen, die zur Bildung des Bauchschildes verwendet werden. Die Zahl der Poren der Circumgenitaldrüsen ist

für die Diaspinen in systematischer Hinsicht von Bedeutung, während die andern Drüsen in der Systematik wenig berücksichtigt wurden.

Alle erwähnten Drüsen, mit Ausnahme der Circumgenitaldrüsen, weichen bei *Lepidosaphes ulmi* nur wenig von jenen früher untersuchter Schildlausarten, *Eriopelthis lichtensteini*, *Mytilaspis fulva* und *Aonidiella* ab. Doch scheiden die Drüsen von *Eriopelthis* auch Wachs in Pulverform aus, während *Lepidosaphes ulmi* ausschliesslich Wachsfäden produziert.

Unter den oben erwähnten Drüsenformen findet sich der Typus 1 nur im Junglarvenstadium, Typus 2 und 3 sowohl im Junglarvenstadium wie auch in allen festsitzenden Stadien, Typus 4 sowohl im männlichen wie im weiblichen Stadium II und im weiblichen Imaginalstadium, während Typus 5 auf das weibliche Imaginalstadium beschränkt ist.

6. Respirationssystem.

Bei den Schildläusen finden wir die Stigmen auf vier Thorakalstigmen reduziert. Abdominalstigmen fehlen allen Diaspinen. Am eingehendsten hat sich Herberg (20) mit dem Respirationssystem der Schildläuse befasst. Für *Lepidosaphes ulmi* fehlten allerdings bisher diesbezügliche Angaben. Teilweise stimmen meine Untersuchungsergebnisse mit den von Herberg (20; 21) und Berlese (2, Bd. V; 50) an andern Arten festgestellten Verhältnissen überein. Immerhin zeigt der Vergleich der von Berlese und Herberg (21; 78) abgebildeten Stigmen mit meinen eigenen Präparaten, dass bei verschiedenen Schildlausgattungen in der Stigmenbeschaffenheit doch beträchtliche Unterschiede vorkommen. Dagegen sind die Tracheen der Schildläuse in ihren Hauptstämmen nahezu einheitlich gebaut.

Der Bau der Stigmen von *Lepidosaphes ulmi* geht aus Abb. 57 hervor; das dieselben umgebende Chitin ist schwach verdickt. Im Innern des Stigmas erkennen wir eine feste und eine bewegliche Verschlussklappe und den die letztere bewegenden Oeffnungsmuskel. Hinter dem Stigma schliesst unmittelbar die Haupttrachee an, die sich bald in mehrere Aeste auflöst.

Der Tracheenverlauf ist nach Herberg (19; 154) bei allen Coccidengruppen einheitlich. Ich beschränke mich deshalb auf die Darstellung der Haupttracheenstämme von *Lepidosaphes ulmi*. Bei lebend in Glycerin gebrachten Tieren heben sie sich als schwarze Linien deutlich ab (Abb. 58). Die Anordnung der Hauptstämme im Körper ist aus Abb. 59 zu erkennen. Wir legen unserer Darstellung die Herberg'sche Benennungsweise

zu Grunde. Kurz hinter dem Vorderstigma teilt sich die kräftige Haupttrachee in zwei Grundstämme, von denen der eine, der Fühlerstamm (Abb. 59, 14), nach vorn verläuft und nacheinander den Vorderbeinstamm (18), den Augenstamm (15) und die beiden Schlundgerüststämme (16 und 17) abgibt, während der nach hinten streichende Grundstamm sich in den Längsverbindungsstamm (5) und den Ventralstamm (1) aufteilt. Vom Ventralstamm zweigt der vordere Querstamm (2) ab und verbindet die beiden Vorderstigmen miteinander. Der Längsverbindungsstamm, der sehr kräftig ist, verläuft, nachdem er die Seitenstämme (12 und 13) und den hinteren Dorsalstamm (7) abgegeben hat, zum hinteren Stigma. Von diesem Stigma läuft als Grundstamm der Abdominalstamm (3) nach hinten und gibt als Hauptstämme den Flügelstamm (10), den hinteren Querstamm (4) und den äusseren Abdominalstamm (9) ab. Diese Stämme sind in den Jugendstadien in Schleifen oder Windungen gelegt, welche beim Wachsen des Tieres allmählich gestreckt werden. Die Häutung der Tracheen geht in gleicher Weise vor sich wie bei anderen Insekten. Dabei reissen die Querstämme und die Längsverbindungsstämme an den durch schwache Einkerbungen in der Tracheenwandung vorgebildeten Stellen, wie schon Herberg (21; 154) bei anderen Schildlausarten feststellte.

IV. Biologie

1. Entwicklungsgang im schweizerischen Mittellande.

a) Parthenogenetische Rasse an Obstbäumen. Während des ganzen Winters und Frühjahrs bis in den Monat Mai liegen die Eier unter dem harten, nun nahezu schwarzen Schilde hinter dem toten und vollständig ausgetrockneten Muttertiere. Erst Ende Mai (1930 : 26. Mai; 1931 : 27. Mai) beginnen die ersten Junglarven auszuschlüpfen. In dieser Zeit hat die assimilatorische Tätigkeit des Baumes bereits begonnen. Etwa zwei Tage vor dem Schlüpfen verfärben sich die reinweissen Eier ins Gelbliche. Ist das Tier schlüpfreif, so sprengt es die Eihaut. Diese springt zuerst beim Kopfe, reisst dann in der Mediane weiter bis gegen die Eimitte. Zugleich drängt sich das Tier aus der entstandenen Oeffnung, indem es mit dem Abdomen zukkende Bewegungen ausführt. Die geschlüpften Larven bleiben nun noch zwei, bei kalter, regnerischer Witterung entspre-

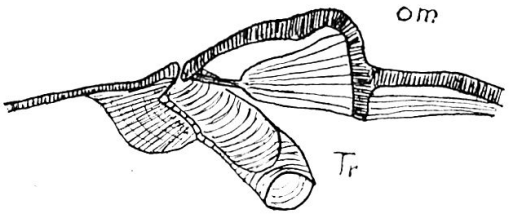


Abb. 57. Weibliche Imago. Längsschnitt durch ein Stigma. ôm = Oeffnungsmuskel, tr = Haupttrachee. Vergr. 400 ×

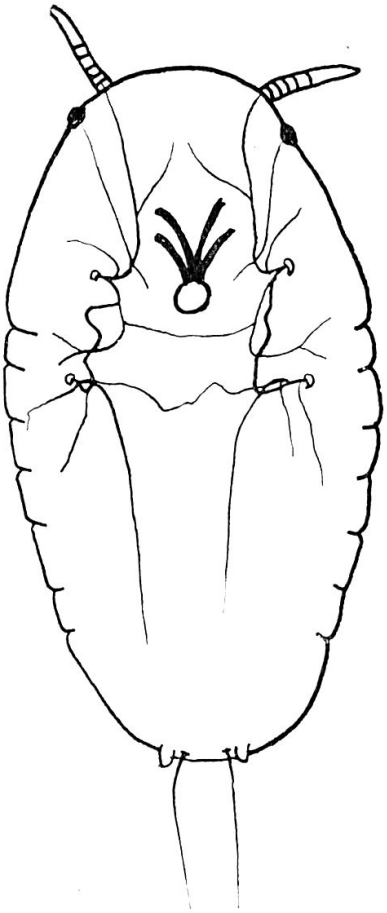


Abb. 60. Junglarve. Uebersicht über die Haupttracheenstämme. Vergr. 60 ×

Abb. 59. Weibliche Imago. Schema der Haupttracheenstämme. Erklärung im Text. Vergr. 200 ×

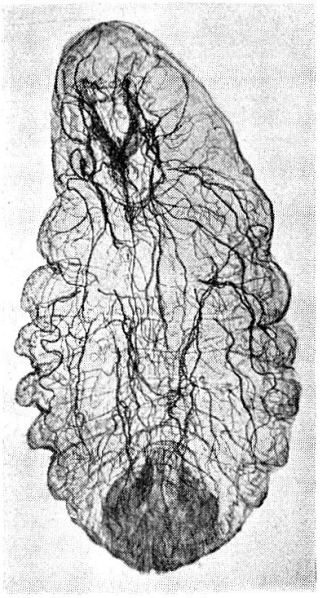
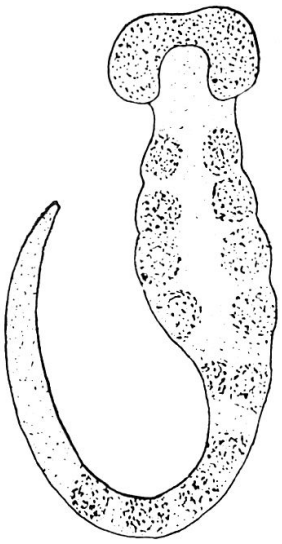


