

Prof. Dr. K. Šulc, Brno:

## O ČIŠTĚNÍ TYKADEL U RODU *CARABUS* L. ÜBER DAS REINIGEN DER FÜHLER BEIM GN. *CARABUS*.

(Mit einer deutschen Zusammenfassung).

### O b s a h :

- I. Jak si čistí *Carabus coriaceus* L. tykadla.
- II. Morfologie čistících ústrojů.
- III. Srovnání čistících úkonů s čistícím ústrojím.
- IV. Morfologie čistítek tykadel u *C. ullrichii* Germ.  
a *C. intricatus* L.
- V. Literatura.
- VI. Zusammenfassung.

### Ú v o d.

O ústrojích, která čistí tykadla *Carabů* jsem našel v literatuře pouze dvě zmínky: DAHL (1884) praví: má-li *C.* čistiti tykadlo, protáhne je mezi dvěma ostruhami, kter stojí na konci tibie předních nohou šterbinou, již najdeme na spodní straně tibie. — BERLESE (1909) sděluje: přední noha *C.* má na spodní straně žlábkovitou rýhu, na jejímž distálním okraji jsou 2 příčné řady jehlovitých chlupů, uspořádané v pravý a levý hřebínek, jež se setkávají na dně žlábků v tupém úhlu a tvoří tak nástroj, jímž se čistí tykadlo, klouzající žlábkem.

Při svých studiích začal jsem především s pokusy na živém *C. coriaceus*, k němuž se také vztahuje popis čistícího úkonu;\*) pokusného brouka jsem dal s několika kousky dřívku a kaménků do skleněné misky, ve které se koupají rozměrnější fotografické desky, a když se uklidnil, posypal jsem mu jemně tykadlo rozmělněným doutníkovým popelem a vyčkal, jak si bude počínat; po chvíli dal se do čištění tykadla, jak popisují níže; pokus lze opakovat, brouk reaguje opětně.

### I. Jak si čistí *Carabus* tykadla.

Poprášíme-li jedno z tykadel jemným tabákovým popelem, vzbudíme po chvíli, až se brouk uklidní, čistící úkon, který má tyto fáze:

1. stadium klidu, jako postavení výchozí; tu stojí brouk na všech rozpřažených nohou a tykadla trčí naven, nahoru a dopředu (viz l. stranu obr. 1, tab. I.),

2. pak skloní brouk poprášené tykadlo,

3. zvedne přední, s poprášeným tykadlem stejnostrannou nohu, kterou nasadí spodním okrajem přední plochy tibie na 4. článek tykadla, který je jako další 3 předcházející lysý, a přejíždí všechny následující jemně a úplně chlupaté tykadlové články; pohybovou činnost lze přičísti i noze i tykadlu, noha tykadlo přejíždí a tykadlo se zadním okrajem konce tibie protahuje (tab. I, 1, pravá strana); dodávám: 1. čl. tykadla je lysý až na kloubní hlavici, která má

\*) Pokusy jsem konal jako vedoucí lékař rak. polní ozdravovny v Osoppo, Itálie, r. 1918; přednášku o tomto tematě jsem měl r. 1938 na sjezdu českých entomologů v Brně, obrázky jsem nakreslil a práci napsal částečně dle italských náčrtů a poznámku již jako výslužník r. 1941.

zadní polovinu jemně ostnitou, 2. čl. je shora úplně lysý, 3. a 4. čl. jsou až na distální chlupové věnečky lysé (tab. I, 1); po očištění tykadla

4. brouk natáhne 2. s očištěným tykadlem stejnostrannou, napřaženou nohu pokud možno dopředu a opře ji o podložku,

5. napřáhne 1. nohu naven a dozadu nad tibií 2. nohy, ohne ji v koleně a přejíždí spodní stranou své tibie po horní ploše tibie 2. nohy (tab. I, 2),

6. postaví 1. nohu do výchozího klidného postavení na podložku,

7. postaví 2. nohu skoro do výchozího klidného postavení, ale posune ji poněkud dozadu a opře o podložku,

8. v koleně ohnutou 3. stejnostrannou nohu sune dopředu a nad 2. nohu tak, aby přední okraj její distální plochy se dostal nad horní plochu tibie 2. nohy, a několikrát ji přejíždí v této poloze (tab. I, 3),

9. první i druhý pár nohou je uveden do výchozího postavení, obě zadní nohy se současně zvednou a natáhnou dozadu tak, až se jejich tarsy kříží a přední okraje zadních ploch tibií dotýkají (tab. I, 4),

10. otírajíci pohyby přejíždějí po sobě přední okraje distálních ploch 3. tibií a jejich tarsů.

