

3. Über die Regeneration der Antenne bei *Oniscus murarius*.

Von Josef Ost.

(Aus dem Zool. Institut in Marburg.)

eingeg. 4. Januar 1906.

Bei zahlreichen Regenerationsversuchen, die ich an verschiedenen Arthropoden vornahm, hatten sich die Antennen von *Oniscus* in gewisser Hinsicht als ein für meine Versuche besonders geeignetes Objekt erwiesen. Darüber wie über die Versuche an andern Arthropoden möchte ich an andrer Stelle ausführlich berichten, hier aber meine auf die Antennenregeneration bei *Oniscus* bezüglichen Ergebnisse der Hauptsache nach mitteilen.

Für das Verständnis des folgenden ist eine Kenntnis des Baues der Antennen nötig, deren kurze Beschreibung ich daher vorausschicke. Es handelt sich um die zweiten, gut ausgebildeten Antennen, da die ersten Antennen bei den Onisciden stark zurücktreten oder verkümmern. Die etwa 8—10 mm lange Antenne besteht aus 5 Gliedern, die gegeneinander beweglich sind. Das erste Glied, von der Spitze der Antenne aus gerechnet, trägt das Tasthaar. Im zweiten Gliede sind die Muskeln, Nerven und Drüsen am besten entwickelt, und aus diesem Grunde legte ich auch bei der Operation gerade durch dieses Glied den Schnitt. Über die drei andern Glieder ist wenig Wichtiges zu sagen. Die ganze Antenne ist mit einer starken Chitindecke überzogen, die zur freieren Bewegung der Glieder gegeneinander an den Gelenken verdünnt und gefaltet ist. Das Blut zirkuliert frei in der Antenne. Muskel und Nervensystem sind wie bei allen Insektenantennen gut ausgebildet.

Mit Ausnahme des ersten Gliedes verlaufen in jedem andern zwei kräftige Muskelzüge, denen die Aufgabe zufällt, die Glieder gegeneinander zu bewegen. Das proximale Ende eines jeden Muskels setzt ungefähr in der Mitte des Gliedes mit breiter Endigung an der Chitinwand an, während das distale Ende mit einer starken Sehne an der Wand des vorhergehenden Gliedes ganz in der Nähe des Gelenkes inseriert. Die Muskeln sind deutlich quergestreift und lassen an der Seite das Myolemm erkennen, in dem die Muskelkerne stark hervortreten.

Ein starker Nervenstrang durchzieht die ganze Antenne und endet an der Spitze des ersten Gliedes am Grunde des Tasthaares. Er zeigt auf seinem ganzen Verlaufe eine große Anzahl von Kernen. Während seines Verlaufes gibt der Nerv feine Fasern an die Sinnesborsten ab, mit denen die Antenne auf der ganzen Oberfläche stark besetzt ist.

An der Spitze der Antenne sitzt, wie schon erwähnt, das Tasthaar, und unter ihm bemerkt man einen Komplex von Zellen, die mit den das Lumen des Tasthaares ausfüllenden Fasern in direktem Zusammen-

hange stehen. Eine lange Zeit viel umstrittene Frage war es, ob dieser Komplex von Zellen ein Ganglion sei, und die das Haar ausfüllenden Fasern dem Nerv entstammten, oder aber ob es sich um Sinneszellen handle, die aus der Hypodermis stammten und die ihre Fortsätze in das Haar entsenden. Aus Gründen, die ich bei der Regeneration des Tasthaares noch näher erwähnen werde, muß ich mich entschieden für letztere Ansicht aussprechen, denn ich konnte aus meinen Beobachtungen während der Regeneration des Tasthaares mit Bestimmtheit schließen, daß es sich hier um eine Sinneszellengruppe handelt, die aus der Hypodermis stammt, und daß das Haar nicht von Nervenfasern, sondern von protoplasmatischen Fortsätzen der Sinneszellen ausgefüllt wird.

