



Title	Morphologische Beobachtung über die Seidensekretion bei der Seidenraupe
Author(s)	YAMANOUCI, M.
Citation	Journal of the College of Agriculture, Hokkaido Imperial University, Sapporo, Japan, 10(4), 1-49
Issue Date	1922-07-12
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/12559
Type	bulletin (article)
File Information	10(4)_p1-49.pdf



[Instructions for use](#)

Morphologische Beobachtung

über die Seidensekretion bei der Seidenraupe

VON

M. Yamanouchi

Hierzu 4 Tabellen und I bis III Tafeln

So weit es mir bekannt ist, haben wir noch keine Mitteilung über die Frage der Seidensekretion überhaupt seit der Publikation der Arbeit¹⁾ von TANAKA, die 1911 erschien. Der Autor hat die mikroskopische Struktur der Spinndrüse, insbesondere ihre verschiedenen Entwicklungsstadien, ziemlich ausführlich untersucht und faßt die Ergebnisse so zusammen, daß die Sekretion, die die Drüsenzellen des hinteren Drüsenabschnittes hervorbringen, ursprünglich einzig und allein in der Absonderung des Achsenstrangs, der Fibroin genannt wird, besteht. Was das Sericin, das die Rindenschicht des Seidenstrangs vertritt, anbelangt, so verdankt es nach dem Autor seine Entstehung der Umwandlung der Rindenschicht des Fibroins durch Oxydation, wie BOLLEY (1864) und BLANC (1889) annehmen. Wie der vorsichtige Beobachter zu dieser Auffassung gekommen ist, erklärt sich daraus, daß die feinen terminalen Verästelungen der Tracheenzweige, deren Entdeckung wir ihm verdanken, sich innerhalb des Zelleibes der Drüse öffnen und nicht nur das Protoplasma stark vakuolisieren, sondern es läßt sich lebhaft vermuten, daß die Luft, die so entwickelt ist, in den Drüsenkanal abgegeben wird, um die genannte Rindenschicht des Fibroinstrangs zum Sericin zu oxydieren.

Seit dem letzten Sommer habe ich für einen anderen histologischen

¹⁾ TANAKA, Y., On the structure of the silk glands and the silk formation in *Bombyx mori*: Jour. Coll. Agric., Sapporo, Vol. IV, No. 2. 1911.

Zweck eine ganze Menge von Quer- und Längsschnitten durch die Spinndrüsen angefertigt und dabei Gelegenheit gehabt, eine eingehende Beobachtung der Drüsenstruktur zu unternehmen. Die auffallende Tatsache, die stark meine Aufmerksamkeit anzog, war vor allem die Farbenreaktion des Seidenstrangs, dessen Achsenteil sich in dieser Hinsicht von der Rinde scharf unterscheiden läßt. Hochinteressant waren mir zwei Arten der innerhalb des Zelleibes befindlichen Substanzen, die respektiv dieselbe Farbenaffinität wie die genannten zwei Schichten des Seidenstrangs vorzeigen, sodaß diese Substanzen nicht anders als dieselben wie die letzteren aufgefaßt werden können: so ist es klar, daß sowohl die Rinden- als auch Achsensubstanzen des Strangs schon innerhalb der Drüsenzellen unabhängig voneinander gebildet und erst sekundär in den Drüsenkanal herausgetreten sind. Nun derjenigen weicht meine Auffassung gründlich von derjenigen TANAKAS, die oben angegeben wurde, ab.

Das Material, das mir zur Verfügung gestanden hat, besteht aus fünf univoltinen Rassen, die bzw. die oropurochinesische, europäische Special und Drome, giallochinesische und japanische Akajiku Rasse genannt werden, und vertrat natürlich das letzte Raupenstadium, in dem erst die Seidensekretion vor sich geht. Für unseren vorliegenden Zweck erwies sich die Special Rasse als am besten, bei den Drome und oropurochinesischen Rassen trat die Seidenproduktion nur schwach hervor, während bei den Akajiku und giallochinesischen Rassen sich auch die Sekretion nicht klar genug beobachten läßt. Da aber der Prozeß bei einzelnen Rassen keinem Unterschied unterliegen soll, läßt es sich vermuten, daß die Individuen der 4 letzt genannten Rassen, die ich benutzt habe, für die vorliegende Beobachtung überreif waren.

Die Raupen wurden lebendig sezerniert, und die Drüsen wurden zusammen mit den Spinnwarzen von den übrigen Teilen des Körpers abgeschnitten und sofort in Fixierungsreagentien hineingetan, indem sie darin mit scharfen Nadeln auseinandergesetzt und zweckmäßig ausgestreckt wurden. Von verschiedenen Fixierungsreagentien, die ich gebraucht habe, erwies sich die wässerige Lösung von Alkohol-Formol, die BEDEAU empfiehlt, am besten; die 25%ige wässerige Lösung von Formol und CARNOYSches Gemisch ergaben gutes Resultat. Die Objekte, die in CARNOYSchem Gemisch lagen, wurden nach 12 Stunden herausgenommen und direkt in 85%igen Alkohol gebracht, um darauf bis zum Gebrauch darin aufbewahrt zu werden. Beim Gebrauch der von

BEDEAU empfohlenen Mischung oder der Formollösung wurden die Objekte nach 24 Stunden mit fließendem Wasser wieder 24 Stunden lang gut abgespült und alsdann in 40%igen Alkohol übertragen, der allmählich bis 85% gesteigert wurde, um schließlich darin bis zum Gebrauch liegen zu bleiben. Natürlich wurde der Aufbewahrungsalkohol von Zeit zu Zeit gewechselt.

Bekanntlich ist die Paraffindurchtränkung der Spindrüse mit großer Schwierigkeit verknüpft; da sowohl Sericin als auch Fibroin nicht im geringsten Paraffin in sich eindringen lassen, springen beim Schneiden des Paraffingußes die Seidenscheibchen tadellos von den Schnitten los, sodaß die Schnitte total unbrauchbar werden. Daher bemühte ich mich mit Geduld diese Schwierigkeit zu überwinden und versuchte alle bekannten Methoden, bis ich schließlich auch der Methode APATHYS Erfolg hatte; die Objekte wurden aus absolutem Alkohol für 2 Tage in Zederöl gelegt, dann für 2 Tage in Chloroform getaucht, darauf lagen sie 40 Stunden in Chloroform-Paraffin.

Die Schnitte wurden mit dem SCHANZESCHEN Mikrotom angefertigt, ausnahmslos 10μ dick. Deshalb ist es sehr leicht und berechtigt, die Ausdehnung dieser Gebilde durch Rekonstruktion auszurechnen und die Konfiguration derselben wiederzugeben.

Nach HEIDENHAINscher Wassermethode wurden die Schnitte auf den Objektträger aufgetragen und im Thermostatt ausgebreitet.

In bezug auf die Färbung bevorziehe ich allen andern Färbungen die VAN GIESSONSche Methode, besonders in Kombination mit DELAFIELD-schem Hämatoxylin; hierbei ist die Fuchsinfärbung von Sericin außer- und innerhalb des Drüsenzelleibes äußerst intensiv und ausgeprägt. Dann kommt die Dreifachfärbung von BIONDI-EHRLICHschem Gemische, das sich dadurch auszeichnet Fibroin intensiv grün zu färben. Nicht weniger ergab in dieser Hinsicht die Doppelfärbung von Anilinblau (Bleu de Lyon) und Säurefuchsin. Hierbei wird das Fibroin blau tingiert, während das Sericin mit Säurefuchsin tief rote Färbung zeigt. Zur Aufklärung benutzte ich stets Xylol und Xylol-Canada-Balsam.

Es sei mir gestattet an dieser Stelle Herrn Prof. S. HATTA, der mir nicht nur die Anregung zur Vornahme dieser interessanten Untersuchung gab, sondern stets mit regstem Interesse dem Fortgang der Arbeit folgte und dieselbe mit Rat und Tat förderte und unterstützte, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Auch bin ich verpflichtet, Herrn Prof. K. SUDA herzlichst dafür zu danken, daß er mir seitens des Materials stets geholfen hat. Endlich sage ich Herrn

Dr. K. OGUMA meinen innigen Dank für seine beständige lebenswürdige Teilnahme an meiner Arbeit, besonders seitens der Mikrotechnik.

Die vorliegende Arbeit beschränkt sich vorläufig auf die Seidensekretion allein; übrige Tatsachen, die ich ausgearbeitet habe, werden bei späterer Gelegenheit veröffentlicht werden. Die Beschreibung der Befunde wird mit der Topographie anfangen; darauf kommt die histologische Betrachtung und mikroskopische Anatomie, damit Art und Weise, wie der Prozeß der Sekretion sich abspielt, durchaus aufgeklärt und vollständig verständlich gemacht werden kann.

I. Topographie der Spindrüsen.

Die Spindrüsen (Fig. 1) sind paarig; bekanntlich ist jede Hälfte in 3 Abschnitte eingeteilt, von denen der mittlere Drüsenabschnitt (*M*, *d-m*) dadurch auffällt, daß er äußerst verdickt ist, und nach vorn und nach hinten in den dünnen vorderen (*a-d*) und in den gleichfalls verdünnten hinteren Drüsenabschnitt (*m-g*) übergeht. Namentlich geschieht der vordere Übergang (*d*) plötzlich, während der Drüsenkörper nach hinten zu allmählich an Dicke abnimmt (*j*, *k*, *l*, *m*). Der vordere Drüsenabschnitt (*a-d*) verläuft schlängelnd und ist verhältnismäßig sehr kurz, so daß er durchschnittlich nur etwa 10% der totalen Länge der Drüse einnimmt. Vorn vereinigen sich die beiden Röhren zu dem kurzen, einheitlichen, gemeinsamen Ausführungsgang (*a*), der jederseits den Ausführungsgang der FILIPPIschen Drüsen aufnimmt. Der hintere Drüsenabschnitt (*H*, *m-g*) weist dagegen vielfach komplizierte Konvolution auf und ist unter den 3 Abschnitten am längsten; die Länge von ungefähr 2/3 der Drüse ist durch ihn vertreten.

Was den mittleren Drüsenabschnitt (Fig. 1, *d-m*) anbetrifft, so zeigt das Drüsenrohr ebenfalls Windungen, aber er unterscheidet sich von den 2 anderen Drüsenabschnitten dadurch, daß er nicht so dünn wie die letzteren und nicht so kompliziert wie der hintere Abschnitt ist, sondern sich verdickt und einfach und regelmäßig wendet. Das auffallendste Mittelstück (*f-i*) desselben ist nach vorn gekrümmt und geht ins Vorderstück (*f-d*), das mit dem vorderen Drüsenabschnitt in direktem Zusammenhang steht, über. Vorn wendet sich das Mittelstück nach hinten ins Hinterstück (*i-m*), das sich nach kurzem Verlauf (*i-l*) wieder nach vorn (*l-m*) richtet, um

endlich in den dünnen hinteren Drüsenabschnitt ($m-g$) überzugehen, sodaß das Hinterstück ($i-m$) selbst den Buchstabe V beschreibt.

Noch auffallender tritt der mittlere Drüsenabschnitt durch seine enorme Dicke hervor, das Mittelstück, das am dicksten und durch die ganze Länge hindurch gleich dick ist, ist mehrfach so dick wie der vordere und hintere Drüsenabschnitt. Der proximale Schenkel ($i-l$) des Hinterstückes ist an Dicke nicht geringer als das letzt erwähnte Mittelstück, aber nimmt distal allmählich ab ($l-m$). Endlich ist das Vorderstück ($d-f$) nicht nur dünner, sondern nach vorn allmählich verjüngt.

Abgesehen von Färbungen, die bei den gelben Kokon liefernden Drome, Special, oropuro- und giallochinesischen Rassen nur dem mittleren Drüsenabschnitt orange bis gelbe Färbung erteilen, weichen in bezug auf den morphologischen Charakter die fünf untersuchten Rassen wesentlich nicht von einander ab.

Die Spinndrüsen, deren einzelne Abschnitte die Lagebeziehungen wie erwähnt nehmen, befinden sich auf beiden Seiten des Verdauungskanal im Schizocoelenraum und erstrecken sich zwischen den zweiten und elften Körpersegmenten. Die vordere Krümmung (Fig. 1, i) des mittleren Drüsenabschnittes findet in dem 2. Segmente statt, die hintere Krümmung (f) erreicht die hintere Grenze des 9. Segments, der hintere Drüsenabschnitt wendet sich in dem 11. Segmente nach vorn und endet in dem 9. Segmente (g), während die Basalkante (l) des Buchstaben V, das Hinterstück des mittleren Drüsenabschnittes beschreibt, in dem 6. Segmente liegt; jederseits richtet sich der kürzere Schenkel ($l-m$) des V in dem 6. Segmente scharf nach vorn.

Zur Übersicht wird die Längenausdehnung jedes einzelnen Drüsenabschnittes zusammen mit seinem Gewicht in der folgenden Tabelle gegeben.

TABELLE I.

Längenausdehnung und Gewicht der drei Drüsenabteilungen bei den drei Raupenarten.

Rasse	Drüsenabschnitt		
	Vorderer	Mittlerer	Hinterer
Oropurochinesische Rasse: Länge in mm.	35.0	89.6	226.3
Dieselbe: Gewicht in gr.	0.081 ¹⁾		0.019

1) Der Wert vertritt das Gewicht der vorderen und mittleren Drüsenabschnitte zusammengekommen.

Rasse	Drüsenabschnitt		
	Vorderer	Mittlerer	Hinterer
Giallochinesische Rasse: Länge in mm.	40.0	95.5	288.9
Dieselbe: Gewicht in gr.	0.115 ¹⁾		0.028
Japanische Akajiku Rasse: Länge in mm.	34.0	87.4	275.4
Dieselbe: Gewicht in gr.	0.075 ¹⁾		0.025

Die Muskelbündel,²⁾ die als die Suspensorien der Spinndrüsen mit denselben in Beziehung stehen, lassen sich jederseits in 2 Paaren beobachten. Diejenigen des vorderen Paares vertreten einen Teil der 5 Segmentalmuskeln; das Bündel geht von dem Ansatz schräg medial und nach hinten aus und teilt sich unterhalb des kürzeren Schenkels des V, während das andere an dem vorderen Drüsenabschnitt inseriert. Das Muskelbündel des hinteren Paares ist in einige Ästchen geteilt, die an dem Blindende des hinteren Drüsenabschnittes und an anderen Stellen desselben inserieren.

Was die Tracheen³⁾ anbelangt, so stehen die 5 Paare derselben, von dem 3. bis 7., mit den Spinndrüsen im Zusammenhang. Von den Ästchen des vorderen Paares, dessen Stoma sich auf dem 5. Körpersegmente findet, tritt ein Ästchen in den mittleren Drüsenabschnitt hinein. Das nächsthintere Paar gibt jederseits 5 Ästchen, von denen 4 vom mittleren, und das 5. vom hinteren Drüsenabschnitt aufgenommen werden. Das 3. Paar, das 2 Ästchen abgibt, das 4. und 5., respektiv 3 und 4 Ästchen absenden, treten alle in den entsprechenden Stellen des hinteren Drüsenabschnittes hinein. Daraus geht hervor, daß der mittlere Drüsenabschnitt mit 5, und der hintere Drüsenabschnitt mit 10 Tracheenästchen versehen ist.

II. Über den Bau der Spinndrüsen.

Außerordentlich einfach sind die Spinndrüsen selbst aufgebaut; eigentlich sind sie nichts anderes als ein Rohr von einem kubischen Epithel und zwar ist auf einem Querschnitte durch das Drüsenrohr

1) Wie die Fußnotiz auf S. 5.

2) Der Klarheit wegen sind die Suspensorienmuskeln in den Abbildungen nicht eingetragen; meine Ergebnisse über diese Verhältnisse weichen nicht wesentlich von denjenigen, die die früheren Forscher angegeben haben, ab.

3) Die Verhältnisse der Tracheen zu den einzelnen Drüsenabschnitten sind nicht abgebildet, da die vorliegenden, diesbezüglichen Ergebnisse mit denjenigen von den früheren Arbeiten ziemlich übereinstimmen.

der Ring von 2 Epithelzellen zusammengesetzt,¹⁾ so daß jede Zelle einen Halbring vertritt (Figg. 11b, 11c). Auf frontal angetroffenen Längsschnitten beobachtet man die Begrenzung der beiden Epithelzellen, die eine im Zickzack verlaufende Linie aufweist und dadurch erkennen läßt, daß sich die an beiden Kanten abgeschnittene, mediale Seite solch einer Zelle mit ihrer Mittelkante in den Einschnitt, den zwischen 2 ebenso abgeschnittenen Zellen der gegenseitigen Seite besteht, einkeilt (Fig. 3). Daraus folgt, daß die beiden komponenten Zellen in rechte und linke Reihen angeordnet sind, so daß die im Zickzack verlaufenden Grenzlinien auf die dorsale und ventrale Seiten vorkommen (Fig. 3, W).

Die Dicke des Drüsenrohrs, die natürlich je nach einzelnen Drüsenabschnitten wechselt, ist nicht durch die Zahl der komponenten Zellen, sondern nur durch ihre Dimensionen bedingt; in dieser Hinsicht weichen sowohl der enorm verdickte, mittlere Drüsenabschnitt als auch der dünne, hintere und sogar der äußerst verdünnte, vordere Drüsenabschnitt nicht im geringsten voneinander ab: sie sind überall von den 2 kubischen Zellen konstruiert, nämlich derart zusammengesetzt, daß sie sich wechselweise setzen und infogedessen auf jeder Begrenzungslinie die oben erwähnte im Zickzack laufende Linie hervorbringt. Wie es sich von vornherein vermuten läßt, ist das hintere Blindende des Drüsenrohrs (Fig. 9) in Wirklichkeit dadurch hervorgebracht, daß sich die hinterste Schlußzelle den Basalfächen der beiden Reihen anschließt. Dementsprechend ist die rechte und linke Hälfte der Endfläche des Blindrohrs respektiv von der Zelle der betreffenden Reihe, deren mediane Grenzlinie gegen die anderseitige Zelle die Verlängerung der oben erwähnten im Zickzack verlaufenden Grenzlinie verschafft, gebildet.

