

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Dritter Jahrgang.

12. November 1915.

Heft 46.

Die Biologie der Kleiderlaus

Pediculus corporis de Geer = vestimenti
Nitzsch¹⁾.

Von Prof. Dr. Albrecht Hase, Jena.

Es ist durchaus nicht meine Absicht, hier alle neueren Arbeiten über die Verlausung und die Läusebekämpfung kritisch zu besprechen oder ein Sammelreferat zu geben. Es würde dies eine recht umfangreiche Arbeit für sich allein sein. Mein diesbezügliches Literaturverzeichnis weist heute (Ende September 1915) bereits über 200 Nummern auf und täglich erscheinen noch Arbeiten. Ich möchte hier nur das mitteilen, was im Laufe des Kriegsjahres über die Biologie der Kleiderlaus bekannt geworden ist, nachdem man sich gezwungen sah, diesen früher als harmlos (und deshalb vernachlässigt) bewerteten Parasiten genauer zu studieren. Als im Herbst vorigen Jahres die Läuseplage im Heere immer stärker wurde und man eine systematische und auf biologischen Tatsachen beruhende Bekämpfung einleiten wollte, da stellte es sich zunächst leider heraus, daß wir von den Lebens-eigentümlichkeiten der Kleiderlaus fast nichts wußten. Und was man zu wissen glaubte, das war meistens falsch! Man griff daher zu den allgemeinen Desinfektionsmaßnahmen bei Seuchen überhaupt, die nach mancherlei Verbesserungen heute ihren Zweck im wesentlichen erfüllen. Aber immer noch liegt die prophylaktische Bekämpfung im argen, d. h. wir kennen noch kein souveränes Mittel, welches einen absoluten Schutz gegen Läusebefall gewährleistet. Damit ist nicht gesagt, daß wir nicht eines finden werden, wenn wir über die Biologie noch mehr und besser unterrichtet sein werden. Die heute vorhandene Literatur läßt sich in drei Gruppen sondern: a) die Arbeiten überwiegend biologischen Inhaltes, b) die Arbeiten über die Vernichtung der Läuse, c) die Arbeiten zur Ausfindigmachung eines absolut sicheren Prophylaktikums. — Natürlich greifen die Arbeiten vielfach ineinander über. Hier soll nur von der Biologie dieses Parasiten die Rede sein.

Seit Monaten beschäftige ich mich ausschließlich mit dem Studium der Kleiderlaus, habe viele Hunderte von Verlausten untersucht und wochenlang täglich ein Material von weit über 1000 Läusen zur Verfügung gehabt.

Was ich mitteile, sind größtenteils eigene Beobachtungen und dann diejenigen der Mitarbeiter,

¹⁾ Beiträge zu einer Biologie der Kleiderlaus. Berlin, Paul Parey, 1915. III, 95 S. und 47 Abbildungen. Preis M. 3,—.

deren Arbeiten ich am Schluß anführe. Meine Beobachtungen machte ich in einem großen Gefangenenlager, dann an der Ostfront in Russisch-Polen und an der Zivilbevölkerung in Russisch-Polen; so lernte ich auch das „Milieu“ der Verlausung kennen und darf mir wohl ein eigenes Urteil erlauben.

Zunächst über den Aufenthaltsort der Kleiderlaus! Wo wohnt dieser Parasit, wo ist er zu finden? In der älteren Literatur steht immer kurzweg „in den Kleidern und in der Wäsche“. Nach den jetzigen Erfahrungen muß dies bedeutend erweitert werden. Wenn z. B. bei einer Entlausung nur die Wäsche gewechselt wird, so ist dies eine ganz unzureichende Maßnahme. Als Wohnort der Kleiderläuse kommen in Frage: 1. die Leibwäsche, oft tief ins Gewebe eingekrallt, namentlich unter den Säumen; 2. die Strümpfe, sowie die Bänderknoten der Unterhosen usw.; 3. die Hosen und Röcke, Mäntel und Mützen aller Art, bei den Frauen die Blusen falten und Rock falten sowie die Korsetts, bei den russisch-polnischen Juden sind die langen Kaftane oft ein reicher Fundort; 4. die Bänder der Brustbeutel und Amulette, die Strippen der Stiefel, ja diese selbst bis zu den Zehen hin, natürlich dann auch die Fußlappen; 5. der Körper des Menschen, auch an schwer zugänglichen Stellen, wie äußerer Gehörgang, Scham- und Aftergegend; die Körperbehaarung (Kopf-, Scham-, Achsel- und Brusthaare sind oft stark durchsetzt mit Kleiderläusen); 6. die Riemenzeuge, die ein Verlauster getragen; 7. die Lagerstätten der Verlausten, seien es nun Betten, Strohsäcke, Wolldecken, selbst auf dem Erdboden; ferner in verlausten Wohnungen Polstermöbel (besonders oft die Sofas); 8. die Verbände der Verwundeten, namentlich die Watte alter Gipsverbände.

Diese Mannigfaltigkeit der Wohnorte macht eben eine gründliche Entlausung so schwierig, ja manchmal unmöglich. Man muß in diesen letzteren Fällen eben immer wieder entlausen.

Ihren Wohnorten ist die Kleiderlaus in den Farben gut angepaßt. Die vorkommenden Farbtöne sind gelblich-weißlich, grau-weiß, braun. Sehr junge Larven sind nicht selten gelblich-grünlich gefärbt. Die Männchen sind in der Regel mehr braun gefärbt. Auch Färbungsanomalien treten auf; auch andere Beobachter, Heymann (1915), Sikora (1915), berichten von Farbvarietäten. So kommen tiefbraune Männchen vor. Man findet ferner Tiere allen Alters, die braunrot bis tiefrot aussehen, und zwar meine ich hier nicht den rot durchschimmernden Darm bei soeben vollgesogenen Tieren, sondern das gesamte

Tier, bis in die Extremitätenspitzen hinein, zeigt diese seltsame Verfärbung. Das eingesogene Blut ist anfangs rot, später braunrot, noch später tiefschwarz. Da, ähnlich wie bei Mücken, der Darm durch das Hautskelett hindurchschimmert, so spielt dies beim Gesamtfarbbilde mit eine Rolle.

