

Über Enzystierung regenerierender Nemertinen.

Von Prof. Dr. Józef Nusbaum und Dr. Mieczyslaw Oxner.

(Zoolog. Inst. Lemberg.)

(Ozeanogr. Museum Monaco.)

Im „Bulletin de l'Acad. de Sciences à Cracovie“ 1910 haben wir eine vorläufige Mitteilung über die inneren Vorgänge bei der Regeneration der Nemertine *Lineus ruber* (Müll.) veröffentlicht. Eine ausführliche diesbezügliche Arbeit erschien im „Arch. für Entwicklungsmechanik der Organismen“ (Bd. XXX) im laufenden Jahre¹⁾.

In den obigen Arbeiten haben wir nachgewiesen, dass der *Lineus ruber* und zwar die von uns sogen. dünne Form²⁾ desselben in sehr hohem Grade regenerationsfähig ist, wobei geringe, selbst halbmillimeterlange Stückchen eines in viele Teile querdurchschnittenen Wurmes in kleine, aber vollständige, wie Miniaturen des ausgewachsenen Tieres aussehende Tierchen, durch eine Art von Morphollaxis regenerieren. Es liegt hier ein neues, sehr interessantes Beispiel eines harmonisch-äquipotentiellen Systems im Sinne Driesch's vor.

Bei der morphollaktischen Regeneration der verschiedenen Körperabschnitte des Wurmes haben wir eine merkwürdige Um-differenzierung mancher Gewebe mittels migrierender Zellen und einer ausgiebigen Phagozytose³⁾ beobachtet, was wir in den erwähnten Arbeiten ausführlich beschrieben haben. Besonders interessant erscheint der von uns gelieferte Nachweis, dass in dem Körperteile, welcher vollständig des alten Darmkanals beraubt worden ist (und zwar im Vorderteile des Wurmkörpers, welcher vor der Mundöffnung in ein vorderes und hinteres Stück quergeschnitten worden ist, so dass in dem ersteren keine Spur des Darmes, in dem letzteren der ganze Darmkanal zurückgeblieben ist), der ganze Darmkanal aus der Wand des Rhynehocöloms, die bekanntlich, so weit die bisherigen embryologischen Untersuchungen richtig sind, mesodermalen Ursprunges ist, neugebildet wird.

Außer diesen vom allgemein-morphologischen Standpunkte nicht unwichtigen Tatsachen haben wir (s. Oxner, 1910, Ann.

1) Den biologischen Teil hat einer von uns (Oxner) in „Ann. de l'Institut Océanographique“ Monaco, 1910, veröffentlicht.

2) Wir unterscheiden zwei Formen des *Lineus ruber*, eine breite und eine dünne (M. Oxner, Compt. rend. Acad. Sc. Paris, 1909, 4. Mai), von welchen diese letztere eine merkwürdig große Regenerationsfähigkeit aufweist, während bei der breiten dieselbe in vielen Hinsichten begrenzt erscheint.

3) Wir haben dieselbe als „Diphagozytose“ (Nusbaum und Oxner, Arch. f. Entwick.-Mech. 1910) bezeichnet, da hier die Wanderzellen zuerst aktiv auf phagozytotischem Wege verschiedene Reservestoffpartikelchen (Pigmentkörnchen des Parenchyms und der Augen, Teile der zugrunde gehenden Drüsenzellen) aufnehmen und dann, nachdem sie in diejenigen Gegenden des Regenerates migrieren, wo die Regenerationsprozesse energisch vor sich gehen, von den sich bildenden Geweben passiv verzehrt werden und somit zugrunde gehen.

Inst. Oc.) u. a. konstatiert, dass in manchen Fällen und zwar bei besonderen Bedingungen die regenerierenden Körperstücke sich mit Zysten umgeben, was eine besonders interessante biologische Erscheinung darstellt. Da dies eine verhältnismäßig seltene Tatsache bei den Metazoen ist, verdient sie eine besondere Aufmerksamkeit. Bei den Nemertinen hat Al. Mrázek bei einer Süßwasserform *Stichostemma graecense* eine Enzystierung beobachtet (Bürger, Nemertinen in Bronn's Klass. u. Ordnungen), und Bürger (Monographie 1895) sah einmal bei *Drepanophorus* eine 2 Monate dauernde Enzystierung nach der Exstirpation des Rüssels. Bei verletzten Nemertinen bildet das Sekret einen „Kokon“, in welchem die Verwundung ausheilt (Bürger, Nemertini, in Bronn's Klass. u. Ordnungen, S. 296). Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, dass die Nemertinen von den Drüsen ihrer Haut ein reichliches, hühnereiweißartiges Sekret absondern können. Manche Arten scheiden ein etwas resistenteres Sekret aus, aus welchem sie besondere Röhrrchen aufbauen, die sie länger oder kürzer bewohnen, was besonders bei *Tubulanus* (Joubin, 1894, Arch. Zool. Experim., Bürger, 1895) vorkommt und auch bei manchen Tetrastemiden und Lineiden nicht selten zu beobachten ist (Oxner, 1910). Andere Nemertinen bauen aus ihrem schleimigen Hautsekret Röhrrchen nur während der Eiablagerungsperiode auf.

