



EPITHEL UND WANDERZELLE IN DER HAUT
DES FROSCHLARVENSCHWANZES.

ZUR PHYSIOLOGIE DES EPITHELIS.

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

KAISER-WILHELMS-UNIVERSITÄT STRASSBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE,

VORGELEGT

VON

THEODOR KODIS

AUS SCHATOWE (KOWNO, RUSSLAND).



LEIPZIG,
VEIT & COMP.
1889.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät der Universität Strassburg.
Referent: Prof. Dr. SCHWALBE.

Abgedruckt aus
Archiv für Anatomie und Physiologie 1889. Phys. Abth., Suppl.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Einleitung.

Diese Arbeit ist in dem Wunsche begonnen worden, einen Fortschritt in den von Frenkel in dem Aufsatz: „Nerv und Epithel des Froschlarvenschwanzes“¹ gewonnenen Resultaten zu erzielen. Es stellte sich bald heraus, dass, wenn man die dort ausgesprochenen allgemeinen Anschauungen einer thatsächlichen Prüfung unterziehen wolle, eine Arbeittheilung stattfinden müsse, weil schon die Feststellung einiger thatsächlicher Punkte meine Arbeitskraft völlig in Anspruch nahm. Ich beschloss daher auf Rath des Herrn Professor Gaule die eine Seite des Problems, nämlich die Bildung der Nerven, ganz bei Seite zu lassen, und meine Bemühungen auf die Untersuchung des Hervorgehens der verschiedenen Schichten des Epithels aus einander zu concentriren. Die gemeinschaftliche Abstammung der Zellen aller dieser Schichten von einer einzigen und zwar von der untersten Schicht ist niemals bezweifelt worden, aber da die Zellen der verschiedenen Schichten einander unähnlich sind in Aussehen und Eigenschaften, so bietet ihre Abstammung von einander ein Problem dar, wie man es seitler in den thierischen Geweben noch nicht studirt hat, nämlich die Entstehung verschiedener Zellen von einer Mutterzelle. Die beiden genau bekannten Formen der Zellbildung durch directe und indirecte Kerntheilung führen ja

¹ *Archiv für Anatomie und Physiologie*, ie. Phys. Abth. 1886. S. 415.

immer zur Bildung von Zellen der gleichen Art wie die Mutterzelle. Manche haben freilich geglaubt, sie könnten die Entstehung der Verschiedenheit der Zellschichten aus rein physikalischen Verhältnissen des Druckes erklären.¹ Ich will hier die Berechtigung der zu Grunde liegenden physikalischen Anschauung gar nicht discutiren, man kann aber der Ansicht, dass auf diese Weise das Problem zu lösen sei, nur so lange sein, als man das Schichtenepithel gar nicht kennt. Ein einziger Blick auf ein wohl-gelungenes Präparat desselben muss einen ja überzeugen, dass die Zellen der verschiedenen Schichten sich unterscheiden durch eine Fülle von inneren Details, die auf eine ganz andere Structur hinweisen und die nimmermehr durch ein einfaches Abpressen von aussen her erzeugt werden können. Frenkel hat in den Bildern 3, 6, die er gegeben hat, den Modus angezeigt, wie Zellen aus den unteren Schichten in die oberen übergehen und dabei sich umformen können. Ueber die Zellbildung hat er nichts ausgesagt.

Da in dem Epithel des Larvenschwanzes Kerntheilungen und Plasmosoma vorkommen, wie aus Frenkel's und aus anderer Beobachter Abbildungen hervorgeht, so erschien es zunächst angezeigt, die Beziehungen dieser Vorgänge zu der Zellbildung festzustellen. Aber Frenkel hatte auch schon in seinen Abb. 22, 23, 25 das Vorhandensein von anderen in dem Epithel vorkommenden Zellenarten dargethan, über deren Beziehung zur Epithelbildung gleichfalls Auskunft erwünscht war.