Tím se končí úkon čištění tykadla a brouk uvede všechny nohy do výchozího postavení.

## II. Morfologie čistících ústrojí.

Vylíčené čistící úkony dávají nám na ruku, kde máme hledati čistící ústrojí.

1. na tykadlu je vzhledem k očišťování 5.—11. čl., které jsou jemně a hustě chlupaté, je třeba, aby byly i se sensilemi vždy čisté; první 4 články tykadla jsou skoro holé, hladké a lesklé, na nich nečistota nelpí, nebo z nich lehce opadáva.

2. ústrojí, které čistí tykadla je na tibiích předních nohou, jak se o tom krátce zmiňují v úvodě citovaní DAHL a BERLESE, ale jejich popis je neúplný a obrázek BERLESEHO nesprávný v celku i v podrobnostech, pročež obojí doplnujeme jak následuje.

K čištění tykadel upravily se na 1. tibiích jednak ostny zadního okraje distální plochy tibie, jednak její zadní plocha, která má tvar trojúhelníkovité žlábkovité rýhy (tab. II, 1, 5, 7, 8).

a) Ostny zadního okraje distální plochy tibie se rozrůzněním změnily v úzké (0.01 mm), dlouhé, prohnuté na konci zašpičatělé chitinové pružiny, takže se přibližně podobají perům, přídržujícím preparát na mikroskopovém stolku; pružiny sedí většinou bez mezer těsně u sebe v plynulé jednočetné řadě na křivce vlnovce; ta má jeden hlubší a širší dopředu obrácený důl, — odpovídající distálnímu vyhloubení okraje tibiální žlábkovité rýhy — a po každé straně jeden kratší vyšší vrch, odpovídající koncům návalků jež se zdvihají jako okraje rýhy. Pružiny tvoří takto plynulý, zprohýbaný hřeben o velmi hustých zubech; u zevního konce hřebenu na návalku tibiální rýhy jsou pružiny nejdelší (0.40 mm) pak se směrem ke středu tibiální rýhy postupně krátí a ůží (0.05—0.01 mm), aby pak opět postupně ke konci vnitřního návalku tibiální rýhy se prodloužily a něco rozšířily (na 0.20—0.02 mm); také tu nestojí již těsně u sebe, ale na jednu svou šíří od sebe.

b) tibiální žlábkovitá rýha (II, 1, f) má tvar dopředu zejícího V, vpředu je 0.30 mm široká ohraničená popsáním čistícím hřebínkem, zaujímá asi distální polovinu délky spodní strany tibie; po stranách je ohraničena návalky, jež se

proximálně sbíhají; na zevním rýhovém návalku jsou 3 ostré trnité chlupy posazené v jamkách ve stejných vzdálenostech od sebe, začátku a konce návalku; na vnitřním návalku pod příslušným úsekem čistícího hřebínku je skupinka ostnů z nichž 3 ostré proximální jsou nejkratší a 3 distální delší se zaobleným koncem další distální ostn přechází již v přiřazenou řadu ostnů předního okraje plochy tibie, která jde až k vnějšímu začátku čistícího hřebínku. Pod kýlem vnitřního návalku, už v rýze, je dlouhý, úzký, s kýlem návalku souběžný kartáček chloupků, začínající pod, resp. nad distálními ostny návalku, příčnými řádky o třech chlupech a končící u proximálního konce rýhy už jen jednočetnou řadou chloupků; nejdístantnější chlupy kartáčku jsou delší a silnější (0.05—0.01 mm), pak se proximálním směrem postupně krátí, až mají v jednočetné řadě jen 0.01—0.001 mm.