Die Bildung dieser Röhrrchen wird durch zwei folgende Momente bedingt: 1. das Hautsekret der betreffenden Formen erhärtet recht schnell im Seewasser, 2. das Tier verändert nicht seine Lage während der Formation des Röhrrchens und es kontrahiert nur langsam seinen Körper wellenförmig, so dass die Kontraktionswelle der Körpermuskulatur von hinten nach vorn und von vorn nach hinten abwechselnd verläuft, währenddessen der Schleim regelmäßig den ganzen Körper umhüllt und etwa einen feinen Abguss seiner Gestalt bildet. Dieselben zwei Momente, d. h. eine schnelle und starke Erhärtung des Hautsekretes und eine verhältnismäßige Ruhe des Körpers bedingen auch die Bildung der Zysten, von welchen die Regenerate umgeben werden⁴⁾.

4) Die kleinen in Regeneration begriffenen Fragmente (dünne Form), die sich nicht bewegen können, würden schnell zur Beute der Bakterien und Infusorien fallen. Diese letzteren Organismen reizen die Haut des Tierchens und rufen als Reaktion eine gesteigerte Absonderung des Schleims, der bald erhärtet. In normalen Verhältnissen geschieht ebenfalls die Schleimabsonderung infolge solcher Reize; das Tier scheidet viel Schleim aus und wird schlüpfzig; in normalen Verhältnissen bewegt sich aber das Tier vorwärts und lässt nach einigen Minuten den Schleim (mit Bakterien, Infusorien, Detritus) hinter sich. Diese Eigenschaft wurde dazu verwendet (Oxner, 1910), um die Tiere zu „baden“ und um sie auf diese Weise von Schmutz, Bakterien u. s. w. von der Operation zu befreien. Auf diese Weise „sterilisiert“ man ziemlich gut die Tiere und die Sterblichkeit der operierten Fragmente wird gering.

Die Zysten erscheinen, wenn der Körper des Wurmes in kleine, kopflose Stücke von $\frac{1}{2}$ —5 mm Länge querschnitts wird; in größeren regenerierenden Körperstücken erscheinen sie gewöhnlich nicht (nur in sehr seltenen Fällen, z. B. im Hinterteile der breiten Form, die zwischen dem Gehirn und den Cerebralorganen querschnitts wurde, beobachteten wir eine Enzystierung).

Ein jedes kleines, kopfloses Körperstück, wenn es ganz ruhig und ungestört liegt, umgibt sich mit einer dicken und resistenten Zyste, in welcher es so lange bleibt, bis es in ein kleines, vollständiges Tierchen regeneriert, wobei es in der Zyste mehr oder weniger knäueiförmig zusammengewickelt liegt.

Gleicherweise entstehen die Zysten, wenn die kleinen Körperfragmente noch in der Längsrichtung (median) durchgeschnitten werden, wobei solche seitliche Körperteile ebenfalls vollständig regenerieren. Außerdem enzystieren sich auch die nicht operierten Individuen der dünnen Form, wenn sie sehr lang in hungerndem Zustande und in der Dunkelheit gehalten werden (bei den breiten Formen von *Lineus ruber* haben wir die Bildung der Zysten im Hungerzustande nicht beobachtet).

Wir sehen also, dass entweder nur die bloße Kleinheit des regenerierenden Körperstückes oder die sehr schlechten Ernährungsbedingungen dieses letzteren (ein längeres Hungern bei der dünnen Form) zur Bildung der Zyste führen, wobei in beiden Fällen noch eine wichtige Bedingung erfüllt werden muss; der regenerierende Körperteil muss nämlich in voller Ruhe liegen und von äußeren Reizen, z. B. Erschütterung, Licht u. s. w., die die Bewegung seines Körpers veranlassen könnten, frei sein.

Die Zysten der Regenerate können nicht einfach als schleimiges Hautsekret gleich demjenigen eines Röhrchens oder einer gewöhnlichen Schleimhülle des Körpers betrachtet werden. Sie sind viel komplizierter und weisen manche Eigentümlichkeiten auf, welche niemals bei der gewöhnlichen Schleimabsonderung der Hautdrüsen, auch im Falle einer Erhärtung dieses Schleimes hervortreten.

Und zwar finden wir folgende Eigentümlichkeiten in der Struktur der Zysten:

1. Die Zyste wird sukzessive in Etappen schichtenweise gebildet, weshalb die Wand derselben einen mehr oder weniger ausgeprägten konzentrischen Schichtenbau zeigt.