Die Außenfläche des so konstruierten Epitheltubus ist natürlich überall mit einem strukturlosen Häutchen überzogen (Fig. 25, Clf.), das den Suspensorienmuskeln ihre Anheftung verleiht. Ebenso verhält sich die Innenfläche des Drüsenkanals zu den Drüsenzellen, sie ist mit einer glashellen Kutikularschicht, die als Intima bekannt ist, ununterbrochen überzogen (Figg. 15-18, C). Im Gegensatz zum Basalhäutchen ist die Intima nicht überall von gleicher Beschaffenheit und sogar an bestimmter Strecke der mittleren und hinteren Drüsenabschnitte kaum nachweisbar. Die Intima fehlt tatsächlich z. B. am hintersten Stück des mitt-

1) In Figg. 11b, 11c sieht man jederseits die Spalte der Drüsenwand, die die Grenze der rechten und linken, halbrundförmigen Drüsenzellen markieren.

leren Drüsenabschnittes, das sich an den hinteren Drüsenabschnitt direkt anschließt und bei dem die Sekretion der Seidensubstanz stattfindet. Aber bei einzelnen Fällen ist die des kutikularen Überzugs entbehrende Strecke, also die sezernierende Ausdehnung nicht gleich, sondern wechselt innerhalb einer gewissen Grenze. Im minimalen Falle beschränkt sich die Stelle auf eine winzig kleine Strecke (Figg. 26-27, 34) am Schluß des hinteren Drüsenabschnittes; im maximaler Falle erstreckt sie sich von der hinteren Grenze dieses Drüsenabschnittes bis zur Basalkante von V (s. Fig. 1), sodaß sie 2 mal so lang wie bei dem vorher gehenden Falle ist und 2 mm. mißt.

Abgesehen von der oben erwähnten Erstreckung der Drüse, weist die schwerfärbbare Intima sowohl bei dem mittleren als auch bei dem hinteren Drüsenabschnitte dieselbe Beschaffenheit auf, indem sie so dünn hervortritt (Figg. 12c, 12e, C), manchmal übersehen zu werden. Somit kann von lokaler Verdickung auch keine Rede sein.

Im Gegenteil ist dieser kutikulare Überzug plötzlich verdickt, wenn man die Durchmusterung beim vorderen Drüsenabschnitt anfängt (Figg. 15-18, C). Hierbei ist die kutikulare Ablagerung über 2 mal so dick wie bei den übrigen Drüsenteilen und darf wahrscheinlich erst als die definitive Intima aufgefaßt werden. Das Gebilde ist hyalin in Struktur und stark lichtbrechend und reagiert gegen Färbung überhaupt wie Sericin, obschon dabei die Farbenaffinität vielmehr schwach ist. Ferner ist die Schicht durch die ganze Strecke des vorderen Drüsenabschnittes hindurch fast gleich dick; weder lokale Verdickung noch Verdünnung lassen sich beobachten. Bei der Übergangszone von dem vorderen in den mittleren Drüsenabschnitt ist die Beschaffenheit dieser Glasschicht etwas anders, insofern sie nicht homogen wie bei übrigen Teilen ist, sondern im Gegensatz zu denselben eine Strecke weit einige konzentrische Ringlinien darstellt (Fig. 16, C), wodurch man 2 oder 3 Schichten der Intima unterscheiden kann. Die Schichtung verwischt sich indes gleich vorn.¹⁾

Was den Zelleib des Drüsenepithels anbelangt, so weist das Protoplasma nicht überall dieselbe Struktur auf, sondern wird je nach einzelnen Drüsenteilen wechselnd aufgebaut. Der Bequemlichkeit wegen fangen wir die Betrachtung mit dem hinteren Drüsenabschnitt an, bei dem sich die ganze Ausdehnung hindurch gleichmäßige Bauart

¹⁾ Ein Hinblick auf die in Fig. 35 abgebildete, schematische Darstellung der Drüse macht die überblickliche Beschaffenheit der Intima leicht verständlich.

zeigt. Vorerst ist hervorzuheben, daß das Protoplasma nicht homogen ausgebildet, sondern derart kondensiert ist, auf Quer- (Figg. 29, 31, *Fr*) wie auf Längsschnitten (Fig. 34, *Fr*) radiär gestreift zu erscheinen. Daraus erkennt man, daß der Protoplasmaleib der Zellen durchaus aus einer Masse von Streifen, die von der Nähe des Drüsenlumens radiär in der Richtung nach außen ausstrahlen, besteht. Die Streifen, die ziemlich dick sind und demgemäß besser die Fibrillen genannt werden (Figg. 29, 30, *Fr*), neigen dazu in der äußeren Peripheralzone der Zelle sich aneinander zu heften; jedoch findet sich zwischen ihnen keine Füllsubstanz. Bei der an das Drüsenlumen sich anschließenden, schmalen Zone des Zelleibes verhält sich das Protoplasma ganz anders; hier ist es gleichmäßig granuliert und weist keineswegs selbst eine Neigung sich in Streifen anzuordnen auf (Figg. 29, 30, *G*).

Eine ähnliche Bauart des Protoplasmas kommt bei dem mittleren Drüsenabschnitte und zwar bei dem Hinterstück desselben, dessen Ausdehnung mehr oder minder der der Intima entbehrende Strecke entspricht, vor. Sonderbar ist es aber, daß die Streifung hierbei nicht recht radiär gerichtet ist, vielmehr sich gewissermaßen tangentiell neigt (Figg. 25, 26, 27, *Fr*); zumal kommen mehrere Streifen vor, die unregelmäßig hinstreichen. Sonst unterscheidet sich das Protoplasma nicht wesentlich von dem des hinteren Drüsenabschnittes.

Augenscheinlich erscheint das Protoplasma bei dem nächst folgenden Stücke des mittleren Drüsenabschnittes ganz anders gebaut zu sein, da hierbei anstatt der Streifen feine Körnchen, die so dick wie einzelne Streifen sind und sich in letzteren vorstellenden Reihen darstellen, sich beobachten lassen (Figg. 22, 23, *Fr*). Wie durch eingehende Verfolgung nachgewiesen wurde, sind die genannten Körnchen nichts anderes als die Schnittenden der Streifen, oder richtiger gesagt, die der Fibrillen, die nicht mehr horizontal, sondern von der horizontalen Fläche stark schräg geneigt zu verlaufen gebracht sind. Auf Längsschnitten trifft man auch dieselben Gebilde, weil in diesem Falle wieder die Fibrillen ebenso schräg wie bei den Querschnitten angetroffen sind. Die Strecke des mittleren Drüsenabschnittes, die aus mit der oben angegebenen Protoplasmastruktur versehenen Zellen besteht, dehnt sich sehr weit aus und läßt sich bis gegen die vordere Begrenzung des Mittelstückes verfolgen.

Bei der vordersten Partie des Mittelstückes, bei der das Protoplasma seine Struktur mit dem Vorderstücke gemeinsam hat, zeigt sich auf Quer- und Längsschnitten durch den Zelleib einfach gleichmäßige Granulation (Figg. 19-21, *Fr*). In Wirklichkeit ist das Protoplasma aber nicht aus Körnchen aufgebaut, sondern wie bei der übrigen Partie gestreift. Die Streifen oder Fibrillen verlaufen hier indessen nicht regelmäßig nach bestimmten Richtungen, sondern ist ihr Verlauf durch Kreuzung der Fibrillen, die nach wechselnden Richtungen hin streichen, vielfach gestört, so daß die Schnittenden der Fibrillen wie zerstreute Körnchen erscheinen und bereits ihre streifige Anreihung verwischt sind.

Diese Erörterungen erweisen, daß die Körnchen in der innersten Protoplasmazone bei dem hinteren Abschnitte (Figg. 29, 30, *G*) nichts anderes als die Schnittenden der daselbst schief verlaufenden Fibrillen sind.

Endlich ist der vordere Drüsenabschnitt wieder dem oben angegebenen hinteren ähnlich und weicht nicht wesentlich von dem letzteren in bezug auf den Protoplasmaabau der komponenten Zellen ab (Figg. 15-17, *Fr*). Nun unterscheidet sich die granulierten, innerste Zone des Protoplasmaleibes besonders in der vorderen Partie dadurch, daß die Granulation sehr grob ist (Figg. 16, 17, *K*): zudem treten hier besonders eine Anzahl von steif erscheinenden, am Ende gespitzten, borstenartigen Protoplasmaausläufern auf, die gruppenweise von den groben Körnchen kurzweg medialwärts strahlend hervorgetreten sind.

Jetzt kommt der Zellkern in Betracht, der bei den vorliegenden Drüsenzellen sehr eigentümlich ausgebildet und als das auffallendste Gebilde aufgefaßt zu werden ist (Figg. 2-8, *N*, *N*₁, *N*₂). Der Kern ist nicht kugelig und nicht von Netzwerk gebaut, wie es gewöhnlich der Fall ist, sondern durch einen langgestreckten, mit Körncheninhalt versehenen Faden vertreten. Der Faden ist in keinem Falle einfach, sondern sendet manchmal lange, manchmal kurze und nicht selten sekundär, tertiär usw. geteilte Ästchen aus. Die 2. Eigentümlichkeit besteht aber darin, daß der Kernfaden durch Schlängerungen, Windungen und Verästelungen die ganze Masse des Protoplasmas durchflieht und sich derart bis auf die Zellwände erstreckt, die er an mehreren Stellen berührt und zum Gerüst gebraucht.

Im einfachsten Falle, wie es beim vorderen Drüsenabschnitt der Fall ist, ist der Kernfaden nicht viel gewunden und wenig verästelt (Figg. 3, 4, *N*) und von einigen Hauptstämmen,

die sich durch die Verbindungsstücke miteinander verbinden und kurze Ästchen abgeben, vertreten. An Dicke steht er in hohem Maße den übrigen Drüsenabschnitten nach, indem er durchschnittlich 0.005 mm. mißt. Nach hinten zu ist der Kernfaden sowohl an Windungen als auch an Verästelungen komplizierter und nimmt gleichzeitig an Dicke zu (Figg. 2, 5, *N*): z. B. mißt er beim mittleren Teile desselben 0.020 mm. und gleicht in dieser Hinsicht dem Vorderstück des mittleren Drüsenabschnittes. Ferner ist hervorzuheben, daß an der Übergangsstelle zwischen den beiden Drüsenabschnitten die Kerne bei einigen Zellen die Ästchen, die einfach oder geteilt sind, nur nach hinten aussenden (Figg. 2, 6, *N*₂).

An dem Eintritt in den mittleren Drüsenabschnitt sind die Kerne vielfach komplizierter gewunden und verästelt und gleichzeitig an Dicke wieder geringer; einzelne Kerne messen innerhalb des Vorderstückes des mittleren Drüsenabschnittes schon nur 0.017 mm. und noch weniger. Beim Mittelstück desselben ist der Faden schon so verdünnt, daß er bloß 0.015 mm. dick ist, während er die ganze Strecke des hinteren Drüsenabschnittes hindurch nur 0.012 mm. mißt. Daraus folgt, daß die Zone, die sich von dem Hinterteile des vorderen Drüsenabschnittes bis zum Vorderstück des mittleren Drüsenabschnittes erstreckt, am dicksten ist und nach vorn plötzlich und nach hinten allmählich an Dicke abnimmt; namentlich ist er beim hinteren Drüsenabschnitte doppelt so dick wie beim Drüsenstück gegen das vordere Ende desselben, wie die folgende Tabelle erweist.

TABELLE II.

Dicke der Kerne im verschiedenen Drüsenstücke.

Vorderteil des vorderen Drüsenabschnittes	0.005 mm.
Mittelteil des vorderen Drüsenabschnittes	0.010 mm.
Hinterteil des vorderen Drüsenabschnittes	0.020 mm.
Grenze zwischen den vorderen und mittleren Drüsenabschnitten	0.020 mm.
Vorderstück des mittleren Drüsenabschnittes	0.017 mm.
Mittelstück des mittleren Drüsenabschnittes	0.015 mm.
Hinterstück des mittleren Drüsenabschnittes	0.012 mm.
Hinterer Drüsenabschnitt	0.012 mm.

Was die Komplizierung, unter der man Windungen und Verästelungen versteht, anbelangt, so erreicht der Kernfaden bei dem mittleren Drüsenabschnitte überhaupt den höchsten Punkt derselben (Fig. 8, N_1); der Protoplasmaleib der Zellen ist mit den vermehrten, sekundären, tertiären usw. Kernfadenzweigen und mit den Flächen, die sich untereinander flechten, dicht durchsetzt, sodaß das Fadennetz nur spärliche Maschenräume dem Protoplasma läßt, erfüllt zu werden. Bei dem hinteren Drüsenabschnitte erscheint das Kernfadengeflecht noch weitaus komplizierter zu sein, indessen ist es in Wirklichkeit deshalb engmaschig und dichter, weil, wie die nebenstehende Tabelle (Tab. III) erweist, die Dimensionen der Zellen bei dem erwähnten Drüsenabschnitte stark vermindert sind. Die Beziehung solcher Beschaffenheiten zu der Seidensekretion wird weiter unten erörtert werden.

TABELLE III.

Übersichtliche Größenverhältnisse der Drüsenzellen
bei einzelnen Drüsenabschnitten.

Drüsenabteilung \ Ausdehnung	Kraniokaudal- ausdehnung in mm.	Lateralaus- dehnung in mm.	Eine Seite der im Zickzack verlaufenden Begrenzung in mm.
Vorderstück des vorderen Drüsenabschnittes ...	0.230	0.296	0.119
Mittelstück des vorderen Drüsenabschnittes ...	0.221	0.434	0.136
Hinterstück des vorderen Drüsenabschnittes ...	0.075	0.689	0.077
Grenze zwischen vord. und mittl. Drüsenabsch.	0.119	0.765	0.077
Vorderstück des mittleren Drüsenabschnittes...	0.425	2.224	0.340
Mittelstück des mittleren Drüsenabschnittes ...	0.850	2.060	0.596
Hinterstück des mittleren Drüsenabschnittes...	0.765	1.785	0.492
Hinterer Drüsenabschnitt	0.629	0.587	0.281

III. Über die Sekretion.

Nachdem die histologische Struktur der einzelnen Drüsenabschnitte eingehend angegeben worden ist, richten wir uns zu der Frage der Bildung der Seide innerhalb der Drüsenzellen und deren Ausscheidung

ins Drüsenlumen, welche beide Erscheinungen den Kern unserer vorliegenden Arbeit ausmachen. Ich fange mit der Beschreibung des Drüseninhaltes an.

Bekanntlich besteht das Sekret der Spinndrüsen, das das Lumen des Drüsenkanals durch seine ganze Länge hindurch prall ausfüllt, in 2 Arten (Fig. 22), von denen die Rindensubstanz, das Sericin (*S*), sich gegen die Achsensubstanz, das Fibroin (*F*), scharf unterscheidet. Vorerst ist hervorzuheben, daß das erstere (*S*) sich vorwiegend oxyphil verhält und gegen Bleu de Lyon oder Methylgrün nur schwach reagiert, während das Fibroin (*F*) im Gegenteil eigentlich basiphil reagiert und zudem mehr oder minder von sauren Färbungslösungen beeinflusst wird. Daher färbt sich die Rindenpartie des Sekretzylinders, der den Drüsenkanal ausfüllt, mit Säurefuchsin gewöhnlich tiefrot (Figg. 22, 23, *S*₁, *S*₂, *S*₃) und ist von dem Achsenstrang selbst, der mit Bleu de Lyon tiefblaue und mit Methylgrün tiefgrüne Tingierung annimmt (Figg. 21, 22, *F*), scharf abgesetzt. Die 2 Substanzen können somit überall, wo sie sich finden, sehr leicht voneinander unterschieden werden.

Nun läßt sich bei dem ältesten Stadium der oropurochinesischen Rasse das Sericin von der Grenze an, wo der hintere Drüsenabschnitt in den mittleren übergeht, bis zum Vorderende der Drüse, also entlang der ganzen Ausdehnung der 2 vorderen Drüsenabschnitte, ununterbrochen verfolgen (Fig. 35, *S*₁, *S*₂, *S*₃) und zwar findet es sich im engen Anschluß an die Kanalwandungen (Figg. 23, 25, 32, 33, *S*₁, *S*₂, *S*₃). Hingegen erstreckt sich das Fibroin von dem hinteren Blindende des Drüsenkanals bis zum Vorderende desselben die ganze Länge der Drüse hindurch (Figg. 15-21, 24, 27, 28, *F*); bei dem hinteren Drüsenabschnitte schließt der Fibroinstrang sich an die Kanalwandungen eng an (Fig. 28, *F*), aber bei den 2 vorderen Drüsenabschnitten ist er durch die dazwischen eingeschaltet liegende Sericinrinde von den letzteren abgesetzt (Figg. 15-21, 24, *S*₁, *S*₂, *S*₃).