Eine besonders bemerkenswerte Erscheinung ist das Vorhandensein der meines Wissens bis jetzt noch nicht beschriebenen Drüsen in der Antenne von *Oniscus murarius*. Ich konnte auf meinen Schnitten einen Komplex großer Zellen beobachten, die ich bald an ihrer wabigen Structur, ihrer Lagerung und besonders an ihrem Secretinhalte als Drüsenzellen erkannte. Dies bestätigte sich auch durch das Auffinden von Ausführungsgängen. Die Drüsenzellen liegen im 2. Gliede und füllen dieses größtenteils aus. Sie sind unregelmäßig um ein feines Rohr gelagert, in das sie ihr Secret entleeren. Den außerordentlich feinen Ausführungsgang konnte ich deutlich aus dem Lumen heraustreten sehen und seinen Verlauf bis zur Mündung im Gelenk des ersten und zweiten Gliedes verfolgen. Hin und wieder lassen sich auch Wandkerne des Ganges erkennen. Zum Schlusse ist das Pigment zu erwähnen, das die ganze Antenne dunkel färbt und auf den Schnitten unter der Hypodermis in besonderen Zellen gelegen als eine dunkle Linie sichtbar ist.

Regeneration der ganzen Antenne.

Schneidet man die Antenne im Basalgliede ab, so wird sie innerhalb dreier Wochen wieder vollständig ersetzt. Autotomie erfolgt, wenn man mehr als die Hälfte des betreffenden Gliedes entfernt. Da mir nun, wie schon erwähnt, das 2. Glied für meine Versuche am geeignetsten schien, so schnitt ich, um Autotomie zu vermeiden, nur ein Drittel desselben ab. Der Schnitt ist also direkt hinter dem Ansatz des 1. Gliedes geführt.

Nach der Operation trat eine Blutung ein, die aber bald zum Stehen kam. Die Tiere schienen durch die Operation nicht sehr geschwächt zu sein, denn sie nahmen vor wie nach ihre alten Bewegungen wieder auf. Ich machte zunächst Versuche an der Furca von *Oniscus murarius*, auf die ich aber an dieser Stelle nicht näher eingehen werde. Ich möchte nur erwähnen, daß die Furca, nachdem sie im letzten Gliede abgeschnitten, nach 30 Tagen wieder neugebildet war.

Zur Antennenregeneration operierte ich 60 Tiere. Ich konservierte erst stündlich und später täglich und fand, daß nach 10 Tagen die ersten Regenerationserscheinungen eintraten, und zwar zeigten die Antennen bleiche Stümpfe, während nach 31 Tagen von den 49 überlebenden Tieren 26 wieder vollständige Antennen regeneriert hatten. Die Antennen unterschieden sich von den normalen nur durch ihre bleiche Farbe.

Recht auffällig ist dabei, daß das Auftreten der neuen Glieder innerhalb eines Tages erfolgt war, denn während die Antennen bei der Kontrolle am 28. Nov. nur bleiche Stümpfe zeigten, war am 29. Nov. die Regeneration bereits vor sich gegangen. Dies ist so zu erklären, daß die neuen Glieder unter der alten Chitindecke gebildet und dann bei der nächsten Häutung vorgeschoben wurden. Die Annahme fand auch bei meinen späteren Versuchen ihre volle Bestätigung. Noch bemerken möchte ich, daß unter den operierten Tieren nach 33 Tagen noch einige darunter waren, die außer einem bleichen Stumpfe noch keine Spur einer Regeneration zeigten. Überhaupt habe ich bei meinen späteren Untersuchungen gefunden, daß die Tiere sehr unregelmäßig regenerieren, so daß man mit der Altersbestimmung der einzelnen Regenerate oft im unklaren ist, da später operierte Tiere oft früher regenerieren als die früher operierten. Ich glaube, daß der Grund hierfür in dem Alter und dem jeweiligen Ernährungszustand der einzelnen Tiere zu suchen ist.

