

Biologische Studien an einheimischen Collembolen III.)*

Von Otto Strebel, Zweibrücken.

1. Zur Biologie des *Tomocerus vulgaris* Tullb.

Die *Tomocerus*-Arten unserer heimischen *Collembolen*-Fauna fallen dem Sammler und Beobachter durch ihre relative Größe und ihre Häufigkeit auf. An feuchteren Stellen trifft man sie im Freien wie in Kellern und Treibhäusern unter Holz, Steinen, faulenden Blättern das ganze Jahr hindurch fast regelmäßig an. Trotzdem ist bisher über ihre Biologie wenig bekannt geworden. Während wir über die Morphologie und Anatomie vor allem des *Tomocerus vulgaris* und seiner nächsten Verwandten durch Denis (*Tom. catalanus*, 1), Folsom (3), Handschin (4), Hoffmann (5, 6, 7), Sommer (*Tom. longicornis*, 9), Willem (12) u. a. gut unterrichtet sind, finden sich über ihre Biologie bei Hoffmann und Sommer nur spärliche Angaben. Ich werde darüber weiter unten berichten. Ich selbst habe 1932 (10) einige Beobachtungen und Untersuchungen über Biologie und Sinnesphysiologie des *Tomocerus minor*, der *Tom. vulgaris* morphologisch und biologisch sehr nahe steht, veröffentlicht. Die folgenden Seiten bringen Beobachtungen der letzten Jahre über *Tom. vulgaris* selbst. Doch haben meine Ergebnisse teilweise einen nur vorläufigen Charakter. Auf eine noch breitere Beobachtungsbasis gestellt werden sie an Sicherheit gewinnen oder sich in dem einen und anderen Punkte etwas ändern. Da ich aber gegenwärtig weder über Zeit noch Hilfsmittel zu einer noch exakteren Ausarbeitung verfüge, teile ich sie schon jetzt mit und hoffe damit zum mindesten Anregungen zu weiteren Untersuchungen auf dem so dankbaren Gebiete der *Collembolen*-Biologie zu geben.

a) Methodisches.

Tom. vulgaris eignet sich ebenso wie *Tom. minor* sehr gut zu biologischen Untersuchungen, da er sehr leicht in großen Mengen zu

*) I und II siehe Z. f. wissensch. Insektenbiol. 22, 256—260 (1927) und 23, 135—145 (1928).

züchten ist. Man bringt ihn in Glasröhren und Glasdosen mit feuchter Erde bei geeigneter Fütterung, etwa mit Stückchen gekochter Kartoffel, leicht zur Fortpflanzung. Um Einzelgelege isolieren zu können setzt man die Tiere in Glasschalen ohne Bodenbelag und legt kleine rauhe Holzstückchen hinein, die man allerdings sorgfältig feucht halten muß. Sobald die Tiere Eier auf die Holzstückchen abgelegt haben, wechselt man sie gegen neue, durch Auskochen keimfrei gemachte aus.

Schwierig ist es aber bei lebenden Tieren die einzelnen Arten zu unterscheiden. Nur *Tom. longicornis* ist ohne weiteres an seinen mehr als körperlangen Antennen zu erkennen. Die Unterschiede zwischen den anderen Arten bestehen in nur mikroskopisch sichtbaren Verschiedenheiten in Bau, Zahl und Anordnung der Dentaldornen, in der Zahl der Mucronalzähne, in der Ausbildung des Maxillenkopfes und in einigen anderen morphologischen Feinheiten. Die Tiere lebend, etwa betäubt, unter das Mikroskop zu bringen ist ohne Verletzung nicht möglich. Hier gibt uns nun die Exuvie ein Hilfsmittel an die Hand. Sie ist ja sozusagen ein vollständiger Abguß des Tieres mit allen für die Bestimmung wichtigen Einzelheiten. Gelingt es von ihr ein einigermaßen vollständiges Präparat — am besten in Milchsäure — herzustellen, so kann man daran mit Sicherheit die Art ihres vormaligen Trägers bestimmen. Exuvien sind aber bei einiger Aufmerksamkeit von isolierten Tieren sogar wiederholt in nicht allzulangen Zwischenzeiten zu erhalten.

b) Eiablage, Eier.

Nach Sommer (9) werden die Eier von *Tom. longicornis* (*Macrotona plumbea*) in Häufchen oder auch einzeln abgelegt. Er schildert sie als kurz tonnenförmig, matt weiß, schwach glänzend, mit einem Durchmesser von 0.5 mm.

Meine Befunde an *Tom. vulgaris* weichen von denen Sommers etwas ab. Meine Tiere bevorzugten für die Eiablage Holzstückchen. Gleichzeitig dargebotene feuchte Tonscherben wurden nicht belegt. Die Eier wurden frei auf das Holz abgelegt oder in die feinen Ritzen zwischen den Holzfasern geschoben. Eihäufchen beobachtete ich nie. Die Eier lagen meist einzeln, seltener einmal zu 2—4 in Reihen oder Gruppen nebeneinander. Wieviel Eier ein Weibchen bei einem

Legeakt ablegt, konnte ich bis jetzt nicht direkt ermitteln. Auffällige sekundäre Geschlechtsmerkmale, die eine Unterscheidung lebender Weibchen und Männchen bei Lupenvergrößerung gestatten, sind nicht vorhanden. Um ein Pärchen zu isolieren, bedürfte es also ausgedehnter und zeitraubender Versuche; denn es bliebe zunächst nichts übrig als zahlreiche Kombinationen zweier Tiere durchzuprobieren. Acht Einzeltiere, unter denen sich sicher einige Weibchen befanden und die mindestens 2 Monate, z. T. aber über 1 Jahr isoliert gehalten wurden, legten niemals Eier ab. Dieser Befund macht jedenfalls Parthenogenese, die schon mehrfach bei *Collembolen* vermutet wurde (so von Handschin [4] und Ripper [8]), für *Tom. vulgaris* unwahrscheinlich.