Abb. 58. Weibliche Imago. Tracheensystem. Vergr. 40 ×



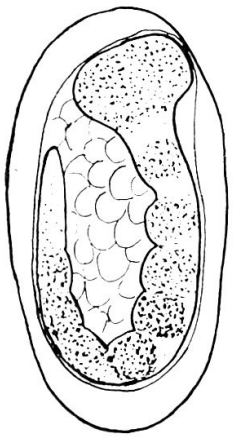


Abb. 61. Embryo zur Zeit der Eiablage. Seitenansicht. Vergr. 150 ×

Abb. 62. Embryo zur Zeit der Eiablage. Ventralansicht. Vergr. 240 ×

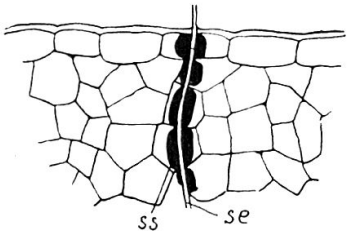


Abb. 63. Querschnitt durch ein junges Blatt von Buxus mit dem intracellulären Stichkanal. ss = Speichelscheiden, se = Stechborsten. Vergr. 250 ×

Abb. 64. Ueberreste einer Kommaschildlauskolonie nach Absuchen durch Blaumeisen. Vergr. 6 ×

chend mehr Tage unter dem mütterlichen Schilde, ohne irgendwelche Nahrung aufzunehmen, kriechen dann unter dem Hinterrande des Schildes hervor und suchen einen geeigneten Platz, um sich festzusetzen. Kurz nach dem Schlüpfen sind die Tierchen gegen das Austrocknen sehr empfindlich. Larven, die z. B. im Laboratoriumsversuch in einer ungedeckten Glasschale schlüpfen, gehen kurz nach dem Schlüpfen zu Grunde. Diese erhöhte Empfindlichkeit ist auf die zur Zeit des Schlüpfens noch nicht beendigte Chitinisierung der Körperhaut zurückzuführen.

Die Dauer der Wanderung der Junglarven ist sehr verschieden. Sagt das gegebene Substrat dem Tiere zu, so setzt es sich innerhalb weniger Stunden fest und beginnt mit der Wachsausscheidung. Fehlt die geeignete Nährpflanze, dann wandern die Junglarven, bis sie vor Hunger und Erschöpfung zu Grunde gehen. In einem Versuche, in welchem 80 frisch geschlüpfte Kommaschildläuse von Apfelbaum auf eine Buchspflanze übertragen wurden, wanderten

nach 24 Stunden noch 90% der Junglarven,

nach 36 Stunden noch 50% der Junglarven,

nach 48 Stunden noch 5% der Junglarven und

nach 63 Stunden noch eine einzige Junglarve.

Ein Teil starb an Erschöpfung, ohne sich festzusaugen, aber auch die sich festsetzenden Tiere gingen auf der ungeeigneten Nährpflanze bald zu Grunde. Im Kontrollversuch, in welchem Junglarven aus Kommaschildlauskolonien von Apfelbaum auf einen andern Apfelbaum übertragen wurden, hatten sich nach 24 Stunden alle Tiere festgesetzt und zum Teil schon mit der Bildung von Schild I begonnen. Die Versuchsbedingungen waren mit Ausnahme der Pflanzenart genau die gleichen. Gewisse Gesetzmässigkeiten scheinen bezüglich der Wanderrichtung nachweisbar zu sein; so bewirkt eine starke Anhäufung von Junglarven an einer Stelle ein sofortiges Auseinanderwandern, selbst wenn damit der Uebertritt von einem zusagenden auf ein nicht geeignetes Substrat verbunden ist. Auf ebener Unterlage erfolgt das Auseinanderlaufen sternförmig nach allen Richtungen. Auf einem nicht zusagenden Substrate verhalten sich die Junglarven positiv phototaktisch; später, wenn ihre Vitalität geschwächt ist, laufen sie in beliebiger Richtung geradeaus.

Die Geschwindigkeit der Fortbewegung beträgt bei frischen Junglarven auf ebener Unterlage 10—15 mm in der Minute. Die Schreit- und Fühlerbewegungen sind während der Wanderung sehr lebhaft. Die Junglarven stechen ihre Saugborsten nur einmal in das Substrat ein. Nach dem Einstich legen sie Beine und Fühler an den Körper, schmiegen sich der Unterlage eng an und beginnen den Schild I zu bilden. Schon nach 8 Tagen ist dieser Schild erstellt. 12 Tage nach dem Erscheinen der ersten Junglarven, 1930 am 7. Juni, fand ich nur noch ganz vereinzelte wandernde Tiere und zwei Tage später keine mehr. Die gesamte Wanderung erstreckt sich also über rund 14 Tage. 15—17 Tage nach dem Festsetzen häutet sich das Tier zum ersten Male (vgl. graphische Darstellung) und beginnt 2—3 Tage später mit der Bildung von Schild II. In dem Intervall zwischen der Vollendung von Schild I und erster Häutung machen die Junglarven eine Ruhepause von durchschnittlich acht Tagen. Während dieser Zeit wird die Rückenhaut durch Chitineinlagerungen stark verdickt, ähnlich wie dies bei weiblichen Tieren der Gattung *Lecanium* der Fall ist. Erst nachher wird unter der verdickten Cuticula die neue ausgebildet. Sobald die zweite Cuticula ausgeschieden ist, wird die neue Haut von der alten losgelöst, bleibt jedoch noch weich und zart bis nach völligem Abstreifen der alten Hülle. Frisch gehäutete Tiere sind weiss. Die definitive Chitinisierung, besonders die des Pygidiums, erfolgt erst nachher. Die Stechborsten sind schon bei der Häutung gebildet, allerdings noch nicht ineinander verkeilt, sondern einzeln in Spiralen aufgerollt. Bei der Häutung der Junglarve platzt die alte Chitinhülle auf der Kopfunterseite und wird von den Extremitäten nach rückwärts gestossen. Die Haut, die nach dem Abstreifen genau Form und Grösse der Junglarve besitzt, wird mit den ersten von der Larve II ausgeschiedenen Wachsfäden am Substrate festgeklebt. Im Laufe einer Woche ist der Schild II fertig gebildet. Nun folgt wieder eine Pause von drei Wochen, während welcher die gleichen Chitinisierungsprozesse stattfinden, wie im früheren Häutungsstadium. In dieser Zeit wechselt die Schildfarbe langsam von grau zu graubraun. Am Schlusse dieser Zeitspanne erfolgt, von aussen nicht erkennbar, die zweite Häutung. Von da an dauert es noch 5 Tage, bis mit der Bildung von Schild III begonnen wird. 1930 fand ich am 12. Juli in Zürich die ersten Anfänge von Schild III. Dieser Schild wächst regelmässig um etwa $^{1}/_{10}$ mm pro Tag. Er erreicht die endgültige Länge nach 20—24 Tagen. Nach wiederum 5—7 Tagen beginnt die Eiablage (1930 fand ich am

13. August schon vereinzelte Eier), also etwa 70 Tage nach dem Festsetzen und 24—27 Tage nach der zweiten Häutung (vgl. graph. Darstellung). Die Eiablage dauert 10—12 Wochen, während welcher in drei Tagen durchschnittlich zwei Eier abgelegt werden. Im ganzen legt ein Weibchen in unserem Beobachtungsgebiet 20—60 Eier; im Durchschnitt von 50 Zählungen 40 Eier. Bei der Eiablage ist der Embryo in seiner Entwicklung bereits ziemlich weit vorgeschritten (Abb. 61 und 62). Am oralen Pole ist nach geeigneter Färbung (Parakarmin, Dauer der Färbung drei Tage) deutlich die Anlage des Kopfes mit den in diesem Stadium noch sehr grossen Augenanlagen zu erkennen. Thorax und Abdomen weisen bereits wulstartige Erhöhungen auf, in denen sich Kernmassen angehäuft haben, als erste Anlagen der Segmente. Das Abdomen ist nach der Ventralseite umgebogen. Von Amnionanlagen ist nichts zu erkennen. In diesem Stadium macht der Embryo die winterliche Ruheperiode durch. Diese Periode umfasst 7—9 Monate; sie kann aber durch künstlich erhöhte Temperaturen (Zimmer, Treibhaus) bedeutend abgekürzt werden.