2. An der Bildung der Zyste beteiligen sich sowohl die Schleimdrüsen wie auch die Eiweißdrüsen⁵⁾ und zwar die oberflächliche

5) Nach unseren Untersuchungen gibt es bei *Lineus ruber* drei Arten von einzelligen Hautdrüsen, und zwar auf der Höhe der Epithelzellschicht sind stäbchenförmige tubulöse Eiweißdrüsen vorhanden und in der tieferen Drüsenschicht unter dem Epithel finden wir zum größten Teil in Paketen liegende und mit langen dünnen Ausführungskanälen versehene schlauchförmige Drüsen zweierlei Art: Schleimdrüsen und Eiweißdrüsen.

und die tiefe Schicht dieser letzteren, weshalb die Zyste aus schleimiger und einweißartiger Substanz besteht. Gewöhnlicher „Schleim“ besteht gleicherweise nach unseren Untersuchungen aus mucinhaltiger und seröser Substanz.

3. In der sich bildenden Zystenwand erscheinen außerdem Zellelemente, die in derselben zugrunde gehen und zwar: a) viele Wanderzellen dringen in die Zyste hinein, deren zahlreiche mit Pigmentpartikelchen beladen sind, b) stellenweise werden auch ganze Partien vom Hautepithel vom Körper des Wurmes abgelöst, um Bestandteile der Zystenwand zu werden und hier zugrunde zu gehen, c) ganze Drüsenzellen, und zwar die Eiweißdrüsen, dringen hier und da in die Zyste hinein, d) wenn die Geschlechtsprodukte reif sind, dringen auch ganze Massen von denselben in die Substanz der Zyste hinein, wo sie gleicherweise zugrunde gehen; wir haben das wenigstens in bezug auf männliche Geschlechtsprodukte konstatiert, e) auch fremde Körper aus dem durchschnittlichen Darme oder durch die Afteröffnung können gleicherweise in die Zyste hineintreten, z. B. die im Darme parasitierenden Gregarinen.

Betrachten wir etwas näher diese Eigentümlichkeiten im Bau und in der Entwicklung der Zysten.

Die erste Spur der Zyste erscheint in Gestalt einer sehr dünnen, resistenten, homogenen, schleimigen Schicht, welche als ein Häutchen das knäuel förmig zusammengewickelte Würmchen ringsum umgibt und noch leicht zerreißt, wenn das Tierchen gereizt, heftigere Bewegungen ausführt. In 7—10 Tagen alten Zysten fanden wir gewöhnlich nur solche schwach entwickelte Hüllen, aber manchmal waren die selbst so jungen Zysten viel stärker und dicker. Überhaupt treten in dieser Hinsicht sehr große individuelle Schwankungen hervor.

Es beginnt bald die weitere Ausscheidung des Schleimes und der Eiweißsubstanz, weshalb die Wand der Zyste einer ansehnlichen Verdickung unterliegt. Die färberischen Mittel beweisen uns, dass die Wand der Zyste wirklich sowohl aus der mucinhaltigen, wie auch aus der serösen Substanz besteht. Bei der Färbung z. B. mit Hämatoxylin und Eosin tingieren sich manche Partien der Zystenwand bläulich, andere rötlich, bei Färbung mit Eisenhämatoxylin und Nachfärbung mit Orange tingieren sich manche Partien der Zystenwand bläulich oder schwärzlich, andere orange-gelblich, bei Anwendung von Mucinkarmin färbt sich die Zystenwand nur stellenweise rötlich.

Die Ausscheidung des Schleimes und der Eiweißsubstanz erfolgt nicht gleichmäßig, sondern schichtenweise, wobei manche Schichten dünner, andere dicker erscheinen; hier und da trifft man zwischen den Schichten größere oder kleinere Unterbrechungen, Lücken, und stellenweise häuft sich das Sekret netzförmig an. Infolge einer un-

gleichmäßigen Ausscheidung der Zysten-substanz bilden sich manchmal papillenartige oder fingerartige Fortsätze an der Oberfläche der Zyste, welche derselben ein sehr eigentümliches Aussehen verleihen. Die Zyste verdickt sich schichtenweise immer mehr, so dass z. B. in den zweimonatlichen Zysten die Dicke der Zystenwand größer erscheint als der Durchmesser des Querschnittes durch den Wurm-körper. Die Dicke der Zyste kann stellenweise mehr als zweimal diesen Körperdurchmesser überschreiten, wie es z. B. in Fig. 2 zu sehen ist.

Fig. 1.

