Ueber den

Begriff der Regeneration.

Inauguraldissertation

zur

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

vorgelegt

der hohen medicinischen Facultät

der

Universität Zürich

den 7. Juli 1849

durch

CASP. ARNOLD STUDER

von Winterthur.

Zürich,

Druck von Zürcher und Furrer

1849.

Seinem hochverehrten Lehrer

Herrn

PROF. HERM. MEYER,

Dr. Med.,

widmet

diese Schrift

aus wahrer Hochachtung und Dankbarkeit

der Verfasser.

Ueber den Begriff der Regeneration.

Die Regeneration hat schon in früher Zeit die Aufmerksamkeit der Physiologen und Aerzte auf sich gezogen und zu zahlreichen Versuchen und Beobachtungen Veranlassung gegeben. Obwol auf diese Weise das Material sich bedeutend häufte, so findet man doch noch wenige Versuche, die gesammelte Menge von Thatsachen nach einer gemeinschaftlichen Grundansicht zu ordnen. Die Ursache davon mag wol darin zu finden sein, dass man sich nicht bemühte, den Begriff der Regeneration vorher festzustellen, und dadurch des leitenden Princips bei der Sichtung des Materials entbehrte. Ich wage es, einen solchen Versuch vorzulegen, indem ich in dem Folgenden mich bemühen werde, zu entwickeln, welche verschiedenen Begriffe unter dem Worte »Regeneration« zusammengefasst werden, und wie die bekannten unter dem Namen der »Regeneration« aufgezählten Thatsachen nach der Verschiedenheit jener einzelnen Begriffe zu trennen sind.

Unter Regeneration im weitesten Sinne, wie dieses Wort gewöhnlich gebraucht wird, versteht man die Erscheinung des neuen Auftretens von Theilen eines Organismus, gleich-

bedeutend mit denjenigen, welche von demselben abgetrennt worden waren. Diese Erscheinung kann aber eine sehr verschiedene sein je nach der Art der Trennung des Theiles von dem Organismus und nach der Grundursache des Wiederersatzes. Zuerst sind die verschiedenen Thatsachen, welche unter den Begriff dieser Regeneration im weitesten Sinne gerechnet werden, zusammenzustellen.[1])

Wird ein Regenwurm, eine Naïde, Planarie oder andere Würmer (man nannte hier auch einige Gattungen von Lumbricus und selbst den Blutegel) in zwei Theile getrennt, so erzeugt sich an dem vorderen Ende statt der Wundfläche eine der Art des Thieres zukommende hintere Endigung, an dem hintern Ende aber eine entsprechende vordere Endigung. Auf diese Art ergänzt sich ein jeder Theil zu einem ganzen Thiere. Selbst bei Trennung eines solchen Thieres in mehrere Stücke soll sich jedes Stück durch Ergänzung der normalen hintern und vorderen Endigungen zu einem neuen Individuum heranbilden können. Diess erfolgt jedoch nur, wenn das Thier in die Quere, aber nicht, wenn es der Länge nach gespalten wird.

Theilungsstücke von Polypen, sowol Süsswasser- als Meerpolypen, selbst blosse Fangarme[2]) derselben, werden

---

[1]) Aus: Joh. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen, 1. Band. 3. Aufl. pag. 395 ff. — Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Leipzig 1826. Band 1. S. 32 u. s. f.

[2]) Trembley, Abhandlungen zur Geschichte einer Polypenart des süssen Wassers. Uebers. von J. A. E. Goeze, Quedlinburg 1775. S. 328. — Rösel, Insektenbelustigung. 3. Theil. S. 495 ff. Tab. 82.

zu neuen ganzen Polypen. Es ist dabei ziemlich gleichgültig, ob man in einer bestimmten Richtung oder nicht, ob man in die Quere oder der Länge nach das Thier spalte. Ebenso sollen sich die Seesterne und Meernesseln verhalten.

Extremitäten und andere Theile bei Spinnen, Insekten, Larven, Crustaceen, Mollusken werden neugebildet und der Organismus dadurch in seiner Integrität wieder hergestellt. — Verloren gegangene Schwänze von Eidechsen erstehen aufs Neue, jedoch ohne vollkommene Wirbel, sondern nur mit einer knorpeligen Säule. Dessgleichen abgeschnittene Schwänze, Beine, selbst Augen (wenn der Sehnerv und ein Theil der Augenhäute im Grunde unversehrt geblieben) von Salamandern. — Bei Krebsen werden die Füsse, bei Fischen nur die Flossen regenerirt.