Ende September 1930 wurden Apfelzweige, die mit Kommaschildläusen besetzt waren, aus dem Freien ins Zimmer gebracht und bei Temperaturen, die zwischen 15° C und 22° C schwankten, in Wasser gestellt. Aus diesen Eiern schlüpften die ersten Junglarven um den 18. Oktober herum, und zwar nur aus den hintersten, also zuerst abgelegten Eiern des Eigeleges. Andere Eier waren in diesem Zeitpunkt gelblich verfärbt. Weitere Junglarven schlüpften im gleichen Versuche bis Ende Dezember; ein grosser Prozentsatz der Eier schlüpfte überhaupt nicht. Die Ruheperiode des Eistadiums kann demnach durch Zimmertemperatur von 9 auf 3 Monate reduziert werden. Nach diesem Resultat ist anzunehmen, dass auch die beiden von Glenn (14; 173) für Nordamerika erwähnten Kommaschildlausrassen, unter denen das Material aus Illinois jährlich zwei Generationen, jenes aus nördlichen Gebieten nur eine durchlaufen soll, einander sehr nahe stehen. Eine vorausgegangene Abkühlung unter den Gefrierpunkt ist demnach für das Schlüpfen der Junglarven nicht unbedingt erforderlich. Entfernt man die Weibchen z. B. im dritten Stadium von der Unterlage, dann gehen sie meist nach 1—2 Tagen zu Grunde, können aber auch bei sorgfältigem Abheben ohne irgendwelche Nahrungsaufnahme noch vier Tage weiterleben und unterdessen weitere Wachsfäden ausscheiden und Eier ablegen. Abgelöste Tiere wieder zum Festsetzen zu bringen gelang nie, da die Saugborsten beim Herausziehen beschädigt werden.

Wir finden die parthenogenetische Kommaschildlaus unserer Obstbäume hauptsächlich an jüngeren Stämmen und Zweigen, vom Wurzelhals bis an die Basis der Jungtriebe; gelegentlich an Früchten und noch seltener an Blattstielen, wie ich wiederholt feststellen konnte. An Wirtspflanzen, welche sowohl von Kommaschildläusen von Obstbäumen als auch von solchen von Buchs befallen werden, siedeln sich die Larven der erstgenannten Rasse an den verholzten Partien an, während das Buchsmaterial vorwiegend die noch grünen Jungtriebe und Blätter aufsucht.

b) Zweigeschlechtliche Rasse an Buchs. In den Kommaschildlauskolonien auf Buchspflanzen fand ich ausnahmslos auch Männchen. Unmittelbar nach der zweiten Häutung der Weibchen findet die Begattung statt. Ungefähr zu gleicher Zeit wie der weibliche Schild II fertig wird, hat auch die männliche Larve ihren Schild vollendet. Bis zu ihrer zweiten Häutung dauert es nur 6—8 Tage; sie verdickt ihre Rückenhaut nicht durch Chitineinlagerungen wie das entsprechende weibliche Stadium, denn der zarte Schild gewährt für die wenigen Tage genügend Schutz. Nach dieser Pause streift die männliche Larve II die zweite Larvenhaut, die mit Ausnahme des Pygidiums zart und weiss ist, ab und lässt sie hinter sich, meist unter dem Hinterrande des Schildes liegen. In 12—14 Tagen ist im Stadium III die Umbildung der Organe soweit vorgeschritten, dass das Puppenstadium mit der dritten Häutung abgeschlossen werden kann.

Das Erscheinen der männlichen Imagines fällt also zeitlich mit der zweiten Häutung der weiblichen Tiere zusammen. Die frisch geschlüpften Männchen bleiben noch 2—3 Tage unter dem Schilde, bis ihre Mesothoraxpartien genügend chitinisiert sind, damit die Tiere flugfähig sind. Gleichzeitig werden auch die Geschlechtsorgane zur Paarung reif. Die Begattung geht folgendermassen vor sich: Nachdem das Männchen rückwärts unter dem Schilde hervorgekrochen ist, wandert es auf den Buchszweigen und -blättern umher, indem es seine Fühler lebhaft auf und ab bewegt. Hat es ein begattungsreifes Weibchen gefunden, dann betastet es dessen Schild während mehrerer Sekunden. Nachher stellt es sich auf den Schild, den Kopf nach vorn gerichtet und stochert mit dem Penis unter dem Hinterrand des Schildes, bis es die Vagina des Weibchens, das unter dem Schilde in Kopulationsstellung wartet, gefunden hat. Nun wird der Penis soweit als möglich in die Genitalöffnung eingeführt, worauf das Männchen etwa eine Minute lang

in dieser Stellung verharrt. Während dieser Zeit führt es mit dem ganzen Körper langsame, krampfhafte, hebende und senkende Bewegungen aus. Hierauf zieht es den Penis heraus, stochert noch einmal unter dem Hinterrand des Schildes und fliegt oder läuft dann weg, um nach einiger Zeit der Ruhe ein weiteres Weibchen zu begatten. Nach der zweiten Begattung, die ein Männchen ausführte, fand ich in seinen Hodenschläuchen immer noch Spermabündel, so dass eine dreimalige Begattung nicht nur möglich, sondern sehr wahrscheinlich erscheint. Dagegen schliesse ich aus den von mir untersuchten Receptacula gepaarter Weibchen, dass die weiblichen Kommaschildläuse mit einer Begattung den Spermabedarf gedeckt haben. Die Lebensdauer des Männchens vom Verlassen des Schildes an ist sehr kurz; in Glasschalen leben sie nur wenige Stunden. Nahrung nehmen sie keine auf, da ihnen die Mundwerkzeuge fehlen. Als Reservestoffe kommen nur spärliche Fettzellen in Betracht, die aber zur Hauptsache schon während des Reifungsaufenthaltes unter dem Schilde resorbiert werden.

Der Flug der *Lepidosaphes ulmi*-Männchen ist ziemlich gewandt und tanzend, ähnlich demjenigen von Stechmücken. Werden die Weibchen der zweigeschlechtlichen Rasse aus irgendeinem Grunde nicht begattet, so bauen sie ihren Schild gleichwohl fertig, gehen dann aber zu Grunde, ohne Eier abzulegen. Bei den begatteten Weibchen dagegen verläuft Schildbildung, Eiablage und Ausschlüpfen der Junglarven übereinstimmend mit der Weiterentwicklung der parthenogenetischen Obstbaumrasse.

2. Die Rassenfrage.

Um Einblick in die Rassenfrage von *Lepidosaphes ulmi* zu gewinnen, wurden mit Material aus dem schweizerischen Mittellande von Buchs, Weissdorn und Apfelbaum zahlreiche Infektionsversuche durchgeführt. Nach dem Verhalten der Tiere zu den verschiedenen Pflanzenarten kann ich sechs verschiedene Grade der Affinität unterscheiden:

1. Alle Tiere sterben im ersten Häutungsstadium, trotz Festsaugens werden keine Wachsfäden ausgeschieden.
2. Alle Tiere sterben im ersten Häutungsstadium, mindestens die Hälfte derselben beginnt aber nach dem Festsaugen mit der Bildung von Schild I.
3. Alle Tiere sterben vorzeitig, vereinzelte erreichen jedoch das zweite Häutungsstadium.

4. Alle Tiere sterben vorzeitig, vereinzelte erreichen jedoch das dritte Häutungsstadium, ohne aber Eier abzulegen.
5. Vereinzelte Tiere, stets weniger als 10%, erreichen das dritte Häutungsstadium und legen Eier ab.
6. Mindestens 60% aller Junglarven erreichen das dritte Häutungsstadium und legen Eier ab.

Infektionsversuche mit *Lepidosaphes ulmi*.