Über die *Eier und die Eiablage* sind wir durch eine Reihe Arbeiten recht gut unterrichtet, wenn auch hier noch manches nachzutragen ist. Das Ei ist 0,6—0,8 mm groß, länglich oval, und wird mit einer sehr festen Kittsubstanz an die Unterlage angeklebt, doch bleibt der obere Eipol mit dem Deckel und den Mikrophylzellen stets von Kittmasse frei. Der Eideckel springt beim Auskriechen der Larven auf und fällt vielfach ganz ab. Allein durch die Mikrophylzellen findet der Gasaustausch des Embryos mit der Außenwelt statt, denn das ganze Ei ist durch eine sehr feste Chitinhülle geschützt. Der Druck, welchen ein Ei auszuhalten vermag, ist recht beträchtlich, ich

welchem natürlich die weiblichen Eier besonders gut zu sehen waren. Das Hemd selbst ist genau nach dem „Schnitt“ gezeichnet. Die dick ausgezogenen Linien sind Nähte, die dünn gezogenen Linien sind nur Begrenzungslinien im Bild. Der rechte Ärmel war aus einem Stück, in der Achselhöhle war ein rhombischer „Zwickel“ eingesetzt. Fig. 2 a gibt das Hemd von außen wieder, Fig. 2 b von innen „links gemacht“. Die Punktierungen markieren die Nissenfelder. Innen (Fig. 2 b) fiel über Rücken, Schulter und Brust ein weißer „Latz“, den ich durch Schraffierung markierte. Wie streng die Eiablage längs der Nähte geht, ist ganz deutlich ersichtlich. Dieses Hemd hatte ich einem Russen abgenommen, der drei Monate die Kleider nicht gewechselt hatte und der dieses Hemd unter dem Waffenrock auf dem bloßen Leib trug. Diesem selben Mann habe ich etwa 3800 lebende Läuse aller Größen abgelesen und diese sehr mühsame Zahlenbestimmung deshalb

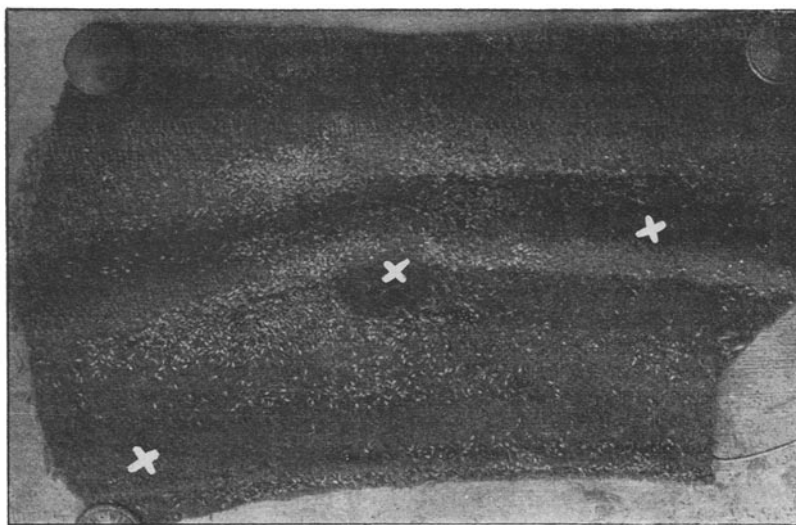


Fig. 1.

habe etwa 120—180 g ermittelt. Die Stellen, an denen die Laus ihre Eier ablegt, sind nicht willkürlich gewählt, sondern sie bevorzugt bestimmte Zug- und Druckrichtungen sowie Faltungen und Nähte. Einmal findet hier das Weibchen günstige Ansatzstellen für die Eier selbst. Dann aber ist an solchen Stellen (Nähte) eine lebhaftere Luftzirkulation gewährleistet, und das scheint mir das Wesentlichste hierbei zu sein, und daher das Aufsuchen von „Lieblingsplätzen der Eiablage“. Es ist ja bekannt, wie hohe Instinkte Insekten überhaupt bei der Eiablage entwickeln. Die Fig. 1 gibt uns ein Nissenfeld einer russischen Militärhose wieder; aber dicht neben den Nissenfeldern sind auch nissenfreie Stellen. Die Innenseite dieser doch wirklich stark verlausten Hose war ganz nissenfrei. Recht gut zeigt uns auch die Fig. 2 die Bevorzugung der Nähte zur Eiablage. Es handelt sich hier um ein schwarzes Baumwollhemd, auf

durchgeführt, um wenigstens einen Anhalt zu haben, wieviel Läuse einen Menschen befallen können.

Zur Unterlage der Eier werden alle Wollstoffe, gewalkte und filzige Stoffe, lockere Baumwollstoffe bevorzugt. Ungern werden straffe Leinenstoffe und Seide aufgesucht sowie Leder und Metallteile, aber in Ermangelung der erstgenannten Stoffe geht die Laus auch an letztere. Recht häufig setzt sie ihre Eier an den Körper-, Scham- und Afterhaaren ab, ein Punkt, der bei der Entlausung unbedingt zu beachten ist.

Über die *Entwicklungsdauer der Eier* waren wir bisher ganz ungenügend orientiert; die alten Angaben, die leider auch viel in die Fach- und Tagespresse gedrungen sind, waren falsch. Von einem Faktor ist die Eientwicklung ganz abhängig, das ist die Temperatur. Licht und Feuchtigkeit spielen, soweit bis jetzt Beobachtungen vorliegen, keine Rolle. Außer mir haben besonders