Da nun aber bei den jeweils isolierten Eiern das Platzen des Chorions und das Ausschlüpfen der Jungen auffällig gleichzeitig erfolgte, erscheint es mir sehr wahrscheinlich, daß sie von einem Weibchen stammten. Aus der Zahl der geschlüpften Jungtiere läßt sich unter dieser Voraussetzung die Mindestzahl der von einem Weibchen gelegten Eier erkennen. Sie beträgt nach meinen bisherigen Beobachtungen bis zu 30 Eier.

Die Eier waren gleich nach der Ablage kugelförmig, weißlich glänzend. Schon nach 1—2 Tagen nahmen sie eine längliche Form an. Die Ausmessung einer Anzahl Eier ergab Durchmesser von etwa $222 \times 222 \mu$ (frisch abgelegte Eier) bis $222 \times 300 \mu$ (ältere Eier). Neben etwas kleineren Eiern ($220 \times 230 \mu$) wurden auch etwas größere ($224 \times 225 \mu$) gemessen.

Die Embryonalentwicklung habe ich nicht genauer verfolgt. Doch geben folgende zufällige Beobachtungen einigen Aufschluß: Bei am 28.—29. 9. abgelegten Eiern begann die Streckung zur Tonnenform schon am 30. 9. Am 1. 10. war das Chorion geplatzt und die Reste in Form zweier ausgefränkter Kappen an die Eipole zurückgeschlagen. Die frei gewordene Eioberfläche wies feine Behaarung auf. Dies alles erfolgte bei einer Durchschnittstemperatur von $+17^{\circ} \text{C}$. Am 3. 9. abgelegte Eier ließen bereits am 7. 9. im Innern den Embryo erkennen (Durchschnittstemperatur $+21^{\circ} \text{C}$). Sommer beobachtete die Sprengung des Chorions am 3.—4. Tage nach der Ablage.

Das Ausschlüpfen der Jungen erfolgte 8—15 Tage nach der Eiablage. Die Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von der Temperatur zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1.

Abhängigkeit der Embryonalentwicklungsdauer von der Temperatur.

Tag der Eiablage	T a g des Schlüpfens	Entwicklungs- dauer in Tagen	Durchschnitts- temperatur in C°
26. 5.	8. 6.	13	+18°
2. 9.—3. 9.	13. 9.	10—11	+21°
10. 9.	18. 9.	8	+22°
21. 9.	1. 10.	10	?
21. 9.—22. 9.	1. 10.	9—10	+19°
28. 9.—29. 9.	11. 10.	12—13	+17°
4. 10.	17. 10.	13	+17°
21. 10.—22. 10.	6. 11.	14—15	+15°

c) Entwicklung der Färbung. — Bewegungen der Jungtiere.

Die Beobachtung von 6 Scharen jeweils gleichzeitig geschlüpfter Jungtiere ergab übereinstimmend folgende Stadien der Farbentwicklung:

Die frisch geschlüpften Tiere sind völlig farblos. Sie nehmen nach 1—2 Tagen eine hellviolette Färbung an. Das für die *Tomocerinen* typische Bleigrau tritt erst nach der ersten Häutung auf. Ich füge aus meinen Protokollen zwei Beispiele bei:

- a) 11. 10. Tiere geschlüpft, farblos.
 12. 10. Tiere hellviolett.
 13. 10. Tiere hellviolett.
 14. 10. Tiere hell bleigrau. 1. Häutung.
- β) 6. 11. Tiere geschlüpft. Farblos.
 7. 11. Die meisten hellviolett.
 11. 11. Tiere hell bleigrau. 1. Häutung.

Im Laufe der weiteren Entwicklung dunkelt die bleigraue Farbe bis zu schwärzlichen Tönen.

Die Jungtiere laufen schon kurz nach dem Schlüpfen lebhaft umher. Einen Tag später sah ich an ihnen Sprung- und Putzbewegungen.

d) Ernährung.

Bewegung, Ernährung, Häutung und Wachstum sind die auffälligsten Funktionen in der anschließenden Zeit der Weiterentwicklung.

Als Nahrungsstoffe kommen — wie bei allen *Collembolen* — weiche tierische und pflanzliche Stoffe in Frage. Einmal fraßen meine Tiere reine Cellulose: Filtrierpapierstreifen im Kulturgefäß wurden am unteren Ende stark zerfressen. An der Fraßstelle sammelten sich zahlreiche Kotbällchen an.

Tote Artgenossen werden benagt, insbesondere werden ihnen die Enden der Beine und Fühler abgefressen.

Wie es Handschin (4) von *Tom. flavescens* berichtet und wie es auch bei anderen *Collembolen* beobachtet wurde, wird auch von *Tom. vulgaris* die Exuvie mit großer Regelmäßigkeit gleich nach der Häutung aufgefrassen. Zweieinhalb bis meist etwa 8 Stunden nach der Häutung ist sie verschwunden. Selten frißt das Tier mehrere Tage an ihr. Nur bei niedriger Temperatur, die den Stoffwechsel verlangsamt, läßt es sie unberührt liegen. Zwei bis drei Tage nach dem Auffressen der Exuvie gibt es schwarze Kotballen ab. Sie bestehen aus Schuppen, vielen Haaren und zahlreichen kleinen, farblosen, stark konturierten Kügelchen.