Es erschien mir nun nothwendig, bei der Beurtheilung der vorkommenden Bilder mich von keiner vorgefassten Theorie leiten zu lassen, sondern die Dinge aus sich selbst zu erklären und möglichst alle mir aufstossenden Zellenarten zu berücksichtigen. Die Untersuchung führte mich in Bezug auf mehrere der letzteren zu dem Resultate, dass sie in dem Epithel entstehen und von den Epithelzellen selbst abstammen, während man seither geglaubt hatte, dass sie von den Gewebeschichten unterhalb des Epithels in dasselbe hineingewandert seien. So zunächst für die in meiner Abb. Taf. VII—XIV gegebenen Zellen. Dieselben waren von den Autoren, welche sie gesehen hatten, als Wanderzellen aus dem Bindegewebe beschrieben worden, ich überzeugte mich jedoch, dass sie endogen in Epithelzellen entstehen. Eine sorgfältige Vergleichung meiner Praeparate, von denen ich die wichtigsten abgebildet habe, zeigt, dass auch von einem parasitischen Einschliessen in die Epithelzelle nicht die Rede sein kann, sondern dass man von jeden einzelnen Theil nachweisen kann, wie und aus welchen Theilen der ursprünglichen Epithelzellen er sich bildet.

¹ Lewinski, Zur Physiologie des Rete Malpighi. *Archiv für Anatomie und Physiologie*. Phys. Abth. 1883.

Auch in Bezug auf die Pigmentzellen muss ich den herrschenden Anschauungen widersprechen. Darnach nämlich müssten die Pigmentzellen vom Bindegewebe her in das Epithel einwandern, ich komme zu dem entgegengesetzten Schluss, dass sie im Epithel entstehen und in das Bindegewebe übergehen.

Die Befunde, auf welche ich mich stütze, und die in dem betreffenden Abschnitt dieser Arbeit nachzulesen sind, beruhen im Wesentlichen auf dem Vergleich der verschiedenen Altersstufen der Larve, von dem sehr pigmentreichen Epithel der ganz jungen bis zu dem pigmentarmen der alten Larve. Um indess in dieser Sache völlig sicher zu sein, musste ich mich nach weiteren Beweisen umsehen.

Erstens habe ich das Experiment zu Hilfe genommen, weil dieses allein einen wirklichen Zusammenhang der einzelnen Bilder erweisen kann, also die Möglichkeit einer vielleicht nur künstlichen Combination ausschliesst. Zweitens habe ich Zählungen vorgenommen. Die Versuche, diese endogene Zellbildung durch Vergiftung mit Pilocarpin oder anderen Giften oder durch Variation der Ernährung anzuregen, wie sie sich bei Ogata und Stolnikow bewährt hatten, schlugen fehl, dagegen gelang es mir, dieselbe durch elektrische Wechselströme in einer Massenhaftigkeit und Deutlichkeit hervorzurufen, die keinen Zweifel übrig liess. Die Beschreibung, die ich weiterhin von den mit dieser Methode erhaltenen Resultaten geben werde, stellt also die Thatsache fest, dass gewisse in den Figg. 16—40 abgebildete Zellen in den Epithelzellen aus Bestandtheilen derselben entstehen, also gewiss epithelialer Abstammung sind, und dann diese Zellen weiter zu Epithelzellen sich ausbilden. Die Entstehung dieser Zellen scheint innig verknüpft mit der einer zweiten Zellgattung, die man gleichfalls häufig im Epithel trifft und die man bisher ebenfalls allgemein als Wanderzellen angesehen hat. Meine Präparate zeigen nämlich, dass der Rest der Epithelzelle, welche in sich eine solche endogene Zelle entwickelt, sich gleichfalls umwandelt in eine Zelle, die ich als perigene bezeichnen will, und die häufig den Ort, an dem sie sich bildet, verlässt, also mit der Fähigkeit der Ortsbewegung begabt ist, und dabei auch das Aussehen der Wanderzellen annimmt.

Ich will aber nicht behaupten, dass alle die im Epithelgewebe vorkommenden Wanderzellen diesen Ursprung haben; ich halte aber daran fest, dass es für eine Anzahl derselben sicher constatirt ist. Durch die Zählung fand ich, dass die innere Schicht 2- bis 3mal so viel Zellen enthält, als die äusserste, dass die mittlere Schicht auch der Anzahl der Zellen nach zwischen den beiden anderen Schichten in der Mitte steht. Es muss also in der Zeit, in welcher die innerste Schicht zur mittleren wird, ein Theil der ursprünglich in ihr enthaltenen Epithelzellen

verschwinden. Nach aussen können sie nicht verschwinden, sie können also nur nach innen wandern. Diese verschwindenden Epithelzellen treten die Wanderung nach innen an, nachdem sie auch der Form nach in die Leukoeyten (perigene und Pigmentzellen) sich umgewandelt haben.