Pflanzenart	Material von Buchs Affinitätsgrad	Material von Apfelbaum Affinitätsgrad	Material von Weißdorn Affinitätsgrad
Abies alba	4	4	4
Tilia cordata	3	2	—
Genista spec.	5	5	—
Syringa vulgaris	4	6	—
Salix caprea	4	3	—
Rosa rugosa	6	6	6
Quercus robur	5	3	—
Pirus malus	1	6	6
Pirus communis	1	6	5 (-6)
Buxus sempervirens	6	1	2
Carpinus betulus	2	2	2
Fagus silvatica	2	2	—
Ulmus campestris	2	6	—
Ginkgo biloba	—	5	—
Fraxinus excelsior	3	5	4
Crataegus oxyacantha	2	5	6
Alnus incana	—	5	5
Prunus domestica	—	4	4
Prunus cerasus	—	5	5
Cornus mas	2	6	6
Laburnum vulgaris	1	1	—
Populus tremula	—	5	5
Aesculus hippocastanum	1	5	5
Vitis vinifera	—	5	5
Sarothamnus scoparius	6	2	—

Infektionsversuche mit Kommaschildlausmaterial von Flieder aus Nordamerika, das mir von Frl Dr. Griswold freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde, ergaben, dass das erwähnte Material zu unserem europäischen Flieder und zu *Populus nigra* den Affinitätsgrad 5 besitzt.

Als Hauptresultat dieser Infektionsversuche ist hervorzuheben, dass die Kommaschildlaus von Apfel- und Birnbaum auch auf Flieder, *Rosa rugosa, Ulmus campestris* und *Cornus mas* günstige Entwicklungsbedingungen findet, sich dagegen auf Buchs und *Sarothamnus* nicht entwickelt, während das Material von Buchs auch auf *Sarothamnus* und *Rosa rugosa* günstige, auf *Genista* und *Quercus* ausreichende Entwicklungsbedingungen vorfindet, sich jedoch auf Apfel- und Birnbaum und auf *Cornus* nicht entwickeln kann.

Konstatieren wir bei mehrmaligen Uebertragungsversuchen die Affinitätsgrade 1 oder 2, so kommt die betreffende Pflanzenart für das verwendete Infektionsmaterial als Wirtspflanze nicht in Frage. Stellen wir dagegen die Affinitätsgrade 5 oder 6 fest, dann ist die Möglichkeit einer dauernden Ansteckung der betreffenden Pflanze erwiesen. Ich möchte aber auch für die Affinitätsgrade 3 und 4 die Möglichkeit eines dauernden Befalles nicht ausnahmslos ablehnen, da die gleiche Pflanzenart für Infektionen mit pflanzlichen und tierischen Parasiten je nach den Lebensbedingungen und nach den genetischen Anlagen verschieden empfänglich sein kann. Auch die Parasiten eines gleichen Genotypus besitzen zu Wirtspflanzen verschiedene Affinitäten, die dem Gesetze der Galton'schen Variationskurve folgen. Tritt die für das Gelingen der Infektion günstigste Konstellation einmal ein, so könnte auch innerhalb der Affinitätsgrade 3 und 4 die Möglichkeit des Gelingens der Infektion vorhanden sein, vorausgesetzt, dass die vorliegenden Versuchsresultate nicht gerade die günstigsten Konstellationen darstellen, was sicher sehr unwahrscheinlich ist.

Vor allem ist es die Tatsache, dass sich die Kommaschildlaus von Buchs obligatorisch zweigeschlechtlich und jene von Apfelbaum obligatorisch parthenogenetisch fortpflanzt, die mich zu der Aufstellung getrennter Rassen veranlasste. An dieser Stelle mögen auch folgende Beobachtungen Erwähnung finden:

a) Kurz bevor die jungen Kommaschildläuse ihren Schild II vollendet hatten, wurde ein Apfelzweig, auf welchem zahlreiche Schildläuse sassen, mit Gaze eingebunden. Als etwa Dreiviertel der Tiere die zweite Haut verlassen, jedoch mit der Bildung von Schild III noch nicht begonnen hatten, wurden in diesen Gazesack 15 Männchen der Buchsrasse gegeben, die ich mit Hilfe eines Parasitenzuchtkastens gefangen hatte. Die Hodenschläuche dieser Tiere waren prall

mit Spermabündeln angefüllt. Nach 24 Stunden waren alle Männchen tot. In den untersuchten Receptacula der Weibchen der Apfelzweige konnte nirgends Sperma gefunden werden.

b) In einer Glasschale wurden befallene Zweigstücke von Buchs und Apfelbaum nebeneinander gelegt. Die weiblichen Tiere, die auf diesen Zweigen sassen, waren zum grössten Teil kopulationsreif. Vereinzelte hatten schon mit der Bildung von Schild III begonnen, einzelne standen noch vor der zweiten Häutung. In diese Glasschale wurden 10 Männchen der Buchsrasse gegeben und nachher während zwei Stunden genau beobachtet. In den ersten 10 Minuten wanderten und flogen die Tiere ziellos in der geschlossenen Schale herum. Nach dieser Zeit setzten sich zwei Männchen auf die Buchszweige und betasteten eifrig die Schilde der Weibchen; nach 15 Minuten waren schon vier Männchen auf dem Buchszweige. Von diesen vier Männchen auf dem Buchszweige setzte ich zwei direkt auf einen Apfeltrieb. Ohne aber die Weibchen dieses Triebes zu beachten, wanderten beide Tiere innerhalb weniger Sekunden wieder zu den Buchszweigen. Dies wiederholte sich auf meine fortgesetzten Versuche während einer Stunde, ohne dass ein Männchen je von einem Weibchen auf Apfelzweigen Notiz nahm, während sie jene auf Buchs eifrig betasteten. In diesem Versuch konnten drei Kopulationen direkt beobachtet werden. Ohne Ausnahme verhielten sich die Männchen den Weibchen anderer Herkunft gegenüber deutlich ablehnend.

Die zweigeschlechtliche Rasse auf Buchs ist meiner Ansicht nach identisch mit der von Wünn (52) im Urwald von Bialowies auf *Quercus pedunculata* und *Rosa rugosa*, und mit der von Green (15) und Newstead (33) in England auf *Cytisus* und *Vaccinium* gefundenen Kommaschildlaus, die dort in beiden Geschlechtern gefunden wurde. Dagegen möchte ich die Identität mit der von Berlese (2, Bd. IV; 168) und Howard (22; 255) beschriebenen südlichen Formen mit jährlich zwei Generationen, von denen ich leider kein Zuchtmaterial erhalten konnte, bezweifeln. Nach den Zeichnungen der beiden Autoren könnten die Unterschiede auch tiefer gehen als bis zur blossen Rassendifferenzierung. Für die Vermutung Greens (15; 516), dass die zweigeschlechtliche *Lepidosaphes ulmi* beim Uebergange auf Kulturpflanzen parthenogenetisch werde, ergeben meine Untersuchungen keine Anhaltspunkte.

Bei unserer Obstbaumrasse treten überhaupt keine Männchen mehr auf, denn unter einigen tausend untersuchten Kommaschildläusen von Obstbäumen fand ich keinen einzigen männlichen Schild. Die Vermutung anderer Autoren, dass gelegentlich auch an Obstbäumen noch Männchen auftreten, beruht vermutlich darauf, dass im Sommer, wenn die Mehrzahl der weiblichen Schilde ausgewachsen ist, noch vereinzelte Schilde des zweiten und jungen dritten Häutungsstadiums vorhanden sind. Die Tiere unter solchen Schilden sind jedoch ausnahmslos tot.

In Nordamerika wurde das Studium der Rassenfrage von Griswold (16) und Glenn (14) in Angriff genommen mit dem Ergebnis, dass dort sicher zwei parthenogenetisch sich fortpflanzende, deutlich getrennte Rassen vorkommen, wovon die eine als Hauptwirtspflanze den Apfelbaum, die andere *Syringa vulgaris* und verschiedene *Populus*-Arten besiedelt. Wir können deshalb bis heute fünf getrennte und erblich fixierte Rassen der Kommaschildlaus unterscheiden:

1. *Die amerikanische Obstbaumrasse* (apple form nach Griswold). Diese Rasse ist obligatorisch parthenogenetisch. Ihre Polyphagie erscheint nach Griswold weniger ausgeprägt als bei der europäischen Obstbaumrasse. Die Anzahl Poren der Circumgenitaldrüsen ist im Durchschnitt etwa um 5 Poren niedriger als bei der europäischen Obstbaumrasse. Eine genauere Unterscheidung scheitert an der abweichenden Darstellungsweise der Porenzahlen durch Griswold (16; 23). Die übrigen Verhältnisse scheinen mit der europäischen Obstbaumrasse übereinzustimmen. Wirtspflanzen dieser Rasse sind:

Acer spicatum	*Cornus alternifolia*	*Cornus stolonifera*
Cornus alba	*Cornus circinata*	*Pirus malus*