Die Nahrungsaufnahme erfolgt nicht täglich in kleineren Zeitabständen, sondern periodisch alle paar Tage im Wechsel mit Ruhezuständen und Häutungen. Einige Beispiele sollen dies zeigen.

Tier 1.

- 27. 2. Häutung. Darnach Auffressen der Exuvie.
- 28. 2.—2. 3. Ruhezustand.
- 2. 3.—5. 3. Eifrige Nahrungsaufnahme, zahlreiche länglich-eiförmige Kotballen.
- 6. 3.—10. 3. Ruhezustand.
- 10. 3. Häutung.

Tier 2.

- a) 1.—3. 9. Ruhezustand.
- 3. 9. Häutung. Auffressen der Exuvie.
- 4. und 5. 9. Starke Nahrungsaufnahme, reichlich Kotballen.
- β) 2. 3. Häutung. Darnach Auffressen der Exuvie.
- 4. 3.—8. 3. Ruhezustand.
- 8. 3. Nahrungsaufnahme.

- 12. 3. Häutung. Auffressen der Exuvie.
- 13. 3. Ruhezustand.
- 14. 3.—17. 3. Starke Nahrungsaufnahme. Kotballen.
- 17. 3.—20. 3. Ruhezustand.
- 20. 3. Häutung. Auffressen der Exuvie.
- 21. 3. Ruhezustand.
- 22. 3 und 23. 3. Nahrungsaufnahme.
- 24. 3. Ruhezustand.
- 26. 3. Nahrungsaufnahme. Kotballen.
- 27. 3.—30. 3. Ruhezustand.
- 30. 3. Häutung. Auffressen der Exuvie.
- Bis 5. 4. noch keine Nahrungsaufnahme.

e) Häutung.

Über die Häutung von *Tomocerus*-Arten liegen bis jetzt nur spärliche Angaben vor. Sommer (9) fand, daß sich *Tom. longicornis* (*Macrotoma plumbea*) das ganze Jahr hindurch alle 14 Tage bis 3 Wochen häute. Ich selbst (10) beobachtete an *Tom. minor* Häutungen alle 12 Tage bis 4 Wochen.

Wenn es auch, wie ich weiter unten zeigen werde, vor und nach der Häutung allerlei Anzeichen gibt, aus denen man ihr Eintreten erschließen kann, so ist doch der einzig sichere Beweis dafür die Exuvie. Sie aber wird, wie wir oben sahen, gerade von den *Tomoceriden* häufig schon kurz nach der Häutung aufgeessen. Kommt man mit der Kontrolle etwas zu spät, so ist dieses sicherste Beweisstück bereits beseitigt. Darin liegt eine schwer zu vermeidende Fehlerquelle bei der Feststellung der Häutungen. Ich bin nicht sicher trotz aller Bemühungen um exakte Feststellung sie immer vermieden zu haben; und wenn die von mir beobachteten Häutungsintervalle manchmal auffallend groß sind, so mag dies zuweilen daran liegen, daß eine dazwischen liegende Häutung nicht zur Beobachtung kam. Ich fasse also selbst meine Zahlen nicht als entgültige Werte auf. Auch in diesem Falle kann nur immer wiederholte Nachprüfung zum Ziele führen.

Mit diesem Vorbehalt kann ich über die Häutungsintervalle folgende Angaben machen:

Bei Durchschnittstemperaturen von 13—17° C erfolgt die
 1. Häutung 4—5 Tage nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei; die
 2. Häutung 4—5 Tage nach der 1. Die Größe und das Aufeinander-

folgen der weiteren Intervalle möge man für Jungtiere der Tabelle 2, für ältere Tiere der Tabelle 3 entnehmen.

Aus Tabelle 3 ergeben sich als beobachtetes absolutes Minimum der Häutungsintervalle 5 Tage, als Durchschnittsminimum 8.4 Tage; als beobachtetes absolutes Maximum 37 Tage. Da dieser Wert allzusehr aus dem Rahmen der beobachteten Zahlen fällt, mag er auf einem Beobachtungsfehler beruhen. Ich möchte an seiner Stelle als absolutes Maximum den nächsten beobachteten Wert von 30 Tagen nehmen; als Durchschnittsmaximum 17.8 Tage. Als Gesamtdurchschnittsintervall erhalten wir aus allen beobachteten Zahlen 13.16 Tage. *Tom. vulgaris* häutet sich wie alle *Collembolen* auch nach Erreichung der Geschlechtsreife während der ganzen Lebensdauer weiter. Ein aus dem Ei gezogenes Tier erreichte eine Lebensdauer von 500 Tagen. Legt man ein mittleres Häutungs-

Tabelle 2.
Häutungen von Jungtiergesellschaften, die je
einem Gelege entstammen.

Gelege	Nr. der Häutung	Datum	Intervall	Durchschnittstemp. in C°
1	Geschlüpft	11. 10.		—
	1. Häutung	15. 10.	4	+16,8 ⁰
	2. Häutung	19. 10.	4	+16,3 ⁰
	3. Häutung	25.—26. 10.	6—7	+16,6 ⁰
	Spätere Häutung	9.—10. 11.	—	—
	Spätere Häutung	17.—18. 11.	8	+12,5 ⁰
2	Geschlüpft	1. 10.		—
	1. Häutung	6. 10.	5	+17 ⁰
	2. Häutung	10. 10.	4	+15,4 ⁰
	3. Häutung	15. 10.	5	+16,8 ⁰
	4. Häutung	20.—22. 10.	5—7	+16,3 ⁰
	5. Häutung	25.—27. 10.	5	+16,6 ⁰
3	6. Häutung	3. 11.	9	+15,6 ⁰
	Geschlüpft	17. 10.	—	—
	1. Häutung	22. 10.	5	+16 ⁰
4	2. Häutung	27. 10.	5	+16,6 ⁰
	Geschlüpft	6. 11.	—	—
	1. Häutung	11. 10.	5	+13,3 ⁰

intervall von 13 Tagen zu Grunde, so hat sich dieses Tier während seiner Gesamtlebenszeit also etwa 38 mal gehäutet.