Verfolgt man den Fibroinstrang rückwärts, so findet man im hinteren Drüsenabschnitte eine Stelle (Fig. 29), wo er (*F*, *Ft*) mit der gleichfalls basiphil reagierenden Körnchengruppe innerhalb des Protoplasmaleibes der Drüsenzellen in direktem Zusammenhang steht. Die Körnchen können sich somit nicht von dem Fibroin selbst unterscheiden, sondern sind als dieselbe Substanz wie das letztere aufzufassen. Daraus folgt, daß das Fibroin bereits innerhalb des Zelleibes als solches entsteht und

sich zu Körnchengruppen zusammenstellt, um alsdann durch die aufgesprengte Zellwand ins Drüsenlumen herausgetrieben zu werden.

Bei etwas weiter fortgeschrittenen Exemplaren tritt die Sekretion des Fibroins nur wenig hervor, der Austritt desselben aus dem Zelleibe findet sich nicht mehr überall im hinteren Drüsenabschnitte vor, sondern läßt sich nur stellenweise beobachten (Fig. 28, *F*), was beweist, daß die tätigste Phase der Sekretion schon vorüber ist. Auf dem in der Figur bezeichneten Schnitte kommt die Sekretion des Sericins nicht mehr vor. Bei einigen Larven, die äußerlich gleich alt wie die letzt erwähnten aussahen, kann sogar durch die ganze Erstreckung des hinteren Drüsenabschnittes hindurch keine Spur von Sekretion mehr nachgewiesen werden. Dann frassen die Larven nicht mehr und fingen an den Faden zu spinnen.

Was die Sekretion des Sericins anbetrifft (Figg. 26, 27, 34, *S*, *St*), so ist es ersichtlich, daß im hintersten Stückchen des mittleren Drüsenabschnittes die acidphil reagierenden Sericinkörnchen (*St*) nicht nur innerhalb der Drüsenzellen vorkommen, sondern mit der im Drüsenlumen befindlichen, ebenfalls acidphil reagierenden Sericinschicht (*S*) in Zusammenhang stehen, — eine Tatsache, die beweist, daß hier die Absonderung aktuell tätig ist. Daraus erkennt man, daß im Gegensatz zur Absonderung des Fibroins diejenige des Sericins auf das genannte kleine Bezirke beschränkt ist, obgleich man daselbst innerhalb des Zelleibes ziemlich häufig die Sericinkörnchen auffindet (Fig. 27, *St*).

Der Vorgang erschöpft jedoch nicht die ganze Reihe der Sericinsekretion, vielmehr vertritt er nur die letzte Phase derselben, wie man bei den jüngeren Larven konstatieren kann. Beim letzten gefräßigen Stadium, das man bei uns das „Stadium vor der Kokonspinnung“ nennt, ist die Sekretionszone nicht auf den oben genannten kleinen Bezirk beschränkt, sondern durch die ganze Länge des hinteren Drüsenabschnittes hindurch ausgedehnt (Fig. 35, *Sk*, *St*). Somit läßt sich im vorliegenden Stadium die synchrone Absonderung der beiden Sekretssubstanzen, d. h. diejenige des Sericins und des Fibroins (Figg. 29, 31, *Fk*, *Ft*, *Sk*, *St*) gleichzeitig beobachten. Anfänglich findet die Sekretion im hinteren Teile nur spärlich statt, aber sie wächst mit der Zeit, und zwar ist bei der größten Tätigkeit die mittlere Region des hinteren Drüsenabschnittes am tätigsten, obgleich auch entlang dessen ganzer Strecke die Absonderung vor sich geht.

Nun ist klar, daß die oben erwähnte schwache Sekretion, die sich in einer kleinen Zone des mittleren Drüsenabschnittes abspielte, das letzte Überbleibsel der Tätigkeit repräsentiert. Daraus geht hervor, daß die Sericinsekretion von hinten nach vorn aufgehoben wird. Die Sericinsekretion in der genannten kleinen Zone persistiert indessen noch bei ein und derselben Larve, bei der, wie oben gesagt, die Fibroinabsonderung schon aufgehoben ist. Aber es ist sicher, daß die Tätigkeit das Schicksal hat, früher oder später aufgehoben zu werden.

Daher dauert die Sekretion der Seidensubstanzen so lange an, bis die Larven mit der Spinnung angefangen haben, d.h. die letztere findet nicht statt, während die Sekretion noch vor sich geht, wie man annehmen mag, sondern erst dann, wenn die Seidensubstanzen fertig gebildet und in dem als das Reservoir fungierenden Drüsenlumen aufbewahrt und folglich imstande sind, den Faden zu liefern.

Nun wenden wir uns zum jüngeren Stadium, da es unbedingt nötig ist, die Beschaffenheit der beiden Seidensubstanzen von Anfang ihrer Sekretion an zu konstatieren. Die früheste Spur derselben fand ich bei den Larven, die sich noch in der Endphase des letzten Ruhestadiums befanden (Figg. 11a-11d). Die Drüsen sind noch ziemlich dünnwandig und nicht lang gestreckt; sie messen nur 68 μ m. Ihre histologische Beschaffenheit ist auch einfach, indem die Drüsenwandung aus den verhältnismäßig dünnen Zellen, die die noch nicht so vielfach verästelte Kerne enthalten, besteht. Durch den hinteren Drüsenabschnitt hindurch findet man die spärlichen Seidensubstanzen vor. Namentlich nimmt ein dünner Fibroinstrang den axialen Teil (Fig. 11d, *F*) ein; zwischen ihm und der Drüsenwand wird eine Anzahl von Tröpfchen derselben Substanz (*Fi*) zerstreut gefunden. Auch gibt es viele Tröpfchen, die sich dem axialen Fibroinstrang anschließen und sogar demselben angewachsen sind, so daß es höchst wahrscheinlich ist, daß der Strang nicht nur durch die Verschmelzung solcher Fibrointröpfchen entstand, sondern sich durch dieselbe immer mehr verdickte.

Verfolgt man den Strang kranialwärts, so ist derselbe allmählich, aber an dem Hinterstück des mittleren Drüsenabschnittes ziemlich plötzlich verdickt (Fig. 11c, *F*), um sich nach dem Mittelstück desselben Abschnittes allmählich wieder zu verjüngen (Fig. 11b, *F*), bis das Gebilde endlich im mittleren Teil des Vorderstückes gänzlich verschwindet. Die Verdickung veranlaßt anderseits die Struktur des Stranges sich zu lockern; auf einem Querschnitte ist die Substanz nicht solid, sondern weist Granulation auf (Fig. 11c, *F*), die nach vorn in

Vakuolisierung übergeht (Fig. 11b, F).

Wenn gleich trotz meiner anstrengenden Bemühung schließlich ich innerhalb des Drüsenzelleibes keine Spur von Fibrointröpfchen mehr nachweisen konnte, so ist die Annahme wohl nicht ausgeschlossen, daß die Fibrointröpfchen in den Drüsenzellen gebildet und aus denselben ins Drüsenlumen herausgetreten sind. Nach meiner Auffassung zeigt der Fibroinstrang, der durch Verschmelzung der Tröpfchen gebildet ist, sobald er entsteht, solide Struktur vor, und lockert sich, weil er vorwärts geschoben und ins geräumige Kanallumen des mittleren Drüsenabschnittes gebracht worden ist. Wenn diese Annahme richtig ist, so geht daraus hervor, daß die Fibroinsekretion nur beim den soliden Strang enthaltenden, hinteren Drüsenabschnitte stattfand, und daß das Sekret nach vorn verschoben wurde. Daher ist klar, daß die vorderste Partie des Strangs lockere Struktur aufweist, weil sie zuerst gebildet, verhältnismäßig dünnflüssig war und infolgedessen beim Fixieren der Drüse geronnen ist.

Daraus, daß sich keine Spur von Fibrointröpfchen mehr innerhalb des Leibes der Drüsenzellen nachweisen lassen, kann man schließen, daß die Sekretion des Sekretes bereits vor dem Ruhestadium stattzufinden anfang und kurz nach dem Eintritte dieses Stadiums aufhörte. Das Aufhören geschieht indessen nicht plötzlich, sondern wird allmählich immer schwächer, bis es schließlich abgeschlossen ist, da man noch die Fibrointröpfchen (Fig. 11d, Ft) auffindet, die gerade abgesondert zu sein erscheinen. Bei dem vorliegenden Exemplare ist anzunehmen, daß die Sekretion selbst schon aufgehoben ist, während die Absonderung des Sekretes, wenn auch sehr schwach, noch vor sich geht.

Alles in bezug auf das Stadium und die Stelle der Sekretion sowie auf die Art und Weise, wie dieselbe und die Absonderung verlaufen, gesagte, gilt meines Erachtens auch für das Sericin (Figg. 11a-11d, S, St). Der auffallendste Unterschied zwischen den beiden Substanzen besteht darin, daß das Sericin nicht in der Form von Tropfen wie das Fibroin, sondern als Körnchen (Sk) ausgeschieden wird. Die Sericinkörnchen fließen nicht in einen soliden Strang zusammen, sondern bleiben nur zusammengestellt durch die ganze Ausdehnung des hinteren Drüsenabschnittes hindurch, wo sie abgesondert wurden. Bei dem in Figg. 11a-11d wiedergegebenen Exemplare findet die Sekretion nicht an der ganzen Zirkumferenz des Drüsenkanals statt, sondern fehlt noch an einem Drittel desselben; demgemäß sind die Körnchen, die noch in der

sezernierten Stelle vorliegen, so gruppiert einen Bogen darzustellen.

Beim mittleren Drüsenabschnitte sind die Sericinkörnchen (Fig. 11c, S) zu feinen Fädchen zusammengeflossen, und die letzteren sind ihrerseits zu feinmaschigem Netzwerk, das noch einen Bogen beschreibt, geflochten. Die Fädchen und das Netzwerk können nicht als die eigentliche Beschaffenheit des Sericins angesehen werden, sondern sind dadurch hervorgerufen, daß das dünnflüssige Sericin infolge der Fixierung geronnen ist. Der Sericinbogen liegt hier nicht der Kanalwandung an, sondern schließt sich im Gegenteil dem axialen Fibroinstrang so eng an, daß er nur durch seine Struktur und Färbungsreaktion sich von dem letzteren unterscheidet. Noch weiter kranialwärts (Fig. 11b, S) steht der Bogen wieder von dem Fibroinstrang ab, da der letztere nun zu einer verdünnten Walze ausgezogen ist. Ferner wird im Gegensatz zum Fibroin das Sericin auch bis zum inneren des vorderen Drüsenabschnittes verlängert vorgefunden (Fig. 11a, S). Übrigens ist es interessant, daß in diesem mit einem engen Lumen versehenen Kanalabschnitte das Sericin sich nicht mehr zu einem loose konstruierten und bogenförmigen Körper lockert, sondern zu einem kompakten, walzenförmigen Strang zusammengezogen ist. Deshalb ist die Annahme berechtigt, daß das Sericin auch die ganze Strecke des hinteren Drüsenabschnittes hindurch abgesondert und nach vorn verschoben wird.

Gleich nachdem das oben erörterte Ruhestadium vorüber ist, erfährt der Seidenstrang an seinem histologischen Bau charakteristische Umwandlungen. Außer der Struktur des Zelleibes wie Streifung des Protoplasmas und Verästelung der Kerne, welche letztere noch ziemlich einfach bleibt, ist vorerst hervorzuheben, daß sowohl die Absonderung des Fibroins als auch die des Sericins gänzlich aufgehoben sind. Wie man auf den in Figg. 12a-12f wiedergegebenen Querschnitten durch einzelnen Drüsenabschnitte sehen kann, sind einmal die beiden Substanzen nirgend mehr an die Drüsenwandungen angeschlossen, sondern davon weit abgetrennt. Zweitens ist das durch den vorderen und mittleren Drüsenabschnitt erstreckte Sericin in einen soliden, zylindrischen Strang umgewandelt, der im letzteren Drüsenabschnitte stark verdickt (Figg. 12b-12d, S) und nach vorn allmählich verdünnt ist, während die hinterste Partie des Strangs sich lockert. Endlich zerfällt das Fibroin in 2 Sorten: dasjenige, das mit dem Sericinstrang in keiner Beziehung steht und dasjenige, das in der Substanz des Sericinstrangs eingebettet ist. Die erste Sorte ist durch die Tröpfchen vertreten, die im hinteren Drüsenabschnitte

einfach zerstreut sind (Fig. 12f, Ft), um an dem Eintritt in den mittleren Drüsenabschnitt in eine sichelförmige Gruppierung überzugehen (Fig. 12e, Ft). Was die zweite Sorte anbelangt, so erstreckt das Sekret sich von dem Vorderstück bis zum Anfangsteile des Hinterstückes des mittleren Drüsenabschnittes (Figg. 12b-12d, F, Ft) und zwar stellt es an seinem vordersten Abschnitt (Fig. 12b, F) eine dünne solide Walze dar, die manchmal unterbrochen ist, um am Hinterstück desselben Drüsenabschnittes in zerstreute Tröpfchen (Fig. 12d, Ft), die inmitten die etwas verdickte Walze (F) umstellen, überzugehen. Die beiden Abteilungen des Fibroins stehen nämlich mit der dahinten befindlichen, sichelförmigen Tröpfchengruppe des Fibroins (Fig. 12e, Ft) in Zusammenhang.

Zweifelloos ist, daß die genannten beiden Substanzen, Sericin und Fibroin, beim vorliegenden Stadium beziehungsweise mit den entsprechenden Substanzen beim vorangehenden Stadium in genetischer Beziehung stehen. Das Sericin hat seither durch seine im hinteren Drüsenabschnitte stattgefundenen, weitere Absonderung (Fig. 11d, St) an Quantität so stark zugenommen, daß es einen so dicken und soliden Strang, wie man im vorliegenden Stadium sieht, hervorgebracht hat (vergl. Figg. 11a-11d, S, St mit Figg. 12a-12e, S). Ferner weist die vakuolisierte Struktur wie sein Kaudalabschnitt zeigt (Fig. 12e, S), spärliche Absonderung auf, die vermutlich in der letzten Phase der Sekretionstätigkeit stattfand.

Auch ist es wohl berechtigt anzunehmen, daß der dünne Kranialabschnitt des Fibroinstrangs (Fig. 12, F) erfolgt ist, indem das entsprechende, locker konstruierte Gebilde im jüngeren Stadium (Fig. 11b, F) unter dem Druck der zunehmenden, dasselbe umfassenden Sericinmasse verdichtet ist. Die hintere, dickere Fibroinwalze (Fig. 12d, F) muß einfach das entsprechende Gebilde bei der jüngeren Larve (Fig. 11b, F) vertreten, und ebenso repräsentieren vermutlich die in Sericinsubstanz eingebetteten Fibrointröpfchen (Fig. 12d, Ft) diejenigen im früheren Stadium (Fig. 11d, Ft). Was die zwischen den beiden Teilen eingeschalteten Fibrointröpfchen (Fig. 12c, Ft) anbetrifft, so liegt die Annahme vor, daß die granulierten Fibroinkörnchen (Fig. 11c, F), die bei den jüngeren Larven im entsprechenden Drüsenabschnitte vorhanden sind, im vorliegenden Stadium teils unverändert bleiben (Fig. 12h, Fk), teils zu Tröpfchen (Fig. 12h, Ft) zusammengefließen sind. Zu erwähnen bleiben noch die Fibrointröpfchen, die in der Substanz des Sericins eingebettet gefunden werden (Figg. 12c, 12h, Ft). Nach meiner Auffassung sind diese mitsamt den gleichfalls im Sericin eingebetteten, den axialen

Fibroinzylinder (Fig. 12*d*, *F*) umstellenden Tröpfchen (*Ft*) von denjenigen, die im hinteren Drüsenabschnitte gleichzeitig mit Absonderung des Sericins abgesondert (Fig. 11*d*, *Ft*) und in das letztgenannte Sekret eingeschlossen werden, hervorgebracht.

Es bleibt noch eine Beifüge (Fig. 12*g*, *X*) an die Außenfläche des Sericinstrangs geschildert zu werden. Dieser Gegenstand besteht eigentlich aus Körnchen, die sich gegen Farbenreaktion wie das darunter liegende Sericin verhalten, und befindet sich immer in der hinteren Partie des vorderen Drüsenabschnittes. Es ist nicht denkbar, daß die Körnchen daselbst von der mit der dicken Intima bekleideten Drüsenwand abgesondert sind. Augenblicklich kann ich nicht bestimmt sagen, was sie sind. Höchstwahrscheinlich vertreten sie einen peripheralen verdünnten Teil der Sericinflüssigkeit, der bei der Fixierung zu Körnchen geronnen ist, da sie große Ähnlichkeit mit dem im jüngeren Stadium zu beobachtenden Sericinkörnchen aufweisen.

Somit liegt die Annahme vor, daß nach Eintritt des Ruhestadiums die Absonderung noch eine Weile vor sich gegangen und daß dadurch die Dickenzunahme des Seidenstrangs erfolgt ist. In diesem Falle darf man indessen nicht verkennen, daß der Vorgang nicht die Sekretion in eigentlichem Sinne ist, sondern es sich nur darum handelt, daß das vorbereitete Fibroin bzw. Sericin abgesondert wird, indem die Phase der Sekretion selbst bereits vorüber ist.