Um auch in histologischer Beziehung die Regeneration genau kontrollieren zu können, operierte ich noch 60 Tiere und konservierte stündlich und täglich. Bei der Beobachtung der operierten Tiere zeigte es sich, daß vor dem 15. Tage, mit Ausnahme der Bildung des Wundverschlusses, keine Regenerationserscheinungen auftraten. Genaueres hierüber werde ich später mitteilen. Am 15. Tage zeigten von 39 überlebenden Tieren 38 bleiche Stümpfe, während ein Exemplar regeneriert hatte. Nach 18 Tagen hatten zwei weitere regeneriert, und so ging es fort bis zum 35. Tage. Alle Tiere wurden konserviert, so daß ich eine vollständige Serie von 2 Stunden bis zu 35 Tagen zur Verfügung hatte.

Was den oben erwähnten, schon von vielen Forschern beschriebenen und auch von mir häufig beobachteten Vorgang der Autotomie betrifft, so bezeichnen Weismann und Hübner die Selbstamputation und die darauf folgende Regeneration des Gliedes von einer bestimmten Stelle als Anpassungserscheinung, während Morgan und Eugen Schultz dieser Ansicht entgegentreten, indem sie angeben, daß bei ihren Versuchen die Regeneration des Gliedes von der Schnittfläche aus erfolgt sei, gleichgültig ob es distal oder proximal vom Bruchgelenk abgeschnitten worden war. Nach ihrer Ansicht ist also die Regenerations-

fähigkeit nicht beschränkt auf die Regionen des Gliedes, an welchem es unter gewöhnlichen Umständen durch Autotomie abgeworfen wird.

Bei meinen Versuchen konnte ich beobachten, daß nur, wenn ein Drittel des Gliedes entfernt war, keine Autotomie erfolgte und die Regeneration von der Schnittfläche ausging. Wurde dagegen mehr als die Hälfte des Gliedes entfernt, so trat kurze Zeit darauf immer Selbstamputation ein. Niemals konnte ich bei meinem Objekt, wie die beiden letztgenannten Forscher, in diesem Falle eine Regeneration vom alten Stumpfe aus beobachten, sondern der Angriffspunkt der Regeneration war immer das Gelenk. Beides, die Fähigkeit zur Autotomie sowohl, als auch die auf eine bestimmte Stelle beschränkte Regenerationskraft, erscheinen mir nicht als primäre Eigenschaften, sondern vielmehr als sekundäre Einrichtungen, Anpassungen an ganz bestimmte Bedingungen. Häufig konnte ich mich davon überzeugen, daß die von mir beobachteten Tiere Beine oder Antennen verloren, was meistens bei der Häutung vorkam. Bei diesen Tieren also, die oftmals der Gefahr ausgesetzt sind, ihre Extremitäten zu verlieren, erscheint die Autotomie mit nachfolgender Regeneration als eine oft benutzte und sehr vorteilhafte Einrichtung, die sich wahrscheinlich erst nach und nach herausgebildet hat. Also möchte ich mich in dieser Beziehung Weismanns Ansicht anschließen, und sie ebenfalls für Anpassungen des Organismus an bestimmte Forderungen der Lebensbedingungen halten.

Wundverschluß und Neubildung der Antenne.

Die starke Blutung, die nach der Operation eintritt, kommt bald zum Stehen. Durch das gerinnende Blut wird zunächst ein Pfropf gebildet, der der Wunde als provisorischer Wundverschluß dient. Dieser Gerinnungspfropf wird immer mehr verstärkt durch Einwanderung und Verschiebung von Zellmassen. Auch die durch den Schnitt zerstörten Gewebe helfen mit den Pfropf bilden. Es treten viele Zellen an der Schnittfläche auf, die sich mit Resten von durchschnittenem Gewebe, wie Muskelfasern und Kerne, Nervenkerne und Drüsenmasse mischen. Die weitaus größte Anzahl dieser Zellen stammt aus der Hypodermis, die infolge des durch den Schnitt aufgehobenen Seitendruckes über die Wundränder wandern und so den provisorischen Wundverschluß bilden.

Dieser provisorische Wundverschluß dient nur zur Bedeckung der Wunde und hat mit der späteren Regeneration der Antenne nichts zu tun. Die Kerne dieses Wundpfropfes fangen bald an zu degenerieren und verschwinden nach und nach vollständig. Dieser ganze Vorgang ist nur eine Vorbereitung für die Regeneration, welche ungefähr 3 Tage nach der Operation beginnt.