Tabelle 3.

Häutungen älterer Einzeltiere. Intervalle in Tagen.

Nr. des Tieres	Beobachtete Intervalle in zeitlicher Reihenfolge	Minimales Intervall	Maximales Intervall	Durchschnittsintervall
1	10, 8, 10, 6, 8	6	10	8,4
2	10, 10, 10, 14, 14, 11, 11, 8, 8, 8, 14	8	14	10,7
3	12, 8, 10, 11	8	12	10,2
4	6, 9, 18, 20, 13, 37?, 22	6	37?	17,8
5	11, 14, 23, 15	11	23	15,7
6	5, 8, 5, 15, 8, 9, 10, 13, 30, 25, 14, 23, 15, 10, 8, 10, 14, 15, 16, 14, 5, 8, 6, 8, 7	5	30	12
7	16, 7, 21, 14, 11	7	21	13,8
8	11, 23, 13, 26, 7, 13, 8, 13, 19, 16, 21, 26, 22	7	26	16,7

Bei der Betrachtung der Tabelle 3 fallen die großen Verschiedenheiten der einzelnen Intervalle auf und es erhebt sich die Frage nach deren Ursachen. Als solche Ursachen kommen vor allem in Betracht: Temperatur, Nahrung, Alter, individuelle physiologische Zustände.

a) Temperatur.

Da mir leider keine Einrichtungen zur Herstellung konstanter Temperaturen zur Verfügung stehen, mußte ich mich auf die Feststellung der Temperaturen während der Beobachtungszeit beschränken.

Die Beziehungen zwischen Größe des Häutungsintervalls in Tagen und Temperatur zeigt für alle beobachteten Tiere Tabelle 4, für ein einzelnes großes, altes Tier Tabelle 5. Vergleiche auch für Jungtiere Tabelle 2.

Tabelle 4.

Beziehungen zwischen Größe des Häutungsintervalls in Tagen und Temperatur für alle beobachteten Tiere.

Mittlere Temperaturen in C°	Minimales Intervall	Maximales Intervall	Durchschnittsintervall	Durchschnittsintervall von 5° zu 5° berechnet
10—11	11	23	16	} 16,2
11—12	?	23?	?	
12—13	10	37?	21	
13—14	10	26	15,3	
14—15	8	22	12,7	
15—16	7	15	11	} 12,1
16—17	6	23	12,2	
17—18	?	14?	?	
18—19	8	16	13,5	
19—20	5	18	11,8	
20—21	5	21	9,75	} 8,15
21—22	6	12	9,2	
22—23	5	8	6,3	

Die beobachteten Intervalle und die von 1° zu 1° berechneten Durchschnittsintervalle zeigen trotz stetig steigender Temperatur teilweise erhebliche Schwankungen. Eine ganz eindeutige und feste Beziehung zwischen Intervallgröße und Höhe der Temperatur be-

steht nicht. So finden wir z. B. ein Intervall von 14 Tagen bei einem und demselben Tier (s. Tab. 5) bei Temperaturen von 10° — 11° , 17° — 18° und 19° — 20° . Berechnet man aber die Durchschnittsintervalle für größere Temperaturspannen, so von 5° zu 5° , so zeigt sich doch deutlich eine Gesetzmäßigkeit: mit steigender Temperatur nimmt die Größe der Intervalle ab.

Tabelle 5.

Beziehungen zwischen Größe des Häutungsintervalls in Tagen und Temperatur für ein einzelnes, großes, altes Tier.

Mittlere Temperatur in C°	Beobachtete Intervalle	Durchschnittsintervalle	Durchschnittsintervalle von 5° zu 5°
9—10	25	25	} 17,9
10—11	14; 15	14,5	
11—12	23	23	
12—13	30	30	
13—14	13	13	
14—15	10; 8	9	
15—16	10; 10	10	} 11,36
16—17	8; 9	8,5	
17—18	14	14	
18—19	15; 15; 16	15,3	
19—20	14; 5; 8	9	
20—21	5; 7	6	} 6,76
21—22	8	8	
22—23	5; 8; 6	6	

β) Nahrung.

Die Versuche wurden bei ausreichender Fütterung mit gekochter Kartoffel, also bei konstanten Ernährungsverhältnissen ausgeführt. Ob verschiedene Qualität der Nahrung einen Einfluß hat, wie es Titschak für *Tineola biseliella* (nach Weber, 11) nachgewiesen hat, habe ich bis jetzt noch nicht geprüft.

γ) Alter.

Die Beziehungen zwischen Größe der Häutungsintervalle und Alter der Tiere zeigt Tabelle 6.

Auch diese Beziehungen erscheinen nicht eindeutig. Allerdings konnte ich wegen des Fehlens geeigneter Einrichtungen den Temperatureinfluß nicht ausschalten. Immerhin bestätigt sich Handchins Satz (4), daß mit dem Alter die Häutungsintervalle an Länge zunehmen, insofern, als die Intervalle bei Jungtieren bedeutend kürzer sind als bei älteren Tieren.

Tabelle 6.

Beziehungen zwischen Alter der Tiere und Größe der Häutungsintervalle in Tagen.