Nachdem auf diese Weise festgestellt worden war, dass auch durch die Abstossung der oberen Schichten das Epithel noch einen zweiten Verlust erleidet, nämlich nach unten durch die Auswanderung der Pigmentzellen, der perigenen und vielleicht auch eines Theils der endogenen Zellen, erschien es nothwendig zu erfahren, welches denn die Quelle der Zellvermehrung in allen drei Schichten sei, durch die für diesen Abfluss Ersatz geleistet werde. Ich fand es nothwendig, um mir hierüber Auskunft zu verschaffen, genaue Zählungen vorzunehmen jeder vorkommenden Art der Zellen, ferner die Zahl der Kerntheilungen der endogenen und perigenen Zellen festzustellen.

Diese Zahlen allein gewähren noch keinen Einblick in den physiologischen Process der Zellerneuerung, will man nicht auch etwas über die Zeiten wissen, die die einzelnen Vorgänge in Anspruch nehmen. Nun kennen wir eine derselben aus vielfältiger sicherer Erfahrung, wir wissen nämlich, dass die obere Schicht des Epithels einmal im Monat (oder etwas darüber) abgestossen wird, damit ist die Periode der Erneuerung einer Schicht festgestellt und es müssten demnach in dem Epithel ebenso viel Zellen gebildet werden, als der Schwanz durch Abstossung der oberen Schicht verliert.

Diese Bildung durch Epithelzellen kann nur geschehen durch die beiden beobachteten Vorgänge: erstens die Zelltheilung und zweitens durch den Zerfall in endogene und perigene Zellen. Indem wir uns zunächst ein Bild machen von dem Schicksal, welches die Abkömmlinge der Zellen im Verlauf der Zeit erleiden, von ihrem Entstehen bis zu ihrer Abstossung in der obersten Schicht, erlangen wir ein Bild von der Zusammensetzung aus verschiedenen Zellenarten, welche das Epithel haben muss, um der Bedingung der Abstossung seiner obersten Schicht und der Erneuerung durch die angegebenen beiden Vorgänge zu genügen. Diese theoretische, aus meinen Praemissen gefundene Zusammensetzung habe ich dann verglichen mit den wirklichen Zahlenverhältnissen der verschiedenen Zellarten, die sich aus meinen Schnitten ergeben, und die Uebereinstimmung, die sich fand, ist der Beweis, dass meine Praemissen richtig waren.

Mit dieser Arbeit bin ich über ein Jahr beschäftigt gewesen, ich habe also die Gelegenheit gehabt, die Larve von verschiedenen Jahreszeiten zu untersuchen. Ein gewisser Unterschied im Verhalten des Epithels je nach der Jahreszeit war dabei meistens nachzuweisen. Die Hauptformen aber

der verschiedenen Gebilde sind zu jeder Jahreszeit im Epithel vorhanden, obwohl mit verschiedener Häufigkeit.

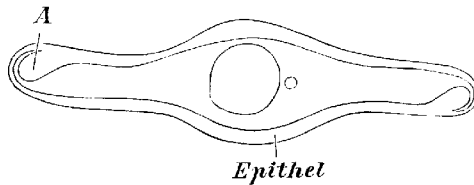
In der Untersuchung habe ich dieselben Methoden angewandt, die Ogata, Frenkel, Stolnikow u. A. beschrieben haben. Sublimathärtung, Paraffineinbettung und vierfache Färbung mit Hämatoxylin, Nigrosin, Eosin und Safranin.

Alle Zeichnungen (ausser den Figuren 63 und 64) habe ich selbst mit grösster Genauigkeit gemacht. Ich habe nichts schematisch gezeichnet.

Herrn Professor Gaule bin ich für freundliche Unterstützung bei dieser Arbeit zum tiefsten Danke verpflichtet.

Epithelzellen.