Alljährlich verlieren die Krebse ihre Schale und eine neugebildete nimmt alsbald die Stelle der alten ein. — Schlangen und nackte Amphibien werfen von Zeit zu Zeit ihren ganzen Epidermisüberzug ab und es bildet sich eine neue Epidermis. Man nennt es das Häuten der Schlangen. — Die meisten Säugethiere verlieren im Frühjahr und Herbste einen grossen Theil ihrer Haare, und es wachsen ihnen alsbald wieder neue. So wechseln auch die Vögel im Frühling und Herbste ihr Gefieder. Dieser Vorgang ist bei den Säugethieren unter dem Namen des Härens, bei den Vögeln unter dem Namen des Mauserns bekannt. — Hirsche werfen alle Frühjahre ihr Geweih ab und erhalten wieder ein neues. — Beim Zahnwechsel wachsen bei Säugethieren neue Zähne an der Stelle der ausgefallenen Milchzähne nach.

An die Stelle ausgerissener Haare oder Nägel, oder ab-

geschundener Epidermis treten nach kürzerer oder längerer Zeit neue Gebilde derselben Art, und der Verlust ist dadurch ersetzt. Neue Nägel bilden sich sogar an dem zweiten Fingergliede nach Verlust des vordersten.[3])

An die Stelle einer Krystalllinse, welche durch Operation entfernt wurde, tritt sehr häufig eine neue. — Pigment, welches durch Blasenpflaster verloren gegangen war, bildet sich auf der Haut des Negers aufs Neue.

Zusammenhangstrennungen des Zellgewebes, der Sehnen, Nerven und Knochen werden durch neu gebildete Zellgewebe-, Sehnen-, Nerven- oder Knochenmasse ausgefüllt und der gestörte Zusammenhang dadurch wieder hergestellt.

Betrachten wir nun die angeführten Thatsachen, so zeigt es sich, wie so sehr viele, dem Begriffe und Wesen nach ganz verschiedene Erscheinungen unter dem gemeinschaftlichen Namen der »Regeneration« gewöhnlich zusammengefasst werden. Unsere Aufgabe ist nun, dieselben nach einer Grundansicht zu ordnen. Wir werden den Begriff der Regeneration zergliedern, ihn, da er zu Vieles und Ungleichartiges umfasst, ganz umstossen, dann aber den alt-hergebrachten Namen doch für eine gewisse Gruppe der aufgezählten Erscheinungen verwenden. Wir wollen die ungleichartigen Thatsachen von einander scheiden, die gleichartigen zusammenstellen, und erhalten auf diese Weise folgende Gruppirung der oben angeführten Einzelheiten.

---

[3]) Pauli, Frid., Commentatio physiol.-chirurg. de vulneribus sanandis. Goetting. 1825. pag. 98.

Wir unterscheiden zuerst zwei Hauptklassen der sogenannten Regenerationserscheinungen und rechnen zu

I. diejenigen, wobei jeder Theil sich zu einem ganzen Individuum ergänzt, und zu

II. diejenigen, wobei nur Ein Theil sich ergänzt.

In I. geht das in zwei oder mehrere Stücke zertheilte Individuum als solches in dem Versuche zu Grunde, aber die Theilstücke wandeln sich zu neuen Individuen um. Man muss diese Vorgänge von der Regeneration gänzlich scheiden und könnte sie am besten künstliche Spaltzeugung nennen.

Die in II. zusammengefassten Regenerationserscheinungen lassen sich wieder in zwei Gruppen zerlegen:

1) die Gruppe derjenigen Erscheinungen, in welchen der Wiederersatz eines durch äussere Gewalt verlorenen Theiles durch eine besondere Thätigkeit der bildenden Kraft erfolgt, und

2) die Gruppe derjenigen Erscheinungen, in welchen der Wiederersatz eines durch äussere Gewalt oder durch den Gang des Lebens am Organismus gesetzten Verlustes nur durch den natürlichen Gang der Lebenserscheinungen hervorgerufen wird.

In der ersten Gruppe findet sich:

a) Der Wiederersatz ganzer Extremitäten;

b) die Ausgleichung von Zusammenhangsstörungen durch Narbenbildung, entweder mittels eines andern oder mittels desselben Gewebes, zu welchem das verwundete gehörte.

In der zweiten Gruppe ist wieder zu unterscheiden:

a) Der Wiederersatz verlorener Theile durch allmäliges Wiedernachwachsen;

b) durch wechselndes regeres und unterdrückteres Leben einzelner Theile oder durch wechselndes Auftreten und Absterben von Organen, bedingtes Erscheinen und Verschwinden derselben und ihrer Produkte.