Nocht und Halberkann, Heymann, Sikora, Wülker und Zupnick hierüber Versuche angestellt. Die kürzeste Entwicklungsdauer ist bei 37° = 5 Tage; doch beobachtete ich, daß Eier bei dieser Temperatur erst nach 6 oder 7 Tagen auskrochen. Kürzer als in 5 Tagen hat niemand Eier auskriechen sehen. Bei 35° findet das Ausschlüpfen fast regelmäßig in 6 Tagen statt (Sikora). Bei 25—30° fand ich eine Entwick-

lungsdauer von 8—10 Tagen; Sikora gibt für 25° 16 Tage an. Bei 12—20° fand ich 12 bis 16 Tage. Dem entgegen stehen Sikoras Angaben, die besagen, daß sich ihre Eier bei ständig 16° nicht mehr entwickelten. Übereinstimmend sind im wesentlichen die neueren Angaben, daß bei ständiger Einwirkung von unter 10° die Eier nicht zur Reife kommen, aber sie sterben durch kürzere Einwirkung dieser Temperatur nicht ab, sondern es tritt eine entsprechende Entwicklungsverzögerung ein. Um wie lange Zeit die Entwicklung verzögert werden kann, steht noch nicht fest, aber andererseits kann durch erhöhte Temperaturen (40—42°) die Entwicklung nicht beschleunigt werden. Die Nissen gehen bei dauernder Wirkung dieser Wärmegrade zugrunde. Ein Moment, das für die Bekämpfung höchst wertvoll ist. Gewisse Unstimmigkeit bezüglich der Entwicklungsdauer der Eier in der neuesten Literatur werden jedem Mitarbeiter aufgefallen sein. Ich glaube, daß diese Differenzen auf etwas anderes hinauslaufen als auf ungenaues Arbeiten. Vielmehr bin ich der Meinung, daß es gewisse Rassen unter den Läusen gibt. Diese Rassen genau morphologisch und biologisch zu erkennen und festzulegen,

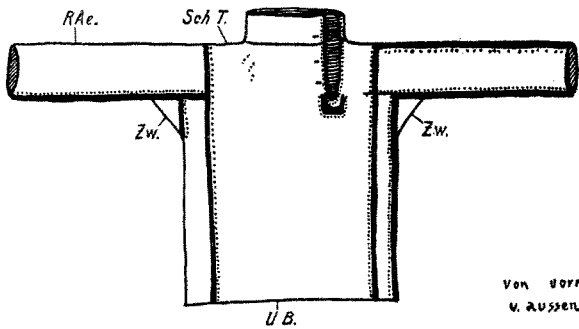


Fig. 2a.

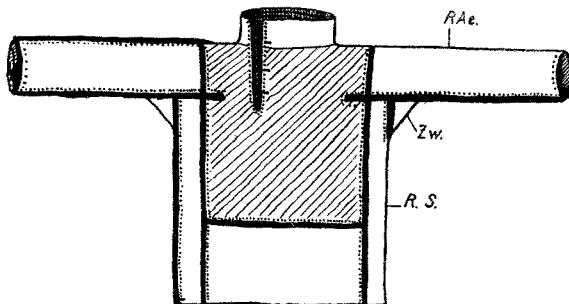


Fig. 2b.

ist uns bis jetzt noch nicht gelungen, aber es spricht für meine Meinung mancherlei, namentlich auch aus der Ätiologie des Fleckfiebers. Deshalb betone ich immer wieder, wir sind noch lange nicht am Ende dessen, was wir über die Läuse wissen müßten. Durch niedere Temperaturen (unter 10°) kann man die Eiablage der legreifen Weibchen unterdrücken; aber in höhere Temperatur (etwa 30°) gebracht, setzen diese Tiere sofort ihre Nissen ab, oft schon eine bis zwei Stunden nach dem Temperaturwechsel.

Die Geschlechter sind verschieden. Die Weibchen sind etwas größer als die Männchen und letztere an dem bräunlich durchschimmernden Penis sowie am gerundeten Hinterleibsende (beim Weibchen ausgezackt) kenntlich. Außerdem zeigt das erste Beinpaar des Männchens sexuellen Dimorphismus, indem die Tarsalklaue (*TaK*) gezähnt ist (beim Weibchen glatt) und der daumenartige Vorsprung an der Tibia (*Ti*) sehr stark ausgebildet ist (Fig. 3 a, b). Die Weibchen sind in

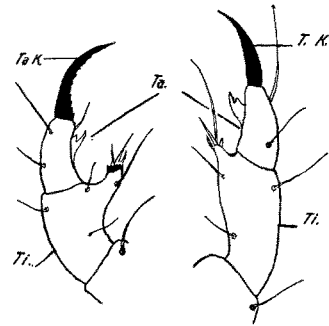


Fig. 3 a.

Fig. 3 b.

der Überzahl; ich habe das Verhältnis der Geschlechter bestimmt wie folgt: Männchen zu Weibchen wie 100 zu 175. Sikora fand unter 24 Läusen, die sie aus Eiern aufzog, bis zur Geschlechtsreife 10 Männchen und 14 Weibchen. Diese Differenz zwischen ihrer und meiner Bestimmung erklärt sich folgendermaßen: Ich habe ausgewachsene Tiere durchmustert, Sikora zog Eier auf, und da die Männchen kürzere Lebensdauer besitzen als die Weibchen, so ist unsere Abweichung leicht erklärlich. Über das Lebensalter der Läuse hat ebenfalls Sikora kürzlich Angaben gemacht. Als längste Lebensdauer fand sie für ein Weibchen 53 Tage, im Durchschnitt etwa 40 Tage; für die Männchen ermittelte sie im Durchschnitt 37 Tage. (Auf ihre sehr gute Technik der Aufzucht kann ich hier nicht eingehen.)

Ehe die Kleiderlaus geschlechtsreif ist, macht sie drei Häutungen durch, die je nach Temperatur und Ernährung schneller oder langsamer verlaufen. Bei einer Tagestemperatur von 24° und einer Nachttemperatur von 35° und zwei Fütterungen häutet sich die aus dem Ei kriechende Larve

zum erstenmal nach 5 bis 6 Tagen,
zum zweitenmal nach 9 bis 11 Tagen,
zum drittenmal nach 13 bis 15 Tagen.

Wenn aber die Larven in 35° ständig gehalten wurden und täglich sechsmal gefüttert wurden, so erfolgte

die 1. Häutung nach 3 Tagen,
„ 2. „ „ 5 „
„ 3. „ „ 8 „ (Sikora).

Die Schnelligkeit, mit der das Larvenstadium durchlaufen wird, ist also ganz abhängig von Ernährung und Temperatur. Ich konnte dieselbe Tatsache für die Eiproduktion feststellen.