1. Bei den ausgewachsenen Froeschlarven bedeckt das Epithel den ganzen Schwanz im Allgemeinen in drei Schichten. Vorn am Rande des Schwanzes, d. h. oben am Rücken und unten an der Bauchseite sind eine oder zwei Schichten mit dem Charakter der äussersten, der dritten Schicht. Unmittelbar vor diesen Stellen findet sich gewöhnlich eine Verdickung des Epithels mit dem Charakter der ersten (innersten) und zweiten (mittleren) Schicht. So bildet hier das Epithel einen wallartigen Vorsprung nach dem Bindegewebe zu, welcher längs des ganzen Schwanzes am Rücken an der einen, am Bauche an der anderen Seite hinläuft (A. Fig. 1).

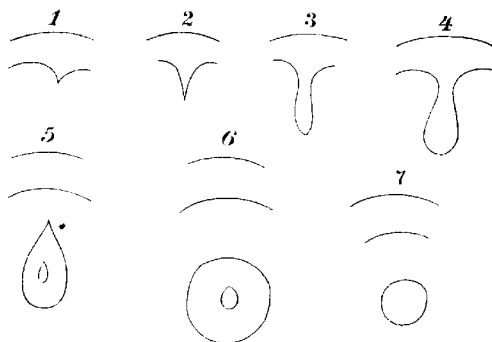


2. Ausserdem kommen nicht selten manche Missbildungen in der Anordnung des Epithels vor. So z. B. habe ich in einem meiner Praeparate folgende Verhältnisse gefunden:

Es löst sich ein Streifen von den Zellen der ersten Schicht ab, biegt sich nach dem Bindegewebe, geht in die Tiefe bis in die Mitte des Schwanzes, verdickt sich allmählig und wird zu einer blinden Röhre mit zwei oder drei Schichten von Zellen. An den Querschnitten haben wir das Bild auf folgender Seite.

3. Die Grenze zwischen den Schichten ist am Querschnitte zackig, so dass die Zellen mehrfach in einander greifen, besonders ist es schwer, die Zellen der ersten Schicht von denjenigen der zweiten zu trennen. Die

Grenze zwischen der zweiten und dritten Schicht ist viel deutlicher, sie ist mehr wellenförmig als zackig, was an der ersten Schicht nur an einzelnen Zellen vorkommt. Die Zellen der ersten Schicht enden also mit einer



Pyramide in der Form einer Schaufel, die manchmal aus 3—4 Zellen besteht. Die Epithelzellen der ersten Schicht haben meistens die Form eines drei-, vier-, fünf- oder seltener sechseckigen Prismas. Es kommt jedoch sehr oft die Form einer Pyramide mit der Basis nach oben oder nach unten vor. Die Pyramide ist nicht selten abgestumpft.

5. Das Protoplasma dieser Zellen färbt sich mit Nigrosin und sehr schwach mit Eosin, und zwar an dem der zweiten Schicht zugekehrten Ende stärker als an den seitlichen Partien und an dem der Membran zugekehrten Ende. Unmittelbar um den Kern herum ist oft eine hellere Zone zu sehen. Auch die von Frenkel und zuerst von Hensen beschriebenen Figuren sind meistens als etwas dunklere Streifen sichtbar. Das Protoplasma erscheint manchmal deutlich als ein Maschenwerk von Fäden mit der Richtung nach unten. Manche Zellen machten auf mich den Eindruck, als ob das Protoplasma an der Basis der Zelle sich durch eine etwas grössere Färbbarkeit mit Eosin und deutlichere maschenförmige Bildung von den übrigen unterscheidet. Ich habe dies jedoch nur bei wenigen gefunden.

6. Die Kerne haben meistens eine ovale Form, seltener eine runde. Ihre Längsaxe fällt gewöhnlich mit der Längsaxe der Zelle zusammen, obwohl sie nicht immer in der Mitte liegen, sondern an einem oder dem anderen Ende, wobei die runden Kerne an dem basalen Ende liegen.

Die regelmässigen Sphaeroide kommen selten vor, meistens sind es zackige, mit mehr oder weniger tiefen Einschnitten und Lappen versehene

Formen. Die Kernmembran ist öfters gekerbt, gefaltet, manchmal mit etwas ausgetretenem Inhalte (Fig. 2 Taf. II).