Zu dieser Zeit wandern die Hypodermiszellen von beiden Seiten über die Schnittfläche hinüber, bis sie dieselbe vollständig bedecken. Die bisher unregelmäßig gelagerten Hypodermiszellen nehmen bald eine regelmäßige Lagerung an und fügen sich als Zellen der neuen Hypodermis epithelartig aneinander. Nunmehr beginnt von diesem neuen Epithel aus die Abscheidung einer neuen Cuticula.

Die neue Cuticula wird sehr dauerhaft ausgebildet, und dies hat wohl seinen Grund darin, daß sie das Tier noch fast drei Wochen behält, so daß unter ihrem Schutze, innerhalb der alten Chitinhülle an den Seiten, die Entwicklung der neuen zarten Glieder vor sich geht. Die zuerst gebildete Chitinhaut hat also die Bedeutung einer Schutzhülle für die sich unter ihr neu bildenden Organe. Die Anordnung und Bildung der neuen Hypodermis schreitet nun immer weiter voran, so daß bald schon die Spitze des ersten Gliedes zu erkennen ist. Das Epithel bildet also die Spitze des ersten Gliedes, so daß die Bildung der neuen Glieder sozusagen von der Spitze des alten Stumpfes nach dem Inneren erfolgt. Hand in Hand mit der Regeneration vollzieht sich ein Degenerationsvorgang, indem das Muskel-, Nerven- und Drüsengewebe zerfällt und nach und nach ganz verschwindet, so daß auf diese Weise Raum für die Neubildungen geschaffen wird. Die Neubildung der Hypodermis schreitet nun am Rande immer mehr voran, so daß man bald schon die Einschnürung, das spätere Gelenk, zwischen erstem und zweitem Gliede verfolgen kann. Nach ungefähr 12 Tagen kann man dann die fast fertigen neugebildeten Glieder unter der alten Chitinhülle liegen sehen, bis dann nach ungefähr 15 Tagen die Antenne nach vorausgegangener Häutung in normaler Größe und Gliederzahl zutage tritt.

Muskelregeneration.

Die erst spät beginnende Muskelregeneration würde man sich zunächst so vorstellen, daß aus dem alten Stumpfe der Muskel wieder ersetzt wird. Dies war aber bei meinen Versuchen nicht der Fall, denn ich konnte beobachten, daß, nachdem der Muskel bei der Operation durchschnitten war, er vollständig degenerierte, in Auflösung verfiel und zuletzt gänzlich verschwand. Eine Regeneration der Muskeln vom alten Stumpf aus und überhaupt aus persistierenden Muskelementen muß ich nach meinen Befunden daher als ausgeschlossen bezeichnen. Nach meinen gerade auch in dieser Beziehung aufs genaueste geprüften Beobachtungen erfolgt die Regeneration der Muskeln vielmehr auf ganz andre Weise.

Ungefähr auf einem Stadium, das 12 Tage alt ist, sieht man am Gelenk des ersten und zweiten Gliedes eine Anhäufung von Hypo-

dermiszellen auftreten, die nach und nach sich vermehren und in die Tiefe wuchern. Zwischen ihnen ist ein schmaler Spalt erkennbar, in dem später die Sehne auftritt. Immer tiefer senkt sich diese Zellenanhäufung ein, wobei zu bemerken ist, daß ein Teil ihrer Kerne eine Veränderung hinsichtlich ihrer Gestalt und Färbung erfährt. Die länglichen, dunkel tingierten Kerne dieser ectodermalen Zellen nehmen eine rundliche Gestalt und eine viel hellere Färbung an, so daß sie mit den späteren Muskelkernen bald ganz übereinstimmen. Mit der Umwandlung der Kerne treten gleichzeitig im protoplasmatischen Teile des Zellenstranges feine Fasern auf, die immer deutlicher werden, bis die typische Faserung und Querstreifung des Muskels erreicht ist. In der schon vorher erwähnten Spalte in der Zelleinwucherung am oberen Ende des Muskelstranges ist inzwischen von diesen Zellen die Sehne ausgeschieden worden, so daß nunmehr der fertige Muskel mit der chitinösen Sehne vorhanden ist.