Eigentümlich ist die *Kopulationsstellung der Läuse*. Das Männchen kriecht unter das Weibchen und faßt mit seinem ersten Beinpaar das dritte Beinpaar des Weibchens, so wie es die Fig. 4

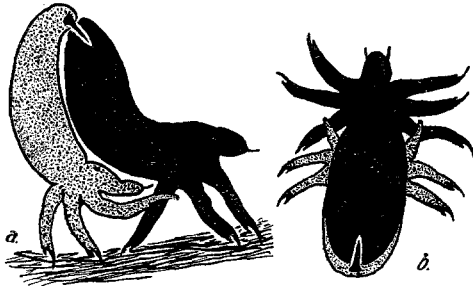


Fig. 4.

wiedergibt. Dann biegen beide Tiere den Hinterleib steil nach oben und unter Friktionsbewegungen wird der Penis eingeführt. Vielfach laufen die Paare in Kopulationsstellung langsam umher. Die Kopulation wird öfters ausgeführt. Sikora beobachtete sie bei einem Paar etwa alle 24 Stunden, während elf Tagen. Die Dauer der Kopula habe ich verschieden lang gefunden, schwankend zwischen 40 bis 70 Minuten. Aus der eigentümlichen Kopulationsstellung heraus wird auch die Bedeutung des sexuellen Dimorphismus des ersten Beinpaares des Männchens sofort erklärlich. Es ist ein sehr gut eingerichteter Klammerapparat.

Wie bei vielen Ektoparasiten, so besitzen auch die Kleiderläuse eine sehr hohe *Festigkeit des Chitinpanzers*, und dies ist für die Tiere unbedingt nötig, da sie sich ja besonders gern an den Stellen der Kleidung aufhalten, die dicht am Körper anliegen (Hals- und Gürtelgegend) und wo unter Umständen eine hohe Belastung stattfindet (Tornister- und Leibriemen). Ganz natürlich ist es ferner, daß die vollgesogenen Tiere eine weniger hohe Belastung auszuhalten vermögen als hungernde. Ich habe ermittelt, daß Tiere mit „vollem Magen“ etwa 500 g und solche mit „leerem Magen“ etwa 1300 g Druck zwischen unelastischen Flächen aushalten. Bei einem Eigengewicht von etwa 1 Milligramm für das erwachsene Tier eine erstaunliche Widerstandsfähigkeit. — Ebenso unempfindlich sind die Kleiderläuse gegen *mechanische Verletzungen*.

Verluste von einem oder zwei Fühlern oder einem oder mehreren Füßen können sie ganz gut aushalten, und was das Wichtigste ist, auch diese verletzten Tiere produzieren noch Eier und zapfen ihren Wirt noch an.

Die verschiedenen *Bewegungsformen der Läuse* habe ich versucht festzustellen. Einmal hat sich dabei ergeben, daß wir es mit recht mobilen Ektoparasiten zu tun haben. Sehr geschickt klettert die Laus unter Ausnutzung aller Haltepunkte auf den Stoffen umher, dabei sind Gewebe von mittlerer Rauigkeit ihr am geeignetsten. Ihre Fußklauen sind ausgezeichnete Klammerapparate. Mit dem Bauche an eine Kontaktfläche angepreßt, ist die normale Körperhaltung; dabei ist es ihr gleichgültig, ob die Unterlage in senkrechter oder (bei genügender Rauigkeit) auch überhängender Stellung sich befindet. Wird sie aus ihrer normalen Lage gebracht, so versteht sie geschickt in diese zurückzubringen auf dreierlei Weise, die ich in der ausführlichen Arbeit auch bildlich darstellte. Die *Wandergeschwindigkeit* habe ich eingehend untersucht und zugleich festgestellt, auf was die Laus alles wandern kann. Allgemein läßt sich sagen, daß sie selbst an senkrechten Wänden (besonders rauhen Brettern) zu wandern vermag. Nur ganz glatte Flächen (poliertes Glas, Lackleder z. B.) bieten ihr unüberwindliche Hindernisse bei schräger Stellung. Die Wandergeschwindigkeit ist von der Temperatur abhängig, bei etwa 6° hört fast jedes Wandern auf und bei $\pm 0^\circ$ erlischt es. Sehr lebhaft sind die Bewegungen bei 30°, aber auch bei 20—25° werden noch je nach der Unterlage in der Minute 6 bis 20 cm zurückgelegt. Das Alter des Tieres spielt natürlich hier auch eine Rolle, und eine noch nicht einen Millimeter große Larve läuft nicht so rasch als eine erwachsene Laus. Da nun Läuse außerhalb ihres Wirtes bei entsprechender Temperatur immer wandern, so werden pro Tag doch beträchtliche Strecken zurückgelegt. Diese Eigentümlichkeit des Wanderns macht es erklärlich, daß Läuse, die von ihrem Wirt abgefallen sind, eben nicht an Ort und Stelle verbleiben, sondern am anderen Zimmerende z. B. einen bisher nicht Verlausten befallen können. Höchst überraschend war auch für mich weiterhin die Tatsache, daß selbst Sandschichten bis zu 30 cm Dicke von ihr durchwandert werden. Ist der Sand oder die Erde naß und verbacken, so gehen darunter die Läuse auch nicht sofort zugrunde. Im Gegenteil! Ich habe festgestellt, daß die so behandelten Tiere drei bis vier Tage in diesen abnorm ungünstigen Bedingungen am Leben blieben.

Über das *Verhalten der Läuse zum Licht* habe ich Versuche angestellt und eine ganze Reihe eigentümlicher Beobachtungen gemacht, möchte aber gleich betonen, daß auch hier noch vielerlei nachzutragen ist. Sicher ist eine verschiedene Empfindlichkeit gegen das Licht, und bisher glaube ich folgendes sagen zu dürfen: die aus-

gehungerte Laus sucht das Licht; die vollgesogene, d. h. satte Laus meidet das Licht (sie verkriecht sich); die beunruhigte Laus (durch Stoßen usw.) meidet das Licht. Ich kann hier nicht alle Einzelheiten wiedergeben, es würde dies zu weit führen, und muß wieder auf die ausführliche Arbeit verweisen. Auch über den *Geruchssinn der Läuse* suchte ich Aufschluß zu erhalten; derartige Untersuchungen sind aber recht schwierig, und was ich oben einschränkend sagte, gilt auch hier. Ich fand, und das haben auch andere bestätigt, daß die Läuse anscheinend über kein sehr weitreichendes Geruchsvermögen verfügen; d. h. die „Witterung“ reicht nicht auf große Entfernungen. Es wurden folgende Versuche angestellt, um dieser Frage etwas näher zu