Alter	Minimalintervall	Maximalintervall	Durchschnittsintervall
Jungtiere frisch geschlüpft (1. Häutung)	4	5	4,5
15 Tage	4	7	5,5
16 Tage	8	12	10,2
21 Tage	6	10	8,4
60 Tage	7	26	16,7
87 Tage	7	21	13,8
Altes Tier, groß	11	23	15,7
Altes Tier, sehr groß	5	30	12

 δ) Individuelle physiologische Zustände.

Aus meinen Tabellen läßt sich weder eine eindeutige Beziehung zwischen Intervallgröße, Temperatur und Alter noch

(s. Tab. 3 und 5) ein von Außeneinflüssen unabhängiger konstanter Häutungsrythmus herauslesen. Zum Teil hängt dies sicher mit meiner leider unzureichenden Versuchstechnik zusammen. Eine Wiederholung der Versuche z. B. mit konstanter Temperatur wäre also dringend erwünscht. Andererseits läßt sich aus den Tabellen ein Einfluß wechselnder physiologischer Zustände, also von im Tier selbst gelegenen Faktoren vermuten.

Der Häutungs Vorgang selbst erstreckt sich auf mehrere Tage, er umfaßt verschiedene Phasen. Schon wenige Tage (5—12) nach der letzten Häutung wird das Schuppenkleid in der hinteren Körperhälfte immer dünner und zwar, wie ich mehrfach beobachten konnte, auch dann, wenn sich das Tier nicht viel bewegt und wenn durch die Lebensverhältnisse ein Abscheuern der Schuppen ausgeschlossen ist; so, wenn das Tier in einem Glasschälchen auf feuchtem Sand gehalten wird und gar keine Gelegenheit hat, mit dem Körper irgendwelche Hindernisse zu streifen. An den drei letzten Abdominalsegmenten lösen sich die Schuppen so gründlich los, daß die Grundfarbe des unbeschuppten Körpers sichtbar wird und das Tier in den hinteren Körperpartien ockergelb bis braungelb erscheint, während die vordere Körperhälfte nach wie vor das Bleigrau des Schuppenkleides zeigt. Man möchte fast an eine Art Mauserung der hinteren Körpersegmente denken. Zwei bis drei Tage vor der eigentlichen Häutung sitzt das Tier nun völlig unbeweglich da, die Nahrungsaufnahme ist gänzlich eingestellt. Die Körperhaare bedecken sich mit feinen, farblosen Flüssigkeitströpfchen, wohl der Exuvialflüssigkeit. Unmittelbar vor dem Abstreifen der alten Haut ist der ganze Körper wieder bleigrau, weil unter der alten Haut bereits das neue Schuppenkleid gebildet ist. Die alte Haut beginnt dann im Nacken aufzureißen. Die Häutung erfolgt in Bauch- oder Seitenlage, die letzte Phase: Befreiung der Fühler und Beine aus der Exuvie wohl regelmäßig in Seitenlage. Unmittelbar nach dem Abstreifen der Exuvie sitzt das Tier noch einige Zeit völlig unbeweglich da und reagiert auf manche Reize, wie Erschütterungen, nicht. Auf sehr starke Reize hin, wie direkte Sonnenbestrahlung, wird es unruhig und läuft schließlich weg. Bald darauf erfolgt das Auffressen der Exuvie und nach abermaligem Ruhezustand Nahrungsaufnahme.

Bei dem Abstreifen der Exuvie kommt es zuweilen zu Verstümmelungen, besonders der Fühler. Ein Tier mit völlig intakten Antennen besaß unmittelbar nach der Häutung nur noch die beiden

Grundglieder. Wie es schon von Hoffmann (7) beschrieben wurde, werden die fehlenden Teile bis auf das kurze letzte Glied bei den folgenden Häutungen regeneriert. In einem Falle fand ich, daß die Regeneration nach 37 Tagen bei 3 Häutungen vollendet war.

f) Geschlechtsreife.

Eine Copula konnte ich bei *Tomocerus* bis jetzt so wenig beobachten wie bei den meisten anderen *Collembolen*. Doch kann ich wenigstens einige Angaben über den Eintritt der Legereife im Winterhalbjahr machen. Ich habe einige Scharen von Jungen, die jeweils aus einem Gelege stammen, isoliert aufgezogen, bis in diesen Kulturen wieder Junge auftraten. Die Eiablage selbst habe ich also nicht direkt beobachtet — die Eier waren nicht zu finden, sie wurden offenbar in der Erde der Kultur versteckt abgelegt; doch habe ich den ungefähren Zeitpunkt der 1. Eiablage auf Grund der Feststellungen über die Dauer der Eientwicklung berechnet. Und zwar habe ich der Berechnung eine Entwicklungsdauer von 13 Tagen bei einer Durchschnittstemperatur von $+17^{\circ}$ – $+18^{\circ}$ zu Grunde gelegt. Tabelle 7 gibt die Ergebnisse.

Tabelle 7.
Eintritt der Legereife.

Eltern-Tiere geschlüpft am	Erste Jungtiere beobachtet am	Eiablage ab	Eintritt der Legereife im Alter von
11. 10. 1932	25. 5. 1933	12. 5. 1933	7 Monaten
1. 10. 1932	26. 3. 1933	13. 3. 1933	5 Monaten und 2 Wochen
6. 11. 1932	9. 5. 1933	26. 4. 1933	5 Monaten und 3 Wochen

Die Legereife tritt also bei *Tomocerus* in der Gefangenschaft im Winterhalbjahr etwa im Alter von $\frac{1}{2}$ Jahr ein.

Nach Hoffmann (6) findet die Fortpflanzung das ganze Jahr hindurch außer in den kälteren Monaten statt. Er fand noch im November sich entwickelnde Eier. Auch ich habe Eiablagen vom März bis in den November beobachtet.

g) Lebensdauer, Altern und Tod.