Dann kommt in Betracht die Beschaffenheit der Seidensubstanzen bei einer Larve aus dem letzten Stadium, die einen Tag weiter gefüttert wurde (Figg. 13*a*-13*e*). Vor allem sieht man das durch die 2 hinteren Drüsenabschnitte hindurch erstreckte Fibroin (Figg. 13*b*-13*e*, *F*, *Ft*), das bei dem Vorderstück des mittleren Drüsenabschnittes (Fig. 13*b*) von einem äußerst dünnen Strang (*F*) und bei dessen Mittelstück von mehreren der Länge nach ausgestreckten Stäbchen (Fig. 13*c*, *F*) vertreten ist und in den allmählich sich verdickenden Strang bei dem Hinterstück (Fig. 13*d*, *F*) übergeht. Bei dem hinteren Drüsenabschnitte ist der Strang vielmehr plötzlich wieder verdünnt (Fig. 13*e*, *F*) und gleiche Dicke behaltend kaudalwärts bis nach dem Drüsenende ausgedehnt. Der vordere verdünnte Abschnitt des Fibroinstrangs (Fig. 13*b*, *F*) vertritt ohne weiters den entsprechenden Abschnitt des Gebildes im vorangehenden Stadium (Fig. 12*b*, *F*). Beim das stäbchenförmige Fibroin enthaltenden Mittelstück (Fig. 13*c*) ist die Struktur des Seidenstrangs deshalb ansehnlich verändert, weil das Sericin in den axialen Zylinder und peripheralen Ring gespalten ist, und das läßt schließen, daß

die in der ringförmigen Sericinschicht eingeschlossenen Fibroinstäbchen mit den entsprechenden Fibrointröpfchen im jüngeren Stadium (Fig. 12*h*, *Ft*) identisch sind, während die im axialen Sericinzyylinder befindlichen Fibroinstäbchen dadurch hervortreten, daß die Fibrointröpfchen, die sich bei jüngeren Larven im die axialen Fibroinkörnchen enthaltenden Raum des Sericins befanden, von der hineingewachsenen Sericinschicht eingeschlossen wurden. Der hintere Teil des genannten, axialen Raumes bleibt noch kaum verändert (Fig. 13*d*). Endlich ist es sehr lehrreich, zu ersehen, daß der Fibroinstrang sowie-tröpfchen sich genau wie diejenigen bei der zuerst behandelten, jüngeren Larve (Figg. 11*d*, *F*, *Ft*) verhalten: in den beiden Fällen, die sich in sehr verschiedenem Alter befinden, zeigt bei ähnlicher Phase der Fibroinabsonderungstätigkeit das Fibroin den ähnlichen Sekretionsvorgang. Daraus erkennt man, daß die Absonderungstätigkeit wieder angefangen hat stattzufinden.

Bei seinem vorderen Abschnitte läßt der Sericinstrang kaum bemerkenswerte Veränderung beobachten (Figg. 13*a*, 13*b*, *S*). Im Gegenteil hat das Sekret bei den dahinter liegenden Drüsenabschnitten (Figg. 13*c*-13*e*, *S*, *St*) erhebliche Umwandlungen erfahren. Das Hinterstück des mittleren Drüsenabschnittes enthält den Seidenstrang, bei dem die dünne Sericinrinde (Fig. 13*d*, *S*) den stark verdickten Fibroinzyylinder (*F*) umfaßt. Kranialwärts verfolgt, findet man, daß das Sericin gegen den Fibroinzyylinder häufig Auswüchse treibt, die schließlich zum oben erwähnten, die Fibroinstäbchen einschließenden Axialzyylinder (Fig. 13*c*, *Sa*) verschmolzen sind. Der Axialzyylinder läßt sich als solcher nur eine kurze Strecke nach vorn verfolgen und fließt mit dem ringförmigen Peripheralsericin zusammen, um den vorderen einfachen Sericinstrang (Fig. 13*b*, *S*) hervorzubringen.

Da im jüngeren Stadium (Fig. 12*e*) das Sericin der hinteren Partie nur spärlich vertreten ist, muß das zu seinem Zuwachs nötige Material durch seine neue Absonderung geliefert werden; diese findet am hinteren Drüsenabschnitte entlang statt (Fig. 13*e*, *S*). Wohl kann angenommen werden, daß der hinterste Teil des Sericinstrangs, der bei jüngeren Larven das Sekret spärlich enthält (Fig. 12*e*, *S*), mitsamt dem seither abgesonderten, neu gefügten Sericin dahin gerichtet ist, die früher außerhalb des Seidenstrangs sichelförmig gruppierten Fibrointröpfchen in sich aufzunehmen und der dünnen Sericinrinde (Fig. 13*d*, *S*), die hinten den enorm dicken Fibroinstrang umkleidet, sowie dem davor stehenden

Sericinringe Ursprung zu geben.

Die Sekretionstätigkeit wächst mit der Zeit und mit der fortschreitenden Gefräßigkeit der Larven immermehr (Fig. 14), bis endlich die Sekrete so reichlich abgesondert werden, daß sie das Lumen des Drüsenkanals prall ausfüllen. Und dieses Stadium vertritt nichts anders als das, mit dem unsere Beschreibung der Seidensekretion angefangen wurde.

Aus den Tatsachen, die oben erläutert wurden, erkennt man, daß der zeitliche Verlauf der Sekretionstätigkeit folgendermaßen aufgefaßt werden muß. Es geht die Tätigkeit, die angefangen ist, bis zu ihrem Abschluß nicht kontinuierlich vor sich, sondern ist an einer bestimmten Phase der Sekretion unterbrochen und zerfällt in 2 aufeinander folgende Perioden. Die früheste Tätigkeit, womit die erste Periode anfängt, findet schon knapp vor dem letzten Ruhestadium statt und dauert, wie oben angegeben wurde, bis kurz nach dem Eintritt dieses Ruhestadiums an, um alsdann einmal gänzlich aufzuhören.

Mit dem Eintreten der neuen Gefräßigkeit findet die aktive Sekretion wieder statt und wächst im Laufe der Zeit immermehr. Es ist diese Sekretionstätigkeit, die jene so enorme Menge von Sekret hervorbringt, die den äußerst langen Faden für die Kokonspinnung liefert; diese lang dauernde Phase der Tätigkeit bezeichnen wir als die zweite Periode.

Selbstverständlich ist es somit klar, daß die Tätigkeit der zweiten Periode allein als die eigentliche Funktion der Spinndrüsen aufgefaßt werden muß, während die erste Periode nur als die vorläufige Erscheinung angesehen wird. Demgemäß ist das Produkt der letzt genannten Periode tatsächlich bei einzelnen Fällen schwankend an Menge innerhalb eines ziemlich weiten Umfangs. Nichtsdestoweniger ist die Tätigkeit von konstantem Vorgang.

Während des zeitlichen Verlaufs bemerkt man 2 wichtige Vorgänge. Erstens neigt jede Art Sekret, wenn abgesondert ist, dazu, daß seine Tröpfchen bzw. Körnchen diejenigen von ihrer eignen Art anziehen und zusammenfügen, um größere Körperchen derselben Art hervorzubringen. So geschieht der Zuwachs des Fibroinstrangs dadurch, daß an denselben sich die kleineren Tröpfchen anschließen (Figg. 11*d*, 13*e*); die kleineren Tröpfchen sind einfach gruppiert, ohne mit den Sericinkörnchen gemengt zu werden (Figg. 12*e*, 12*f*, 13*e*). Der entsprechende Vorgang spielt sich gleicherweise bei dem Sericin (Figg.

11b-11d, 14, S, St) ab. Die zusammengebrachten Tröpfchen bzw. Körnchen verschmelzen schließlich.

Zweitens haben die Sekrete je ihre eigene Sekretionsphase, die von deren der andern unabhängig und zwar gewöhnlich wechselweise verläuft; nur ausnahmsweise deckt die Sekretionsphase eines Sekretes die des andern. Während die Fibroinsekretion tätig ist, hebt das Sericin seine Sekretion gänzlich auf oder wird nur spärlich abgesondert (Figg. 11d, 13e). Den umgekehrten Fall sieht man in Figg. 14 und 28, wo die Fibroinsekretion der 2. Phase erst angefangen hat. Wie später ausführlich behandelt werden wird, persistiert bei älteren Larven die Sekretion des Sericins ziemlich lange, nachdem die des Fibroins eingestellt ist (Fig. 27). Bei ihrer höchsten Tätigkeit deckt dagegen die Sekretion eines Sekretes die des andern (Fig. 29), sodaß die beiden Sekrete gleichzeitig abgesondert werden. Es ist indessen einzusehen, daß bei dem letzt genannten Falle vor dem Abschluß des vorangehenden Vorgangs der nachfolgende in Tätigkeit gerufen ist und daher lange vor sich geht, nachdem die Tätigkeit des ersteren vorüber ist.

Von dem zeitlichen Verlauf der Sekretion, der oben hinlänglich erörtert wurde, kann man weiterhin einsehen, wie deren örtlicher Verlauf ausgeführt wird. Die oben angegebenen Vorgänge weisen darauf hin, daß die das Fibroin sezernierenden Drüsenzellen sich auf diejenigen beschränken, die den hinteren Drüsenabschnitt aufbauen, während in bezug auf das Sericin auch die Drüsenzellen, die die Bausteine des hinteren kleinen Bezirks des davor liegenden mittleren Drüsenabschnittes vertreten, an der Sekretion Anteil nehmen. Demgemäß erkennt man, daß das Sericin an sezernierender Ausdehnung die des Fibroins übertrifft.

Freilich findet die Sekretion nicht gleichzeitig entlang der ganzen sezernierenden Strecke der Drüse statt, sondern die hintere Partie des hinteren Drüsenabschnittes ist die erste, die das Sekret liefert. Darauf wird die sezernierende Tätigkeit nach vorn ausgedehnt, und zwar scheint diese Fortsetzung sehr schnell zu erfolgen, da man die Richtung derselben tatsächlich nur von der Aktivität der sezernierenden Zellen, die kranialwärts verstärkt ist, zu konstatieren vermag, indem die Absonderung selbst an der ganzen Ausdehnung entlang gleichzeitig vor sich geht.

Bei der tätigsten Sekretion, die zeitlich mit der abschließenden Phase der Gefräßigkeit zusammenfällt und ungefähr 24 Stunden lang andauert, ist die Tätig-

keit augenscheinlich entlang der ganzen sezernierenden Strecke überall gleich. Alsdann tritt der Rückgang ein; in der hinteren Partie ist die Sekretion erheblich geschwächt, sogar gänzlich aufgehoben. Von da aus nach vorn fallen die Zellen demselben Schicksale anheim, und so weit es sich auf die Fibroinsekretion bezieht, sieht man nur im vordersten beschränkten Bezirke eine schwache Tätigkeit, die auch nach kurzer Dauer eingestellt wird, wie man auf Querschnitten konstatieren kann.

Was die Sekretion des Sericins anbelangt, so nimmt sie den Rückschritt nach derselben Richtung wie bei dem Fibroin, d. i. von hinten nach vorn, und ist zudem im hinteren Drüsenabschnitt fast gleichzeitig mit der des letzteren abgelaufen. Im am spätesten in Sekretion begriffenen Hinterstück des mittleren Drüsenabschnittes persistiert der Vorgang nach seiner Einstellung im dahinten liegenden Teile, so lange, daß er bei den ältesten Larven, die verarbeitet wurden, noch nicht gänzlich abgeschlossen ist.

Die abgesonderte Seidensubstanzen sind zeitweilig in dem Drüsenkanal enthalten, der demgemäß als Aufbewahrungsbehälter dient; besonders dient der mittlere Drüsenabschnitt als Behälter des Sericins, das in vorgeschrittenen Stadien an dessen vorderem Teil aufgestaut gefunden, was durch Vorrücken des Sekretes erfolgt ist. Das Fibroin, das im Vergleich mit dem Sericin an Menge enorm groß ist, nimmt dementsprechend einen äußerst großen Raum, der sich von der Begrenzung des mittleren Drüsenabschnittes bis zum Hinterende der Drüse ausdehnt, als Behälter ein.

Nun grenzen sich die beiden Inhalte im Reservoir gegeneinander sehr scharf ab, wie die Färbungsreaktion darstellt, und stellen sich gegenseitig folgendermaßen. Das Kanallumen ist, wie oben konstatiert wurde, voll von dem Fibroin, das verglichen mit dem Sericin weitaus voluminöser ist. Namentlich ist im hinteren Drüsenabschnitte das Fibroin deshalb in Anschluß an die Kanalwandungen, weil die genannte Abteilung des Kanals ganz und gar den Behälter für diese Substanz allein darstellt. Von hier aus läßt sich der Fibroinstrang den Kanal prall ausfüllend durch den mittleren und den vorderen Drüsenabschnitt bis zur äußeren Ausgangsöffnung der Drüsen, woraus das Sekret entleert wird, ununterbrochen und gemäß dem nach vorn sich verschmälernden Kanallumen verjüngt verfolgen. Die ganze Ausdehnung des Fibroinstrangs kann man mitsamt seiner Stellung im Kanal auf der

in Fig. 35 angegebenen, schematischen Darstellung ohne Schwierigkeit erkennen.

Bevor die Ablagerung des Sericins gegen das Fibroin behandelt wird, haben wir über die Sericinschicht selbst dem oben gesagten noch einige Worte hinzuzufügen. Bei einzelnen Sericinkörnchen tritt fast gleich intensive acidophile Farbenaffinität so lange hervor, als sie im Zelleibe bleiben. Das Sekret zerfällt hingegen in 3 Zonen (Figg. 16, 22, 23, 35), wenn dasselbe ins Kanallumen hinausgetreten ist: die äußere Schicht (S_3) färbt sich ebenso intensiv wie die innere Schicht (S_1), während die dazwischen befindliche mittlere Schicht (S_2) weitaus heller tingiert ist. Verfolgt man es nach hinten, so gehen die 2 letzteren Schichten um die Begrenzung des Mittel- und Hinterstückes des mittleren Drüsenabschnittes (Fig. 1, γ) in eine einheitliche Sericinschicht über, die sich nicht nur wie die innere Schicht färbt (Fig. 25, S, S_1), sondern sich bis zu jener Stelle erstreckt, wo die Sericinsekretion bis zu spätesten Stadien erhalten ist (Fig. 35 e , S_1'), und mit dem herauskommenden Sekret in direktem Zusammenhang steht (Figg. 26, 34).

Wie ich mich aus Erfahrung überzeugen konnte, rührt die Intensität der Farbenaffinität von der Dichtigkeit der Sericinflüssigkeit, die sich in dem Kanallumen befindet, her; das Sericin färbt sich umso intensiver, je dichter es ist. Bei der oben genannten, zweiten Phase der Sekretion, deren rege Tätigkeit sich mehrere Stunden abspielt, wird enorm große Flüssigkeitsmenge abgegeben und mag deshalb freilich verhältnismäßig dünn sein. Nun ist diese reichlich gelieferte Flüssigkeit vorwärts verschoben und stellt, wie ich anzunehmen wage, die eben erwähnte mittlere Sericinschicht (Fig. 35, S_2) vor. Danach immer schwächer fort wachsende Sekretion gibt dagegen der inneren Sericinschicht Ursprung und ist bei spätesten Stadien noch imstande, die dichtere Flüssigkeit, die sich intensiv färbt, spärlich zu liefern (Figg. 26, 34, S, S_1'). Einerseits findet man den Übergangspunkt der beiden Flüssigkeitsmengen an der vorderen Abgrenzung des Hinterstückes des mittleren Drüsenabschnittes (Fig. 25, S, S_1, S_2) und kann anderseits nach vorn diese Sericinschicht verfolgen, die dünner wird, bis sie endlich kaum merklich vertreten ist (Fig. 35, S_1). Die letzt genannte Abteilung der inneren Sericinschicht ist zweifellos von der nachträglich eintretenden schwachen Sekretion hervorgebracht.

Die äußere Sericinschicht (Figg. 16, 22, 23, 35, S_3) erstreckt sich nach hinten bis dahin, wo das Vorderstück des mitt-

leren Drüsenabschnittes an dessen Mittelstück grenzt. Das Hinterende dieser Sericinschicht steht in keiner Weise mit der Drüsenwandung in Zusammenhang, sondern ist einen kurzen Weg in die Substanz der mittleren Sericinschicht eingeschaltet vorgefunden, wie man in Fig. 22 (S_3) konstatieren kann. Weiter nach hinten ist diese dünne Sericinschale in eine Anzahl Tröpfchen, die in eine 8-9 mm. breite Ringzone zerstreut sind, zerlegt (Figg. 23, 35c, St). Die an der Kanalwand dicht stehenden Tröpfchen sind sogar immer vakuolisiert.

Der letzte Fall, der die durch die Tröpfchen vertretene, hintere Partie der äußeren Sericinschicht anbetrifft, mag wohl unter anderm ein Vorgang sein, der einige Forscher zu der Auffassung verleitet hat, daß das Sericin durch Oxydation des Fibroins hervorgebracht wird; wie späterhin eingehend erläutert werden wird, muß aber die Oxydationstheorie für Sericinbildung dahingestellt werden. Andererseits bemühte ich mich vergeblich die Sekretionsquelle an und in dem Drüsenkörper nachzuweisen, an den die in Rede stehenden Tröpfchen dicht anliegen. Der Vorgang erinnert uns vielfach an die Produkte der verschwindend geschwächten Endphase der Sekretionstätigkeit, die wir bei jüngeren Larven (siehe Fig. 12e, S) beobachten, wie oben dargelegt wurde. Verfehlt unsere Annahme nicht, so sind die Tropfen- und Vakuolenbildung dadurch hervorgerufen, daß die Tropfen sich bilden, weil das Produkt spärlich und tropfenweise geliefert wird und weil die inzwischen geschwitzte verdünnte Flüssigkeit nach Gerinnung vakuolisiert ist, wenn sie in Fixierungsflüssigkeit gebracht wird.