2. *Die amerikanische Fliederrasse* (lilac form nach Griswold). Diese Rasse ist aus den Beschreibungen von Griswold näher bekannt; sie ist obligatorisch parthenogenetisch und wie die vorige Rasse sehr polyphag, lässt sich jedoch nicht auf *Pirus malus* übertragen. Ihre Hauptwirtspflanzen sind *Syringa vulgaris* und verschiedene *Populus*-Arten. Die Verbreitung ist auf Nordamerika beschränkt. Bei uns finden wir auch Kommaschildläuse auf *Syringa*, sie gehören jedoch zur europäischen Obstbaumrasse. Morphologisch unterscheidet sich die amerikanische Fliederrasse in erster

Linie durch die ausgeprägte Bänderung des Schildes von den andern Rassen. Die Anzahl Poren der Circumgenitaldrüsen ist um ca. 30 höher als bei der amerikanischen Obstbaumrasse. Die bis heute sicher bekannten Wirtspflanzen dieser Rasse sind:

Acer rubrum u. a.
Ceanothus americanus
Chionanthus virginica
Cornus alba
Crataegus sp.
Diospyros kaki
Fraxinus americana und *excelsior*
Hamamelis virginiana
Juglans cinerea
Populus canadensis
Populus grandidentata
Populus nigra var. italica
Ribes aureum
Rosa rugosa
Salix cordata
Salix pentandra
Syringa vulgaris

3. *Die europäische Obstbaumrasse* (nach eigenen Untersuchungen). Diese Rasse ist obligatorisch parthenogenetisch. Die geschlechtsreifen Weibchen werden von den Männchen der zweigeschlechtlichen Rasse nicht begattet. In 150 untersuchten Weibchen fand ich nach der Begattungszeit kein Sperma im Receptaculum; letzteres war immer mit einer schleimigen Masse angefüllt. Die Tiere sind sehr polyphag, besitzen jedoch zu *Buxus sempervirens, Quercus robur, Sarothamnus scoparius* und *Cytisus spec.* nur die Affinitätsgrade 1 — 3. Die Hauptwirtspflanze ist *Pirus malus.* Die Rasse ist in der gemässigten Zone über ganz Europa verbreitet. Morphologisch unterscheidet sie sich einzig durch die durchschnittliche Anzahl Poren der Circumgenitaldrüsen von der Buchsrasse, an unserem Material sind es 75,9 gegenüber 79,4 bei der Buchsrasse. Ich vermute, dass sich die „europäische Obstbaumrasse" in verschiedene Untergruppen spezialisiert, doch muss die Abklärung dieser Frage späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Als Wirtspflanzen kommen nach Lindinger (28) die folgenden in Frage:

Abies alba
Acer platanoides
Aesculus hippocastanum
Alnus glutinosa
Amelanchier vulgaris
Arctostaphylos uva ursi
Berberis vulgaris
Betula pendula
Calluna vulgaris
Carpinus betulus
Castanea sativa
Ceanotus sp.

Ceratonia siliqua
Clematis vitalba
Cornus alba, mas, sanguinea
Corylus avellana
Cotoneaster interrima und *nigra*
Cydonia vulgaris
Cytisus purpureus
Elaeagnus argentea und *longipes*
Erica carnea, cinerea, tetralix
Euphorbia palustris
Fagus silvatica
Fraxinus excelsior
Genista anglica
Ginkgo biloba (neue Wirtspflanze)
Helianthemum chamaecistus
Hippophaës rhamnoides
Juglans regia
Laburnum vulgaris
Ligustrum vulgaris
Ledum palustre
Lonicera periclymenum
Lycium sp.
Mespilus germanica u. a.
Myrica gale
Pinus silvestris
Pirus malus, communis u. a.
Populus alba u. a.
Prunus cerasus, domestica u. a.
Quercus robur, suber, sessiliflora
Quinaria quinquefolia
Rhamnus cathartica
Ribes aureum, rubrum u. a.
Ricinus spec.
Rosa rugosa u. a.
Rubus idaeus u. a.
Salix sp.
Spartium junceum
Spartocytisus nubigenus
Spiraea sp.
Syringa vulgaris
Tilia sp.
Ulex europaeus
Ulmus campestris
Vaccinium oxycoccus u. a.
Viburnum lantana
Viscum album
Vitis vinifera
Zizyphus spec.

4. *Die europäische Buchsrasse* (nach eigenen Untersuchungen). Diese Rasse ist obligatorisch zweigeschlechtlich. Unbegattete Tiere bilden ihren Schild zwar fertig, Eier werden dann aber nicht abgelegt, so dass ohne Paarung keine Fortpflanzung möglich ist. Im Urwalde von Bialowies (Wünn, 52) scheinen vorwiegend *Quercus pedunculata* und *Rosa rugosa*, in England *Sarothamnus scoparius* und in der Schweiz *Buxus sempervirens* die bevorzugten Wirtspflanzen zu sein. Die durchschnittliche Anzahl Poren der Circumgenitaldrüsen beträgt 79,4. Die Junglarven dieser Rasse besiedeln vorwiegend die grünen Pflanzenteile. Die bis jetzt bekannten Wirtspflanzen sind:

Buxus sempervirens
Cytisus spec.
Quercus pedunculata
Rosa rugosa
Sarothamnus scoparius
Ulex europaeus
Vaccinium spec.

5. *Die südliche (mediterrane) Rasse* mit zweigeschlechtlicher Entwicklung ist bisher experimentell nicht untersucht worden; zu ihr möchte ich vorerst die von Berlese (2, Bd. IV; 168) und Howard (22; 255) angeführte Kommaschildlaus stellen, die mit keiner der oben erwähnten Rassen übereinstimmt.

Die Möglichkeit, dass noch mehr als diese fünf Rassen bestehen, scheint mir sehr gross. Vermutlich gehören diejenigen Kommaschildläuse, die nach Lindinger (28) auf *Laburnum, Tilia* und *Carpinus* gefunden wurden, anderen Rassen an, da nach meinen Infektionsversuchen das Material von Apfelbaum zu diesen Pflanzen nur die Affinitätsgrade 1 und 2 aufwies. Weitere Infektionsversuche werden Licht in diese Frage bringen.

3. Verbreitungsmöglichkeiten.

a) Durch Verschleppen der Eier. Die kosmopolitische Verbreitung der Kommaschildlaus ist wohl in erster Linie durch Verschleppung beim Versand der Wirtspflanzen und des Obstes zustande gekommen. In den Berichten der Hafenpolizei der nordamerikanischen Häfen (Rev. appl. Ent.) steht die Notiz nicht selten: «*Lepidosaphes ulmi* on boxwood from Holland». Nach einer persönlichen Mitteilung von Dr. Wiesmann in Wädenswil findet man gelegentlich bei Kontrollen von Obstsendungen, speziell aus Nordamerika, neben der bekannten San José Schildlaus auch Schilde von *Lepidosaphes ulmi* mit noch lebenden Eiern. Eine weitere Verbreitungsmöglichkeit, jedoch nur auf kürzere Distanzen, kommt dadurch zustande, dass sich Weibchen auf Blattstielen ansiedeln und dort ihre Eier ablegen, die mit den Blättern verweht werden. Die Hauptverbreitung auf kleinere Strecken erfolgt jedoch

b) aktiv im Junglarvenstadium. Die maximale Wanderungsdauer der Junglarven ist nach meinen Beobachtungen 63 Stunden. Die maximale Wanderungsgeschwindigkeit beträgt 15 mm pro Minute. Die Durchschnittsgeschwindigkeit von 10 Tieren im Zimmer bei 18° C betrug auf ebener Unterlage 11,6 mm in der Minute. Günstigstenfalls kann also ein Tier etwa 54 m zu-

rücklegen. Diese Versuche zeigen, dass die Eigenbewegung der jungen *Lepidosaphes ulmi* für die Verbreitung über kleinere Strecken eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt. Die Fälle, wo Junglarven an Beine von Vögeln und Käfern gelangen und so verschleppt werden (Griswold, 16; 10), sind wahrscheinlich nicht häufig. Dagegen möchte ich der Verbreitung der Junglarven durch den Wind grössere Bedeutung zumessen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Verbreitung über grössere Strecken zur Hauptsache passiv mit den Wirtspflanzen oder mit Teilen von solchen, auf kleinere Strecken jedoch aktiv im Junglarvenstadium erfolgt.