Es fragt sich jetzt, welcher von diesen verschiedenen Erscheinungen, die unter II. zusammengehalten werden, der Name der »Regeneration oder Wiedererzeugung« allein zukommen soll, und wie die andern Erscheinungen dann noch besonders zu benennen seien. Weil die Erscheinungen der zweiten Gruppe (sub II. 2.) nur Aeusserungen der wechselnden Lebensthätigkeit einzelner Theile sind, in dem Worte Wiedererzengung aber der Begriff einer besondern Thätigkeit liegt, so möchte dieser Name auf die Erscheinungen der ersten Gruppe (sub II. 1.) zu beschränken sein, da sich in denselben eine ganz besondere, durch den Eingriff in den Organismus gesetzte, auf die neue Hervorbringung des Verlorenen gerichtete Thätigkeit zu erkennen gibt. Indessen passt der Ausdruck hier nur auf den Wiederersatz ganzer Extremitäten oder anderer Theile — Wiedererzeugung von Organen — und auf die Ausgleichung von Substanzverlusten durch gleichartiges Gewebe — Wiedererzeugung der Gewebe, — denn nur in diesen Fällen ist eine wirkliche neue Erzeugung eines schon früher an derselben Stelle Gewesenen zu erkennen. Die Ausgleichung von Substanzverlusten durch ein dem verletzten ungleichartiges Gewebe könnte als Narbenbildung

im engern Sinne bezeichnet werden. — Für die Erscheinungen der zweiten Gruppe (sub II. 2.) möchte ich den Namen der Wiederbildung vorschlagen, weil in diesem Worte weniger Hinweisung auf die Thätigkeit des Wiederersatzes enthalten ist, als auf die Erscheinung des neuen Auftretens, des Sich-neu-bildens; und man könnte hier die Wiederbildung durch Nachwachsen (bei abgeschnittenen Haaren, ausgerissenen Nägeln u. s. f.) und die periodische Wiederbildung (beim Häuten, Hären, Mausern) unterscheiden.

I. Klasse.

Aus der Menge der angeführten Thatsachen tritt uns vor allen Dingen die Zahl der Fälle entgegen, in welchen sich aus den Theilungsstücken eines Thieres neue Individuen bilden. Es sind aber bei diesem Hergange zweierlei Fälle zu unterscheiden; es sind nämlich die Theilstücke entweder dem ganzen Thiere ähnlich oder sie sind es nicht. Für unsere Untersuchung ist dieses von weniger Belang. Jedenfalls wird bei solchen Theilungsversuchen der Herd des bildenden Lebens in zwei oder mehrere Stücke getrennt.

Wir sind genöthigt in einem jeden Thiere, in einem jeden Organismus eine bildende Kraft anzunehmen, welche den der Ernährung gebotenen Bildungsstoff gerade in diese und keine andere Gestalt bringt, und welche Verletzungen und Verluste ergänzt und ersetzt. Eine solche bildende Kraft macht sich sogar in den Individuen der unorganischen Welt,

in den Krystallen geltend. Sie bestimmt die eigenthümliche Gestalt des Krystalls, ja sie ist im Stande, verstümmelten Krystallen ihre ursprüngliche Gestalt wieder zu geben, wie dieses Jordan[4]) dargethan hat. Ob man nun diese bildende Kraft: belebenden Gedanken, Lebenskraft, immanente Idee oder wie sonst nennen, ob man sie als ein der Materie Anhaftendes oder als ein ausser der Materie Seiendes ansehen soll, — das zu entscheiden liegt ausser dem Bereiche dieser Abhandlung. Genug! Wir sind gezwungen eine solche bildende Kraft in einem jeden organischen und unorganischen Individuum anzunehmen. Diese bildende Kraft bestimmt die Gestalt und den Bau des Individuums, und kann in einem einzelnen Individuum nur eine einzige sein, welche, so lange es lebt, in demselben thätig ist. In der Zeugung neuer Individuen aus bereits vorhandenen muss sie aber zerfallen, und ein Theil derselben muss dem neuen Individuum zukommen. Die bildende Kraft der Mutter erzeugt eine Zelle; mit dem Uebertritte der bildenden Kraft als einer individuell wirkenden in diese Zelle wird dieselbe Ei, und der mütterliche Organismus enthält nunmehr statt der einen in ihm wirkenden bildenden Kraft ihrer zwei, die eine in ihm selbst thätig, die andere in dem Ei. Dieser Augenblick des Zerfällens der mütterlichen bildenden Kraft in zwei Theile ist der eigentliche Augenblick der Zeugung. Durch die Begattung wird nur der bildenden Kraft des Eies der Anstoss gegeben, durch Bildung des Embryos aus dem vorhandenen Material in die Erscheinung zu treten. Nicht in

---

[4]) Müllers Archiv. 1842. S. 46 ff.