Es färbt sich der Kern mit einem Gemisch von Safranin und Hämatoxylin, wobei das zweite überwiegt. Das Safranin färbt gleichmässig die ganze Chromatinsubstanz des Kernes, das Hämatoxylin ebenfalls alles ausser dem Plasmasoma (Kernkörperchen), welches also mehr mit dem Safranin als mit dem Hämatoxylin gefärbt bleibt und dadurch leicht zu erkennen ist. Ausserdem kommen in allen Schichten nicht selten solche Zellen vor, die nur mit Eosin und Safranin sich färben; das sind die eosinophilen Epithelzellen. Die regelmässig ovalen und runden Kerne sind meistens feinkörnig, mit wenig oder keinen Karyosomen versehen (Fig. 1 Taf. I, Fig. 42 A Taf. III). Das Plasmasoma liegt meistens im mittleren Theile des Kernes, nicht selten aber auch an dem Rande oder ganz ausserhalb des Kernes in dem Protoplasma. Nicht selten sind 2 Plasmasomen in einem Kern.

Mitosen kommen in dieser Schicht ungefähr eine auf 90 Zellen. Die Theilungsebene ist immer senkrecht zu der Basalmembran. Eine Theilungsebene, die parallel mit der Oberfläche läuft, habe ich bloss bei den embryonalen Epithelzellen gesehen, und auch hier ausserordentlich selten, sonst nie.

7. Die Epithelzellen in der zweiten Schicht haben meistens eine kubische Form. Die Kerne sind rundlich, eingekerbt gefaltet, etwas kleiner als in der ersten Schicht, schärfer contourirt, etwas stärker mit Haematoxylin färbbar. Sonst unterscheiden sie sich wenig von denen der ersten Schicht. Die Plasmosomen befinden sich ebenso oft ausserhalb des Kernes, wie in der ersten Schicht. Die Mitosen kommen im Verhältniss zu der Zellenzahl etwas seltener, als in der ersten Schicht vor. Die Theilungsebene ist ebenfalls senkrecht zu der Schichtebene.

8. Für die dritte Schicht sind charakteristisch platte und kubische Zellen mit grossen, hellen, runden Kernen. Ausserdem kommen in der dritten Schicht Zellen vor, die den Zellen der zweiten Schicht sehr ähnlich sind.

Das Protoplasma der ersten ist dunkler als bei den Zellen der beiden anderen Schichten und färbt sich etwas stärker mit Eosin. Die Kerne sind meistens rund, klein, flach, discsförmig; sie färben sich so stark mit Haematoxylin, dass die Kernstructur im Querschnitt schwer zu unterscheiden ist. Das Protoplasma der kubischen Zellen der äussersten Schicht ist sehr gering, ziemlich blass, deutlich aus einem Fadennetz bestehend. Ihre Kerne sind sehr gross. Es sind dies überhaupt die grössten Kerne im Epithel. Sie sind hell, mit spärlichen aber sich stark färbenden Fäden der Chro-

matinsubstanz mit einem, zwei oder drei Plasmosomen, die gewöhnlich von den Karyosomen umgeben sind. Die Plasmosomen liegen wie in den anderen Zellen in verschiedenen Theilen des Kernes.

Die dritte Zellenart ist den Zellen der zweiten Schicht sehr ähnlich. Dieselbe Grösse, Form, Farbe. Nur ein etwas grösseres Plasmosoma, kleinkörnige Kernstructur, geringere Färbbarkeit durch Haematoxylin und etwas grössere durch Nigrosin, sind vielleicht alles, was sie mikroskopisch von den Zellen der zweiten Schicht unterscheidet.

In dieser Schicht trifft man nicht selten zwei Kerne in einer Epithelzelle, das sind gewöhnlich die Zellen mit den grossen, hellen Kernen. Beide Kerne sind selten ähnlich, meistens sehen sie verschieden aus. Nach aussen begrenzt sich die dritte Schicht durch ein dünnes homogenes, stark lichtbrechendes Häutchen (Cuticula, Eberth). Das kommt besonders oft bei den jüngeren Larven vor.