Es handelt sich also hier nicht um eine Regeneration des Muskels aus den noch vorhandenen Teilen des alten Gewebes, sondern zweifellos um eine Neubildung aus dem Ectoderm. Dieses Ergebnis deckt sich vollständig mit demjenigen von Margaret A. Reed über die Bildung der Sehnen und Muskeln bei der Regeneration des ersten Beines beim Flußkrebse. Auch hier werden nämlich diese Gebilde vom Ectoderm geliefert, und ich möchte besonders hervorheben, daß ich zu diesen Befunden ganz unabhängig von der Arbeit von Reed gelangte, die ich erst nach der schriftlichen und bildlichen Darstellung meiner Befunde kennen lernte (Arch. f. Entwicklgsmech. 18. Bd. 1904). Ich werde sie, zumal sich noch manche andre Vergleichspunkte ergeben, wie die übrige Literatur in meiner ausführlichen Arbeit näher berücksichtigen.

Nervenregeneration.

Weit einfacher als die Muskelregeneration gestaltet sich die Neubildung der Nerven. Die Ansicht der verschiedensten Forscher über die Nervenregeneration geht im allgemeinen dahin, daß die alten Stümpfe hierbei eine große Rolle spielen, indem von ihnen aus die Neubildung der Nerven erfolgt. Bei meinen Versuchen konnte ich beobachten, daß die Regeneration des Nerven sehr früh ihren Anfang nahm und zwar auf einem Stadium, das ungefähr 5 Tage alt war.

Nach Anlage des Schnittes trat eine Degeneration des angeschnittenen Nerven am getroffenen Ende ein, so daß ein Teil desselben zerfiel. Bald jedoch konnte man aus dem alten Stumpfe die Anfänge junger Fasern hervorstehen sehen. Das Wachstum der jungen Fasern geht sehr rasch vor sich, so daß sie bald in 2 Strängen die Spitze der Antenne und zwar den Sinneszellenkomplex, der unter dem Tasthaar

liegt, erreicht haben. Hier teilen sich die beiden Stränge und geben feine Fibrillen an die einzelnen Sinneszellen ab. Was nun die Nervenzellkerne anbelangt, die in großer Anzahl vorhanden sind, so werden sie bei der Regeneration durch Nachschieben vom proximalen Ende her ersetzt. Mitosen oder sonstige Teilungsvorgänge konnte ich an diesen Kernen freilich nie beobachten.

Die Regeneration des Antennennerven von *Oniscus mararius* geht also nach meinen Beobachtungen durch direktes Auswachsen junger Nervenfasern aus dem alten Stumpfe vor sich.

Die Regeneration des Tasthaares.

Fast gleichzeitig mit der Nervenregeneration beginnt auch die Bildung des Tasthaares an der Spitze der neugebildeten Antenne.

Ungefähr auf einem 5 Tage alten Stadium bemerkt man, wie an der Spitze der Antenne durch Einsenkung der Hypodermis eine Grube entsteht, die sich nach und nach vertieft und sich zu einer Art Tasche aussackt. In der taschenartigen Einsenkung lassen sich die aus der Hypodermis stammenden Kerne sehr gut erkennen. In den Zellen der Tasche entsteht nun eine Differenzierung, in Form einer heller gefärbten Spalte in der Mitte, umgeben von einem dunkleren Rande, an dem die Kerne liegen. Diese Spalte wird später von Fasern des Tasthaares ausgefüllt. Bald tritt die erste Anlage des Tasthaares in Gestalt zarter Fasern auf, und zwar bevor überhaupt der in der Regeneration begriffene Nerv den Zellkomplex erreicht hat. Durch starke Zellvermehrung wird die Zellgruppe unter dem Haarinnern besser ausgebildet, während die Fasern des Tasthaares deutlicher hervortreten, bis dann auf einem späteren Stadium dasselbe vollständig neugebildet erscheint. Erst jetzt sieht man den Nerven an die Zellengruppe herantreten.