Plocha rýhy mezi rameny V jest zcela hladká s jemnou mosaikovou strukturou.

c) Na distální ploše tibie sedí nad konci rýhových návalků po 1 silné prohnuté ostruže (II, 1, c); zevní ostruha jest umístěna o málo více vzadu než ostruha vnitřní, která jest zpravidla delší. — Před ostruhami je acetabulum kloubu 1. tarsálního článku (II, 1, a) mezi acetabulem, úponišťem ostruh a hřebenem je dosti hluboká a prostranná předhřebenová jamka, na mimohřebínkovém okraji distální plochy jsou krátké, tupé ostny četnější zevně, méně četné vnitřně, které již nepatří k čistícímu ústrojí tykadla, ale slouží k odstranění hrubších nečistot nalézajících se v jich dosahu.

3. Na kýlu tibie střední nohy je na distální polovině úzký, hustý kartáček červenožlutých chloupků, které končí něco před koncem tibie; na svém počátku a konci je kartáček užší a řidší, asi uprostřed nejširší a nejhustší; těsně podél zevní strany kartáčku táhne se řada silnějších ostrých, tenké ostře vytažených, skoro ostnitých hnědých chlupů, ostatní povrch tibie a okraj její distální plochy má obvykle krátké tupě zaoblené ostny, které nejsou přizpůsobené k čistění tykadla (tab. I, 1, tab. II, 2, 3).

4. Na předním okraji distální plochy tibií zadních nohou je asi v rozmezí únoů ostruh hřebínek, složený obvykle z 8 krátkých, širokých (0.15—0.06 mm), na konci tupě zaoblených ostnů; stojí těsně svými basem u sebe a z jejich tvaru a sestavy je zcela zřejmé, že slouží jako čistítka (tab. II, 4).

### III. Srovnání čistících úkonů s čistícím ústrojím.

Srovnáme-li nyní postup čistícího úkonu prostým okem, jak je podáno v I. části s podrobným zařízením příslušného čistícího ústrojí na nohou, pozorovaného pod mikroskopem (sub. II.), možno vylíčiti vztah mezi nimi takto:

prach a nečistotu vůbec stírá s tykadla přední noha tak, že tykadlo uchopí mezi ostruhy distální plochy tibie a pročešává chloupky jeho 5.—11. článku

---

Tab. I. — *Carabus coriaceus* L. — 1. vlevo tykadlo a nohy v klidném, výchozím postavení, vpravo zdvižená 1. pravá noha nasazená na skloněné tykadlo, jež pak několikrát přejíždí a tak čistí; na tibiích 2. páru nohou je chlupový kartáček; — 2. čistítka 1. nohy se očisťuje na kartáčku tibie 2. nohy; — 3. kartáček 2. nohy čistí hřebínek tibie 3. nohy; — 4. očišťování hřebínku 3. tibie; — prvních 5 čl. tykadla shora: 1. čl. s krátkými osténky na kloubní hlavici, 2. článek je shora zcela lysý, čl. 3. a 4. jsou lysé až na terminální chlupové věnečky, čl. 5.—11. jsou jemně, hustě chlupaté.

a kartáčuje je kartáčkem tibiální rýhy několikrát za sebou směrem proximálně distálním; při tom noha mírně rotuje, čímž čistící aparát obsáhne všechny chloupky tykadlových článků.

Po skončeném čištění tykadla následuje očištění čistícího zařízení 1. tibie t. j. jejího hřebínku a kartáčku o chloupkový kartáček na tibií stejnostranně 2. nohy a to opět několika otíravými pohyby ve směru proximálně distálním.

Kartáček tibie 2. nohy očistí pak hřebínek distální plochy stejnostranně 3. nohy.

A konečně tento hřebínek 3. nohy čistí se vzájemným otíráním hřebínků a tarsů současně zdvižených zadních nohou.