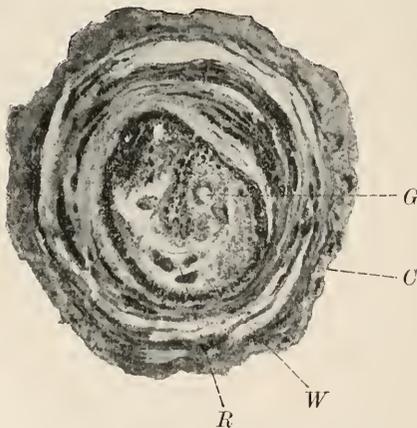


In dem Maße, als die Zystenwand sich verdickt, werden die Drüsen der tiefen Schicht und zwar sowohl die Schleimdrüsen, wie auch die serösen Drüsen, fast vollkommen verbraucht.

Wir haben Gründe anzunehmen, dass diese Drüsen, nachdem ihr Inhalt vollkommen ausgeschieden wird, auch gänzlich zugrunde gehen und die neuen Drüsen der tiefen Schichten bilden sich im weiteren Verlauf des Regenerationsprozesses aus dem Epithel. Eine gewisse Zeitlang ist deshalb nur die oberflächliche, im Niveau der Epithelschicht sich befindende Drüsen-schicht im enzystierten Regenerate zu sehen und bei ganz regenerierten oder schon aus der Zyste herausgeschlüpften Würmchen sieht man wieder beide Drüsen-schichten. In Fig. 2, welche eine photographische Aufnahme darstellt, sehen wir nur die oberflächliche Drüsen-schicht, von der tiefen ist keine Spur geblieben.

Wir haben Gründe anzunehmen, dass diese Drüsen, nachdem ihr Inhalt vollkommen ausgeschieden wird, auch gänzlich zugrunde gehen und die neuen Drüsen der tiefen Schichten bilden sich im weiteren Verlauf des Regenerationsprozesses aus dem Epithel. Eine gewisse Zeitlang ist deshalb nur die oberflächliche, im Niveau der Epithelschicht sich befindende Drüsen-schicht im enzystierten Regenerate zu sehen und bei ganz regenerierten oder schon aus der Zyste herausgeschlüpften Würmchen sieht man wieder beide Drüsen-schichten. In Fig. 2, welche eine photographische Aufnahme darstellt, sehen wir nur die oberflächliche Drüsen-schicht, von der tiefen ist keine Spur geblieben.

Fig. 2.



In Fig. 1 sind beide Schichten sichtbar.

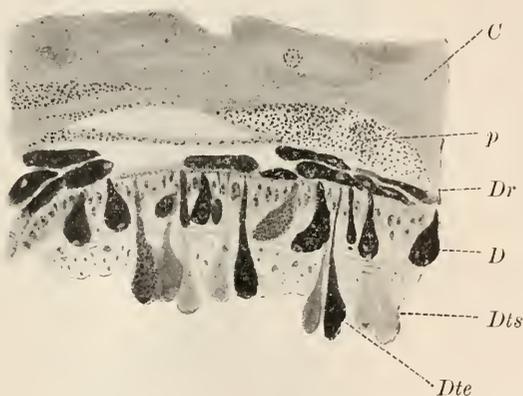
Nachdem schon die große Mehrzahl der tieferen Drüsenzellen verbraucht worden ist, beginnen auch die oberflächlichen, stäbchenförmigen Drüsen im großen Maße zu sezernieren; manchmal erfolgt der Ausscheidungsprozess beider Drüsen-schichten gleichzeitig. Man sieht sehr oft das seröse Sekret der oberflächlichen Drüsen in Gestalt von gekrümmten Tropfen nach außen hervorquellen, manchmal werden aber ganze Drüsenzellen, samt dem Plasmamantel und

dem Kerne nach außen in die Zyste ausgeworfen. Man findet nämlich nicht selten solche Zellen mit Eiweißsekret in der Zystenwand, wobei dieses Sekret sich z. B. bei Eosinfärbung sehr stark rötlich tingiert. Manche der Eiweißdrüsenzellen enthalten das Sekret als eine homogene Masse, andere — als eine feinkörnige Substanz, und beide Arten des Sekrets, oder richtiger gesagt, beide Zustände seiner Bildung fanden wir auch in den in der Zystenwand vorhandenen, ausgestoßenen Drüsenzellen. In einigen Fällen haben wir eine große Anzahl solcher ausgestoßenen, außerhalb des Hautepithels sich befindenden serösen Drüsenzellen angetroffen (Fig. 3).

Nicht nur das Sekret der beiden Arten von Drüsenzellen und die ganzen einzelnen serösen Drüsenzellen treten aus der Körperwand des Würmchens heraus, um zur Bildung der Zyste beizutragen; vielmehr lösen sich auch stellenweise indifferente Hautepithelzellen von der Körperwand des Würmchens ab und bilden Bestandteile der Zyste, indem sie in derselben zugrunde gehen. Es kommt hier also gewissermaßen zu einer Art von Häutung; es erscheint ein ähnlicher Prozess wie bei der Entwicklung der *Pilidium*-Larve, aber verhältnismäßig in viel geringerem Maße, da hier nicht die ganze alte Epithelschicht abgeworfen wird, sondern nur stellenweise und nicht überall simultan lösen sich Fetzen von Epithelzellen ab.