In meiner früheren Arbeit (10) konnte ich für *Tom. minor* nur angeben, daß ich schon erwachsen gefangene Tiere bei Abschluß der Arbeit 6½ Monate in Gefangenschaft hielt und daß vermutlich ihre Lebensdauer 1 Jahr übersteige. Für *Tom. vulgaris* kann ich jetzt einige genauere Angaben machen (Tab. 8).

Tabelle 8.
Lebensdauer.

Nr. des Tieres	Geschlüpft	Verendet	Lebensdauer
1	6. 11. 1932	21. 3. 1934	1 Jahr 4½ Monate
2	11. 10. 1932	16. 11. 1933	1 Jahr 1 Monat 5 Tage

Ein drittes, bei seiner Gefangennahme schon sehr großes Tier lebte in der Gefangenschaft 1 Jahr und 3 Wochen.

Die Lebensdauer (in der Gefangenschaft) betrug also 1—1½ Jahre.

So, wie ich es an anderen *Collembolen* beobachtete, äußert sich auch bei *Tom. vulgaris* das Altern in einem Dunklerwerden der Körperfarbe — der der Schuppen beraubte Körper hat bei alten Tieren eine rostbraune, bei jungen eine hellgelbe Grundfarbe —, in einer Erschwerung der Häutung und offenbar auch in Reduktionen einzelner Körperstrukturen.

Tier 1 und 3 der oben genannten Reihe verendeten bei der Häutung.

Tier 3 häutete sich in den 55 Wochen seiner Gefangenhaltung mindestens 30 mal, durchschnittlich also etwa alle 13 Tage. Bei der letzten Häutung gelang es ihm nicht mehr die Exuvie abzustreifen, die vergeblichen Versuche dauerten über 2 Tage und endeten mit dem Tode. Eine Untersuchung des toten Tieres ergab, daß der eine Dens der Sprunggabel um die Hälfte verkürzt war, aber normal mit dem Mucro abschloß. Auch die Zahl der Dentaldornen war verändert.

h) Gefahren der unbelebten Umwelt.

Selbstverständlich finden in der freien Natur und in der Gefangenschaft viele Tiere einen vorzeitigen Tod durch Gefahren, die von der unbelebten und der belebten Umwelt ausgehen.

Am stärksten sind zweifellos Tiere jedes Alters durch Austrocknung bedroht. Schon bei der gewöhnlichen Luftfeuchtigkeit unserer Wohnräume gehen sie in wenigen Minuten ein. Ein gewisser Schutz vor dem Austrocknen liegt allein in ihrer ausgesprochenen Hydrotaxis. Sie führt sie, solange es irgend möglich ist, an die Stellen der lebensnotwendigen Luftfeuchtigkeit.

Eine ganz eigenartige Gefahr bedroht, wenigstens in der Gefangenschaft, die Jungtiere bis zum Alter von einigen Wochen, so lange sie noch sehr klein sind.

Ich schüttelte eine Anzahl Jungtiere von dem Holzstückchen, auf dem sie aus dem Ei geschlüpft waren, in eine kleine Glasröhre, in der sich ein Stückchen eines feuchten Scherbens aus unglasiertem Ton befand. Die Tierchen waren zunächst sehr lebhaft, sie liefen umher, einige sprangen hoch empor. Die inzwischen mit Wassertropfchen beschlagene Glaswand bereitete ihnen aber unerwartete Schwierigkeiten. Infolge der Adhäsion klebten Beine, Antennen und Abdominalende an ihr fest. Die Tiere konnten sie nur mit sichtlicher Mühe davon wegziehen. Dieser Reiz löste einige Putzbewegungen aus. Am nächsten Tag waren sämtliche Tiere an Glaswand und Tonscherben festgeklebt und verendet.

Dieselbe Beobachtung machte ich an 2 Tieren im Alter von 10 Tagen. Einige Stunden nach dem Einsetzen in das Glasröhrchen lagen beide auf dem Boden des Gefäßes zappelnd auf dem Rücken, festgeklebt. Mit einem feinen Pinsel auf die Beine gebracht, klebten sie, kaum daß sie die Unterlage berührt hatten, mit den Antennen an ihr unrettbar fest. Auch sie waren am nächsten Tage verendet.

Das gleiche Schicksal erlitt ein 3 Wochen altes Tier. Auch ihm wurde die feuchte Glaswand zum Verhängnis.

Die Kraft der Adhäsion zwischen feuchter glatter Unterlage (Glaswand, Tonscherben) und Körperteilen (Antennen, Beine, Rücken, Abdominalende) übersteigt also bei sehr kleinen Jungtieren von *Tomocerus* die Muskelkraft des Rumpfes und der Gliedmassen.

i) Feinde, Parasiten.

Sommer (9) beobachtete als Parasiten unseres *Tom. vulgaris* eine Gregarine im Chylusdarm, Cysticerken von Cestoden und junge, spiralig zusammengerollte Nematoden.

Winzig kleine, glashelle Nematoden, wohl Larven, fand auch ich in Menge im gesamten Verdauungskanal eines bei der Häutung verendeten, sehr alten Tieres.

Eine *Gamaside* beobachtete ich beim Auffressen eines 1 Tag alten Tieres.

Die *Acarine Zercoseius paliger* Berlese, bisher nur als Moosbewohner aus Mittelitalien bekannt, fraß in meinen Kulturen *Tomocerus*-Eier. Da sie nur einzelne Eier anging und andere daneben liegende verschonte, vermute ich, daß sie nur solche Eier verzehrte, die schon im Absterben begriffen oder schon abgestorben waren.