Čištění tykadel je dle našeho podání dosti složitý výkon, sestávající z mnohých reflexních oblouků.\*)

#### IV. Morfologie čistítek tykadel u *C. ullrichii* Germ. a *C. intricatus* L.

Poněvadž srovnání tvarů stejných ústrojí u různých druhů téhož rodu vede k lepšímu jejich poznání a ocenění vůbec, přibral jsem do své studie ještě popis vzpomenutých zařízení u svrchu jmenovaných druhů.

U *Carabus ullrichi* GERM. má tibiální čistítka 1. nohy i hřebínek i rýhový kartáček jako *C. coriaceus*, rozdíl je jen v tom, že 3—4 nejvnitřnější »zuby« hřebínku jsou silnější a na konci tupě zaoblené a pak, že »štetinky« rýhového kartáčku jsou kratší a tužší, skoro trnité (tab. II, 5). Na zadní noze má hřebínek jen 6 zoubků o rozměrech 0.14—0.03 mm, je jich tedy méně a jsou kratší a užší než u *C. coriaceus*, ale jako u tohoto stojí svými basem těsně u sebe a jsou na konci zúžené a tupě zaoblené.

U *C. intricatus* L. je tibiální hřebínek 1. nohy podobný jako u *C. coriaceus*, ale rýhový kartáček chybí vůbec; místo něho jest tu řada jen několika silnějších skoro trnitých ostnů na kýlu vnitřního valu rýhy (tab. II, 6). — Hřeben zadní nohy má zde 9 zubů o rozměrech 0.20—0.03 mm, jež se liší od vzpomenutých ostnů u *C. coriaceus* a *ullrichi* tím, že jsou na konci ostře špičaté (tab. II, 9).

Studium ústrojů, sloužících k čištění tykadel alespoň u všech podrodů gn. *Carabus* mohlo by přenést cenné doplňky dnešních jejich diagnos a přispěti k lepšímu objasnění fylogenetické příbuznosti těchto pro zoogeografii tak důležitých brouků.

\*) Podobný reflexní komplex asi zprvu jen čistící, je znám u naší medonosné včely, kde se z něho vyvinulo shromažďování pylu v chlupovém košíčku na tibiích zadních nohou.

## ÜBER DAS REINIGEN DER FÜHLER BEIM GN. CARABUS L.

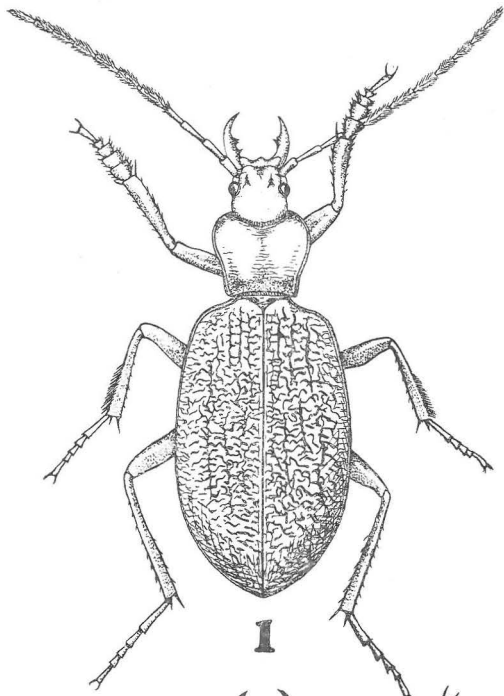
### Zusammenfassung.