Daher stellt die äußere Sericinschicht nichts anders als das Produkt der ersten der 2 bei der Behandlung der jüngeren Larven voneinander unterschiedenen Sekretionsphasen vor, deren zweite, wie oben geschildert wurde, den 2 übrigen Sericinschichten Ursprung gibt. Abgesondert ist das Produkt der ersten Sekretionsphase späterhin nach vorn vorgerückt, die gegenwärtige Stellung der äußeren Sericinschicht zu nehmen.¹⁾

Im Anschluß an die Sekretion der Seidensubstanzen ist die des Pigmentes, das eigentümlicherweise bei gelben Kokon spinnenden Varietäten jeder Rasse nicht nur dem Mittelstück des mittleren Drüsenabschnittes orange Farbe (Fig. 1, *f-i*), sondern dem Vorder- (*d-f*) und Hinterstück (*i-m*) desselben sowie dem Faden gelben Ton verleiht,

1) Eigentümlicherweise ist beim Fibroin die Abgrenzung der Produkte der Sekretionsphasen verwischt; bei dem Sericin bleibt sie fortbestehen, und sogar sind die beiden gegeneinander scharf konstruiert.

zu schildern. Bei mit Formol fixierten, mit Glyzerin aufgehellten Exemplaren ist das Pigment von gelben im Protoplasma der Drüsenzellen homogen zerstreuten, feinen Körnchen vertreten. Dagegen treten die Körnchen nicht als solche auf Schnitten hervor, weil sie teilweise mit Alkohol und total mit Xylol oder Chloroform verflüssigt sind, sondern kommen als der gelöste Farbstoff vor, der das abgesonderte Sericin durchaus und diffus gelb färbt. Daraus ist es klar, daß das Sericin in der Regel mit dem Pigment verteilt vorhanden und infolgedessen durch seine natürliche Gelbfärbung hervortreten ist, ohne mit technischen Färbungen behandelt zu werden. Daher kommt, daß der Ton der technischen Färbungskraft des Pigmentes mehr oder minder verstärkt ist.

In der ersten Phase der Sekretion der Seidensubstanzen, die oben die vorläufige genannt wird, entsteht das Pigment gar nicht, so daß das so früh abgesonderte Sericin durchaus pigmentfrei bleibt (Fig. 10, *a* u. *b*, S_3). Die früheste Spur desselben konstatiert man erst dann, wenn die 2. Sekretionsphase einigermaßen fortgeschritten ist, und seine sezernierende Tätigkeit wächst mit der des Sericins und zwar in gleichem Maße mit der letzteren, bis die Sekretion auch mit der des Sericins gänzlich eingestellt ist; man kann noch bei den spätesten Phasen der Sericinsekretion das sezernierende Pigment nachweisen.

Bei der die Mittelzone vertretenden Sericinschicht (Figg. 10, 22, 25, 35. S_2), die während der höchsten Sekretionstätigkeit hervorgebracht ist, erscheint übrigens der gelbe Ton schwächer als bei der inneren Sericinschicht (S_1 , S). Die Tonverminderung rührt zweifellos von der Menge der Sericinflüssigkeit her, in der das Pigment verteilt ist. Wie oben geschildert wurde, gibt es darauf Aufschluß, daß bei dem Verlauf der tätigsten Sekretion das Sericin ebenso wie das Fibroin reichlich geliefert wird und infolgedessen, so stark verdünnt ist, das Pigment verhältnismäßig spärlich verteilen zu lassen.

IV. Die Entstehung und Assortierung der beiden Seidensubstanzen.

Jetzt kommen in Betracht die Entstehungsort und -weise des Sekretes. Aus dem oben gesagten ist es unstrittig, daß dasselbe ganz und gar die intracelluläre Produktion der Drüsenzellen ist: es ist bereits innerhalb des Zelleibes vorgebildet und sogar keineswegs sekundären Verwandlungen

unterworfen. Daraus ist ferner klar, daß die Absonderung einfach geschieht, indem die gehäuften Tröpfchen die dem Drüsenlumen zugekehrte Wand der Drüsenzelle, die dieselben enthält, aufsprengen und ins Lumen heraustreten.

Unter Mikroskop offenbaren sich in den Drüsenzellen die Sekrettröpfchen bzw.-körnehen von jeder Größe, die eine große Farbensaffinität zeigen (Fig. 29, *Fk*, *Ft*, *Sk*, *St*). In einzelnen Zellen läßt es sich beobachten, daß die Tröpfchen an Zahl umso weniger vertreten sind, je mehr sie an Dicke zugenommen haben, und so endlich in einer Zelle durch nur einen enorm großen Tropfen ersetzt werden (Fig. 28, 34, *Ft*). Daher ist es einzusehen, daß die feinsten Tröpfchen, die in dem Protoplasma zerstreut vorgefunden werden, das Anfangsstadium der Bildung vertreten und je 2 oder je 3 derselben zu einem größeren zusammenfließen, um noch weiter die so zusammengefügteten Tröpfchen wiederholt zu den größeren zu vereinigen, bis endlich ein großer, einheitlicher Tropfen hervorgebracht ist. Soweit es sich auf die Fibroinkörnchen, die sich kugelig bis ellipsoidal gestalten, bezieht, messen sie im größten Durchmesser 1-3 μ . Andererseits ist das Sericin von gleich dicken feinen Körnchen vertreten.

Über die Art und Weise, wie diese feinsten Tröpfchen im Protoplasma entstehen, kann ich nichts bestimmtes sagen; aber in dieser Hinsicht weisen die Spinndrüsen eine große Ähnlichkeit mit den Eiweißdrüsen der Speicheldrüsen bei Säugern auf. Ein großer Unterschied zwischen den beiden Fällen besteht dennoch darin, daß bei dem ersteren Falle die Drüsenzellen enorm groß und im Laufe kurzer Zeit den etwa 1000 M. langen Faden liefern, während bei dem letzteren Falle die Zellen schon winzig klein sind und demgemäß an die Menge des Produktes den ersteren weitaus nachstehen. Übrigens ist bei der Entstehung des Sekretes ein großer Einfluß des Kernes, der sich durch komplizierte Verästelungen und in der Regel auch durch Konvolutionen in dem Zelleibe verbreitet, nicht ausgeschlossen.

So weit es sich auf das Fibroin bezieht, ist der Entstehungsort auf die den hinteren Drüsenabschnitt aufbauenden Drüsenzellen beschränkt. Auf dem in Fig. 29 wiedergegebenen Querschnitt durch den vorderen Teil des Drüsenabschnittes, wo die Sekretionstätigkeit sehr rege vor sich geht, liegt eine Anhäufung von blau gefärbten Fibroinkörnchen (*Fk*) vor, die inmitten des Protoplasmas einen ansehnlichen, blasenförmigen Raum einnehmen. Die Blase ist ihrerseits von verschiedenen Dimensionen, und die in Fig. 29 bezeichnete stellt etwa die maximale Größe dar.

Die Erweiterung der Blase geschieht freilich durch zunehmende Tröpfchenmenge. Indessen können weder die Tröpfchen noch selbst die feinsten Körnchen, die dieselbe Farbenreaktion wie die oben erwähnten, im Raum vorhandenen Tröpfchen aufweisen, in dem Protoplasma außerhalb des Raumes nachgewiesen werden. Daraus folgt, daß das Fibroin sich nicht im Protoplasma, sondern erst dann bildet, wenn das Sekret in den genannten Raum eintreten ist. Folglich verfehlt wohl die Annahme nicht, daß eine Vorstufe des Fibroins in Flüssigkeitsform in den Raum ausgeschwitzt wird, um erst daselbst ins Fibroin umgewandelt zu werden. Also müßte ein zuerst ausgeschiedenes Tröpfchen im Protoplasma vorkommen und eine damit erfüllte Lücke, die sich mit zunehmender Fibroinmenge immermehr erweitert, bis der oben erwähnte Raum seine eigentümliche Gestaltung angenommen hat. Aber von der Art und Weise, wie die Umwandlung der Flüssigkeit ins Fibroin ausgeführt wird, kann ich augenblicklich nichts sagen. Der Prozeß mag indessen z. B. mit der Sekretion der Salzsäure, die bei den Fundusdrüsen des Säugermagens in die einzelne delomorphe Zellen korbartig umspinnenden Sekretkapillarschlingen stattfindet, verglichen werden, da auch hier wie dort das Sekret erst dann chemisch nachgewiesen werden kann, wenn es ins Kapillarlumen eintritt.

Wie oben vielfach erörtert wurde, findet die Sekretion des Sericins an 2 Stellen statt: einmal in den Drüsenzellen, die den hinteren Drüsenabschnitt aufbauen (Fig. 29, *Sk*), und zweitens in denjenigen, von denen die hinterste Partie des mittleren Drüsenabschnittes gebaut ist (Fig. 27, 34, *Sk*). Vor allem zeigt das Sericin mit dem Kern ununterscheidbar dieselbe acidophile Farbenaffinität. Beim hinteren Drüsenabschnitt (Fig. 29) fällt die Sekretion mit der des Fibroins örtlich zusammen, sogar, wie es manchmal der Fall ist, spielt sich die Sekretion der beiden Substanzen (*Fk*, *Sk*) gleichzeitig in ein und derselben Zelle ab.

Besonders ist hervorzuheben, daß der Raum für das Sericin nicht nur im Vergleich mit dem beim Fibroin weitaus kleiner ist, sondern in die innere Randzone der Zellen vorgerückt vorkommt (*Sk*), während das entsprechende Gebilde beim Fibroin entweder in der tiefen Schicht oder manchmal in der äußeren Randzone des Protoplasmaleibes der Zellen gefunden wird. Zudem besteht das Sericin nicht aus verschiedenen großen Tropfen, sondern aus feinen Körnchen (Fig. 29, *Sk*). Deshalb unterscheiden sich die beiden Sekrete sehr klar voneinander und treten namentlich auf einem Schnitte durch verschiedene

Färbung prachtvoll hervor.

Beim zweiten Entstehungsort, also beim Hinterstück des mittleren Drüsenabschnittes, konnte ich das Sericin niemals in Körnchenform nachweisen; hier stellt es ausnahmslos eine kompakte homogene Masse (Figg. 26, 27, 34, *St*) dar, die mehrere pseudopodienartige Fortsätze nach außen der Drüsenwand ausstrahlt und dadurch mit der Protoplasmawand des sie enthaltenden Raumes in Verbindung steht, falls der Raum nicht prall von dem Sekret ausgefüllt ist. Diese Ausstrahlung ist, wie es scheint, bei Fixierung von Gerinnung des Sekretes erfolgt; die Erscheinung findet nicht statt, falls der Raum prall ausgefüllt ist. (Fig. 27).

Der oben erwähnte Gegensatz zwischen dem durch Körnchen vertretenen Sericin und der kompakten Masse desselben besteht wahrscheinlich in der Dichtigkeit, die bei dem Sekret des hinteren Drüsenabschnittes (Fig. 29, *St*) dünner als dem des mittleren ist, da im ersten Falle die Sekretion viel reger vor sich geht und infolgedessen viel reichlichere Menge als im letzteren geliefert wird. Die Körnchen sind demnach als das Gerinsel der dünnen Sericinflüssigkeit anzusehen; somit ist hier das Sericin im Kanallumen gleichfalls von den Körnchen vertreten. Die kompakte Masse entsteht, weil bei Gerinnung wenig Wasser entzogen ist.

Nicht im geringsten unterscheidet sich das Sericin vom Fibroin darin, daß sich durch die Färbungsmethode keine Spur desselben im Protoplasma nachweisen läßt, sodaß dessen Vorbildung im Protoplasma dahin gestellt zu werden ist. Daher faßt man auf, daß die Sekretion in gleicher Weise wie die des Fibroins, die oben angegeben wurde, ausgeführt wird.

Gebildet im Zellkörper, treten sowohl das Sericin als auch das Fibroin ins Kanallumen der Drüse hinein. Dies geschieht weder durch Filtration noch durch eine Art Ausschwitzen, wie man annehmen mag, sondern dadurch, daß die dem Kanallumen zugekehrte Zellwandung gebrochen wird. Der Durchbruch der Zellwand, durch welchen das Sekret herauskommt, ist ohne Zweifel einfach durch den auf die Zellwand lastenden Druck, der natürlich mit der Sekretmenge zunimmt, erfolgt; vor allem beweist die große Unregelmäßigkeit des Durchbruchs tatsächlich die Richtigkeit dieser Auffassung (Figg. 26-29, 34).

Da das Sekret zähflüssig ist, ist es wohl begreiflich, daß es nicht auf einmal entleert, sondern nur langsam abgegeben wird, sodaß bei fixierten Exemplaren der Prozeß nicht selten aktuell

angetroffen wird (Figg. 26, 29, 34). Und zwar ist es auf den Schnitten, besonders dicht der Innenfläche der Kanalwand anliegend, klar hervorgetreten (Fig. 29, *Ft*, *St*), daß das Sekret tropfenweise abgegeben worden ist. Die Fibrointröpfchen werden hier zwischen der Drüsenwand und dem flüssigen Kanalinhalt eingeschaltet und durch gegenseitigen Druck abgedrückt vorgefunden.

Nun richten wir uns zu der Erklärung der Anordnung, die das Fibroin und Sericin im Kanal angenommen haben. Auf den ersten Blick erscheint die Frage gewissermaßen mit Schwierigkeit verknüpft zu sein, da wie man auf den in Fig. 29 wiedergegebenen Schnitten sieht, die beiden Sekrete durcheinander gesetzt sind, wenn sie gerade ins Kanallumen herangekommen sind. Der Klarheit wegen teilt man den ganzen Verlauf des Vorgangs folgendermaßen ein.

Erstens kann in frühesten Sekretionsphasen von der Assortierung jeder Art der beiden Sekrete keine Rede sein. Denn die sezernierten Fibrointröpfchen sind in großer Menge in der Sericinmasse nur zerstreut eingebettet, sodaß ein Gemenge der beiden Sekrete hervorgebracht ist (Figg. 12c, 12d, 12h, 13c, *Ft*). Selbst bei diesen früheren Phasen neigt sowohl das Fibroin als auch das Sericin stark dazu, je ihre eigene Art Tröpfchen bzw. Körnchen zusammenzufügen. Verknüpft mit den Sekretionsphasen eines Sekretes, die unabhängig von dem andern und wechselweise mit demselben verlaufen, begünstigt diese Neigung, zweitens, die Zusammenfügung der Partikeln der einzelnen Sekrete, wodurch sich die Assortierung des betreffenden Sekretes abspielt. So sind z. B. die Fibrointröpfchen, während deren Sekretion das Sericin nur spärlich (Figg. 11d, 13e, *Sk*) oder gar nicht (Fig. 12f) abgesondert ist, zusammengeschmolzen und geben dem axialen Fibroinstrang Ursprung. Während die Sekretion des Sericins tätig ist, ist ebenfalls die des Fibroins in Hintergrund zurückgetreten (Fig. 14) und begünstigt dadurch den assortierenden Zusammenfluß der Sericin-körnchen. Die auf diese Weise hervorgebrachte Sericinschicht bekleidet von außen den Fibroinstrang, der das Kanallumen größtenteils einnimmt. Ein solches Bild wie oben geschildert findet man überall auf Querschnitten durch den hinteren Drüsenabschnitt der Larven, die sich im Anfangsstadium der letzten Gefäßigkeit befinden.

Drittens handelt es sich um die im Abschluß begriffene Endphase der Sekretion, wo bei dem hintersten kleinen Bezirk des mittleren Drüsenabschnittes nur eine spärliche Sekretion des Sericins noch vor sich geht, während das Fibroin seine Sekretion schon gänzlich auf-

gegeben hat (Fig. 34) und einfach den Kanalinhalt darstellt. In diesem Falle geht der Sericinüberzug auf den Fibroinstrang so leicht, daß es kaum nötig ist eine Erwähnung dessen zu geben.

Viertens und endlich ist es mit einigen Schwierigkeiten verknüpft, daß bei der regsten Sekretionstätigkeit die mit der Assortierung des Sekretes zusammenhängende Verwicklung zu lösen, da in diesem Falle das Fibroin ebenso wie das Sericin in hohem Maße gleichzeitig aus der ganzen Erstreckung des hinteren Drüsenabschnittes abgesondert wird. Wie auf dem in Fig. 29 bezeichneten Querschnitte klar genug hervortritt, wird das tropfenweise ins Kanallumen eingetretene Fibroin (*Fi*) mit den Sericintropfen (*St*) durcheinander gemengt vorgefunden. Bemerkenswert ist der Unterschied der Bauart, der zwischen den Tropfen des Fibroins und denjenigen des Sericins besteht. Einzelne Tropfen, die bei ersteren miteinander zusammenhängen und sich auf die Kanalwandung überziehen, sind von den innerhalb des protoplasmatischen Zellleibes befindlichen Körnchen, die beim Heraustreten zusammengeflossen sind, gebildet; bei dem letzteren bestehen hingegen die Körnchen vor wie nach ihrem Heraustreten ins Kanallumen fort, ohne die Verschmelzung zu erfahren, wenn schon einige Tropfen durch die beigemengten Fibrointropfen manchmal stark abgedrückt sind (Fig. 29).

Die Sericintropfen verwischen ihre kugelige Kontur und befreien ihre Inhaltskörnchen, sobald sie aus dem Gemenge in den geräumigen Kanalraum herangekommen sind (Fig. 29). Anstatt des Zusammenflusses hängen die befreiten freischwimmenden Sericinkörnchen bloß miteinander zusammen, um die granulierten Sericinmasse hervorzuheben, die so loose und so lückenhaft gebildet ist, als sie gegen einem soliden Körper, der den Kanalraum zu kreuzen getrieben ist, kaum Widerstand leisten kann.