allen Fällen bedarf sie dieses Anstosses; in vielen Fällen ist sie auch ohne ihn im Stande das Individuum seiner vollendeten Gestalt entgegen zu führen, wie bei der Fortpflanzung durch Sporen. — Es kann nun aber eine Verschiedenheit in der Art, wie die bildende Kraft des mütterlichen Organismus zerfällt, Statt finden. Entweder nämlich bleibt der mütterliche Organismus als Individuum bestehen, und nur ein gänzlich unentwickelter aber entwicklungsfähiger Theil desselben, eine Zelle, erhält ihre eigene bildende Kraft, oder die ganze Masse des mütterlichen Organismus zerfällt in zwei oder mehrere Theile, in deren jedem eine bildende Kraft thätig ist, welche ihn zu einem neuen Individuum heranbildet. Im letztern Falle hat in dem gleichen Augenblicke, in welchem sich die bildende Kraft auf mehrere Punkte der Thätigkeit vertheilt, der mütterliche Organismus aufgehört, ein Individuum zu sein, er enthält jetzt mehrere Individuen in dem organischen Leibe eines einzigen. Jedes derselben bildet sich aus der Materie des in seiner Bedeutung als Individuum vernichteten Organismus seine eigene dem Charakter der Art entsprechende Gestalt, und dadurch wird die Trennung herbeigeführt. Es gibt viele Thiere, welche sich auf diese Weise fortpflanzen, so viele Infusorien, manche Anneliden, wie Naïden und Nereïden; auch bei Regenwürmern und Polypen kommt diese Art der Fortpflanzung öfter vor.[5] Bei den Anneliden wird vorzugsweise nur die gegenseitige Abschnürung und Trennung der neuen Individuen sichtbar, weil bei diesen Thieren der Bau ein äusserst

---

[5] Vgl. Burdach, a. a. O. S. 32 ff.

einfacher ist; bei Polypen dagegen und andern weniger einfache äussere Gestalt bietenden Thieren ist die Heranbildung des neuen Individuums aus einem Theile des mütterlichen Organismus auffallender, weil das neue Thier in seiner Gestalt sehr verschieden ist von dem ursprünglich zu seiner Bildung verwendeten Theile des mütterlichen Organismus. — Gerade solche Thiere, bei welchen ein Zerspalten des mütterlichen Organismus in neue Individuen als normale Fortpflanzungsart vorkommt, sind es aber, welche vorzugsweise zu Theilungsversuchen verwendet werden können. Ist demnach in einem solchen Thiere schon aus der Beobachtung des gesunden Zustandes bekannt, dass dasselbe im Stande sei durch Zerspaltung seiner bildenden Kraft in neue Individuen zu zerfallen, so ist deutlich, dass, wenn bei den Theilungsversuchen aus jedem Theilstücke ein neues Individuum sich hervorbildet, eine solche Zerspaltung der bildenden Kraft des zum Versuche verwandten Thieres durch Kunst herbeigeführt wird, und demnach ein jedes Theilstück Mittelpunkt der Thätigkeit einer bildenden Kraft wird, welche aus der Materie, an welcher sie haftet, ein neues Individuum zu bilden im Stande ist. Man kann nicht annehmen, dass ein jeder Theil das Fehlende ergänze, um zur vollständigen Individualität zu gelangen, sondern ein jedes Theilstück ist selbst schon, vermöge seiner bildenden Kraft, als Individuum anzusehen, die Theilungsversuche stellen sich dadurch nicht sowol als Versuche zur Wiedererzeugung verloren gegangener Theile hin, sondern vielmehr als künstlich hervorgerufene Spaltzeugungen. Gelingen dieselben noch an andern Thieren als solchen, welchen die Spaltzeugung

naturgemäss zukommt,[6]) so beweist dieses nur, dass auch Thiere, deren normale Fortpflanzungsweise diess nie ist, unter Umständen durch Spaltzeugung vermehrt werden können.

II. Klasse.

Während bei den obigen Versuchen das Individuum durch den Versuch selbst aufhört zu sein, bleibt dasselbe bei dieser Klasse der zur Regeneration gerechneten Thatsachen unversehrt, indem die bildende Kraft, welche eigentlich das Individuum als solches charakterisirt, in ihrer Einheit fortbesteht, und nur die Gestalt des Organismus, welche äussere Erscheinungsweise der bildenden Kraft ist, sich verletzt findet.

1. Gruppe.

Bei den hierin zusammengefassten Erscheinungen kommt der Wiederersatz eines durch äussere Gewalt verlorenen Theiles durch eine besondere Thätigkeit der bildenden Kraft zu Stande. Es sind dieses die Beobachtungen an Thieren, deren Extremitäten verstümmelt wurden, und die Beobachtungen über Wiederausgleichung von Zusammenhangsstörungen und Substanzverlusten. Diesen reihen sich aus dem unorganischen Reiche die obenerwähnten Beobachtungen von Jordan über die Wieder-

---

[6]) Vgl. Burdach a. a. O. S. 36.

herstellung verletzter Krystalle an. In allen diesen Fällen hat die äussere Gestalt des Körpers Verluste erlitten, die Integrität derselben ist gestört, und nur auf diese Erscheinungen möchten wir, wie oben gesagt, den Namen der »Regeneration« beschränken.