9. Jede Schicht hat also für sich charakteristische Zellen, die durch ihre Form leicht, viel schwerer dagegen durch ihre Structur zu unterscheiden sind. Nur die grossen, hellen Kerne der dritten Schicht sind leicht zu erkennen. Das Vorkommen der Zellen der inneren Schichten in den äusseren ist sehr oft zu beobachten. Die ovale Form der Kerne der ersten Schicht tritt ziemlich oft in der zweiten Schicht auf. Dabei behält die Axe noch dieselbe Richtung oder senkt sich allmählich zur horizontalen. Die Zellen der dritten Schicht, wie oben gesagt, sind sehr oft schwer zu unterscheiden von der zweiten Schicht. Es kommen auch umgekehrte Fälle vor, wo die Zellen der äusseren Schicht sich in der inneren Schicht finden. Diese Art des Vorkommens ist schwer zu controliren in der ersten Schicht, aber leicht in der zweiten. Hier kommen ebenso die flachen, wie die grossen runden Kerne vor, die für die dritte Schicht charakteristisch sind. Die letzteren trifft man leicht da, wo sich eine Anhäufung von Zellen findet, z. B. am Rande des Schwanzes.

10. Die Epithelzellen sind mit einer Kittsubstanz unter einander verbunden, die sich mit keinem von den vier Farbstoffen färbt. An den gehärteten Praeparaten zeigt sie sich durch Quersfäden in fast regelmässige Abschnitte getheilt.

11. Es sind mir folgende Arbeiten über das Epithel am Froschlarvenschwanz bekannt:

Leydig, *Histologie*. 1857.

Leydig, Ueber die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien. *Archiv für mikroskopische Anatomie*. Bd. XII.

Eberth, Zur Untersuchung der Gewebe im Schwanz der Froschlarven. *Archiv für mikroskopische Anatomie*. Bd. II.

L. Stieda, Ueber den Bau der Haut des Frosches. *Archiv für Anatomie und Physiologie*. Phys. Abth. 1865.

Hensen, Ueber die Nerven im Schwanze der Froschlarven. *Archiv für mikroskopische Anatomie*. Bd. IV.

Hensen, Ueber die Entwicklung des Gewebes und der Nerven im Schwanze der Froschlarven. *Virchow's Archiv*. Bd. XXXI.

F. Schulze, Ueber Cuticularbildungen und Verhornung von Epithelzellen. *Archiv für mikroskopische Anatomie*. Bd. V.

Kölliker, Stützstellen in der Epidermis von Froschlarven. *Zoologischer Anzeiger*. 1885.

W. Pflitzner, Die Epidermis der Amphibien. *Morphologische Jahrbücher*. 1880.

W. Pflitzner, Nervenendigungen im Epithel. *Morphologische Jahrbücher*. 1882.

Canini, Die Endigungen der Nerven in der Haut des Froschlarvenschwanzes. *Archiv für Anatomie und Physiologie*. Phys. Abth. 1883.

S. Frenkel, Nerv und Epithel am Froschlarvenschwanze. *Archiv für Anatomie und Physiologie*. Phys. Abth. 1886.

Barfurth, Die Rückbildung des Froschlarvenschwanzes und die sogenannten Sarcoplasten. *Archiv für mikroskopische Anatomie*. Bd. XXIX.

Leukocytoide und Wanderzellen.

12. Die oben beschriebenen Zellen sind die weitaus vorherrschenden in allen drei Schichten. Es finden sich im Epithel jedoch ausserdem noch Zellen mit ganz anderem Charakter. Dieselben sind jenen im Blute und Bindegewebe wandernden Körperchen, den Wanderzellen, ähnlich und wurden bis jetzt auch als solche beschrieben (z. B. von Lissé). Diese Aehnlichkeit ist in den exquisitesten Fällen wirklich so gross, dass wir ihrer Form nach die Identität mit den Wanderzellen zugeben müssen. In anderen Fällen jedoch ist die Aehnlichkeit nicht so gross, oft nähern sie sich mehr den Epithelzellen als den Wanderzellen. Ich will die letzteren deswegen als leukocytoide Zellen bezeichnen.

Fig. 1 *H* Taf. I. stellt eine Wanderzelle dar. Sie ist stark mit einem Gemisch von Haematoxylin, Nigrosin und Safranin gefärbt, wobei das Haematoxylin stark überwiegt. Sie ist in Folge dessen viel dunkler als die umgebenden Epithelzellen. Der Kern ist länglich, unregelmässig mit zwei Fortsätzen versehen (an dem Bilde ist einer abgeschnitten). Das Plasmosoma fehlt, aber die Karyosomen sind gross, kantig in der Längenrichtung ausgezogen. Das Protoplasma fehlt wie es scheint gänzlich. Der Kern liegt intercellulär, manchmal ist er über zwei Schichten ausgezogen, offenbar ist es keine sesshafte Zelle.