Als Ausgangsstellung des, die Fühler zum Reinigen sich schickenden Käfers ist das Ruhestadium, wo die Fühler nach oben und aussen gerichtet sind und dabei der Käfer auf allen sechs gespreizten Füßen steht (Tab. I, 1, linke Seite). — Wenn man nun, den Reinigungsreflex anregen will, so geschieht das leicht durch Bestreuung des Fühlers mit fein zerriebener Zigarrenasche, die man leicht mit einem Pinsel auf denselben aufschütten. Darauf reagiert der Käfer mit Neigung des verunreinigten Fühlers, und Hebung des gleichseitigen Vorderfusses; er legt ihn dann mit dem unteren Ende der Tibia auf das 4. Glied des Fühlers und überfährt die übrigen dichtbehaarten Fühlerglieder einigemal in der proximo-distalen Richtung (I, 2). — Nach vollendetem Reinigen rückt der Käfer mit dem gestreckten Fusse womöglich nach vorn, hebt den, im Kniegelenke gebogenen 1. Fuss über die Tibia des 2. Fusses auf und legt ihre untere Fläche auf den Rücken derselben, um einigemal in der proximo-distalen Richtung niederwärts zu rutschen. — Der 1. und 2. Fuss werden in die Ausgangsstellung gebracht, der 2. jedoch etwas nach hinten geschoben und an die Unterlage angestemmt. — Der im Kniegelenk gebogene 3. Fuss wird gehoben, die untere Fläche seiner Tibia über den Rücken der Tibia des 2. Fusses gebracht und dann streicht der Käfer dieselbe einigemal gleichfalls in proximo-distaler Richtung niederwärts ab (I, 3). — Schliesslich stehen die 4 ersten Füße in Ruhestellung, aber die beiden hinteren werden mit genäherten Tibialenden und Tarsen gehoben, die dann aneinander abgerieben werden (I, 4). — Hiemit ist der Reinigungsakt zu Ende und der Käfer steht wieder auf allen sechs Füßen in Ruhestellung.

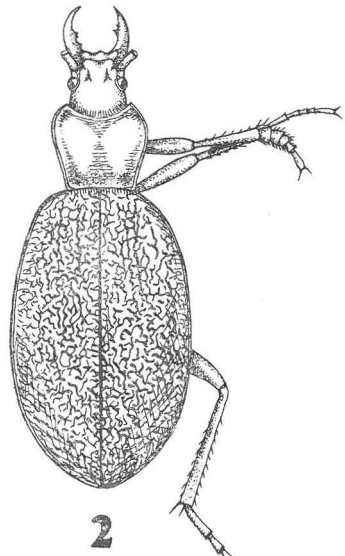
In betreff der Morphologie der Putzvorrichtungen ist zu bemerken, dass die ersten 2 Fühlerglieder ganz nackt sind, das 3. u. 4. nur einen distalen Haarkranz hat, die nachfolgenden aber dicht behaart sind (I, 5). — Auf den Tibien der Vorderbeine gehören zu den Putzvorrichtungen (II, 1) ein halb-kreisförmiger Kamm (*pc*), dessen zahlreiche Zähne schmale, lange, elastische am Ende kurz zugespitzte und etwas gebogene Chitinspangen bilden, die sich aus den Haaren entwickelt haben und einreihig dicht aneinander am distalen hinteren Rande der Tibia stehen und gleichzeitig die untere Grenze einer trogförmigen Rinne, deren Umriss ein nach unten offenes V darstellt, bilden (*f*). Ihr Boden ist glatt mit schwachem, netzartigem Relief; die Ränder sind nicht bei allen Arten gleich beschaffen, so z. B. beim *C. intricatus* (II, 7) finden wir an den beiden Rändern nur kurze dornartige Haare, beim *C. coriaceus* (II, 1) und *C. ullrichi* (II, 5) ist nur die äussere Kante mit dornartigen Haaren besetzt, die innere dagegen abgerundet, kahl, und trägt an seiner inneren Seite eine schmale lange Bürste, die bis zum oberen Ende der Tibialrinne hinzieht; beim *C. coriaceus* besteht sie aus kleinen Haaren die anfangs zu 3 in Querreihen, zu Ende einreihig geordnet sind, beim *C. ullrichi* dagegen, aus