In Fig. 4 sehen wir links das Hautepithel in einem regenerierten Körperteile des Würmchens gut ausgeprägt; es besteht aus einer Schicht zylindrischer, mit kurzen Wimpern versehenen Zellen; mehr nach rechts dagegen wird das Epithel niedriger und indem es aus einigen Schichten etwas abgeplatteten Elementen besteht, zeigt es einen allmählichen Übergang seiner oberflächlichen Zellschichten in eine freie Schicht abgeplatteter Zellen, die schon ganz von der Haut abgelöst sind; das sind abgeworfene Epithelzellen, die bald zugrunde gehen. Sie sind sehr vakuolenreich, in der Mitte gewöhnlich verdickt und seitlich gehen sie in dünne Fortsätze über, vermittelt deren sie sich stellenweise miteinander verbinden, so dass hier und da ununterbrochene Zellenmembranen entstehen, eine

Fig. 3.



Art von unvollkommenen Hüllen bildend, die das Würmchen von außen umgeben (Fig. 4, 5).

Sehr oft finden wir in der Zyste Wanderzellen, rundliche oder mit stumpfen, kurzen Fortsätzen versehene Zellen, welche gewöhnlich sehr stark mit Pigmentkörnchen beladen sind. Wie wir es an anderer Stelle nachgewiesen haben, spielen diese Wanderzellen eine sehr wichtige Rolle in den Regenerationsprozessen. Sie entstammen dem Bindegewebe und dem Parenchym, nehmen phagozytotisch zahlreiche Pigmentkörnchen und andere Zerfallsprodukte der einer Involution unterliegenden Gewebsteilen (z. B. des Augenpigmentes,



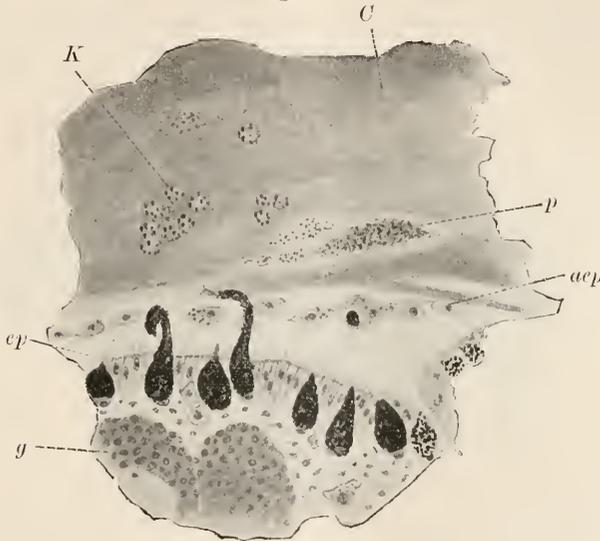
mancher zugrundegehenden Drüsenzellen des Hautepithels) auf und so mit Reservestoffpartikelchen beladen, gegen diejenigen Distrikte des Körpers migrieren, wo die Regenerationsprozesse am energischsten vor sich gehen und wo sie selbst zugrunde gehen, indem sie von den Zellen der lebensfähigeren und sich neubildenden Gewebe des Regenerates auf phagozytotischem Wege verzehrt werden.

Nun ist es sehr interessant, dass diese Wanderzellen, welche hier bei der Umdifferenzierung und Verarbeitung der Gewebe in den morphollaktisch-regeneratorischen Prozessen eine so bedeutende Rolle spielen, auch bei der Zystenbildung tätig sind. Sie wandern nämlich in großer Anzahl aus dem Körper des Wurmes in die Zyste ein, um hier zugrunde zu gehen, indem sie einem Zerfalle

unterliegen und die Pigmentkörnchen frei lassen, welche stellenweise, wie schon erwähnt, größere oder geringere Anhäufungen in der Zystenwand bilden (Fig. 3, 4, 5).

Sie wandern auf einem zweifachen Wege aus. Erstens kriechen sie aus dem Körperparenchym noch vor dem Wundverschluss heraus und zwar hauptsächlich in denjenigen Fällen, in welchen das aus der Querteilung hervorgegangene Körperstück noch in der Längsrichtung durchgeschnitten wurde, da in diesen Fällen die Heilung der großen Wunde etwas länger dauert; durch die offene Körperspalte treten dann zahlreiche Wanderzellen nach außen.

Fig. 5.