Hand (bzw. den Finger) führte. Die verschiedensten Wendungen machte die Versuchslaus mit, sie lief nach „wie ein Hund an der Leine“. In Fig. 5 ist die Wanderkurve eines solchen Tieres genau nachgezogen. Dort, wo *S* steht, ließ ich Schleifen wandern, an den Stellen aber, wo ein \dagger steht, entfernte ich die Hand rasch, und sofort tat die Laus das, was sie sonst getan (sie war aufgeregt, also lichtscheu), sie schlug einen Haken und wanderte lichtab, bis ich die „Geruchsführung“ wieder übernahm. Wie lebhaft dieses Tier wanderte, ist aus der nebenher punktiert gezeichneten $\frac{1}{4}$ -Minuten-Strecke ersichtlich. Der Pfeil gibt den Lichteinfall an, der Maßstab (10 cm) ist im selben Verhältnis bei der Reproduktion mit verkleinert worden. Man könnte

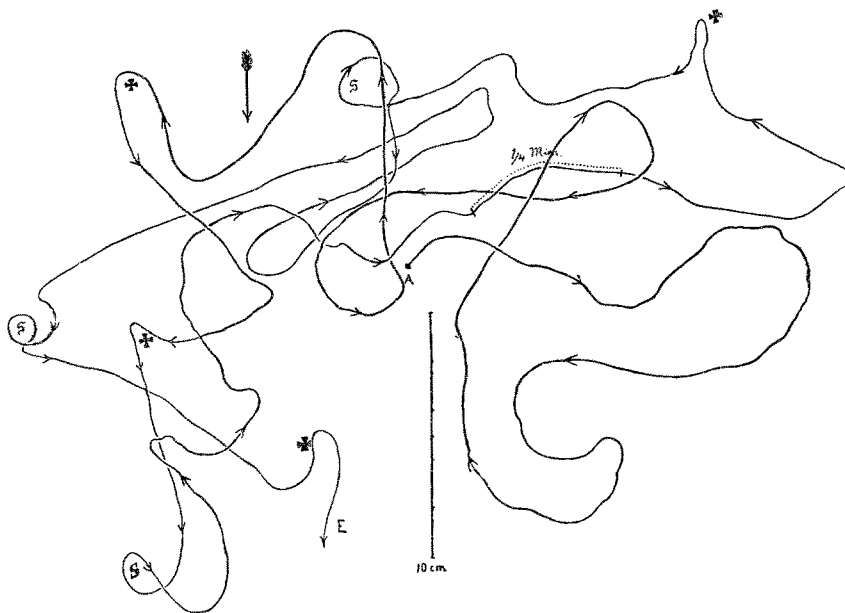


Fig. 5.

treten: Ich brachte hungrige Läuse im gutgeheizten Zimmer auf einen Tisch und lehnte mich mit entblößtem Oberkörper direkt an die Tischplatte an. Die Läuse befanden sich in einer Entfernung von 20—25 cm. Ich hatte angenommen, diese hungrigen Tiere würden sofort die Nähe des Menschen wittern und sich nach dieser Seite wenden, aber das geschah nicht. Dann führte ich folgendes aus: Auf Filtrierpapier brachte ich hungrige Tiere, die kurz vorher durch Streichen und Drücken aufgeregt und beunruhigt worden waren. Die so behandelten Tiere sind, wie wir oben hörten, lichtscheu. Nun legte ich die etwas in Schweiß gebrachte Hand in 10—5—2—1— $\frac{1}{2}$ Zentimeter Entfernung vor die Laus, um zu sehen, wie sie sich verhalten würde. Bei 10 und 5 cm war ihr Verhalten unbestimmt, aber bei 2 und weniger Zentimeter Entfernung war ein deutliches Reagieren zu beobachten. Das betreffende Tier lief der Hand nach, genau so wie ich die

freilich hier einwenden, die Wärmestrahlung der Haut sei das richtungsbestimmende Moment für das Versuchstier, aber aus anderen Versuchen heraus wird diese Annahme recht unwahrscheinlich.

Mit recht großem Material wurden von mir dann Versuche über das *Verhalten der Kleiderläuse beim Hungern, in Wärme und Kälte sowie Nässe* angestellt. Das Gesamtergebnis war, daß die Läuse recht widerstandsfähig gegen tiefe Temperaturen sind, wenig aber gegen hohe Temperaturen. Hier haben sich sehr innige Zusammenhänge ergeben, die ich dahin zusammenfasse: A. *Niedere Temperaturen* $\pm 0^{\circ}$ — 6° — 12° Wärme verursachen geringes Nahrungsbedürfnis (die Verdauung wird sehr träge), die Eiproduktion hört auf, die Beweglichkeit wird gering oder erlischt, Hunger wird 3—4—9 Tage ausgehalten. B. *Hohe Temperaturen* 25° — 37° verursachen hohes Nahrungsbedürfnis (die Verdauung ist

höchst lebhaft), die Eiproduktion ist groß, die Bewegungen werden sehr lebhaft, aber Hunger wird sehr schlecht vertragen, ein, höchstens zwei Tage. Dementsprechend hält die Laus Nässe und Kälte gut aus, aber in Nässe und Wärme geht sie rasch zugrunde. Bei Einwirkung von mittleren Temperaturen 10°—20°—22° gleichen sich die Extreme zwischen A und B ungefähr aus. Es wurden von mir über 1460 Läuse in verschiedenen Temperaturstufen hungernd beobachtet, und zwar bei +37°, bei 25°—30°, bei 10°—20°, bei 6°. Die kleine Tabelle gibt an, wieviel Prozent der Läuse Hungertage (zu 24 Stunden) bei der betreffenden Temperatur aushielten.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Hungertage										
bei 37°	41										} in %
bei 25°—30° . .	85	6									
bei 10°—20° . .	98	90	67	37	10	2	1				
bei 6°	100	97	93	79	54	36	18	11	2		

Durch das lange Aushalten von Hunger bei niedrigeren Temperaturen wird es uns erklärlich, warum eine Entlausung durch Aushungern meist verkehrt ist. Wenn verlauste Kleidungsstücke 3—4 Tage (im Herbst z. B.) im Freien gehalten haben, so sind die Läuse noch längst nicht alle tot. Wird ein solches Stück wieder angezogen, so sind eben noch genug Läuse da. Selbst tiefe

Weibchen	lebte nach der 3. Häutung	45 Tage	und brachte	197 Eier
"	2	"	"	37
"	3	"	"	37
"	4	"	"	36
"	5	"	"	25
"	6	"	"	21

Temperaturen bis —10° und —13° töten die Läuse nicht sicher ab; 3° bis 4° Kälte halten sie ausgezeichnet aus. Auch Larven, die soeben ausgeschlüpft waren und noch nie gesogen hatten, habe ich bei +6° 4 Tage hungernd lebend erhalten.