Verluste werden ausgeglichen durch Wiederersatz. Zum Wiederersatze von Substanzverlusten innerhalb der Continuität eines Theiles oder zur Ausfüllung von Lücken reicht das Vermögen der bildenden Kraft bei allen Thieren aus, zum Wiederersatze ganzer, verloren gegangener Extremitäten nur bei niedern Thieren und aus der Klasse der höhern Thiere bei den Amphibien; doch findet sich eine Andeutung davon bei dem Menschen in der bisweilen vorkommenden Bildung eines Nagels auf dem mittleren Fingergliede nach Verlust des vordersten. Auf diese Weise werden die Verluste eines Körpers ausgeglichen und die Integrität entweder gänzlich oder nur beziehungsweise wiederhergestellt. Die Ausgleichung geschieht aber in Folge der Thätigkeit der bildenden Kraft des Organismus durch Bildung neuer Masse, welche an die Stelle der verlorenen tritt und dadurch Ersatz für den Verlust gewährt. Es geschieht dieses auf dem bekannten Wege einer an dem Orte der Verletzung Statt findenden Absetzung von Kytoblastem, aus welchem sich Zellen bilden, die zu Gewebtheilen werden. Die Ausgleichung von blossen Zusammenhangsstörungen und geringern Substanzverlusten pflegt man nicht unter die Regeneration zu nehmen, sondern mit »Narbenbildung« zu bezeichnen. Allein da in dieser Narbenbildung verloren gegangene Gewebtheile neu gebildet werden, und man, wenn

diese den früher an demselben Platze gewesenen wieder ähnlich werden, von einer Regeneration der Gewebtheile spricht, so ist doch die ganze Narbenbildung mit in den Kreis der Betrachtung zu ziehen.

Eine Verschiedenheit in der Narbenbildung zeigt sich schon in dem Verhalten des abgesetzten Kytoblastems und der aus demselben entstandenen Zellen. Die Zellen können nämlich entweder, so viele ihrer in dem in die Wunde ergossenen Kytoblastem gebildet werden, sogleich ihre Umbildung zu Gewebtheilen eingehen, und der gestörte Zusammenhang wird dadurch sehr bald wieder hergestellt. Dieses geschieht in der sogenannten Heilung per primam intentionem der Chirurgen. Oder es können sich viele Zellen in dem abgesetzten Kytoblasteme bilden, deren die wenigsten zu einer Umbildung in Gewebtheile fähig sind; diese fliessen dann mit dem Kytoblasteme ab und bilden mit demselben als Eiterzellen den Eiter. Nur die wenigen zur Bildung von Gewebtheilen geeigneten Zellen bleiben zurück, und ihre Gesammtheit bildet in ihrer ersten Gestalt die sogenannten Granulationen, welche, von dem Grunde der Wunde aus sich erhebend, allmälig die Lücke ausfüllen. Dieses ist die Heilung per secundam intentionem der Chirurgen. Beiderlei Hergänge hören mit der mehr oder weniger vollständigen Ausgleichung des Verlustes auf, wenn nicht besondere Krankheitsursachen ein Wuchern der Granulationen bedingen.

In beiden Heilungsarten werden neue Gewebtheile gebildet, welche die vorhandene Lücke ausfüllen; die Gesammtheit derselben bildet die Narbensubstanz im weitesten

Sinne. Die Narbensubstanz zeigt aber Verschiedenheiten nach den Gewebtheilen, welche zur Bildung derselben beitragen. In den meisten Fällen wird dieselbe durch ein festes Zellgewebe gebildet, was für Gewebe auch den Substanzverlust erlitten hatte. Lücken in Muskelsubstanz, Drüsensubstanz, der äussern Haut u. s. w. werden nicht wieder durch Gewebtheile von der Art der verwundeten ausgefüllt, sondern durch das erwähnte feste Zellgewebe, welches man im engern Sinne »Narbensubstanz« nennt, indem man damit die Eigenthümlichkeit seiner Beschaffenheit und seines Vorkommens zugleich bezeichnet. Nur Substanzverluste in Zellgewebe, Knochen, Nerven und Sehnen (?) werden durch Gewebtheile derselben Art, wie die verletzten, wieder ausgefüllt, sodass mehr oder weniger vollständige Wiederherstellung des Zusammenhangs der Theile und der Verrichtung derselben erfolgt. Unter Verhältnissen geschieht indessen auch in den Knochen und Nerven die Vereinigung nicht durch Knochengewebe und Nervengewebe, sondern nur durch festes Zellgewebe. Es ist daher in diesen Geweben nur die Möglichkeit einer Wiedervereinigung durch ihr eigenes Gewebe gegeben, nicht die Gewissheit. Nur Lücken des Zellgewebes werden immer wieder durch Zellgewebe ausgefüllt, weil dieses das allgemeine, narbenbildende Gewebe ist. — Ein eigenthümliches Verhältniss zeigen die Knorpel, welche zwar in vielen Fällen nur durch Zellgewebe heilen, in vielen andern dagegen durch Knochensubstanz. Alle Knochensubstanz durchläuft in den frühern Zeiten die Bildung von Knorpeln. Wenn daher Knorpelsubstanz durch Knochensubstanz verbunden gefunden wird,

so ist zu schliessen, dass ursprünglich eine Vereinigung des Knorpels durch neugebildete Knorpelsubstanz statt gefunden habe, dass indessen durch eine Weiterentwicklung der vereinigenden Knorpelsubstanz die Gleichartigkeit des geheilten Knorpels wieder gestört worden ist.