Ebenso sind die kugeligen bis ellipsoiden Fibrointropfen diesen zu kreuzen und sich dem axialen Fibroinstrange anzuschließen getrieben. Eigentlich neigt das Fibroin dazu sich an seinesgleichen anzuschließen; dazu kommt eine starke Triebkraft, die von dem axialen Fibroinstrang herkommt. Wie später angegeben werden wird, entwickelt sich in dem Drüsenkanal eine gewaltige Triebkraft infolge der Kontraktion der protoplasmatischen Fibrillen und bewirkt, den axialen Fibroinstrang in Vorwärtsbewegung zu setzen. Daher ist die Annahme höchst wahrscheinlich, daß verbunden mit der

oben angegebenen, eigenartigen Neigung der Fibrointropfen, der sich vorwärts bewegend, axiale Strang auf die letzteren starke Anziehung ausübt, dieselben an den Strang herbeizuführen und mit demselben in Anschluß zu bringen, indem die dazwischen liegende Sericinmasse kaum den Durchgang der Fibrointröpfen verhindert. So geschieht die Assortierung der beiden Sekrete bei der tätigsten Sekretion. Die Verschmelzung der Sericinkörnchen erfolgt erst dann, wenn das Sekret assortiert und in die Rindembekleidung des Seidenstrangs umgewandelt ist. Das Sericin bildet indessen nicht immer die Rindenschicht des Seidenstrangs, sondern ist, wie es zufällig der Fall ist (Fig. 33, S), tief in die Substanz des axialen Fibroinstrangs hineingewachsen, so daß es mit der Scheidewand des Bambusrohrknoten verglichen werden kann. Daher ist es kaum nötig, für Assortierung der einzelnen Sekrete ihr Auswahlvermögen anzunehmen, wie GILSON (1890) versucht.

Was den Entstehungsort des oben erwähnten, gelben Farbstoffes anbelangt, so habe ich leider noch keinen positiven Nachweis mitzuteilen. Die Entstehungsweise interessiert uns sicher, wenn sie konstatiert worden ist, da der Farbstoff nur bei bestimmten Varietäten vorkommt. Allerdings hat man seinen Entstehungsort auch im Protoplasma zu suchen, wenn gleich trotz meiner Bemühung ich noch keine Spur desselben daselbst nachweisen konnte.

V. Über den Ausführungsmechanismus der Seidensubstanzen.

Aus den oben angegebenen Ergebnissen geht hervor, daß sowohl das Fibroin als auch das Sericin von der betreffenden Stelle aus, wo die Substanzen je abgesondert sind, nach vorn vorgerückt werden, um den vor der genannten Stelle liegenden Raum des Drüsenlumens auszufüllen und weiter nach außen ausgeführt zu werden. Übrigens ist es auch selbstverständlich, daß der Druck, der dabei tätig ist, sich durch fortschreitenden Absonderung entwickelt und mit derselben immermehr wächst. In der Tat gibt es innerhalb des Drüsenlumens überhaupt keinen Raum mehr, der, wie TANAKA annimmt, die Tracheenluft aufnimmt, die durch die Drüsenzellen abgegeben wird und als die Triebkraft für die sich vorrückenden Seidensubstanzen auf die letzteren ausübt. Im Gegenteil wird eine aktive Triebkraft, die eine starke Druckzunahme hervorruft, höchst wahrscheinlich durch Kontraktion der Fibrillen

(Figg. 15-34, *Fr*), in die das Protoplasma des Zelleibes umgebildet ist, hervorgebracht. Abgesehen von dem Vorderstücke des mittleren Drüsenabschnittes, wo er seinen größten Querdurchmesser erreicht, ziehen sich in der Tat überall die Fibrillen recht radiär oder subradiär hin, wie ich bei den histologischen Erörterungen einigermaßen eingehend erwähnte; sie sind also imstande, durch ihre Kontraktion am erfolgreichsten das Drüsenlumen zu verengern und ebenfalls den dadurch entwickelten Druck auf den Inhalt auszuüben.

Was das Vorderstück des mittleren Drüsenabschnittes, wo das Drüsenlumen stark erweitert ist, anbetrifft, so nehmen die Fibrillen eigenartige Anordnung (Figg. 19-21, *Fr*), durch die die Kraft eigentümlicherweise sehr effektiv benutzt wird. Also verlaufen sie durch die Dicke der Kanalwand schief von innen und hinten nach außen und vorn und schräg von innen und ventral nach außen und dorsal; infolgedessen nimmt der Drüsenkanal bei dem betreffenden Teil durch Kontraktion der Fibrillen desselben Teils die Form eines Trichters an, der nach vorn und dorsal weit offen ist, damit die Druckkraft tadellos benutzt wird, den Inhalt nach vorn fortzutreiben.

Daher lassen sich die hohe Entwicklung der Fibrillen und deren eigenartige Anordnung vermuten, daß der Drüsenkanal beim Leben eine Art peristatische Bewegung ausführt, wie es bei dem Darmkanal der höheren Tieren der Fall ist. Wahrscheinlich findet sie dabei rhythmisch statt und treibt so viel Sekret nach vorn fort, wie es angehäuft ist. Selbstverständlich wird in dem erweiterten Kanalabschnitte die Triebkraft geschwächt, die sich bei den engen Kanalabschnitten durch bloße Verengung des Lumens entwickelt; die eigenartigen, schiefen Fibrillenordnungen können einwandfrei angenommen werden, für die kompensatorische Verstärkerung der verminderten Kraft ins Leben gerufen zu werden.

Nun kann die Triebkraft in die innere, die sich infolge der Anhäufung des Sekretes entwickelt, und in die äußere, die die peristatische Kontraktionen hervorhebt, geteilt werden; es ist die letztere, die sich auf den Inhalt des Drüsenkanals stark ausübt.

Ferner macht die Triebkraft der inneren und äußeren Abteilungen sich verdient bei der Fadenspinning, indem sie Seidenflüssigkeit nach außen fortreibt. Der Faden ist wohl ausgezogen, indem die zähe Flüssigkeit, deren ausgepreßtes Stück an einen Fremdkörper angeklebt wird, durch einfachen Zug des Tieres herausgezogen wird. Aber dazu trägt wohl die oben erwähnte Triebkraft gewissermaßen auch bei.

VI. Historischer Überblick.

Es war erst vor 2 Dezennien, daß die mikroskopischen Anatomen ihre Aufmerksamkeit auf Insekten richteten. Eigentlich verknüpft sich die Bearbeitung von Insekten mit mikrotechnischen Schwierigkeiten, die erst neuerdings durch den diesbezüglichen Fortschritt bestritten worden sind und dadurch die Beobachtung dieser interessanten Tierklasse zugänglich gemacht haben. Seitdem sind die immermehr hervorragenden Ergebnisse weiterhin vermehrt, und infolgedessen hat unsere Kenntnis darüber einen Sprungfortschritt erfahren.

Unter Insekten war die Seidenraupe die erste, bei der die Anwendung des Mikroskopes in Anspruch genommen hat; seit 1687 ist die Raupe durch das bekannte Werk von MALPIGHI (1687) in dem wissenschaftlichen Kreis allbekannt; der Verfasser gibt das Ergebnis richtig an, insofern es sich seiner Zeit mit seiner Beobachtung verhält. Nichtsdestoweniger stehen bei dieser Raupe die wissenschaftlichen Ergebnisse vielmehr denjenigen von Insekten überhaupt gegenwärtig noch weitaus nach. Der Grund dafür liegt einfach darin, daß bei der Raupe rein wissenschaftliche Untersuchung eingesäumt, vielmehr ökonomisches Interesse erzieht ist.

Nach MALPIGHI traten SCHWAMMERDAM (1737-1738), LEEUWENHOEK (1719) und RÉAUMUR (1734) an die Untersuchung der Spinnrüsen heran. Als die wichtige Entdeckungen von den 2 letzteren Forschern sind die folgenden Verhältnisse zu nennen: 1) daß, wie LEEUWENHOEK konstatierte, die Spinnung nicht durch die Mundöffnung selbst, sondern durch eine unter dieser befindliche, besondere Spinnöffnung geschieht, 2) daß die Spinnöffnung sich auf die Spinnwalze eröffnet, die RÉAUMUR entdeckte, und 3) daß der Seidenfaden innerhalb des Drüsenrohrs nicht als solcher präformiert wie LYONET (1762) vermeintlich auffaßt, sondern durch la liqueur vertreten ist, wie RÉAUMUR vorerst bemerkte. Andererseits wurden durch LYONET die Suspensorienmuskeln klar gemacht, und die 3 Abteilungen der Drüse verdanken ihre Entdeckung auch an ihm.

Der letzt genannte Forscher war der erste, der die Ramifikation der Kerne bemerkte und das Basalhäutchen und die Intima richtig angibt (1762). Die Befunde wurden von nachfolgenden Forschern, unter denen MECKEL (1846), LEYDIG (1859), SIEBOLD, LEUCKART (1847), GEGENBAUER, CLAUS und HELM (1876) genannt zu werden sind, wieder gefunden, bestätigt und korrigiert; in histologischer Beziehung hat die ausgedehnte Arbeit von HELM doch unserer Kenntnis keine Neuigkeit zugefügt. Ein richtiger Beitrag wurde dagegen durch VAN LIDTH DE JEUDE (1878) hervorgebracht, indem der Autor allervorerst auf die Fibrillenbildung des Protoplasmas seine Aufmerksamkeit richtete, aber ohne

ihre mechanische Wirkung bekannt zu machen. Der Forscher gibt die scheinbare Körnigkeit des Protoplasmas bei dem mittleren Drüsenabschnitte einfach als eine granulare Struktur an. Dieselbe Struktur sah VAN LIDTH DE JEUDE auch bei dem Protoplasma des hinteren Drüsenabschnittes, wobei die Schnitten die Fibrillen auch schräg angetroffen haben müßten. Merkwürdigerweise gibt seit GILSON (1890) durch lange Zeitdauer hindurch irgend ein von nachfolgenden Forschern nichts über die Fibrillenbildung oder Streifung des Protoplasmas an, obgleich sie die granulare Struktur behaupten, bis ich in der vorliegenden Arbeit die Fibrillen wieder gefunden habe.

Was den feinen Bau des Kernes anbelangt, so gibt KORSCHULT in seinen 2 Arbeiten (1896 und 1897) einstimmig an, daß in dem Inhalt des Kernes sich die Makromeren, die mit modifiziertem, EHRLICH-BIONDISCHEM Gemische grün gefärbt werden, von den Mikromeren, die mit derselben Lösung rote Farbe annehmen, unterscheiden; nach dem Autor sind die letzteren mit dem Nukleolen identisch, während die vorderen als die Chromatinkörner aufgefaßt zu werden sind. MEVES (1897), der unter andern den HEIDENHAINschen Formel EHRLICH-BIONDISCHES Gemisches und Methygrün gebrauchte, hat das genau gegenteilige Ergebnis erhalten, nach dem die Mikromeren mit Chromatin und die Makromeren mit Nukleolen als identisch angenommen werden. Die Ergebnisse der nachfolgenden Forschern, wie die von FLEMMING (1897), HENNEGUY (1904) und teilweise auch VORHIES (1908), stimmen in dieser Hinsicht mit der Angabe MEVES' überein, während die Befunde von MARSHALLS und VORHIES (1906) wieder die Angabe von KORSCHULT bestätigt.

VAN LIDTH DE JEUDE (1878) richtete seine Aufmerksamkeit auch auf die Beziehung der Drüsen zu den Tracheen und fand, daß sich nur im mittleren Drüsenabschnitte sowie im hinteren Drüsenabschnitte die Tracheenästchen allein oder manchmal nebeneinander mit den Nervenästchen auf die Basalmembrän verbreiten. Unterdenachfolgenden Arbeitern stimmen PLATNER (1844), LEYDIG (1859), v. KUPFFER (1873), EMERY, (1884) GILSON (1890), HOLMGREN (1896), TANAKA (1911) u. A. darin überein, zu konstatieren, daß die Tracheenästchen nicht zwischen den Drüsenzellen vorhanden, sondern in die Substanz des Zelleibes selbst hineingetreten sind; nur KÖLLIKER (1857), WISTINGHAUSEN (1890) und WIELOWIEJSKI (1882) nehmen die intercellulare Verbreitung der Tracheenästchen an, die anastomosieren und die Zellen winden. Nach PLATNER (1844), LEYDIG (1851), KÖLLIKER (1857), WIELOWIEJSKI (1882), HOLMGREN (1896) und WISTINGHAUSEN (1890) bilden die Tracheenästchen anastomosierendes Netzwerk; LEYDIG (1859), v. KUPFFER

(1873), EMERY (1884) und TANAKA (1911) fanden die freie Öffnung derselben innerhalb des Parenchyms, sogar geben sie nach LEYDIG und v. KUPFFER dem Hyaloplasma, das sich in der an dem Tracheennetz grenzenden Räume befindet, die Luft ab. Die Annahme TANAKAS weist weiter darauf hin, daß die von den freien Öffnungen entwickelte Luft ins Drüsenlumen herauskommt und die Rindenpartie des Kanalinhales des Fibroins durch Oxydation in Sericin verwandelt. In dieser Hinsicht bestätigt mein vorliegendes Ergebnis somit gewissermaßen dasjenige von LEYDIG, v. KUPFFER und besonders das von EMERY; jedenfalls läßt es sich vermuten, daß mitsamt komplizierten Verästelungen des Kernes die freie Öffnung der Tracheenästchen gewissen Aufschluß auf die Bildung des Fibroins und des Sericins gibt. Aber gegenwärtig bin ich nicht imstande, darüber ein bestimmtes auszusagen, da mein vorliegendes Ergebnis diesbezüglich noch nicht klar genug ist.

Was die Sekretion der Seidensubstanzen anbelangt, so war HABERLANDT (1871) der erste, der konstatierte, daß das Fibroin von dem hinteren Drüsenabschnitte abgesondert wird, während das Sericin das Produkt des mittleren Drüsenabschnittes darstellt. Dieses Ergebnis wird durch nachherige Forscher wie VAN LIDTH DE JEUDE (1878), SICARD et RAULIN (1887), Verson et QUAIAT (1896), MAILLOT et LAMBERT (1906), Verson u. A. vielfach bestätigt und weicht hingegen von demjenigen meiner vorliegenden Arbeit weit ab. VAN LIDTH DE JEUDE bemerkt darüber folgendermaßen: „Von den festen Bestandteilen des fertigen Seidenfadens wird das Fibroin größtenteils, vielleicht ausschließlich in hinteren Drüsenabschnitt und zwar, wie es scheint, überall in Protoplasma gebildet. Der Seidenleim stammt ausschließlich aus dem mittleren Teil der Drüse (S. 102).“

GILSON (1890) allein hat seine eigene Ansicht geäußert, daß die 2 genannten Substanzen die ganze Drüsenerstreckung hindurch aus den Drüsenzellen vermischt abgesondert und durch eine nachher auftretende Auswählungskraft, die im Gemisch tätig ist, auseinander geschieden werden. Die Ansicht GILSONS ist aber hinfällig, da nach dem Ergebnisse meiner vorliegenden Arbeit alle 3 Tatsachen, die er aufgefunden zu haben glaubt, in Wirklichkeit nicht hervorgetreten sind. Die Absonderung findet nicht die ganze Drüsenausdehnung hindurch statt, wie er behauptet, sondern sie ist auf den hinteren Drüsenabschnitt und das hinterste kleine Stück des mittleren Drüsenabschnittes beschränkt. Auch sind das Fibroin und Sericin von ihrer Bildung bis zur Spinnung, sogar bei dem fertigen Faden nie und nirgend gemischt, sondern immer äußerst klar voneinander geschieden vorhanden. Daraus und aus dem Assortierungsmechanismus,

der sich bei den untereinander gemengten Sekrettröpfchen bzw. -körnchen abspielt, ist die Ansicht der „Auswählungskraft“ ausgeschlossen. Abgesehen von der Ansicht STRAUS-DÜRKHEIMS (1839) und ROBINETS (1844), nach der der Seidenfaden von Anfang an als solcher im Lumen des mittleren Drüsenabschnittes entsteht, ist BOLLEY (1864) als der erste Forscher zu nennen, der denselben richtig als ein Sekret auffand. Durch chemische Untersuchung setzte der Autor zum ersten Mal die 2 Bestandteile des Seidenfadens, die bzw. als Fibroin und Sericin bekannt sind, auseinander, und zwar wird das letztere, das die Rindenschicht des Fadens vertritt, von ihm als das Oxydationsprodukt des vorderen aufgefaßt.

Die Oxydations- oder Transformationstheorie BOLLEYS hat eifrige Unterstützung von BLANC und TANAKA erhalten. BLANC (1889) beschränkt die Fibroinsekretion auch auf den hinteren Drüsenabschnitt und drückt seine Ansicht folgendermaßen aus: „La fibroïne est fabriquée par la paroi du tube sécréteur seul (S. 72). * * * * * La fibroïne, en arrivant dans le réservoir, se trouve au contact d'une membrane étendue, très mince et particulièrement riche en trachées qui lui apportent une quantité d'air considérable. Sous l'influence de cet air, avec lequel elle se trouve en contact presque immédiat, et aussi par suite de l'action directe des cellules de la paroi, la fibroïne est modifiée dans se couches superficielles. Ces modifications, dont la principale est une oxydation, la transforment partiellement en grès” (S. 77-78). TANAKA (1911) nimmt an, daß die ganze Erstreckung der mittleren und hinteren Drüsenabschnitte absonderungsfähig ist, und sagt über die Transformation des Fibroins ins Sericin „One of the components of the silk fibre, the fibroin, is produced in virtue of the physiological functions of the gland, whereas the other, the sericin, is transformed from the fibroin by the certain chemical action. The transformation is carried on either in the substance of the gland cells or only the interior of the gland tube into which the fibroin is discharged beforehand. In the latter case, i. e. in active secretion, the silken column in the posterior division is formed of the fibroin alone, and in the middle and anterior divisions, the fibroin represents a central axis coated by the sericin cortex which is converted from the superficial layer of the fibroin column by the chemical action on the way of silken column shifting forwards” (S. 21-22).