Genau so widerstandsfähig sind Läuse gegen Nässe und Kälte. Bei +6° habe ich z. B. folgenden Versuch gemacht: 10 Läuse (5 ♂ und 5 ♀) kamen 14 Stunden unter Wasser, nach 2 Stunden Trockenzeit lebten alle zehn; dann wieder 22 Stunden unter Wasser, nach 2 Stunden Trockenzeit lebten alle zehn; dann wieder 5 Stunden unter Wasser, nach 2 Stunden Trockenzeit lebten alle zehn; dann wieder 14 Stunden unter Wasser, nach 3 Stunden Trockenzeit lebten noch sieben. — Es kommt also ein „Ertränken“ der Läuse als Entlausungsverfahren bei niedriger Temperatur nicht in Frage. — Dagegen hält die Kleiderlaus, wie schon oben bemerkt, höhere Temperaturen 37° bis 40° nur kurze Zeit aus, zumal wenn sie hungert; 50° vermag sie etwa ½ Stunde auszuhalten; bei noch höherer Temperatur geht sie sehr schnell ein, ebenso die Nissen, und dieser

Faktor kommt für die Massenentlausung in Frage. Die Zeiten und Temperaturhöhen, welche von den Läusen als Maximum ertragen werden, geben die neueren Beobachter alle etwas verschieden an, aber alle Angaben bewegen sich zwischen 55° bis 60°.

Die Eiproduktion selbst wird ganz von zwei Faktoren beherrscht, der Temperatur und der Ernährung. Bei etwa 30° bis 35° und guter Ernährung (pro Tag 2—3—4 Mahlzeiten) werden 4—7 Eier pro Tag abgelegt. Bringt man Läuse aus 25°—30° in etwa +6°, so hört die Eiablage sofort auf; verbringt man sie wieder in höhere Temperatur, so setzt die Eiablage wieder ein. Sikora gibt an, daß bereits bei +25° die Eiablage aufhöre, ich habe andere Beobachtungen gemacht und sage, daß auch bei +18° bis 20° sicher noch Eier gelegt werden. Mit Sikora stimme ich darin überein, daß bei und unter +10° keine Eier mehr abgesetzt werden. Wohl aber habe ich beobachtet, daß ein Weibchen noch am 5. Hungertage ein Ei legte. Auch legten am 2. und 3. Hungertage Weibchen bei mir noch Eier in Zimmertemperatur. Bei diesen differierenden Zahlenangaben möchte ich wieder daran erinnern, was ich über die Rassenfrage unter den Kleiderläusen sagte. Um einige Zahlen anzuführen, wieviel ein einzelnes Weibchen bei reichlicher Ernährung und optimaler Temperatur (30° bis 35°) Eier produzieren kann, bringe ich die neuesten Angaben von Sikora:

Der Stech- und Saugakt der Läuse ist ein sehr anziehendes Schauspiel. Die weitverbreitete Ansicht, „daß die Läuse beißen“, ist falsch; dem Bau ihrer Mundwerkzeuge nach können sie das nicht. Man muß also vom Läusestich, nicht Läusebiß sprechen. Dabei sind sie nur befähigt, strömendwarmes Blut aufzunehmen, und diese Beschränkung in ihrer Nahrung macht auch die Aufzucht recht schwierig, ja bei Fleckfiebergefahr unmöglich. Läuse, die hungrig sind und auf die Haut gebracht werden, stechen bald ein, indem sie den Kopf etwas senken und sich mit den Füßen in den Hautrillen festkrallen. Oft bietet ihnen ein Körperhaar einen willkommenen Haltepunkt. Der Stich selbst ist nicht immer zu spüren, es herrscht hier eine große individuelle Verschiedenheit bei den einzelnen Personen und bei diesen wieder in den einzelnen Körperregionen. Sikora gibt von sich an, sie habe nach dem Läusestich keinen Juckreiz vermerkt; nun, dies ist wohl, wie sie selbst vermutet, persönliche Disposition. Ich selbst habe mich viel von Läusen in allen möglichen Körperregionen stechen lassen und bin stichempfindlich, aber nicht an allen

Stellen. Z. B. nicht auf dem Handrücken und an der Schläfe. In Hals- und Gürtelgegend merke ich jeden Stich, und es bildet sich eine Quaddel. Daß nach dem Läusestich Juckreiz auftritt, auf den der Wirt mit Kratzen reagiert, ist bekannt und das Normale, sonst gäbe es ja eigentlich keine „Läuseplage“. Bald nach dem Einstich des Rüssels und dem Einfluß des LäuseSpeichels in die Hautkapillaren sieht man das Blut durch den Mund in die Kopfsaugpumpe in den Magen einströmen. Namentlich das Arbeiten der ersteren ist sehr lebhaft (in Takten von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Sekunde) und man kann es gut beobachten, genau so wie die lebhaft, ja stürmische Peristaltik des Darmkanals. Bei ausgehungerten Tieren ist auch die allmähliche Auffüllung des Darmes mit Blut sehr genau zu erkennen. Die Dauer des Blutsaugens ist verschieden lang. Ich habe Zeiten zwischen 8—23 Minuten beobachtet. Sikora und andere geben stundenlanges Saugen an, allerdings mit Pausen im eigentlichen Saugakt, was dann wohl auf dasselbe hinauskommt. Die Menge des aufgesogenen Blutes ist recht gering, daher das fortgesetzte Nahrungsbedürfnis. Widmann, der auf 3—5 Minuten den Saugakt angibt, sagt, daß 0,7 bis 1,1 Milligramm = 0,6—1,0 Kubikmillimeter Blut aufgenommen würden. Ich selbst konnte in Ermangelung von Apparaten keine eigenen Untersuchungen darüber anstellen. Recht merkwürdig ist, daß die Läuse während des Beginnes des Saugaktes sehr unempfindlich gegen Verletzungen sind. Solchen Tieren habe ich Fühler und Füße abgeschnitten, ohne daß sie sich im Saugen stören ließen. Ist ein Tier satt, so bleibt es gewöhnlich noch einige Zeit auf der Stichstelle sitzen, wohl um den Rüssel herauszuziehen. Aber auch wenn dies geschehen, ruht es noch einige Zeit aus, ehe die Abwanderung von der Haut erfolgt. Wenn man eine satte oder fast gesättigte Laus nur ganz gering berührt, so verläßt sie sofort die Stichstelle. Die Quaddelbildung nach dem Stich kann sofort erfolgen, aber auch erst einige Zeit später. Die Form der Quaddeln ist meist rundlich, kann aber auch eine wurzelähnliche sein, wie sie z. B. Fig. 6 wiedergibt in natürlicher Größe. Hier in diesem Falle hatte ein Weibchen am 5. Hungertage gesogen. Die ersten 5 Einstiche waren erfolglos gewesen, erst der 6. Einstich (unten) war erfolgreich. Solche vergeblichen Einstiche kommen besonders bei schwachen Tieren öfters vor. (Im vorliegenden Falle wurden die Stichstellen von mir besonders markiert auf der Haut mit Tusche.)