Ganze Extremitäten, welche verloren gegangen waren, können in ähnlicher Weise bei gewissen Thieren mit allen zur Bildung derselben gehörenden Gewebtheilen wieder neu entstehen. Auch hier muss dieselbe bildende Kraft, welche dem Thiere seine Gestalt verleiht und welche Substanzverluste wieder ersetzt, als der eigentliche Grund der Erscheinung angesehen werden. Auch hier kann die neugebildete Ergänzungsmasse entweder dem verloren gegangenen Theile ganz gleich sein, wie z. B. bei den Krebsscheeren, oder sie kann ihr nur analog sein, d. h. in äusserer Gestalt und Verrichtung gleich, aber in Bezug auf die in die Bildung eingehenden Gewebtheile verschieden, wie die neugebildeten Schwänze der Tritonen und Eidechsen, welche eine Knorpelgerte statt der Wirbelsäule enthalten. Im Begriffe ist der Wiederersatz verloren gegangener Extremitäten der Heilung von Wunden und Substanzverlusten ganz gleichbedeutend; er ist nämlich eine Wiederherstellung der durch äussere Gewalt verletzten Gestalt des Thieres, herbeigeführt durch das Wirken der in dem Thiere thätigen bildenden Kraft. Eine interessante Vergleichung gestattet indessen diese Erscheinung mit der früher berücksichtigten künstlichen Spaltzeugung. Die Fangarme des Polypen sind auch Extremitäten; abgelöst geben sie neuen Individuen Entstehung, und der zurückbleibende Theil des

Organismus, von welchem sie sich abgelöst haben, wird wieder zu einem vollständigen Individuum. Wir haben in diesem Hergange ein Zerfällen der bildenden Kraft in mehrere individuelle Theile erkannt. Bei den Insekten, Crustaceen, Amphibien, bei welchen sich verloren gegangene Extremitäten wieder neu bilden, stirbt die getrennte Extremität ab und bildet sich nicht zu einem neuen Individuum. Es findet also in diesem Falle kein Zerfällen der bildenden Kraft Statt. Dieselbe bleibt vielmehr vereinigt in dem verstümmelten Individuum, und dieses verliert den Charakter des Individuums nicht. Es bietet sich daher, wie sehr auch die beiden genannten Erscheinungen nur durch das anscheinend Unwesentliche des Fortlebens oder Absterbens des losgetrennten Theiles verschieden zu sein scheinen, im Begriffe eine wesentliche Verschiedenheit zwischen denselben.

Noch ist hier der sogenannten Bildung neuer Gefässe nach Unterbindung eines Gefässstammes zu gedenken, weil diese Erscheinung häufig unter den zur Regeneration gehörigen Thatsachen mit aufgeführt wird. Diese Erscheinung kann indessen nicht dahin gerechnet werden, indem die Bildung der neuen Gefässe in diesen Fällen nicht als eine wirkliche Neubildung angesehen werden kann, sondern nur als eine Erweiterung bereits vorhandener Collateralgefässe.

In der bisher betrachteten Gruppe von Erscheinungen befinden sich nur solche Fälle, in welchen die Integrität des Organismus durch äussere Gewalt gestört war, und die bildende Kraft desselben den Verlust durch aussergewöhnliche Thätigkeit wieder ersetzte. Die Anregung

für diese aussergewöhnliche Thätigkeit findet die bildende Kraft in der Störung der Ganzheit des Organismus, und richtet dieselbe nur auf den Wiederersatz. Entzündung kann den Hergang der Wiederersetzung begleiten, gehört indessen nicht wesentlich dazu, wie Müller[7]) gezeigt hat.

2. Gruppe.

In den hieher gehörigen, sogenannten Regenerationserscheinungen wird der Ersatz des Verlustes der Theile nicht durch eine besondere Lebensthätigkeit, sondern durch den natürlichen Fortgang der Lebenserscheinungen bedingt. Es zeigen sich aber auch hier wesentliche Unterschiede.

Die erste Art von Erscheinungen ist diejenige, in welcher der Verlust durch äussere Gewalt gesetzt, aber ohne besondere Thätigkeit der bildenden Kraft bloss durch den gesundheitsgemässen Hergang der Lebensthätigkeit wieder ergänzt wird. Abgeschnittene oder ausgerisssene Nägel oder Haare stehen einige Zeit nach der Verletzung wieder wie früher da, und Hautstellen, welche durch irgendwelche Veranlassung ihren Epidermisüberzug eingebüsst haben, zeigen nach einiger Zeit denselben wieder in seiner frühern Gestalt. Der Verlust ist dadurch wieder ersetzt, aber dieser Ersatz findet lediglich seinen Grund in der fortwährenden Thätigkeit der matrix der genannten Theile. Die pulpa pili, der Nagelfalz und der Pupillarkörper setzen beständig Kytoblastem ab, aus welchem sich Haar-, Nagel- oder Epidermiszellen bilden. Die neuge-