In einer anderen Kultur waren die Beine einiger *Tom. vulgaris* dicht mit vielen kleinen, braunen, eiförmigen *Acarinen* besetzt. Solche *Tomocerus* waren in der Bewegung stark behindert, sie konnten nur kurze Sprünge ausführen, fielen dabei meist auf den Rücken und blieben dann hilflos liegen. Ein solches mit Milben besetztes Tier fand ich schließlich tot vor. Ein anderes, an dessen Tibiotarsus des rechten Mittelbeines eine der *Acarinen* saß, wurde isoliert. Nach der nächsten Häutung war die *Acarine* verschwunden. Herr Graf Vitzthum, dem ich die beiden *Acarinen*-Arten aus meinen *Tomocerus*-Kulturen vorlegte und dem ich für die Bestimmung auch an dieser Stelle meinen ergebensten Dank aussprechen möchte, erkannte in der zweiten Art *Tyroglyphiden-Deutonymphen* aus der Gattung *Caloglyphus* Berlese 1923. Die Art ist vermutlich neu. „Sie ist nahe verwandt mit dem myrmecophilen *Caloglyphus kramerii* (Berlese 1884) und mit *Caloglyphus spinitarsus* (Hermann 1804), der grundsätzlich bei *Osmoderma eremita*, gelegentlich aber auch bei *Carabus nemoralis* vorkommt“ (briefliche Mitteilung).

2. Zur Funktion des Ventraltubus.

Zu den vielen Organen der *Collembolen* mit unbekannter oder umstrittener Funktion gehört immer noch der Ventraltubus. Ich habe 1932 (10) die verschiedenen Ansichten über seine Aufgabe kurz zusammengestellt und mich selbst auf Grund meiner Beobachtungen und Versuche, ohne seine Rolle als Hilfswerkzeug der

Atmung völlig zu leugnen, denen angeschlossen, die ihn in erster Linie für ein Adhäsivorgan erklärten. Neuerdings hat nun Falkenhan diese seine Bedeutung als Haftwerkzeug entschieden bestritten: „Dem Ventraltubus der *Collembolen* kommt sicher keine Adhäsionsfunktion zu, wie es bisher allgemein angenommen wurde. Er dient vielmehr ausschließlich der Atmung.“ (2, S. 577.) Überzeugende, etwa experimentelle Beweise für diese Ansicht bringt er nicht bei. Er meint ein besonderes Adhäsivorgan sei für die *Collembolen* nicht nötig, da sie ohne Zuhilfenahme des Ventraltubus fähig sind, an glatten Flächen hinaufzusteigen, ja an ihnen sogar mit dem Rücken nach unten zu laufen. Und, fügt er hinzu, in der Natur seien keine so glatten Flächen von den *Collembolen* zu überwinden wie Glasflächen. Daß nicht in allen Fällen und unter allen Umständen eine Mithilfe des Ventraltubus beim Sitzen und Laufen an glatten Flächen nötig ist, habe auch ich festgestellt. Aber ich möchte eine Beobachtung mitteilen, die meines Erachtens ohne allen Zweifel die Wirkung des Ventraltubus als Adhäsivorgan zeigt. Im November 1933 saugte ich im Freien an einem kalten Vormittag (+2—3° C, nachts unter 0°) mit sehr hoher Luftfeuchtigkeit *Collembolen* mit einem Exhaustor von einem Kiefernstamm ab. Dabei sprang mir eine *Dicyrtomina minuta* außen auf das Glasrohr des Exhaustors. Als ich dieses ein wenig neigte, kam das Tier, das von der Kälte etwas erstarrt war, auf der gewölbten Glasfläche ins Gleiten. Es fiel auf die Seite und kam in Gefahr abzurutschen. Unter diesen Umständen — nicht vorher und nicht nachher! — streckte es die Ventraltubusschläuche aus und hielt sich damit am Glase fest. Dies wiederholte sich mehrmals hintereinander. Ich habe keinen Zweifel daran, daß auch im Freileben der Ventraltubus den *Collembolen* wertvolle Dienste als Haftorgan leistet. So erleichtert er sicher das Festhalten oder ermöglicht es sogar erst, wenn sie auf eine schiefgestellte, glatte Blattfläche aufspringen und dabei durch irgendwelche Umstände im Gebrauch ihrer Tibiotarsen behindert sind. Zudem gestattet er ihnen, wie ich 1932 dargelegt habe, auch an senkrechten Flächen das Einnehmen der Ruhestellung.

3. Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

1. *Tom. vulgaris* ist in Glasröhren und Glasdosen mit feuchter Erde leicht zu züchten. Auch eine Isolierung der Gelege macht keine Schwierigkeiten.