Über die auch von anderer Seite erwähnte „Gewöhnung an Läusestiche“ möchte ich noch einige Bemerkungen einflechten sowie über die individuelle Verschiedenheit gegenüber dem Läusebefall überhaupt. Nahezu an 1000 Personen habe ich darüber gefragt, und zwar handelte es sich um Soldaten in der Ostfront, die zum Teil seit 13 Monaten im Felde standen, zum Teil als Ersatz nachgeschickt worden waren.

Alle hatten mit den Läusen in irgendwelcher Form Bekanntschaft gemacht. Ich möchte vier Gruppen aufstellen.

Gruppe A umfaßt Personen, die seit Monaten zwischen Verlausten leben und selbst nie von Läusen angefallen werden. Prophylaktische Mittel sind nicht gebraucht worden, spielen also keine Rolle.

Gruppe B umfaßt Personen, die von Läusen stark befallen wurden. Sie haben vor Monaten schon jeden Läusestich gespürt und sind auch heute noch voll stichempfindlich.

Gruppe C umfaßt Personen, die früher (im Herbst und Winter) von Läusen geplagt wurden, aber jetzt nicht mehr stichempfindlich sind. Eine Stichunempfindlichkeit trat also ein.

Gruppe D umfaßt Personen, die früher Läusestiche nicht spürten und auch heute nichts davon merken.

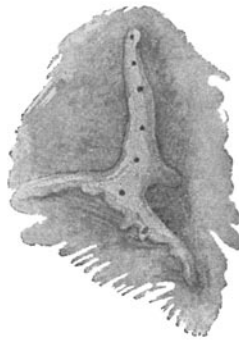


Fig. 6.

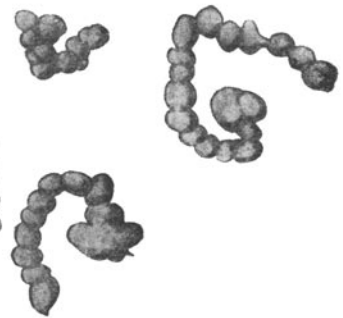


Fig. 7.

Diese Gruppen sind nicht gleichwertig; Gruppe A wird gar nicht befallen. Gruppe B ist stichempfindlich geblieben; Gruppe C wird stichunempfindlich; Gruppe D war von vornherein stichunempfindlich. Diese Erscheinungen decken sich zum Teil mit denen, die wir von dem Immunitätsein bzw. Immunwerden gegenüber den Stichen anderer Insekten kennen (z. B. Bienen und Mücken). Diese „Gewöhnung an Läusestiche“ macht es uns auch erklärlich, warum ein guter Teil der Zivilbevölkerung in Russisch-Polen so indolent gegen die Verlausung ist. Andererseits haben ja die Unempfindlichen kein Interesse an der Entlausung, da sie nicht geplagt werden; sie sind aber für die Fleckfieberverbreitung besonders gefährlich, da sie oft ihre Verlausung gar nicht wissen und die Läuse überall hin weiter verbreiten.

Auch die *Verdauung* wird durch die *Temperatur* geregelt (vergl. oben). Bei sehr hungrigen Tieren habe ich bereits 2 Minuten nach Beginn des Saugaktes frischen, roten Kot absetzen sehen. Kotreste bleiben immer im Darm, selbst bei noch so langem Hungern. Dieser alte Kot sieht schwarz aus und wird bei neuer Nahrungszufuhr natürlich zuerst abgesetzt. Ich habe Tiere vielfach Kot in Pausen von 1—1½ Minuten ausstoßen sehen, die

einzelnen Kotbrocken waren zu Schnüren (Fig. 7) verbacken, aber diese Schnüre zerfallen ziemlich leicht. Bei langsamerer Verdauung werden einzelne Kotbrocken abgestoßen.

Dies wäre in gedrängter Form das, was wir jetzt vom Leben der Kleiderlaus wissen. Die *Beschwerden, die eine Verlausung mit sich bringt*, sind zum Teil höchst unangenehm; ich selbst hatte viermal diese „Einquartierung“ und wurde nachts durch Stiche am Schläfe gehindert. Bei länger dauernder Verlausung kommt es dann durch das Kratzen besonders zu starken Verheerungen auf der Hautoberfläche. Ich habe Verlauste gesehen, die am Körper kaum eine heile Stelle hatten. Besonders die Gürtelgegend, die Füße sowie Schultern und Brust waren mit langen, blutigen Kratzwunden infolge des ständigen Juckreizes bedeckt. Viel gefährlicher aber ist die Rolle, welche die Läuse als Überträger des Fleckfiebers (= Flecktyphus = Typhus exanthematicus) und des Rückfallfiebers (Febris recurrens) spielen. Ihre energischste Bekämpfung ist schon aus letzterem Grunde geboten.

Auf die verschiedenen Arten der Bekämpfung und auf die prophylaktischen Maßnahmen und ihren Wert gehe ich hier nicht ein, denn das ist ein ganzes Kapitel für sich. In den einleitenden Worten habe ich dies bereits betont.