---

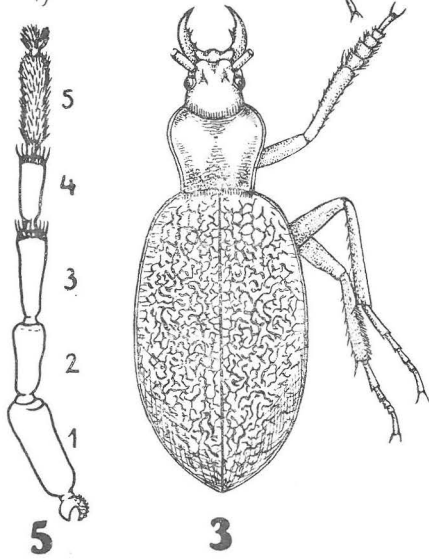
Tab. II. — 1. *Carabus coriaceus* L., extremum tibiae primae infra, — *a* acetabulum tarsale, — *c* calcar, — *f* forsa tibialis, — *pc* pecten (čisticí hřebínek) — *pn* peniculus (tibiální kartáček 1. tibie); — 2. peniculus tibiae secundae a fronte; — 3. idem a latere; — 4. pecten tibiae tertiae; — *C. ullrichi* pars interna pectinis et peniculus fossae tibiae primae infra; — 6. pecten tibiae tertiae; — 7. *C. intricatus* tibia prima infra; — 8. planum distale primae; — 9. pecten tibiae tertiae.