2. Eine sichere Artbestimmung der lebenden Tiere ermöglichen die Exuvien.
3. Die kugelrunden, weißlichen Eier (Größe durchschnittlich $222 \times 222 \mu$) werden einzeln oder in kleinen Gruppen in der Erde, auf Holzstückchen oder in deren Ritzen abgelegt. Schon nach wenigen Tagen wird in ihnen der Embryo sichtbar.
4. Parthenogenese ist unwahrscheinlich.
5. Ein Weibchen kann in einer Legeperiode (vermutlich) mindestens bis zu 30 Eier ablegen.
6. Die deutlich temperaturabhängige Dauer der Embryonalentwicklung bis zum Schlüpfen der Jungen beträgt 8—15 Tage.
7. Die frisch geschlüpften Jungen sind farblos. Die weitere Entwicklung der Färbung führt über Hellviolett und Bleigrau bis zu schwärzlichen Tönen. Das charakteristische Bleigrau erscheint nach der 1. Häutung.
8. Schon einen Tag nach dem Schlüpfen zeigen die Jungtiere Sprung- und Putzbewegungen.
9. Die Exuvie wird fast regelmäßig kurz nach der Häutung aufgefressen.
10. Die Nahrungsaufnahme erfolgt alle paar Tage in periodischem Wechsel mit Ruhezuständen und Häutungen.
11. Die 1. Häutung findet bei einer Durchschnittstemperatur von $13\text{—}17^{\circ}\text{C}$ 4—5 Tage nach dem Ausschlüpfen, die 2. 4—5 Tage nach der 1. statt. Die Häutungen folgen sich das ganze Leben hindurch in Durchschnittsintervallen von etwa 13 Tagen.
12. Die Größe der Häutungsintervalle nimmt mit steigender Temperatur ab.
13. Die Häutungsintervalle sind bei Jungtieren bedeutend kürzer als bei älteren Tieren.
14. Der Häutungs Vorgang verläuft in folgenden Phasen: a) Abstoßen der Schuppen in der hinteren Körperhälfte, b) Bewegungslosigkeit ohne jede Nahrungsaufnahme, c) Wiederscheitern der bleigrauen Farbe, d) Aufreißen der alten Haut im Nacken, Abstreifen der Exuvie, e) nach Ruhezustand Aufgefressen der Exuvie, f) nach abermaligem Ruhezustand Nahrungsaufnahme.
15. Bei der Häutung kommt es zuweilen zu Verstümmelungen, besonders der Fühler. Diese werden in mehreren Häutungsperioden regeneriert.

16. Die Legereife tritt im Winterhalbjahr etwa im Alter von 6 Monaten ein. Eiablagen wurden vom März bis November beobachtet.
17. Die Lebensdauer beträgt (in der Gefangenschaft) 1—1½ Jahre.
18. Alterserscheinungen sind: Dunklerwerden der rostbraunen Körperfarbe, Erschwerung der Häutung, Reduktion einzelner Körperstrukturen.
19. Gefahren der unbelebten Umwelt sind vor allem Austrocknung und — für Jungtiere — Adhäsion an feuchte Flächen.
20. Von Parasiten und Feinden konnte ich feststellen: Nematoden, Gamasiden, Nymphen von *Caloglyphus Berlese*. Beim Fressen von Eiern beobachtete ich *Zercoseius paliger Berlese*.
21. Eine Beobachtung an *Dicyrtomina minuta* zeigt eindeutig die Wirksamkeit des Ventraltubus als Adhäsivorgan.

Literatur.

1. Denis I. R., Etudes sur l'anatomie de la tête de quelques collemboles u. s. w. Arch. de Zool. exper. et génér. T. 68, Paris 1928.
2. Falkenhan H. H., Biologische Beobachtungen an *Sminthurides aquaticus (Collembola)*. Z. f. wiss. Zool., Abt. A, 141. Bd. H. 4, 1932.
3. Folsom J. W., North American springtails of the subfamily *Tomocerinae*. Proc. U. S. Nat. Mus. 46, 451—472, Washington 1913.
4. Handschin E., Biologie der Tiere Deutschlands, herausg. von Dr. P. Schulze, Lief. 20: *Collembola*. 1926.
5. Hoffmann R. W., Über den Ventraltubus von *Tomocerus plumbeus* L. und seine Beziehungen zu den großen Kopfdrüsen. Zool. Anz. 28, 1904.
6. Hoffmann R. W., Über die Morphologie und die Funktion der Kauwerkzeuge und das Kopfnervensystem von *Tomocerus plumbeus* L. Z. f. wiss. Zool., 89, 1908.
7. Hoffmann R. W., Zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte der *Collembolen* (Die Entwicklung der Mundwerkzeuge von *Tomocerus plumbeus* L.) Zool. Anz. 37, 1911.
8. Ripper W., Champignon-Springschwänze. Biologie und Bekämpfung von *Hypogastrura manubrialis* Tullb. Z. f. angew. Entomol. 16, H. 3, 1930.
9. Sommer A., Über *Macrotoma plumbea*. Z. f. wiss. Zool., 41, 1885.
10. Strebel O., Beiträge zur Biologie, Ökologie und Physiologie einheimischer *Collembolen*. Z. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere, 25. Bd. H. 1, 1932.
11. Weber H., Lehrbuch der Entomologie. Jena 1933.
12. Willem V., Recherches sur les Collemboles et les Thysanoures. Mem. couronnés des Sav. Etr. Acad. Belgique 1900.

Nachtrag.

Erst nach Abschluß meines Manuskriptes wurde mir die Arbeit bekannt: Boelitz E., Beiträge zur Anatomie und Histologie der *Collembolen*. Darmkanal und Mitteldarmepithelregeneration bei *Tomocerus vulgaris* Tullberg und *Sinella coeca* Schött. Zool. Jahrb. Bd. 57, Abt. f. Anatomie 1933.

Sie enthält eine eingehende, von vielen sehr guten Abbildungen unterstützte anatomische und histologische Beschreibung des Darmkanals der beiden Arten und eine Darstellung der Veränderungen an ihm während der Häutung. Für *Tomocerus* finden sich einige biologische Angaben über die Häutung, die nur teilweise mit meinen Beobachtungen übereinstimmen. So konnte Boelitz ein Auffressen der Exuvien nicht feststellen. Die Abweichungen von meinen Ergebnissen erklären sich wohl daraus, daß die Beobachtungen nicht lange genug fortgesetzt wurden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Konowia \(Vienna\)](#)

Jahr/Year: 1938

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Strebel Otto

Artikel/Article: [Biologische Studien an einheimischen Collembolen III. 272-291](#)