Literaturangaben.

Von der bereits sehr umfangreichen Literatur möchte ich hier nur einige Arbeiten anführen, die in erster Linie die Biologie berücksichtigen. Noch täglich erscheinen Arbeiten auf diesem Gebiet und es ist erfreulich, daß man sich dem Studium dieser früher als harmlos angesehenen Parasiten energisch widmet. Hätten wir das, was wir heute vom Leben der Kleiderlaus wissen, früher gewußt, es wären Hunderttausende erspart geblieben, ganz abgesehen von den Verlusten an Menschenleben durch Fleckfieber. Mehr als ein deutscher Arzt und Forscher fiel ihm leider zum Opfer.

Gaulke: Über Läuse und Läuse sucht (Phthiriasis) in therapeutischer und medizinisch-polizeilicher Beziehung. In *Caspar*: Vierteljahrschrift für gerichtliche und öffentliche Medizin Bd. 23. Berlin 1863.

Hase, Albrecht: Beiträge zu einer Biologie der Kleiderlaus. Zeitschr. f. angewandte Entomologie Bd. II, H. 2. Auch Separat als Flugschrift d. deutschen Gesellsch. f. angewandte Entomologie. Berlin, P. Parey, 1915.

Hase, Albrecht: Weitere Beobachtungen über die Läuseplage. Zentralblatt f. Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Orig.-Abh. 1915.

Hase, Albrecht: Praktische Ratschläge für die Entlausung der Zivilbevölkerung in Russisch-Polen. Nach eigenen Erfahrungen. Berlin, P. Parey, 1915.

Heymann, Bruno: Die Bekämpfung der Kleiderläuse. Zeitschr. f. Hygiene und Infektionskrankheiten (Leipzig) Bd. 80. 1915.

Nocht, B. und Halberkann, J.: Beiträge zur Läusefrage. Münchener Med. Wochenschr. Nr. 18, 1915, Jahrg. 62.

Patton, W. Sc. und Cragg, Th. W.: A Textbook of Medical Entomology. London 1913.

Prowazek, S. v.: Bemerkungen über die Biologie und Bekämpfung der Kleiderlaus. Münchener Med. Wochenschr. Nr. 2, 1915. Jahrg. 62.

Sikora, Hilda: Beiträge zur Biologie von Pediculus vestimenti. Zentralbl. f. Bakteriol., Parasitenkunde und Infektionskrankheiten Bd. 76, 1915.

Versluys, J.: Die Verbreitung von Seuchen durch Insekten und andere Gliederfüßer im Kriege. Bericht d. oberhessischen Ges. f. Natur- u. Heilkunde zu Gießen, Neue Folge, Nat.-wiss. Abt. Bd. 6, 1914.

Warburton: Report on Rag Flock. Report to the local Government Board. London 1910.

Widmann, Eugen: Beiträge zur Kenntnis der Biologie der Kleiderlaus und deren Bekämpfung. Zeitschrift f. Hygiene und Infektionskrankheiten Bd. 80, 1915.

Wollermann und Büscher: Beobachtungen über Kleiderläuse und ihre Nissen. Klinische Beiträge. Würzburg 1914.

Wülker, G.: Zur Frage der Läusebekämpfung. Münchener Med. Wochenschr. Nr. 18, 1915.

Zupnick, L.: Über Zuchtversuche von Läusen aus Nissen. Wiener Klinische Wochenschrift 1915, Nr. 21.

Physikalische Mitteilungen.

Kamerlingh Onnes hat beobachtet, daß bei Temperaturen in der Nähe des absoluten Nullpunktes der Widerstand verschiedener Metalle so klein wird, daß er nur den hunderttausendmillionstel Teil des bei 0° gemessenen beträgt. Der Übergang in diesen Zustand der **Ultraleitfähigkeit** erfolgt sehr plötzlich. Näherete man einem in flüssiges Helium (Temperatur 4° absol.) getauchten Bleiringe einen Magneten, so wurde in diesem, wie üblich, eine elektromotorische Kraft induziert. Der so entstandene Strom hörte aber beim Festhalten des Magneten nicht auf, sondern blieb sehr lange Zeit auch nachher mit nahezu ungeänderter Stärke bestehen. Sein Abfall erfolgte so langsam, daß er schätzungsweise erst nach vier Tagen auf die Hälfte seines Anfangswertes abgeklungen wäre. Von diesen Erscheinungen vermag die gewöhnliche Elektronentheorie der metallischen Leitung keine Rechenschaft zu geben. Sie würde auch noch versagen, selbst wenn man die Zahl der Stromleitung vermittelnden Elektronen oder ihre freie Weglänge innerhalb plausibler Grenzen erhöhen würde. *J. J. Thomson* (*Phil. Mag.* (6) 30, S. 192, 1915) greift deshalb auf eine schon früher von ihm in seiner „Korpuskulartheorie der Materie“ entwickelte Theorie zurück. Nach dieser enthalten die Atome gewisser Substanzen, wie die der Metalle, elektrische Dubletts, d. h. zwei in geringer Entfernung voneinander angeordnete entgegengesetzt gleiche elektrische Ladungen. Die Achsen derselben sind für gewöhnlich regellos im Raume verteilt; unter dem Einflusse einer äußeren elektrischen Kraft suchen sie sich parallel dazu zu stellen, werden daran aber zum großen Teil durch verschiedene Einflüsse gehindert. Solche sind z. B. bei den Gasen die Zusammenstöße ihrer Moleküle, bei den festen und flüssigen Körpern die Rotation derselben. Bei einer Reihe gleichgerichteter Moleküle vermögen nun die Elektronen unter dem Einfluß der Anziehungskräfte zwischen den entgegengesetzt geladenen Enden zweier benachbarter Dubletts von einem zum anderen überzugehen und so die Stromleitung zu übernehmen. Da in der Nähe des absoluten Nullpunktes jene Störungen fortfallen, so werden fast alle Dubletts gleichgerichtet, so daß hier die Ultraleitfähigkeit eintreten muß. Nach Aufhören der elektromotorischen Kraft werden bei gewöhnlichen Temperaturen die Dubletts durch die Wärmebewegungen der Atome und Moleküle wieder desorientiert. Erst