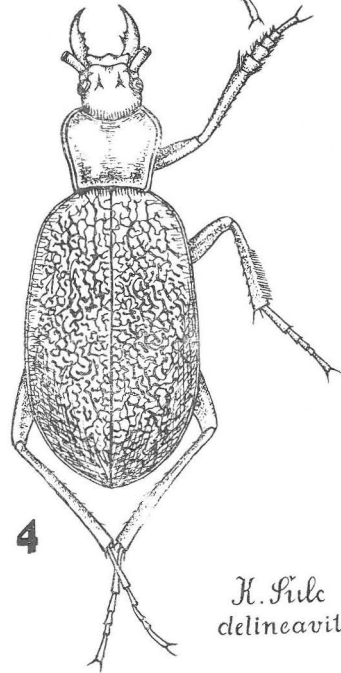
1



2



3

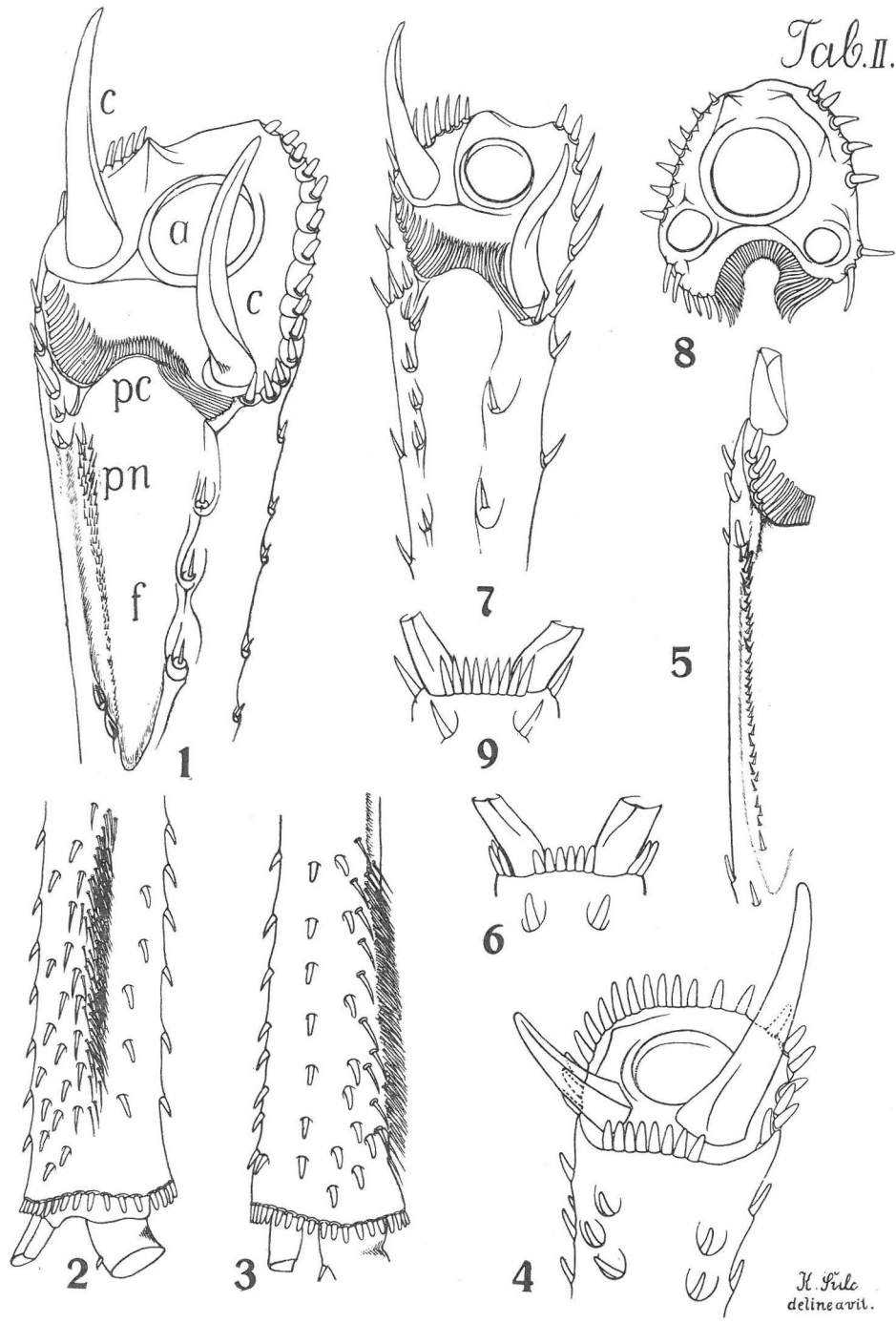


4

CARABUS CORIACEUS L.

H. Fülle  
delineavit.

Tab. II.



K. Fülle  
delineavit.

kleinen Dörnchen. Vor dem Kamm stehen auf der unteren Tibia-Fläche zwei mächtige Spornen (II, c). Beim Einleiten der Abputzung der Fühler greift der Vorderfuss mit den Spornen nach dem Fühler, fängt ihn auf und bringt ihn in den Kamm, worauf dann der Fuss am Fühler in der proximo-distaler Richtung abrutscht, was sich wohl auch wiederholen kann; dadurch werden die Fühlerhaare durchgekämmt und der Schmutz verbleibt auf den Zähnen des Kammes; die schmale lange Bürste dient zum Nachkämmen, was auch die Rotierung des Fusses unterstützt.

Auf dem Rücken der 2. Tibia ist eine schmale, recht dichte, rötlich gefärbte Haarbürste an der der Kamm des Putzapparates der 1. Tibia abgebürstet wird (II, 2, 3).

Nun kommt an die Reihe die verunreinigte Bürste, die wieder der hintere gleichseitige Fuss mit seinem, nur aus einigen Dornen bestehenden Kamm, der an der vorderen Seite der distalen Tibia-Fläche liegt, gereinigt (II, 4, 6, 9).

Schliesslich muss auch dieser Kamm rein sein und dafür wird die Sorge getragen, in dem der Käfer auf allen 4 vorderen Füsse steht, die beiden hinteren nach oben hebt, dann aneinander nähert, bis sich ihre Schienenenden berühren und die Tarsen kreuzen, hernach reiben sich dieselben gegenseitig ab.

Als dieser Akt zu Ende gebracht worden ist, ist auch der Putzreflex der Fühler vollendet und der Käfer nimmt die Ruhestellung wieder ein.

#### L i t e r a t u r a.

Berlese A.: Gli insetti, vol. I., Milano 1909.

Dahl F.: Beiträge zur Kenntniss des Baues und Funktion der Insektenbeine, Dissertation, Berlin 1884.

Šulc K.: O čištění tykadél u rodu *Carabus* L., přednáška o Letnicích r. 1938 v Brně. Über das Reinigen der Fühler beim *Carabus* gn. L., Vortrag abgehalten in Brünn, 1938.

— O čistících ústrojích hrobařiků — Über die Putzvorrichtungen bei den Necrophoren, Věstník české zoologické společnosti, Praha 1940.

Weber H.: Lehrbuch der Entomologie, Jena 1933.