---

[7]) Handbuch, 3. Aufl. Band 1. S. 399.

bildeten Zellenschichten schieben die ältern vorwärts, und jedes der genannten Gebilde bestehet daher aus einer Reihe von Zellen verschiedenen Alters. Die ältesten werden bei Nägeln und Epidermis immer abgestossen, die neuen rücken allmählig nach einander an deren Stelle, und es findet daher eine beständige Erneuerung dieser Gebilde durch stetes Nachwachsen neuer Elemente an die Stelle der abgestossenen Statt. Beim Haare werden die ältesten als Spitze des Haares immer weiter geschoben, bleiben aber mit den übrigen in Verbindung, und das Haar wird dadurch immer länger. Der Hergang der Bildung neuer Zellen auf der matrix dieser Theile ist ganz unabhängig von dem Zustand der ältern, der matrix entfernteren Zellen. Mögen diese entfernt werden oder nicht, mag die Entfernung aller Schichten von Zellen bis zur matrix hin erfolgen, immer geschieht die Bildung neuer Zellen, welche die bekannten Bildungsstufen durchlaufen und in ihrer Gesammtheit gemeinschaftlich mit den Zellen der übrigen Bildungsstufen die genannten Gebilde darstellen. Auf diese Weise muss dann in der entsprechenden Zeit nach der Entfernung eines solchen Gebildes ein neues derselben Art an die Stelle desselben getreten und der Verlust dadurch ersetzt sein. Der Prozess ist ganz derselbe, ob nur die äussersten ältesten Zellen durch Schneiden, Reiben u.s w., oder ob auch die jüngsten durch stärker einwirkende Gewalt entfernt worden sind. — Indessen scheint doch die gewaltsame Entfernung eines Theiles dieser Gebilde einigen Einfluss auf stärkere Absonderung des Kytoblastems zu haben, indem stärker beschnittene Haare und Nägel und stär-

ker abgenutzte Epidermis schneller nachwachsen. Welche ungeheure Länge würde z. B. ein Barthaar haben, welches aus allen von demselben nach und nach abgeschnittenen Stücken bestände; und doch erreicht der Bart ungeschoren nur eine gewisse Länge. — Will man diese im Ganzen doch nur unbedeutende Vermehrung einer normalen Thätigkeit der auf einen Wiederersatz aussergewöhnlich gerichteten Thätigkeit der bildenden Kraft gleich stellen, so müssen die Erscheinungen einer durch genannte Einflüsse vermehrten Absonderung der Epidermis-, Nagel- oder Haarsubstanz noch der ersten Gruppe beigezählt werden.

Vielleicht gehört auch zu den genannten Erscheinungen die Neubildung einer entfernten Krystalllinse. Werden, was indessen noch zweifelhaft ist, im gesunden Zustande beständig neue Linsenfasern aus einem von der Kapsel abgesetzten Kytoblastem erzeugt, während die ältern sich auflösen, so gehört dieselbe hieher. Die neugebildete Linse soll aber keine Fasern besitzen, und dieses müsste doch der Fall sein, wenn die Linse sich bloss durch Nachwachsen frisch gebildeter Elementartheile neu bildete, wie ein ausgerissener Nagel; auch bildet sie sich nicht immer neu, sondern nur in einzelnen Fällen. Aus diesen Momenten erscheint der Schluss erlaubt zu sein, dass die Neubildung der verloren gegangenen Linse auf einer besondern Thätigkeit der bildenden Kraft beruhe und desshalb zur ersten Gruppe, zu den eigentlichen Regenerationserscheinungen gerechnet werden müsse.[8])

---

[8]) G. Valentin, Mikroskopische Untersuchungen zweier wiedererzeugter Krystalllinsen des Kaninchens. In Henle und Pfeufers Zeitschr. Band I. 1844. S. 227 ff.

Die zweite Art der zu dieser Gruppe gehörigen Erscheinungen umfasst alle diejenigen, in welchen sowol Verlust als Wiederersatz der Theile auf gesundheitsgemässen Hergängen beruht, wo ein Körpertheil periodisch abgeht und sich wieder bildet.

Der Organismus findet zwar sein Bestehen nur in der Wechselwirkung seiner Theile, und jeder einzelne Theil besteht nur durch das Bestehen der andern. Indessen haben doch alle oder wenigstens viele Organe ein in gewisser Beziehung von dem Ganzen unabhängiges Leben, welches sich darin offenbart, dass diese Theile in dem Organismus auftreten und verschwinden, ohne dass dadurch das Leben des Organismus beeinträchtigt würde. Die einen Organe treten früher, die andern später auf, die einen verschwinden früher, die andern später, so dass in keinem Lebensalter des Organismus das Verhältniss des relativen Lebensalters seiner einzelnen Organe dasselbe ist, und gerade diese Verschiedenheit in den Entwicklungsstadien der einzelnen Organe zeichnet den Charakter der einzelnen Lebensperioden. Als Beispiele mögen dienen das Auftreten und Verschwinden der Wolff'schen Körper, der Eihäute, der Thymus u. s. w. Manche Organe verschwinden indessen nicht völlig, sondern bleiben ihrer Gestalt nach noch im Wesentlichen dieselben, haben dagegen ihre funktionelle Bedeutung verloren, so z. B. die Geschlechtstheile im Alter.