Es handelt sich nun, wie ich schon oben bei Besprechung des Baues der Antenne bemerkte, um die Frage: Ist der Zellenkomplex aus Nervenzellen zusammengesetzt und demnach ein Ganglion und geht durch dieses der Nerv weiter, um dann das Tasthaar zu bilden, oder ist es eine Gruppe von Sinneszellen, die aus der Hypodermis stammen und mit ihren protoplasmatischen Fortsätzen das Tasthaar bilden. Wie der Verlauf des Regenerationsvorganges zeigt, gehen die Zellen ganz sicher aus dem Ectoderm hervor und erscheinen schon aus diesem Grunde als Sinneszellen. Ein weiterer Beweis hierfür besteht darin, daß diese Zellengruppe angelegt und differenziert wird, bevor der in Regeneration begriffene Nerv bis hierhin ausgewachsen ist. Das Eintreten von Nervenfibrillen in das Lumen des Tasthaares ist daher ausgeschlossen, vielmehr enthält dieses die protoplasmatischen Fortsätze des darunter gelegenen, vom oberflächlichen Ectoderm gelieferten Sinneszellenkomplexes.

Auf die Regeneration der Chitindecke, der auf ihr sitzenden kleineren Borsten und besonders der Drüsen, werde ich erst später eingehen.

4. Cladoceren aus den Dauphiné-Alpen.

Von Ludwig Keilhack, stud. zool., Berlin.

eingeg. 12. Januar 1906.

Gelegentlich eines längeren Aufenthaltes in Grenoble habe ich versucht, einiges von der noch recht wenig bekannten Cladocerenfauna der Dauphiné kennen zu lernen. Bis jetzt liegt meines Wissens über das Gebiet nur eine Arbeit von Richard und Blanchard¹ vor, die 15 Arten für die Hochgebirgsseen in der Umgebung von Briançon aufzählt. Ich habe einen Sumpf im Isèretale, einige der Seen im Gebirgsstock von Belledonne und auf der Hochebene von Laffrey und den Lac Lovitel im Flußgebiet des Vénéon untersucht und dabei für das Gebiet weitere 15 Arten feststellen können, von denen einige, soviel mir bekannt, noch nicht in den Alpen gefunden sind. Außerdem wurden mir an der Universität einige von Herrn Präparator Hesse gesammelte Fänge zur Verfügung gestellt, die meine Beobachtungen ergänzten und mich auf manches Bemerkenswerte aufmerksam machten.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle vor allem Herrn Prof. Léger meinen herzlichsten Dank auszusprechen, der mir einen Arbeitsplatz im Universitätsinstitut und die zum Fang und zur Untersuchung nötigen Geräte in freundlichster Weise zur Verfügung stellte. Ebenso bin ich Herrn Präparator Hesse zu Dank verpflichtet für die bei der Arbeit geleistete Hilfe.

In einem kleinen Sumpfe am Isèreufer etwas unterhalb von Grenoble (l'Echaillon les Bains) fischte Herr Hesse am 9. Juli 1905 folgende Arten:

- Simocephalus vetulus* 3 ♀,
Lathonura rectirostris 6 ♀,
Euryceerus lamellatus 3 ♀ und 1 ♂,
Alona costata 10 ♀,
Alona sp. 1 ♀,
Chydorus sphaericus 1 ♀.

Die an zweiter Stelle genannte *Alona* lag nur in einem völlig verdorbenen Stück vor. Um von der Art bessere Stücke zu bekommen, fischte ich am 5. Aug. 1905 an derselben Stelle, doch ohne Erfolg; ich fand folgende Arten:

¹ Richard, J., et Blanchard, »Sur la faune des lacs élevés des Hautes Alpes«, Mém. Soc. Zool. de France.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [29](#)

Autor(en)/Author(s): Ost Josef

Artikel/Article: [Über die Regeneration der Antenne bei Oniscus murarius.
687-694](#)