Figg. 12, 13 Taf. I zeigt eine andere Wanderzelle mit mehreren kleinen Kernen (sie scheinen noch zusammen zu hängen, oft trifft man aber die Kerne weit von einander entfernt). Diese Zelle hat etwas Protoplasma. Die Kerne sind etwas heller als bei der vorher geschilderten Zelle, scharf conturirt mit einem runden Karyosoma in der Mitte.

13. Die zwei oben beschriebenen Formen enthalten sehr wenig, oft vielleicht gar kein Protoplasma, bei einigen wenigstens habe ich vergeblich danach gesucht. Die leukocytoiden Zellen enthalten umgekehrt sehr viel Protoplasma (Taf. I Fig. 14, Taf. II Fig. 29).

Beide Arten von Zellen — diejenigen mit und diejenigen ohne Protoplasma — sind auch in anderer Beziehung sehr von einander verschieden. Die Kerne der leukocytoiden Zellen sind blässer, weniger mit Haematoxylin und Safranin gefärbt, sie sind etwas bläulich, mit wenig Karyosomen erfüllt und diese letzteren sind ruddlich. Die Kerne sind meistens klein, selten rund, oft flach am Rande der Zelle liegend, mit eigenthümlichen Höhlen, in welchen das ganze Protoplasma, oder eigenthümliche Protoplasmakugeln sich lagern. Solche Höhlen sind manchmal an zwei oder drei Stellen vorhanden, so dass der Kern aussieht, als ob er durch zwei oder drei Kugeln zusammengepresst wäre (Fig. 11 Taf. I). Bei manchen Zellen besteht der Kern nur aus einer Platte der doppelt zusammengelegten Kernmembran. Die Platte dreht sich um sich selbst, beide Hälften trennen sich und die Zelle gewinnt so Aehnlichkeit mit den mehrkörnigen Wanderzellen.

14. Das Protoplasma einer Reihe dieser Zellen ist homogen, farblos, glasig, oft mit Pigmentkörnern erfüllt, manchmal etwas röthlich — dabei feinkörnig. Der Kern liegt wie bei den anderen Zellen peripher, ist aber gewöhnlich etwas grösser und nicht so platt, als bei den anderen. Das Protoplasma dieser Zellen schiebt nicht selten lange Fortsätze zwischen die anderen Zellen aus, mit oder auch ohne Pigment (Fig. 29 Taf. II).

15. Bei den anderen leukocytoiden Zellen ist das Protoplasma gewöhnlich noch reichlicher, nicht homogen, sondern mit stärker und schwächer lichtbrechenden Stellen, mit eigenthümlichen Streifen und Zügen durchsetzt. Es färbt sich etwas mit Nigrosin, aber immer schwächer als in den wahren Epithelzellen. Dieses Protoplasma enthält auch verschiedene paraplasmatische Einschlüsse.

16. Ehe ich zur Beschreibung dieser Einschlüsse übergehe, will ich über die Lage der leukocytoiden Zellen zu den Epithelzellen berichten:

Die protoplasmareichen leukocytoiden Zellen sind nur ausnahmsweise in der dritten Schicht zu treffen; gewöhnlich liegen sie in der ersten und zweiten Schicht. Manchmal sind sie den wahren Epithelzellen ausserordentlich ähnlich, so dass sich mikroskopisch kaum eine Grenze feststellen lässt. Fig. 14 Taf. I und Fig. 15 Taf. II stellen eine solche Zelle dar. Sie hat ein Plasmosoma, was die Wanderzellen so gut wie nie haben. Der Kern ist gross, ganz ähnlich den Epithelkernen; nur die beginnende Aushöhlung unterscheidet ihn von diesen.

Das einzige Merkmal, das meiner Ansicht nach jene Zellen einigermaassen sicher von den Epithelzellen unterscheidet, ist das Fehlen der Quersfäden in der Kittsubstanz. Jede Zelle im Epithel ohne Kitt ist eine leukocytoide Zelle, obwohl das Umgekehrte nicht immer gilt. Später werden wir noch ein Kennzeichen für die leukocytoiden Zellen finden, nämlich: gewisse Einschlüsse.