Während nun bei den meisten Organen in der ganzen Lebenszeit eines Organismus ein einziger Kreis von Entwicklung, Blüthe und Abnahme vorkommt, zeigen einzelne Organe auch eine Reihe kleinerer Kreise derselben Art, indem

sie nur zeitenweise ein regeres Leben erkennen lassen und in der Zwischenzeit bedeutungslos werden, wie die Hoden vieler Thiere, welche nur in der Brunstzeit eine funktionelle Bedeutung haben, nachher aber bis zur nächsten Brunstzeit klein und welk, ohne abzusondern daliegen. Eine Art von Mittelform ist es, wenn Organe zu einer bestimmten Zeit auftreten und nach einer längern oder kürzern Zeit wieder gänzlich verschwinden, um andern Organen derselben Art Platz zu machen. Diess Verhältniss ist namentlich an den Primitivtheilen des Körpers bemerklich, welche, wie z. B. die Blutzellen entstehen und vergehen, während wieder neue entstehen. — In vielen Fällen sind diese Veränderungen in dem Leben der Organe von wenig Einfluss auf das Aussehen und das Leben des Thieres. So wird z. B. durch den veränderten Zustand des Hodens in der Brunstzeit bei Vögeln keine Veränderung der äussern Gestalt bedingt, und ihr Leben besteht gleichmässig während und zwischen den einzelnen Brunstzeiten. Wenn diese Veränderungen aber Einfluss äussern auf die äussere Gestaltung des Thieres, dann treten sie recht auffallend in die Erscheinung, indem mit denselben Theile auftreten und verschwinden, welche die äussere Gestalt eines Thieres oft wesentlich bestimmen. Dieses Auftreten und Wiederverschwinden in wechselnden Zeiten ist aber für das Thier mit immer erneuertem Verluste und Wiederersatz jener Theile verbunden. — Eine wechselnde regere Lebensthätigkeit der angegebenen Art findet sich in den Stirnhöckern der Hirsche; dieselben vergrössern sich alljährlich zu der bekannten Gestalt der Geweihe, allmälig sinkt die Lebensthätigkeit wieder, aber

die gebildete Masse bleibt, jedoch als todte Masse zurück, bis das wieder neu angeregte Leben des untersten nicht abgestorbenen Theiles des Stirnhöckers die todte Masse abstösst. Der Hirsch verliert dann sein Geweih, aber ein neues ist schon wieder im Entstehen. — Aehnlich verhält es sich mit dem Schalenwechsel der Krebse und dem Häuten der Amphibien. Periodisch stärkere Thätigkeit der Haut bedingt bei den Krebsen Bildung einer neuen Schale, während die alte theilweise durch das Wachsthum des Thieres, theilweise wol auch durch die Bildung der neuen Schale und durch äussere Gewalt abgestossen und entfernt wird. Ebenso erscheint bei den Amphibien immer nur periodisch eine neue Epidermisschicht, während deren Bildung die alte sich in Lappen ablöst.

Ein in dem besondern Leben des Organs begründetes Absterben, welchem die Bildung eines neuen Organs derselben Art an fast derselben Stelle folgt, zeigt sich bei dem Hären und Mausern. In der Här- oder Mauserzeit sterben die Pulpen der Haare oder der Federn ab und diese fallen dadurch aus, aber eine neue Pulpa entsteht zu gleicher Zeit neben der alten auf dem Boden des Haar- oder Federbalges, und die Entstehung eines neuen Haares oder einer neuen Feder ist die Folge. — Ein ähnliches Verhältniss gibt sich beim Zahnwechsel zu erkennen, indem mit dem Auftreten der Pulpa des bleibenden Zahnes diejenige des Milchzahnes abstirbt und mit einem Theile desselben aufgelöst wird; die Folge dieses Herganges ist das Ausfallen der Milchzähne und das Hervorbrechen neuer Zähne an der Stelle derselben.

Thesen.

1. Ein rechtes Laxans mangelt.
2. Bei Schusswunden ins Knie muss amputirt werden.
3. Bei der Extraktion des Staars ist der Hornhautschnitt nach oben dem nach unten vorzuziehen.
4. Man soll bei Orchitis die Compression nicht anwenden.
5. Die Diagnose des Magenkrebses kann nur durch die fühlbare Geschwulst desselben gesichert werden.
6. Die Cephalotribe ist überflüssig.
7. Die Annahme der Pyromonomanie ist zu verwerfen.