4. Einfluß auf die befallene Pflanze.

Die befallene Pflanze wird von *Lepidosaphes ulmi* wie von Schildläusen überhaupt in doppeltem Sinne beeinflusst:

1. Durch Saftentzug
2. Durch die Giftwirkung des vom Tiere abgesonderten Speichels.

Ueber die Giftwirkung des Schildlausspeichels finden wir in der Literatur zahlreiche Angaben. Vos (48; 30 ff), die über den Einfluss von *Pseudococcus citri* auf die Wirtspflanzen eingehende Untersuchungen gemacht hat, kommt zur Auffassung, dass der Speichel der erwähnten Schildlaus für die befallenen Pflanzen ungiftig sei; andere Autoren (Maskell, 31; 277, u. a.) vertreten abweichende Ansichten. Auch nach meinen Beobachtungen an verschiedenen Schildlausarten scheint tatsächlich die Intensität der Giftigkeit zu variieren; so halte ich z. B. den Speichel von *Epidiaspis leperëi*, einer Art, die auf Birnbäumen bei starkem Auftreten krebsartige Veränderungen verursacht, als nachteilig. Die Kommaschildlaus scheint eine Mittelstellung einzunehmen. Der erste Eingriff des Tieres in die Lebensfunktion der Pflanze ist die Verletzung der Epidermis und der Zellwände des Parenchyms durch die Saugborsten. Der Stichkanal wird intrazellulär nach den Phloempartien der Pflanze vorgetrieben. Der abgeschiedene Speichel erhärtet im Zellinnern. Indem er die Borsten wie eine Scheide umgibt, dient er denselben als Führung (Abb. 63). Häufig werden die Borsten wieder ein Stück weit zurückgezogen und dann in einer andern Richtung vorgetrieben, so dass der Stichkanal, auf Schnitten untersucht, mehrfach verzweigt ist, wie das Vos (48; 31), Büsgen (4; 42) u. a. für verschiedene Blatt- und Schildlausarten beschrieben haben. Vom Tier werden nur die ab-

wandernden Nährstoffe aufgenommen. Durch diesen Saftentzug allein kann in den Parenchymzellen um die Einstichstelle herum keine Zersetzung der Zellinhalte stattfinden. Man beobachtet aber, dass speziell auf Blättern das Blattgrün um die Einstichstelle herum stark zerstört ist und an seiner Stelle braune Gerbstoffe vorhanden sind, deren Entstehung ich eher auf die nachteilige Wirkung des Speichels, als auf den Saftentzug zurückführen möchte. Die gebräunten Stellen sind rund, 4—7 mm gross und gehen gegen den Rand allmählich in das Grün der Umgebung über. Auf Jungtrieben von *Vitis* bräunen sich nach Stellwag (41; 387) die Einstichstellen von *Lepidosaphes ulmi* und schwellen an. Auf Früchten sinkt die Einstichstelle ein. Auf Zweigen und Stämmen entsteht erst deutlicher Schaden, wenn die Schildläuse so dicht sitzen, dass sie eine eigentliche Kruste bilden. Dann wird die sonst glatte Rinde der Jungtriebe rauh, und es bilden sich Risse von einigen mm Tiefe; die Zweige kränkeln und sterben mit der Zeit ab. Nach Kusnetzov (24) ist die Kommaschildlaus in Russland die häufigste Ursache des Vertrocknens der Zweige und ganzer Bäume. Der Schaden wächst selbstverständlich mit der Befallszahl. Bei uns ist häufig, speziell bei freistehenden Bäumen, nur schwacher bis sehr schwacher Befall zu konstatieren, so dass ein grösserer Schaden dann nicht in Frage kommt. Die Umstände, die ein Massenauftreten hervorrufen, sind folgende:

1. Starke Vitalität der betr. Schildlausrasse.
2. Geschützter Standort.
3. Geschwächte Vitalität der Wirtspflanze.
4. Versagen der natürlichen Feinde und Schildlausparasiten.

Die Punkte 2, 3 und 4 kommen vor allem für das Massenauftreten der Apfelbaumrasse in Frage und sind in der Literatur als Ursachen der Verseuchung von Obstgärten bekannt. Die Rassen auf Buchs und amerikanischem Flieder neigen anscheinend häufiger zum Massenbefall als die Apfelbaumrasse. Ich hatte verschiedene Male Gelegenheit, Buchspflanzen, die nach Angaben der Gärtner beim Auspflanzen kräftig und gesund waren, wenige Jahre nach der Verseuchung zu sehen: Sie waren gelb, ohne Wachstum, wiesen starken Blattfall auf und mussten beseitigt werden. Aehnlich vermehrt sich die amerikanische Fliederrasse nach den Beschreibungen von Griswold (16).

5. Feinde und Bekämpfung.

Von den Witterungsfaktoren mögen für die Vernichtung der Kommaschildlaus wohl ausschliesslich Kälte im Winter und Regen und Wind zur Zeit des Schlüpfens in Betracht fallen. Griswold (16; 42) gibt an, dass nach Webster die Eier bei —32° C zu Grunde gehen. In unserer Gegend scheint die Temperaturgrenze tiefer zu liegen. Nach dem Winter 1928/29 kontrollierte ich verschiedene Baumgärten, in welchen die Temperatur bis auf —37° C gesunken war und fand die Eier noch lebend. Im darauffolgenden Sommer entwickelten sich die Kommaschildläuse dieser Gärten normal.

Schon ein schwacher künstlicher Luftzug reisst viele wandernde Larven vom Aste weg. Deshalb nimmt die Kommaschildlaus an geschützten Orten (Spaliere) viel stärker überhand als an ungeschützten. Auch Wassertropfen, die auf Aeste fallen, reissen Jungtiere mit.

Von den tierischen Feinden der Kommaschildlaus hat Griswold (16; 43) aus der Literatur folgende Zusammenstellung gemacht:

Vögel:	Baumläufer	*Certhia familiaris*
	Sumpfmeise	*Parus palustris*
	Blaumeise	*Parus coerulus*
	Schwanzmeise	*Acredula caudata*
	Weidenmeise	*Parus atricapillus*
	Spechtmeise	*Sitta carolinensis*

Ich selbst beobachtete die Blaumeise *(Parus coerulus)* und die Spiegelmeise *(Parus major)*, wie sie Schilde von *Lepidosaphes ulmi* aufpickten. Durch Meisen geöffnete Schilde sind in Abb. 64 dargestellt.

Milben. Von den zahlreichen Milbenarten, die sich unter leeren Schilden der Kommaschildlaus finden, scheint nach Eving und Webster (50; 124), Vitzthum (47; 123) und nach eigenen Beobachtungen einzig *Hemisarcoptes coccisugus* als Parasit in Frage zu kommen. Alle andern benützen den Schild nur als schützendes Dach, und einzelne werden auch durch die leeren Eihäute angelockt. Die erwähnte Milbe greift, wie ich deutlich beobachten konnte, die Eier und die gesunden Tiere aller Stadien an und saugt sie aus. In meinen Treibhausversuchen hat sie mehrmals ganze Zuchten vernichtet.

Hymenopteren. Nach der Griswold'schen Zusammenstellung (16; 44) sind folgende Parasiten bekannt:

Anabrolepis zetterstedti (Westw.) Girault, 1915 c; 276
Anaphes gracilis How. Quaintance u. Sasscer, 1910; 6
Aphelinus abnormis How. Quaintance u. Sasscer, 1910; 6
Aphelinus diaspidis Quaintance u. Sasscer 1910; 6
Aphelinus fuscipennis How. Quaintance u. Sasscer, 1910; 6
Aphelinus mali Hald. Newman, 1924
Aphelinus mytilaspidis Le B. Howard, 1881; 354
Aphidencyrtus aspidioti Gir. Mc Daniel, 1918
Aphidencyrtus aspidioti Gir. var. *Brittannicus* Girault, 1915 a; 218
Apterotrix longiclava Gir. Girault, 1915 a; 218
Aspidiotiphagus citrinus (Craw.) Quaintance u. Sasscer 1910; 6
Chiloneurus diaspidinarum How. Quaintance u. Sasscer 1910; 6
Leucopis nigricornis Egg. Malenotti 1913; 115
Metallonoides brittannica Gir. Girault, 1915 b; 170
Physcus testaceus Masi. Mercet 1921; 301

Ich selbst fand *Aphelinus mytilaspidis* und *Chiloneurus diaspidinarum* vorherrschend.