Also sind sowohl BLANC als auch TANAKA von negativer Seite an den Schluß der Transformationstheorie angekommen. BLANC sagt weiterhin: „Le grès se montre dès l'origine du réservoir; il forme alors une mince couche qui enveloppe le noyau central et la zone des granulation de fibroïne” (S. 75). Weiter weist der Autor auf das Sericin von Quer- und

Längsschnittenbildern darauf hin, daß die Sericinschicht sich nach dem vorderen Drüsenabschnitte zu verdünnt, und drückt die Schwierigkeit der direkten Beobachtung der Sericinbildung folgendermaßen aus: „Malgré des essais nombreux où nous avons mis en oeuvre tous les moyens à notre disposition, il nous a été impossible de saisir le phénomène intime de cette sécrétions“ (S. 77). In Wirklichkeit hat BLANC allerlei Methoden zur Hilfe gerufen, um die Erklärungsschwierigkeit der Sericinbildung zu bestreiten und ist so weit gegangen, daß der Autor die Transformation des irgend anderswo gebildeten Sericins in le réservoir, wo es vorkommt, annehmen wollte.

Indessen erhebt die Schwierigkeit sich bloß von Mangel der Beobachtung der actualen Sericinabsonderung und wird folglich dadurch beseitigt, daß man auf den Schnitten die Absonderungserscheinung ins Auge faßt. Nun ist die Transformationstheorie durch das Ergebnis meiner vorliegenden Arbeit aufgehoben worden.

BLANC fand auch auf, daß das Fibroin als solide Körnchen im Protoplasma gebildet ist, insbesondere, wie die von ihm angegebenen Abbildungen aufweisen, regelmäßig zwischen den Kernästchen vorkommt und nach und nach zu größeren Körnchen zusammenfließt, bis dieselben absonderungsfertige Größe erreicht haben. In dieser Hinsicht steht die Angabe BLANCS der meinigen entgegen, nach der, wie oben bemerkt wurde, das Fibroin innerhalb des Zelleibes die Gestalt der Gruppierung von Körnchen annimmt und dieselben zu einem großen einheitlichen Tropfen verschmelzen lassen, sobald das Sekret ins Drüsenlumen herausgegoßen wird.

Abgesehen von TANAKA, der durch die von ihm angenommene Oxydationstransformation des Fibroins „in the substance of the gland cells“ (S. 21-22) das Sericin entstehen läßt, ist nur GILSON (1890) zu nennen, der richtig nachgewiesen hat, daß das Sekret im Protoplasmaleibe der Drüsenzellen entsteht (S. 151-155). Daher stimmt in dieser Hinsicht seine Angabe mit meinigen völlig überein, also soweit es sich auf die Entstehungsweise und -ort bezieht. Was die weitere Geschichte der Sekretion anbetrifft, so weichen wir weit voneinander ab, wie oben erwähnt wurde.

BLANC wies als die 3. Substanz des Seidenfadens Mucus oder Mucoidine nach, das Verson (1896, 1917) wieder fand. Die in Frage gestellte Substanz entspricht größtenteils mit der 3. oder äußeren Sericinschicht, die im mittleren Drüsenabschnitte den mit den 2 anderen Sericinschichten überzogenen Fibroinstrang nochmal bekleidet, und vertritt in vorderen Drüsenabschnitte die verdickte Intima, die die innere Oberfläche

desselben überzieht. In den Querschnitten, die in Figg. 42-45, Pl. III abgebildet sind, scheint es nicht klar genug gefärbt zu sein, um die 2 äußeren Sericinschichten zu unterscheiden, während sich in Fig. 46, Pl. III, obgleich unvollständig die 2 Schichten erkennen lassen; ferner sieht man die tropfenweise abgelagerte, tief gefärbte Sericinschicht. Schließlich handelt es sich nicht nur darum, daß der ungenügend distinktiven Färbung wegen die Abgrenzung der 2 äußeren Sericinschichte gegeneinander unklar bleibt, sondern darum daß ebenfalls die der letzteren gegen die Intima nicht klar hervorgetreten ist.

Endlich ist hervorzuheben, daß die Streifung des Protoplasmas ihre Entdeckung an VAN LIDTH DE JEUDE (1878) verdankt, und daß seither eine Beobachtung über derselben total vernachlässigt worden ist; verhältnismäßig später und sogar nur von BLANC (1889) und GILSON (1890) wurde die Struktur wieder gefunden und abgebildet, ohne aber eine Erklärung anzugeben. Es ist von vornherein klar, daß sich die Wirksamkeit der Triebkraft, durch die die zähflüssige Seidensubstanz von der Spinnwarze aus fortgestoßen wird, konstant erhalten muß, um einem überall gleich dick gesponnenen, glatten Faden zu erwerben. Dazu ist offenbar eine Regulierung der Wirksamkeit dieser Triebkraft nötig und dies geschieht nicht durch die von der Zu- und Abnahme der Sekretion resultierende, passive Zu- und Abnahme des Druckes allein, sondern durch die Kontraktion der Streifen oder Fibrillen, die die peristaltische Bewegung des Drüsenkanals veranlaßt und dadurch den Druck drin zweckmäßig reguliert. Daher ist die Streifung des Protoplasmas so wichtig, daß man sie nicht außer Acht lassen kann: ohne dieselbe sind alle andern Einrichtungen umsonst, da infolgedessen kein Faden mehr gesponnen werden kann.

VII. Schlußfolgerungen.

Wie oben hinlänglich erläutert wurden, sind seit MALPIGHI im Laufe von 234 Jahren die Struktur und Funktionen der verhältnismäßig einfach gebauten Spinndrüsen noch nicht genügend aufgeklärt worden. Dennoch sind von morphologischem Standpunkt aus die Drüsen so viel bekannt, daß nur einige Gebilde von nebensächlichen Wichtigkeit übrig bleiben, die noch erforscht werden müssen; in wesentlichen Verhältnissen sind sie folgendermaßen festgestellt worden.

Die paarigen, tubulären Drüsen, deren jede Hälfte in die 2 Abschnitte eingeteilt ist, zeigen beim hinteren, verdünnten

Abschnitte starke Windungen, beim mittleren, verdickten Abschnitte 4 große, loose Wendungen und beim vorderen Abschnitte einen fast geraden Verlauf vor, um sich mit der einheitlichen Spinnungsöffnung auf der Spinnwarze zu eröffnen.

Histologisch ist das Drüsenrohr überall einstimmig aus den rechten und linken Reihen von hexagonalen, ziegelförmigen Epithelzellen zusammengesetzt und über die Außenfläche mit der kontinuierlichen, strukturlosen Basalmembrän und über die innere Fläche mit der stellenweise verdickten und ebenfalls verdünnten Intima überzogen. Abgesehen davon, daß die Basalmembrän die Inversionen zu den Suspensorienmuskeln gibt und durch die Tracheenästchen durchpassieren läßt, verschafft das Häutchen nur dem Drüsenepithel die Basalunterstützung. Die Intima, die über die die mittleren und hinteren Abschnitte hindurch ausgestreckte, sezernierende Zone der Drüse äußerst dünn bleibt und beim vorderen Drüsenabschnitte hingegen eine ansehnliche Dicke erreicht, zeigt ihre ektodermale Herkunft, insofern sie mitsamt den Tracheenästchen von ebenfalls ektodermaler Herkunft den Häutungen unterworfen wird.

Der Kern breitet sich im Protoplasma, insbesondere durch Verästelungen und Krümmungen durch die ganze Ausdehnungen hindurch aus und steht ohne allen Zweifel mit der Sekretion in innigem Zusammenhang; indessen ist es leider noch nicht klar, wie derselbe darüber funktioniert. Die Annahme, daß der Inhalt des Kerns direkt dem Sekret das Material liefert, wie dies neuerdings von NAKAHARA (1917) aufgefaßt wird, ist ohne weiters ausgeschlossen. Im vorderen Drüsenabschnitte, wo von Sekretion keine Rede sein kann, sind sowohl die Verästelungen als auch die Krümmungen des Kerns sehr vereinfacht.

Außer der Fibrillenbildung steht das Protoplasma mit der Erhebung des Sekretes in direkter Beziehung; daraus, daß Sekrettröpfchen bzw. -körnchen spontan im Protoplasma vorkommen, läßt sich vermuten, daß dasselbe nicht allein der Generator des Sekretes, sondern der Lieferant desselben ist. Wahrscheinlich wird das Sekret durch das Protoplasma gebildet; aber der Einfluß des Kerns mag dabei nicht ausgeschlossen werden. Die Sekretbildung unter dem Einfluß des Kerns erinnert uns lebhaft daran, daß unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen Chlorophyll Stärke erhebt.

Was die Sekretion anbelangt, so ist gegenwärtig so viel festgestellt, daß sowohl der hintere als auch der mittlere Drüsenabschnitt daran teilnehmen, während der vordere Drüsenabschnitt nur den Ausführungsgang vertritt. Dazu

kommt mein neuer Befund, daß gegen die Abstammung des Fibroins aus dem hinteren Drüsenabschnitte allein die Herkunft des Sericins noch weiter vorn bis zu dem hintersten Stücke des mittleren Drüsenabschnittes ausgedehnt ist. Wie es zustande kommt, daß jeder von den 2 genannten Drüsenabschnitten seine eigne Art Sekret erhebt, kann ich leider noch nicht genügend aussagen. Aber die Entstehung hat sowohl bei dem Fibroin als auch bei dem Sericin soweit bekannt gemacht, daß die Substanzen erst chemisch nachweisbar sind, wenn sie im Protoplasma in der Gestalt von Tröpfchen bzw. Körnchen vorkommen.

Durch den ganzen Verlauf der Geschichte hindurch sind das Fibroin und Sericin immer voneinander geschieden vorhanden. Zudem wechselt die Sekretionsphase eines Sekretes in der Regel mit der des andern ab und sie decken einander nur im kurzen Verlauf der Tätigkeit und zwar dann, wenn die Sekretion sehr tätig ist. Verbunden mit der Neigung der Sekrete, sich je mit ihresgleichen zu vereinigen, begünstigt diese wechselweise vor sich gehende Sekretion die Assortierung der abgesonderten, einzelnen Sekrete. Dazu kommt die Triebkraft, die an dem Drüsenkanale die peristatische Bewegung betreibt, und leistet in hohem Maße an der genannten Assortierung Wirksamkeit.

Endlich kommt die Triebkraft, die das Sekret aus dem Drüsenkanal herausschafft, in Betracht. Dazu übt zum Teil natürlich der Flüssigkeitsdruck, der sich durch Anhäufung des Sekretes entwickelt und damit fortwächst, seine Wirkung aus; indessen werden die weitaus größere Wirkung und die Regulierung des gesamten Druck erst durch die peristatische Bewegung, die die Fibrillen des Protoplasmas erheben, geschafft. Daraus folgt, daß ohne die Fibrillen die Fadenbildung ausgeschlossen sein muß.

Zum Schluß weise ich darau hin, wie genau bis zu den feinsten Teilchen die so einfach aufgebaute Spinndrüse bei den Seidenraupen zur Erhebung des Seidenfadens eingerichtet ist. Kein Teil der Drüsenorganisation ist anders als die Seidenbildung gerichtet, sondern es sind alle Einrichtungen so angeordnet, zum Schluß einzig und allein einen feinen Faden hervorzuheben.



Literaturverzeichnis.

- Arnold, J.**, Über Bau und Sekretion der Drüsen der Froschhaut; zugleich ein Beitrag zu Plasmosomen: *Archiv f. mikr. Anat.*, Bd. LXV. 1905.
- Blanc, L. M.**, Étude sur la sécrétion du la soie et la structure du brin et la bave dans la *Bombyx mori* L.: *Rapport du laboratoire d'études de la soie*. Lyon. 1889.
- Bordas, L.**, Sur l'appareil séricigène des chenilles de *Phithorimaea operculella*: *C. R. de l'Acad. des Sc.*, T. 154. 1912.
- Cornalia**, *Monographia del Bombice del Gelso: Memoria dell' I. R. Istituto Lombardo*, Vol. VI. 1856.
- De Filippi**, *Recherche anatomico-fisiologische sul Baco da Seta: Memoir. Soc. biolog. Torino*, fasc. I. 1854.
- Engelmann, W.**, *Zur Anatomie und Physiologie der Spinnndrüsen der Seidenraupe: Onderz. phys. Lab. Utrecht*, Vol. 3. 1880.
- Emery, C.**, *Untersuchung über Lucicola italica: Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XL. 1884.
- Gilson, G.**, *Étude comparée de la spermatogénèse chez les arthropodes: La Cellule*, Tom. I. 1884. u. Tom. II. 1866.
- Gilson, G.**, *Recherches sur les cellules sécrétante: La soie et les appareils séricigènes. La Cellule*,
I. *Lépidoptères*, Tom. VI, Fasc. I. 1890.
II. *Trichoptères*, Tom. X, Fasc. I. 1894.
- Haberlandt, F.**, *Der Seidenspinner des Maulbeerbaumes, seine Anzucht und Krankheiten*. Wien. 1871.
- Helm, F. E.**, *Über die Spinnndrüse der Lepidopteren: Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. XXVI. 1876.
- Henneguy**, *Les Insectes*. Paris. 1904.
- Holmgren, E.**, *Die trachealen Endverzweigungen bei den Spinnndrüsen der Lepidopterenlarven: Anat. Anz.*, Bd. XI. 1896.
- Ito, H.**, *On the metamorphosis of the silk glands of Bombyx mori* L.: *Bull. Imp. Tokyo Sericultural Coll.*, Vol. I. 1915.
- Joseph, G.**, *Vorläufige Mitteilungen über Innervation und Entwicklung der Spinnorganen bei der Insekten: Zool. Anz.*, Bd. III. 1880.
- Kölliker**, *Zur feineren Anatomie der Insekten: Verh. d. phys. med. Gesells. in Würzburg*, Bd. VIII, Heft 2. 1857.
- Kondo, K.**, *Über einige Eigenschaften des Sericins (Japanisch): Zeitschr. chem. Gesell. Japan*, Bd. 42. 1921.
- Korschelt, E.**, *Über die Struktur der Kerne in den Spinnndrüsen der Raupen: Archiv f. mikr. Anat.*, Bd., XLVII. 1896.
- Korschelt, E.**, *Über Zellmembranen an den Spinnndrüsen der Raupe: Archiv f. mikr. Anat.*, Bd. XLVII. 1896.
- Korschelt, E.**, *Über den Bau der Kerne in den Spinnndrüsen der Raupe: Archiv f. mikr. Anat.*, Bd. XLIX. 1897.
- Kupffer, C. von.**, *Das Verhältnis von Drüsenerven zu Drüsenzellen: Archiv f. mikr. Anat.*, Bd. IX. 1873.
- Leeuwenhoek**, *Epistolae ad Societatem Regiam Anglicam, etc.* Leyde. 1719.
- Leuckart, R.**, *Lehrbuch der Zootomie von Frey und Leuckart. Wirbellose Tiere.*, 847.
- Leydig, F.**, *Anatomisches und Histologisches über die Larve von Corthra plunicornis: Zeitschr. f. wiss. Zool.*, Bd. III. 1851

- Leydig, F.**, Zur Anatomie der Insekten: Müller's Archiv Anat. u. Physiolog. 1859.
- Leydig, F.**, Untersuchungen zur Anatomie und Physiologie der Tiere. 1884.
- Leydig, F.**, Zelle und Gewebe. Bonn. 1885.
- Lyonet, P.**, Traité anatomique de la chenille qui ronge le bois de saule, etc. 1762.
- Maillot, M. et Lambert, F.**, Traité sur le ver à soie du murier et sur le murier. 1906.
- Malpighi, M.**, Traité du ver a soie, Texte original et planches, avec une traduction et des notes en français: Montpellier. 1878.
- Malpighi, U.**, Dissertatio epistolica de Bombyce etc.: Opera omnia, Tom. II. 1687.
- Marshall, W. S. and Vorhies, C. T.**, Cytological studies on the spinning glands of *Platyphylax designatus* Walker: Intern. Monatschr. f. Anat. und Physiolog., Bd. 23. 1906.
- Matheson, R., and Ruggles, A. G.**, The structure of the silk glands of *Apantheles glomeratus* L.: American Nat., Vol. 41. 1907.
- Maziarski, S.**, Recherches cytologiques sur les phénomènes sécrétoires dans les glandes filières des larves des Lépidoptères: Archiv f. Zellforsch. Bd. VI. 1912.
- Meckel, H.**, Lehrbuch der Histologie. 1857.
- Meckel, H.**, Mikrographie einiger Drüsenapparate der niederen Tiere: Müller's Archiv. 1846.
- Meres, F.**, Zur Struktur der Kerne in den Spinnrüsen der Raupe: Archiv f. mikr. Anat., Bd. XLVIII. 1897.
- Nakahara, W.**, On the physiology of the nuclei as seen in the silk gland cells of certain insects: Journ. Morph. Vol. 29. 1917.
- Platner**, Mitteilungen über die Respirationsorgane in der Haut bei der Seidenraupe: Müller's Archiv. 1844.
- Poletajew, N.**, Über die Spinnrüsen der Blattwespen: Zool. Anz., Jahrg. VIII. 1885.
- Raulin, J. et Sicard**, De la soie du *Bombyx mori* dans l'intérieure de l'organisme: Rapport de laboratoire d'études de la soie. Lyon. 1887.
- Réaumur**, Mémoire pour servir à l'histoire des insectes. Paris. Tom. I. 1734
- Robinet**, Mémoire sur la formation de la soie: L'Institut XII. 1844.
- Schröder, C.**, Handbuch der Entomologie. 2. Lieferung. Bd. I. Jena. 1913.
- Schwammerdam**, Biblia naturae, sive historia insectorum in certas classes reducta. 1737-1738.
- Silbermann, H.**, Die Seide. Bd. I. Dresden. 1897.
- Strauss-Durckheim**, Sur la formation de la soie chez les chenilles: L'Institut VII. 1839.
- Tanaka, Y.**, On the structure of the silk glands and the silk formation in *Bombyx mori* L.: Journ. Coll. Agric., Sapporo. Vol. IV, No. 2, 1911.
- Van Lidth de Jeude, Th. W.**, Zur Anatomie und Physiologie der Spinnrüsen bei der Seidenraupe: Zool. Anz., Bd. I. 1878.
- Verson et Quajjat**, Il Filugello e l'Arte Sericola. Milano. 1896.
- Vorhies, C. T.**, The development of the nuclei of the spinning gland cells of *Platyphylax designatus* Walker: Biol. Bull., Vol. 15. 1908.
- Wielowiejski, H. R. von**, Studien über die Lampyriden: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXVII. 1882.
- Wistinghausen, C. V.**, Über Tracheenendigungen in der Sericterien der Raupe: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XLIX. 1890.