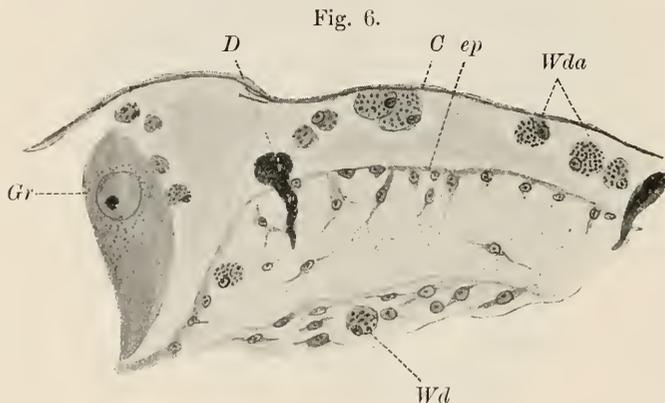


Zweitens kriechen sie sehr wahrscheinlich durch das Hautepithel selbst nach außen heraus und zwar in den sich neubildenden Körperabschnitten des Regenerates, wo das Epithel eine längere Zeit aus einer Schicht kubischer oder platten Zellen besteht, und wo noch keine Drüsen vorhanden sind, mit einem Worte, wo die Haut noch sehr dünn, locker und zart ist.

Und zwar haben wir schon in unserer oben erwähnten Arbeit nachgewiesen, dass bei der Regeneration des *Lineus ruber* sehr oft im Regenerate sogen. blasige Auftreibungen entstehen, in welchen das Hautepithel größere oder kleinere, buckelförmige Ausstülpungen bildet, wobei es an diesen Stellen gewöhnlich aus kubischen oder abgeplatteten, manchmal weit voneinander entfernten Zellen besteht und wo unter dem Epithel ein freier Raum mit spärlichen mesenchymatischen Elementen und Wanderzellen erfüllt vorhanden ist. An solchen Stellen, wo das Epithel recht dünn erscheint, dringen

sehr wahrscheinlich die Wanderzellen zwischen den Epithelelementen nach außen heraus.

In Fig. 6 sehen wir einen kleinen Teil des Querschnittes durch die Zyste samt dem Würmchen, wo das Hautepithel eine solche blasige Auftreibung bildet; manche der sehr niedrigen, plasmaarmen Epithelzellen entsenden basal unregelmäßige Fortsätze; unter dem Epithel sieht man einzelne verästelte Mesenchymelemente und Wanderzellen; nach außen vom Epithel, zwischen diesem letzteren und der dünnen Zystenwand sehen wir eine Anzahl rundlicher oder rundlich-ovaler Wanderzellen, mit exzentrisch gelagertem Kerne und mit vielen Reservestoffpartikelchen, besonders mit Pigmentkörnchen beladen. Diese Wanderzellen, welche wir sowohl in jungen Zysten wie auch in älteren in größerer oder geringerer Anzahl gefunden haben, unterliegen hier, wie erwähnt, einem Zerfalle, und



als ihre Reste bleiben hier und da größere oder geringere Pigmentanhäufungen übrig. Da diese Pigmentkörnchen bräunlich, gelblich oder grünlich sind, so stellt sich bei Hämatoxylin-Eosinfärbung die ganze Zyste an Schnitten sehr bunt gefärbt dar, da manche Teile dieser letzteren blau (schleimige Teile), andere rot (seröse Teile), noch andere violett (gemischter Ursprung), und die Pigmentkörnchenanhäufungen bräunlich, gelblich und grünlich erscheinen.

Wie wir schon oben erwähnt haben, können noch andere Körperbestandteile in die Zyste hineindringen; wir bemerkten z. B. bei einem männlichen Individuum in den innersten Schichten der Zyste zahlreiche Anhäufungen von Geschlechtsprodukten. Es ist interessant, dass manchmal bei den mit Gregarinen im Darmkanale behafteten Individuen diese Parasiten in großer Anzahl durch die noch nicht geschlossene Wunde oder durch die neugebildete Afteröffnung nach außen hervortreten und zwischen der Zystenwand und dem Körperepithel des Wurmes frei liegen bleiben. In Fig. 6, welche wir schon oben betrachtet haben, sieht man eine intakte

Gregarine unter der Zystenwand liegen; wir fanden gewisse Stadien, welche darauf hinweisen, dass die Gregarinen hier zugrunde gehen, indem sie einem Körnchenzerfalle unterliegen.

Die aktive oder passive Auswanderung der histologischen Elemente, und zwar der Wanderzellen, der Drüsenzellen, der Hautepithelzellen und der Geschlechtselemente in die sich bildende Zyste erfolgt oft in so großem Maße, dass der Wurmkörper äußerst dünn, schlank und entpigmentiert wird und die Zyste dagegen sehr dick erscheint. Besonders wenn alle Drüsenzellen der tiefen Schicht, sowohl die serösen wie auch die schleimigen, ihren Inhalt der Zyste abgeben haben und vollkommen verschwanden, und wenn viele Wanderzellen aus dem Wurmkörper in die Zyste übergegangen sind, erscheint der Körper des regenerierenden Würmchens äußerst dünn, wie es z. B. in der Fig. 2 zu sehen ist.