Als Bekämpfungsmöglichkeiten kommen in Frage:

1. Bekämpfung durch erhöhte Temperatur.
2. Bekämpfung durch Atmungsgifte: Blausäuregas, Alkoholdämpfe usw.
3. Bekämpfung durch Kontaktgifte: Karbolineum, Nikotin, Petrol usw.
4. Bekämpfung durch Luftabschluss: Oelemulsionen.

Aus den Versuchen von Reh (35) geht hervor, dass die Diaspinen in allen Stadien, besonders aber im Eistadium, sehr widerstandsfähig sind. Diese Versuche, die für die Bekämpfung ungünstige Resultate gezeitigt haben, wurden an Schildlausarten mit weichen Schilden durchgeführt. Die Kommaschildlaus dagegen besitzt einen sehr harten und für Flüssigkeiten undurchlässigen Schild. Als rationellstes Mittel kommt nach

Reh die Bekämpfung durch Luftabschluss mit Oelemulsionen in Frage. Zu den oben angeführten Punkten möchte ich folgendes bemerken:

Zu 1: Nach den Ergebnissen von Reh (35), die ich bestätigen konnte, stellt die Temperatur von 60° C die obere Abtötungsgrenze für alle Eier und Junglarven der Diaspinen, auch für die Kommaschildlaus, dar. Schon eine Temperatur von 55° C tötete viele Tiere bei einer Einwirkung von mehr als 15 Minuten. Durch Eintauchen von Apfelzweigen im Winter während 3 und 5 Minuten in Wasser von 60° C erreichte ich, dass alle *Lepidosaphes ulmi*-Eier zu Grunde gingen, der Zweig jedoch später wieder austrieb.

Zu 2: Für die Bekämpfung mit Atemgiften kommt nur die Zeit des Wachstums im Juni und Juli in Frage. Räucherungen sind sehr umständlich, da sie im Freiland nur unter Zelten vorgenommen werden können. Am empfindlichsten sind die Tiere nach Reh (35) gegen Alkoholdämpfe. Diese sind allerdings feuergefährlich und müssen, um genügend wirksam zu sein, sehr konzentriert sein. Gegen Blausäuredämpfe sind die Tiere widerstandsfähiger.

Zu 3: Kontaktgifte kommen für die Bekämpfung nur während der Wanderung der Junglarven in Frage. Die zuerst geschlüpften Tiere haben den Schild I bereits gebildet, wenn die letzten Tiere schlüpfen. Unter diesem Schild I sind die Larven bereits gut geschützt; sämtliche Spritzmittel in den gebräuchlichen Konzentrationen benetzen denselben nur ungenügend. Die Bespritzung muss also während der Schlüpfzeit wiederholt durchgeführt werden. Für die Sommerbekämpfung mit Kontaktgiften kommen Nikotin-, Quassia- oder Pyrethrumpräparate in Frage. Karbolineum-, Petrol-, Lysolpräparate u. a. wirken nur günstig, wenn sie zu den Eiern gelangen. Die unverletzten Schilde sind jedoch für die erwähnten Mittel undurchlässig. Versuche, die ich mit Obstbaumkarbolineum in 10%iger Emulsion durchführte, bestätigten das oben Gesagte. So fand ich z. B. noch alle Eier von *Lepidosaphes ulmi*, sowie zahlreiche Larven und Puppen von *Aphelinus mytilaspidis* zwei Wochen nach erfolgter Winterbespritzung mit Obstbaumkarbolineum unversehrt. Die Schwefelkalkbrühe wirkt, wenn im Winter verspritzt, nicht direkt, sondern erst durch Schädigung der Junglarven, welche später auf den Rückständen der Spritzflüssigkeit umherwandern.

Zu 4: Die Bekämpfung durch Luftabschluss mit Oelemulsionen kommt ebenfalls nur in den Monaten Juni und Juli in Frage und kann nicht mit andern Bespritzungen kombiniert werden. Um die günstigsten Zeitpunkte, sowie die erforderlichen Konzentrationen zu ermitteln, führte ich im Sommer 1932 mit der Paraffinöl-Emulsion „Para-Maag" folgende Versuche durch:

1. Spritzversuch vom 30. Mai, vier Tage nach dem Erscheinen der ersten Junglarven mit je einer 2- und 3%igen Emulsion. In diesem Zeitpunkte waren etwa 50 % der Junglarven geschlüpft; einzelne hatten sich bereits festgesetzt, andere fand ich noch unter den Schilden und wieder andere wanderten auf der Nährpflanze umher.

2. Spritzversuch vom 10. Juni, 14 Tage nach dem Erscheinen der ersten Junglarven mit den gleichen Konzentrationen wie am 30.Mai. In diesem Zeitpunkte waren alle Tiere festgesetzt; ca. 80 % hatten den Schild I fertig gebildet und mit der Chitineinlagerung in die Rückenhaut begonnen.

3. Spritzversuch vom 24. Juni, kurz nach der ersten Häutung mit 3%iger Emulsion.

4. Spritzversuch vom 18. Juli, kurz nach der zweiten Häutung mit 4%iger Emulsion des erwähnten Mittels.

Die Bespritzungen wurden so gründlich durchgeführt, dass keine trockene Stelle mehr zu finden war. Die Buchspflanzen wurden sowohl bei Sonnenschein als auch nach Sonnenuntergang bespritzt, ohne Schaden zu leiden. Interessant war die Beobachtung, dass Junglarven, die nach der Behandlung vom 30. Mai schlüpften, auf den Spritzrückständen zugrunde gingen.

Resultate der Versuche.

Datum der Bespr.	Konzentration	tote Tiere in %
30. Dez.	4%	0
30. Mai	2%	100
30. Mai	3%	100
10. Juni	3%	82,9
24. Juni	3%	100
18. Juli	4%	95

Die besten Zeitpunkte für die Bekämpfung sind demnach:

1. Kurz nach dem Schlüpfen der ersten Junglarven, jedoch vor der Vollendung von Schild I (1932: 30. Mai — 3. Juni).
2. Kurz nach der ersten Häutung (1932: 18. — 24. Juni).

Da die auf irgend eine Art geschwächten und zurückgebliebenen Obstbäume für die Kommaschildlaus am empfänglichsten sind, haben Kulturmassnahmen für die Bekämpfung dieses Schädlings meist den besten Erfolg. Als solche können alle Massnahmen in Frage kommen, die die Wüchsigkeit des Baumes steigern wie: Pfropfen auf geeignete Unterlage, Stickstoffdüngung, rationeller Schnitt.

V. Zusammenfassung.

1. Der Schild des Weibchens der Kommaschildlaus besteht aus drei Einzelschilden, deren Bildung zeitlich aufeinanderfolgt. Die Schilde des I. und II. Häutungsstadiums werden durch die beiden, durch Chitineinlagerungen verdickten Exuvien verstärkt. Schild I ist äusserst dünn und wird meist vor Beendigung des Schildes III von der Witterung abgetragen. Die Schilde II und III sind von harter, zäher Beschaffenheit und bleiben bis drei Jahre an der Unterlage haften.

2. Die Männchen der Kommaschildlaus werden im vierten Häutungsstadium geschlechtsreif, während die Weibchen schon im dritten Häutungsstadium fortpflanzungsfähig sind.

3. Die anatomischen Verhältnisse lehnen sich eng an diejenigen, der von Berlese bei anderen Diaspinen beschriebenen, an. Die Rückbildung von Organen, als Folge der festsitzenden Lebensweise, ist bei vorliegender Spezies noch ausgeprägter als bei andern Diaspinen.

4. Die Kommaschildlaus besitzt im schweizerischen Mittellande jährlich nur eine Generation. Die Ruheperiode dauert 9 Monate, kann jedoch durch erhöhte Temperaturen künstlich auf 3 Monate reduziert werden. Es ist also möglich, unter geeigneten Aussenbedingungen (erhöhte Temperatur,

geeignete Saftverhältnisse der Wirtspflanze) eine zweite Generation zu erhalten. Die Ueberwinterung erfolgt im Ei als Embryo, dessen Entwicklung kurz vor der Bildung des Amnions stehen geblieben ist.

5. Der Schaden der Kommaschildlaus ist bei mässigem Befall gering; er wächst naturgemäss mit steigender Befallszahl. Massenvermehrungen treten bei der amerikanischen Fliederrasse und bei der europäischen Buchsrasse unabhängig vom Standort auf, während die beiden Obstbaumrassen vorwiegend an geschützten Standorten und auf schwachwüchsigen, in der Vitalität geschwächten Obstbäumen in grösserem Umfange auftreten.