Erklärung der Abbildungen.

Für sämtliche Tafeln geltende Zeichnungen.

<i>a-d</i>	vorderer Drüsenabschnitt,
<i>C</i>	Tunica propria oder cutikuläre Membrän,
<i>d-f</i>	Vorderstück des mittleren Drüsenabschnittes,
<i>F</i>	Fibroin,
<i>f-i</i>	Mittelstück des mittleren Drüsenabschnittes,
<i>Fk</i>	Fibroinkörnchen,
<i>Fr</i>	Fibrillen des Protoplasmas,
<i>Ft</i>	Fibrointröpfchen,
<i>G</i>	granulierte Zone des Protoplasmas,
<i>H</i>	hinterer Drüsenabschnitt,
<i>i-m</i>	Hinterstück des mittleren Drüsenabschnittes,
<i>K</i>	grobe Körnchen,
<i>L</i>	Drüsenlumen,
<i>M</i>	mittlerer Drüsenabschnitt,
<i>Mh</i>	Grenzlinie zwischen dem mittleren und dem hinteren Drüsenabschnitte,
<i>m-q</i>	hinterer Drüsenabschnitt,
<i>N</i>	einfach verästelte Kerne aus vorderem Drüsenabschnitte,
<i>N₁</i>	kompliziert verästelte Kerne aus mittleren und hinteren Drüsenabschnitten,
<i>N₂</i>	einseitig verästelte Kerne aus Übergangszone zwischen vorderen und mittleren Drüsenabschnitten,
<i>P</i>	Tunica propria oder Basalhäutchen,
<i>Pt</i>	Peritonealhaut,
<i>S</i>	Sericin,
<i>Sa</i>	Achsenzylinder des Sericins,
<i>S₁</i>	innere Sericinschicht,
<i>S₂</i>	mittlere Sericinschicht,
<i>S₃</i>	äußere Sericinschicht,
<i>Sk</i>	Sericinkörnchen,
<i>St</i>	Sericintröpfchen,
<i>T</i>	Tracheenästchen,
<i>V</i>	Vakuolen,
<i>W</i>	Drüsenwandung,
<i>X</i>	Körnchengruppe auf der Außenfläche des Sericinstrangs.

TAFEL I.

Fig. 1. Halbschematische Darstellung der Spinndrüsen bei der reifen Raupe der europäischen „Special“ Rasse, von Rückseite gesehen, 2 mal vergrößert.

- a-d* vorderer Drüsenabschnitt,
- b* FILIPPISCHE Drüse,
- d-f* Vorderstück des mittleren Drüsenabschnittes,
- f-i* Mittelstück des mittleren Drüsenabschnittes,
- i-m* Hinterstück des mittleren Drüsenabschnittes,
- k-l-m* V-gekrümmte Drüsenabteilung des mittleren Drüsenabschnittes,
- m-g* hinterer Drüsenabschnitt.

Fig. 2. Flächenansicht der mit Borax-Karmin gefärbten Übergangszone zwischen vorderen und mittleren Drüsenabschnitten, eigentümliche Kerngestaltung bei der Übergangsteile tritt hervor. Vergrößerung x 45.

- N* einfach verästelte Kerne des vorderen Drüsenabschnittes,
- N₁* kompliziert verästelte Kerne des mittleren Drüsenabschnittes,
- N₂* einseitig verästelte Kerne an der Übergangsstelle zwischen vorderen und mittleren Drüsenabschnitten,
- W* Drüsenwandung.

Fig. 3. Mittelteil des vorderen Drüsenabschnittes, von Rückseite gesehen, mit Borax-Karmin gefärbt.

Vergrößerung x 45.

W zickzack verlaufende Zellwandung.

Fig. 4-8. Isoliert bezeichnete Drüsenzellen, Verästelungen der Kerne nach hinten komplizierter.

Vergrößerung x 45 für alle Figuren,

Fig. 4. aus Vorderteile des vorderen Drüsenabschnittes, annähernd aus *c* in Fig. 1 entlehnt,

Fig. 5. aus Hinterteile des vorderen Drüsenabschnittes,

Fig. 6. aus Übergangszone (annähernd *d* in Fig. 1) zwischen vorderen und mittleren Drüsenabschnitten,

Fig. 7. aus hinterem Drüsenabschnitte,

Fig. 8. aus Hinterstück des mittleren Drüsenabschnittes, annähernd aus *j* in Fig. 1 entlehnt.

Fig. 9. Zellenbegrenzung an Blindende des hinteren Drüsenabschnittes.

Vergrößerung x 45.

W Grenzlinien der Zellen.

Fig. 10. Schematische Darstellungen des Längsschnittes durch Spinn-
drüse, die von mit Formol fixierten, mit Glyzerin aufgeklärten
Präparaten übertragen wurde.

Vergrößerung x 45.

Figg. 11a-11d. Querschnitte aus ein und derselben Schnittserie von
Spinnrüse an Endphase des letzten Ruhestadiums.

Vergrößerung x 82 für alle Figuren,

Fig. 11a. Querschnitt durch vorderen Drüsenabschnitt,

Fig. 11b. Querschnitt durch Mittelstück des mittleren Drüsenab-
schnittes,

Fig. 11c. Querschnitt durch Hinterstück desselben,

Fig. 11d. Querschnitt durch hinteren Drüsenabschnitt.

Figg. 12a-12h. Querschnitte aus derselben Schnittserie von Spinnrüssen
der Raupe, gleich nach 4. Ruhestadium.

Vergrößerung x 82 für erste 4 Figuren, x 103 für Figg. 12e-12g.
und x 312 für Fig. 12h,

Fig. 12a. Querschnitt durch vorderen Drüsenabschnitt,

Fig. 12b. Querschnitt durch Vorderstück des mittleren Drüsenab-
schnittes,

Fig. 12c. Querschnitt durch Mittelstück des mittleren Drüsenab-
schnittes,

Fig. 12d. Querschnitt durch vorderen Teil des Hinterstückes des
mittleren Drüsenabschnittes,

Fig. 12e. Querschnitt durch hinterstes Stückchen des mittleren
Drüsenabschnittes,

Fig. 12f. Querschnitt durch hinteren Drüsenabschnitt,

Fig. 12g. Querschnitt durch Übergangszone zwischen vorderen und
mittleren Drüsenabschnitten.

X Körnchengruppe auf Außenfläche des Sericin-
strangs,

Fig. 12h. Querschnitt durch Hinterstück des mittleren Drüsenab-
schnittes, stark vergrößert.

Figg. 13a-13e. Querschnitte aus derselben Schnittserie von Spinnrüse
der einen Tag weiter gefütterten Raupe.

Vergrößerung x 82 für alle Figuren,

Fig. 13a. Querschnitt durch vorderen Drüsenabschnitt,

Fig. 13b. Querschnitt durch Vorderstück des mittleren Drüsen-
abschnittes,

- Fig. 13c. Querschnitt durch Mittelstück desselben Abschnittes,
Fig. 13d. Querschnitt durch Hinterstück des mittleren Drüsenabschnittes,
Fig. 13e. Querschnitt durch hinteren Drüsenabschnitt.
Fig. 14. Querschnitt durch hinteren Drüsenabschnitt der Spinndrüse der 3 Tage gefütterten Raupe.
Vergrößerung x 103.

TAFEL II.

- Fig. 15. Querschnitt durch vorderen Drüsenabschnitt, nach BIONDI-EHRLICHScher Färbung gefärbt.
Vergrößerung x 103.
Fig. 16. Querschnitt durch Übergangszone zwischen vorderen und mittleren Drüsenabschnitten stark vergrößert, nach VAN GIESONScher Methode gefärbt.
Vergrößerung x 312.
Fr Gruppierungen der Körnchen, vermutlich Schnittenden der schief verlaufenden Fibrillen.
Fig. 17. Querschnitt durch Hinterteil des vorderen Drüsenabschnittes, nach BIONDI-EHRLICHScher Färbung gefärbt.
Vergrößerung x 360.
Fig. 18. Querschnitt durch Übergangszone zwischen vorderen und mittleren Drüsenabschnitten, nach BIONDI-EHRLICHScher Färbung gefärbt, x 103 vergrößert.
Fig. 19. Querschnitt durch vorderstes Stückchen des mittleren Drüsenabschnittes, nach BIONDI-EHRLICHScher Methode gefärbt, x 82 vergrößert.
Fig. 20. Querschnitt passiert etwas kaudalwärts wie dem in Fig. 18 liegende Stelle, nach BIONDI-EHRLICHScher Färbung gefärbt, x 103 vergrößert.
Fig. 21. Querschnitt durch Vorderstück (annähernd *e* in Fig. 1) des mittleren Drüsenabschnittes, nach BIONDI-EHRLICHScher Färbung gefärbt, x 82 vergrößert.
Fig. 22. Querschnitt durch Mittelstück (annähernd die Zone *g-f* in Fig. 1) des mittleren Drüsenabschnittes, mit der Doppelfärbung von Bleu de Lyon und Säurefuchsin, x 157 vergrößert.
P Tunica propria, *S*₁, *S*₂, *S*₃ 3 Sericinschichten,
V Vakuolen.
Fig. 23. Querschnitt durch Übergangszone (annähernd *f* in Fig. 1) zwischen Vorder- und Mittelstücken des mittleren Drüsenab-

schnittes, nach VAN GIESONScher Färbung gefärbt, 312 vergrößert, Sericintröpfen (*St*) und Vakuolen (*V*) charakteristisch.

Fig. 24. Querschnitt durch hinteren Teil des Vorderstückes des mittleren Drüsenabschnittes, mit BIONDI-EHRLICHscher Färbung, x 82 vergrößert.

Fig. 25. Querschnitt durch Vorderteil (annähernd *j* in Fig. 1) des Hinterstückes des mittleren Drüsenabschnittes, nach VAN GIESONScher Färbung gefärbt, x 840 vergrößert.

Fig. 26. Querschnitt durch hinterstes Stückchen des mittleren Drüsenabschnittes, mit hervorragender jetzt sezernierender Sericinabsonderung, nach VAN GIESONScher Methode gefärbt, x 840 vergrößert.

S Sericin,

St Sericintröpfchen.

Fig. 27. Querschnitt durch Übergangszone (annähernd *m* in Fig. 1) zwischen mittleren und hinteren Drüsenabschnitten, nach VAN GIESONScher Methode gefärbt, x 82 vergrößert.

St nur im mittleren Drüsenabschnitte (*M*) (rechts und links in der Figur) vorkommende Sericintröpfchen, hinterer Drüsenabschnitt (*H*) (oben und unten in der Figur) frei von denselben.

Fig. 28. Querschnitt durch hinteren Drüsenabschnitt der Spinndrüse der Raupe von oropurochinesischer Rasse, nach VAN GIESONScher Methode gefärbt, x 70 vergrößert.

F absonderndes Fibroin, keine Spur der Sericinsekretion mehr.

TAFEL III.

Fig. 29. Querschnitt durch hinteren Drüsenabschnitt der Spinndrüse der Raupe von europäischer „Special“ Rasse, wo die Sekretion des Sericins und dieselben des Fibroins gleichzeitig in Angriff nehmen, mit der Doppelfärbung von Bleu de Lyon und Säurefuchsin, x 312 vergrößert.

Fk gleichzeitig mit Sericinkörnchen (*Sk*) im Protoplasma vorkommendes Fibroinkörnchen,

Ft auf Kanalwand mit Sericintröpfchen (*St*) gemengte, zwischen Sericinkörnchen zerstreuten und Kanalraum kreuzende Fibrointröpfchen.

Fig. 30. Querschnitt durch hinteren Drüsenabschnitt, nach VAN GIESONScher Färbung gefärbt, x 312 vergrößert.

T ansehnliche, vielfach verzweigte Tracheenzweige innerhalb des Zelleibes.

Fig. 31. Querschnitt durch hinteren Drüsenabschnitt der Spinndrüsen der jüngeren Larve, mit der Doppelfärbung von Bleu de Lyon und Säurefuchsin; x 51 vergrößert.

Fig. 32. Längsschnitt durch Grenzzone zwischen vorderen und mittleren Drüsenabschnitten, nach VAN GIESONScher Methode gefärbt, x 51 vergrößert.

*S*₃ vakuolisierte, äußere Sericinschicht.

Fig. 33. Längsschnitt durch mittleren Drüsenabschnitt (ungefähr *e* in Fig. 1), nach VAN GIESONScher Methode gefärbt, x 51 vergrößert.

Fig. 34. Längsschnitt durch Übergangzone zwischen mittleren und hinteren Drüsenabschnitten, nach VAN GIESONScher Färbung gefärbt. Vergrößerung x 250.

St mit Absonderung gefangenes und Fibroin (*F*) benetzendes, Kanalwand überzogenes Sericin.

Fig. 35. Rekonstruierte schematische Darstellung des Längsschnittes durch die Spinndrüse, mit der Doppelfärbung von Bleu de Lyon und Säurefuchsin.

Vergrößerung x 45.

- a.* Strecke *a-e* in Fig. 1,
- b.* ein Teil aus Vorderstücke des mittleren Drüsenabschnittes,
- c.* Strecke *f-g* in Fig. 1,
- d.* Erstreckung *i-k* in Fig. 1,
- e.* Abschnitt *l-m* in Fig. 1,
- f.* hinterer Drüsenabschnitt.



Berichtigung.

Seite	Zeile		<i>statt</i>	
3	2	fließendem	<i>statt</i>	fließenden
3	13	nach	<i>statt</i>	anch
6	3	5.	<i>statt</i>	5
6	11	Zusammenhang.	<i>statt</i>	Zusammenhang,
7	17	abschnitt	<i>statt</i>	abschnitt
8	10	vorhergehenden	<i>statt</i>	vorher gehenden
10	38	vorderen	<i>statt</i>	vardenen
11	6	hinteren	<i>statt</i>	mittleren
16	30	verlaufen	<i>statt</i>	verlaufen,
18	25	12	<i>statt</i>	12
20	34	<i>Sk</i>	<i>statt</i>	<i>S</i>
21	32	Vorgänge.	<i>statt</i>	Vorgänge
23	18	diesen als	<i>statt</i>	als
24	28	fortwachsende	<i>statt</i>	fort wachsende
27	6	körnchen	<i>statt</i>	körnehen
31	28	granulierte	<i>statt</i>	granulierten
35	25	MARSHALL	<i>statt</i>	MARSHALLS
41	30	daran	<i>statt</i>	darau
42	10	Filippi	<i>statt</i>	Filppi
43	7	Marpighi	<i>statt</i>	Marpigni
44	4	intima	<i>statt</i>	propria
48	36	zerstreute	<i>statt</i>	zerstreuten
<i>Ausserdem</i>		<i>S. 57 bis 106</i>	<i>statt</i>	<i>S. 1 bis 50.</i>
7	20	infolgedessen	<i>statt</i>	infolgedessen
14	22	man nicht,	<i>statt</i>	man,
17	30	einzelne	<i>statt</i>	einzelnen
16-22		<i>Sk</i>	<i>statt</i>	<i>St</i>
18	1	<i>F</i>	<i>statt</i>	<i>Ft</i>
18	23	anbetrifft	<i>statt</i>	anbetritft
19	28	<i>F</i>	<i>statt</i>	<i>F, Ft</i>
22	8	Fig. 14	<i>statt</i>	Figg. 14 und 28
27	10	28, <i>F</i> , 34, <i>St</i>	<i>statt</i>	28, 34, <i>Ft</i>
28	26	Figg.	<i>statt</i>	Fig.
34	24	warze	<i>statt</i>	walze
41	26	Drucks	<i>statt</i>	Druck
49	13	Längsschnitt	<i>statt</i>	Längschnitt