Man kann wohl sagen, dass in diesen Fällen der Wurmkörper alles, was ihm nicht unmittelbar zum Leben nötig ist, der Zyste abgibt und somit durch eine sehr dicke und starke Hülle von der Außenwelt abgegrenzt bleibt, bis er in eine, sozusagen kleine Miniatur eines vollkommenen Tierchens regeneriert, welches sich aus der Zyste befreit, indem durch die heftigen Bewegungen des Tierchens die Zyste an einer Stelle platzt. Es erübrigt nun die Frage zu beantworten, was für eine Bedeutung dem Enzystieren der regenerierenden kleinen Körperstücke des *Lineus* zugeschrieben werden muss?

Die Enzystierung tritt im Tierreich als verschiedenartige Anpassungserscheinungen auf, z. B. sie erscheint unter dem Einflusse drohender Schädigungen verschiedener Art, bei der Teilung, Vermehrung, nach der Befruchtung u. s. w., überhaupt tritt sie am öftersten in denjenigen Fällen auf, in welchen entweder komplizierte innere Vorgänge sich im Organismus abspielen, bei denen eine temporäre Abgrenzung von der Außenwelt nötig ist (z. B. bei der Vermehrung), oder wenn eine solche Abgrenzung bei dem Einflusse schädlicher Agentien vorteilhaft erscheint.

Nun sind wir der Meinung, dass die Bildung eines vollkommenen Würmchens aus dem kleinen halbmillimeter- oder höchstens einige millimeterlangen Körperstücke, währenddessen eine sehr weitgehende Umdifferenzierung und Verarbeitung der Gewebe vermittels der Wanderzellen (wie wir es anderorts gezeigt haben) stattfindet, zu der Kategorie sehr komplizierter innerer organischer Vorgänge gehört und dass eine temporäre Abgrenzung eines solchen winzigen Organismus von dem direkten Einflusse der Außenwelt ebenfalls sehr wahrscheinlich eine nicht wichtige physiologische Anpassung darstellt.

Wir haben gesehen, dass das enzystierte Würmchen viele histologische Bestandteile seines Körpers verliert, um die Verdickung und Verstärkung der Zyste zu erzielen.

Nun ist es sehr interessant, dass in manchen, recht seltenen Fällen alle Gewebe des Würmchens sich an der Bildung der Zyste beteiligen, alle werden zu diesem Zwecke verbraucht, weshalb der ganze Wurmkörper in eine zystenartige Bildung übergeht; es erfolgt, sozusagen, eine Art Mumifikation des ganzen Körpers, welcher auf diese Weise endlich zugrunde geht. Wir haben sehr interessante Stadien dieser involutiven Prozesse gesehen. Alle Zellen des Hautepithels, des Darmes, des Körperparenchyms lösen sich voneinander ab und es erscheint zwischen denselben eine homogene oder körnige Masse, als Produkt dieser Elemente, welche endlich gänzlich zugrunde gehen, indem sie ihre Kerne verlieren, immer blasser werden und teilweise in Körnchen zerfallen. Die ganze Zyste erscheint dann an Schnitten solid und anstatt die Gewebe des Wurmes sieht man nur lose Zellen, Gruppen von Zellen oder Spuren von diesen letzteren in der Zyste eingebettet. Diese pathologische Erscheinung ist also als ein zu weitgehender Verbrauch der lebenden Gewebe des sich enzystierenden Wurmkörpers zum Zwecke der Bildung einer Zyste zu betrachten. Eine solche Involution erscheint sehr wahrscheinlich hauptsächlich in denjenigen Fällen, in welchen die Regeneration überhaupt nicht stattfindet, z. B. in den Fragmenten mit durchschnittenem Gehirne (vgl. Nusbaum u. Oxner, 1910, Arch. f. Entw.-Mech.).

Endlich müssen wir noch die interessante Tatsache hervorheben (vgl. Oxner, 1910, l. cit.), dass die enzystierten Wurmfragmente 2—3mal so lang regenerieren als die nichtenzystierten. Das ist in denjenigen Fällen leicht zu konstatieren, in welchen das operierte Körperstück noch in longitudinaler Richtung in zwei vollkommen gleiche Teile medial durchschnitten wird. Es ereignet sich nun manchmal, dass die eine Hälfte sich enzystiert, während die andere keiner Enzystierung unterliegt, und nun sieht man nach dem Verlaufe z. B. von 10—15 Tagen, dass die nichtenzystierte Hälfte viel weiter in der Regeneration fortgeschritten ist als die enzystierte, bei welcher immer die Regenerationsprozesse verspätet erscheinen.