6. Die Bekämpfung der Kommaschildlaus erfolgt am rationellsten:

   a) durch Kulturmassnahmen, die das Wachstum der Pflanze fördern,

   b) durch Bespritzung der befallenen Pflanze mit Oelemulsionen zur Zeit des Wachstums der Tiere, also in den Monaten Juni und Juli.

7. Nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse können wir fünf Rassen der Kommaschildlaus unterscheiden:

   a) Die amerikanische Obstbaumrasse (apple form nach Griswold); parthenogenetisch.

   b) Die amerikanische Fliederrasse (lilac form nach Griswold); parthenogenetisch.

   c) Die europäische Obstbaumrasse (nach eigenen Untersuchungen); parthenogenetisch.

   d) Die europäische Buchsrasse (nach eigenen Untersuchungen); bisexuell.

   e) Die südliche (mediterrane) Rasse (nach Berlese und Howard); bisexuell.

Spätere Untersuchungen müssen zeigen, ob sich diese fünf Rassen in weitere Rassen oder Stämme aufteilen.

VI. Literaturverzeichnis.

1. 1907 Bachmetjew, P. Experimentelle Entomologische Studien. (Sophia). Bd. II, S. 748.

2. 1894 Berlese, Antonio. Le cocciniglie italiane viventi sugli agrumi. Rivista di Path. vegetale (Firenze) T. III — V.

3. 1930 Buchner, P. Tier und Pflanze in Symbiose, S. 405. (Bornträger, Berlin).

4. 1891 Büsgen, M. Der Honigtau. Jen. Zeitschrift für Naturwissenschaft, Bd. XXV.

5. 1914 Caesar, L. The San José and Oyster-shell scale. Ontario Dept. Agr. Toronto. Bull. 219, Jan. 1914.

6. 1899 Comstock, I. H. Insect life, an introduction to nature study. New York.

7. 1916 Comstock, I. H. Reports on Scale Insects. Cornell University Ithaca, N.-Y.

8. 1916 Dietz, Harry F. and Morrison, Harold. The Coccidae of Indiana. Eighth annual report of the State Entomologist of Indiana.

9. 1914 Dingler, Biolog. Notizen über verschiedene Cocciden. Zeitschr. f. angew. Ent. Bd. 10.

10. 1923 Dingler, Lecanium hesperidum. Zeitschrift f. angew. Ent. Bd. IX.

11. 1915 Emeis, W. Eientwicklung bei den Cocciden. Zool. Jahrb. Abt. Anat. Bd. 39.

12. 1903 Fernald, Maria, E. The Genus Lepidosaphes Shimer. A Catalogue of the Coccidae of the World. Hatch. Exp. Stat. Mass. Bull. 88.

13. 1900 Frank und Krüger, Schildlausbuch (Parey, Berlin).

14. 1920 Glenn, P. A. Forms of the Oyster-shell Scale in Illinois. Journ. of Ec. Ent. Bd. 13.

15. 1925 Green E. G. Notes of the Coccidae of Guernsey (Channel Island). Hun. Ent. Mag. Nat. Hist. XVI, Nr. 95. London.

16. 1925 Griswold, Grace, H. A Study of the Oyster-shell scale, Lepidosaphes ulmi L. and one of his Parasits Aphelinus mytilaspidis Le B. Cornell University, Ithaca, N.-Y.

17. 1899 Handlirsch, Anton. Wieviele Stigmen haben die Rhynchoten? Verh. d. zool.-bot. Ges. in Wien Bd. XLIX.

18. 1925 Handlirsch, A. Systematik der Insekten. Handbuch der Entomologie Bd. III. (Jena).

19. 1916 Herberg, M. Die Schildlaus Eriopelthis lichtensteini Sign. Arch. f. Nat. Gesch. Bd. 82 Abt. A. Heft 10.

20. 1921 Herberg, M. Coccidenstudien I — III. Archiv f. Naturgesch. Bd. 87, Abt. A. Heft 10.

21. 1922 Herberg, M. Coccidenstudien IV. Deutsch. Ent. Zeitschr. Jahrg. 1922.

22. 1902 Howard, Leland, O. The Insect Book, New York.

23. 1916 Imms, A. D. Observ. on the Insect Parasites of some Coccidae, spez. Lepidosaphes ulmi L. Quart. Journ. micr. Sc. London XI, Nr.3.

24. 1914 Kusnetzov, A. Das Vertrocknen der Obstbäume. Southern husbandry, Alerandrovsk, Nr. 14.

25. 1909 Krecker, Frederik, H. The Eyes of Dactylopius. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 93.

26. 1920 Leonardi und Silvestri. Monografia delle Coccinigliе Italiane. (Portici).

27. 1853 Leydig, Franz. Zur Anatomie von Coccus hesperidum. Zeitschrift f. wiss. Zoologie Bd. 5, 1854.

28. 1912 Lindinger, L. Die Schildläuse (Coccidae). (Ulmer Stuttgart).

29. 1908 Marchal, P. Notes sur les Cochenilles de l'Europe. Ann. d. l. Soc. Ent. de la France Bd. 77.

30. 1877 Mark, E. L. Beiträge zur Anatomie und Histologie der Pflanzenläuse, spez. der Coccidae. Arch. f. mikroskopische Anatomie Bd. 13.

31. 1890 Maskell W. M. How do Coccids produce Cavities in Plants? Ent. monthly Mag. Vol. 26.

32. 1928 Mortimer, Demarest, Leonard. A List of the Insects of New York. Memoir 101 of the University of Ithaca.

33. 1901 Newstead, R. Monography of the Cocc. of the British Isles. Vol. I. (Ray Soc.).

34. 1911 Quayle. Locomotion of Scale Insects. Journ. Ec. Ent. Bd. 4.

35. 1900 Reh, L. Widerstandsfähigkeit der Diaspinen. Biolog. Zentr. Bl. Bd. 20.

35a. 1901 Reh, L. Ueber die postembryonale Entwicklung der Diaspinen. Allgem. Zeitschrift. f. Ent. Bd. 6.

36. 1904 Reh, L. Zur Naturgeschichte mittel- und nordeuropäisch. Schildläuse. Allg. Zeitschr. f. Ent. Bd. 9.

37. 1906 Sanders. Catalogue of the recently described Coccidae. U. S. Dept. Agr. Ent. Techn. Ser. Nr. 12, Part. I.

38. 1885 Schmidt, O. Metamorphose und Anatomie des männlichen Aspidiotus nerii. Arch. f. Nat.-Gesch. Jahrg. 51, Bd. 1 u. 2.

39. 1925 Schröder, Ch. Handbuch der Entomologie (Fischer, Jena).

40. 1869 Signoret, V. Essai sur les Cochenilles ou Gallinsects Ann. d. l. Soc. ent. de France Bd. 10 u. Bd. 6—8.

41. 1928 Stellwaag, F. Die Weinbauinsekten d. Kulturländer (Parey, Berlin).

42. 1915 Strassen, O. von. Brehms Tierleben Bd. II. Neubearbeitung v. Heymons. (Leipzig und Wien).

43. 1932 Sorauer, P. Handb. der Pflanzenkrankheiten Bd. V. Tierische Schädlinge. IV. Auflage. (Berlin).

44. 1931 Suter, P. Untersuchungen über Entwicklungsgang und Bekämpfung unserer Obstbaumschildläuse. Schweiz. Zeitschr. f. Obst- u. Weinbau, Nr. 5 u. 6.

45. 1873 Targioni-Tozzetti. Studii sulle Cocciniglie. Memorie della Soc. Italiana di Sc. Nat. Bd. III.

46. 1931 Thiem, H. Eine rote Kommaschildlaus der deutsch. Coccidenfauna (Lepidosaphes rubri). Die Gartenbauwissenschaft Bd. 5.

47. 1919 Vitzthum, Hermann. Gäste unserer Schildläuse. Mikrokosmos H. 9 u. 10.

48. 1930 Vos, H. Einfluss von Pseudococcus citri auf die Pflanze. (Diss. Utrecht).

49. 1930 Weber, H. Biologie der Hemipteren ,(Springer, Berlin).

50. 1912 Webster, R. L. u. Eving, H. E. Mites associated with the Oyster-shell Scale. Psyche Bd. XIX, Nr. 4.

51. 1886 Witlaczil, E. Zur Morphologie und Anatomie der Cocciden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 43.

52. 1919 Wünn, H. Ueber die Cocciden des Urwaldes von Bialowies. Abh. d. Senckenberg. Natf. Ges. Bd. XXXVII, Heft 1.