Die Erklärung dieses Umstandes ist sehr leicht, wenn wir in Erwägung ziehen, dass: 1. das enzystierte Tier fast vollkommen ihr Pigment verliert, welches der Zyste abgegeben wird, 2. zahlreiche Wanderzellen den Körper des Tieres verlassen, 3. die tiefe Schicht der Hautdrüsen fast vollkommen zugrunde geht, 4. zahlreiche Epithelzellen und noch andere Elemente sich von dem Körper des Fragmentes ablösen, indem sie in der Zystenbildung eine Rolle spielen. Es ist also ersichtlich, dass das enzystierte Fragment sehr viel lebendiges Gewebematerial und damit eine nicht geringe Quantität der Lebensenergie verliert; die Regeneration des Tierchens ist deshalb einigermaßen erschwert und sie muss auch länger dauern als in denjenigen Fällen, wo kein Verlust an Geweben und an

Lebensenergie stattfindet. Wir wissen ja, dass in allen denjenigen Fällen, in welchen die Entwicklung eines Tieres mit einer Involution verschiedener Körperbestandteile verbunden ist, z. B. bei der Metamorphose der Insekten (histolytische Prozesse) bei der post-embryonalen Entwicklung der Amphibien u. s. w., der Entwicklungsprozess in beträchtlichem Grade verlangsamt wird, was zu Gunsten unserer obigen Annahme zu sprechen scheint.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Eine durchgeschnittene Zyste des *Lineus ruber* mit fast schon fertigem regenerierten Wurm (der knäuelförmig zusammengerollte Körper ist hier fünfmal durchgeschnitten); *C* = Zystenwand, *DK* = Darmkanal, *d* = die äußere Drüschicht, *d'* = die innere Drüschicht. Photographische Aufnahme bei 100facher Vergrößerung.

Fig. 2. Eine durchgeschnittene sehr stark entwickelte Zyste des *Lineus ruber* mit dem Wurmregenerate; *G* = Gehirnanlage im Kopftheile des Regenerates, *R* = Rüssel im Längsschnitt, *W* = Parenchym des Wurmes, *C* = Zystenwand (man sieht sehr gut den konzentrischen Schichtenbau derselben). Photographische Aufnahme bei 100facher Vergrößerung.

Fig. 3. Ein Teil der Zystenwand und der Haut des regenerierenden Körperfragmentes von *Lineus ruber* im Durchschnitte; *C* = Zystenwand, *p* = Pigmentkörnchenanhäufungen, *D* = Drüsen der oberflächlichen Schicht, *Dr* = nach außen ausgeworfene Drüsenzellen, *Dts* = Schleimdrüsen der tiefen Schicht, *Dte* = Eiweißdrüsen der tiefen Schicht. Oc. 4. S. hom. Imm. $\frac{1}{12}$ Zeiß. Mit Cam. gezeichnet.

Fig. 4. Ein Teil der Zystenwand und der Haut des regenerierenden Körperfragmentes von *Lineus ruber* im Durchschnitte; *C* = Zystenwand, *D* = heraustretendes Drüsensekret, *ep* = epitheliale Verdickungen der Körperwand, *aep* = abgelöste epitheliale Zellen. Oc. 4. S. hom. Imm. $\frac{1}{12}$ Zeiß. Mit Cam. gezeichnet.

Fig. 5. Ein Teil der Zystenwand und des Körpers des regenerierenden Fragmentes von *Lineus ruber* im Durchschnitte; *C* = Zystenwand, *K* = stark angequollene Kerne in der Zyste, *p* = Pigmentanhäufung, *ap* = abgelöste Epithel-elemente, *ep* = epitheliale Körperbedeckung, *g* = Gehirn (regeneriert). Oc. 2. S. hom. Imm. $\frac{1}{12}$ Zeiß. Mit Cam. gezeichnet.

Fig. 6. Ein Teil eines Schnittes durch die dünne Zystenwand und die Körperwand des Fragmentes von *Lineus ruber* in der Gegend einer blasigen Auftreibung; *C* = Zystenwand, *D* = Drüsenzelle, *Gr* = Gregarine, *ep* = dünne epitheliale Schicht der Körperwand, *Wd* = Wanderzellen, *Wda* = Wanderzellen, die nach außen ausgetreten sind. Das Tier wurde den 8. XII. 1909 operiert und den 10. I. 1910 fixiert. Oc. 4. S. hom. Imm. $\frac{1}{12}$ Zeiß. Mit Cam. gezeichnet.

Paul Ehrlich. Beiträge zur experimentellen Pathologie und Chemotherapie.

Leipzig, Akad. Verlagsges. 1909, gr. 8°, 247 S.

Der vorliegende Band enthält eine Reihe von Vorträgen, die der Verfasser in verschiedenen Orten, in London, Amsterdam, Frankfurt und zuletzt, als er den Nobelpreis empfing, im Dezember 1908 in Stockholm gehalten hat. Diese Entstehung bedingt natürlich,

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [30](#)

Autor(en)/Author(s): Nusbaum Hilarowicz Jozef, Oxner Mieczyslaw

Artikel/Article: [Über Enzystierung regenerierender Nemertinen. 546-557](#)