17. Die protoplasmareichen leukocytoiden Zellen liegen in den Höhlen, welche an lebenden Praeparaten mit einer hellen, stark lichtbrechenden Flüssigkeit gefüllt erscheinen. An den gehärteten Praeparaten erscheinen die Höhlen leer.

18. Die Wanderzellen mit den länglichen Kernen (Fig. 1 *W* Taf. I) trifft man in allen Schichten, wobei die in der ersten gewöhnlich grösser sind und oft mit zugespitzten Kernfortsätzen in die zweite Schicht hineinragen. Der Kern ist manchmal so gross wie der einer Epithelzelle. An der Basis der Cylinderzellen verlieren sie manchmal die Form des activen Zustandes und werden zu bläschenförmigen Kernen mit einer feinkörnigen Membran und einem Plasmosoma. Diejenigen von ihnen, die sich parallel zur Membrana basilaris lagern, sind von der Epithelzelle leicht zu unterscheiden. In diesem Zustande haben sie auch kein Protoplasma.

In der ersten und zweiten Schicht liegen die Wanderzellen intercellulär. In der dritten Schicht trifft man sie meistens in der Epithelzelle mit grossem hellem Kern (Figg. 7, 8, 9 und 10 Taf. I). Ein solches Verhalten in den ersten und zweiten Schichten habe ich nur ausnahmsweise gefunden; dabei bin ich nicht sicher, ob wirklich beide Kerne in einer Zelle waren oder ob nicht „unvollständige Kernteilung“ Flemming's hier vorläge. Die kleinen runden Wanderzellen (Fig. 12 Taf. I) befinden sich fast ausschliesslich in der ersten Schicht, an der Basalmembran.

19. Die oben erwähnten Protoplasmaeinschlüsse bestehen aus: 1. Plasmosomen, 2. grauen, 3. farblosen, 4. rothen, 5. violetten Protoplasmakugeln, 6. deutlichen Kernen und Zellen, 7. Pigment. Die 1. und 2. liegen nur im Epithel, 7. im Epithel und in den leukocytoiden Zellen; 3., 4., 5., 6. in den leukocytoiden Zellen.

20. Figg. 3, 4, 5, und 6 Taf. I zeigt eigenthümliche Kugeln im Protoplasma der kubischen Zellen der dritten Schicht. Man trifft sie nur hier. Die Kugeln sind bläulich-grau mit Nigrosin gefärbt. Ihre Grösse ist wechselnd: von einem Plasmosoma bis zu einem Kern. Sie liegen, vom Protoplasma umgeben, meistens nach aussen vom Kerne. Zwischen der Kugel und dem Protoplasma sieht man gewöhnlich eine helle Zone. Im Inneren enthalten sie manchmal hellere Stellen (Figg. 3, 4 Taf. I); sonst



sind sie homogen, haben keine Membran, in den grössten entstehen allmählich punktförmige Körner und ein Plasmosoma (Fig. 5, 6 Taf. I).

Manche von ihnen sind röthlich, dabei feinkörnig und mit winzigen Pigmentkörnern und auch von verschiedener Grösse wie die anderen.

Der Kern ist nicht selten an der Stelle wo die Kugel liegt, eingesunken (Fig. 3 Taf. I).

Die Wanderzelle liegt nie in einer Zelle mit einer grauen Kugel zusammen.

21. Die rothen Einschlüsse sind von zweifacher Art: rothe Körner von verschiedener Grösse und runde Körper auch von verschiedener Grösse (Fig. 16 Taf. II), jedoch alle kleiner als ein Epithelkern. Die Farbe durchläuft alle Zwischenstufen von intensivem bis zu ganz schwachem, kaum merklichem Roth (Fig. 17 und 31, Taf. II). Sie rührt ausschliesslich vom Safranin her. Es sind stark lichtbrechende Substanzen von regelmässig runder Form, manchmal stark, zuweilen schwach conturirt. Sie liegen selten frei im Protoplasma, meistens in Begleitung von violetten Substanzen. Die Figg. 17, 18, 19 Taf. II stellen oft vorkommende Formen dar: wir haben im Zellenleibe Protoplasmakugeln von verschiedener Zahl und verschiedener Grösse bis zur Epithelkerngrösse. Diese Kugeln enthalten meistens rothe, violette und farblose (ganz schwach röthliche) Substanzen, die so gelagert sind, dass auf einer Seite der farblosen Kugeln die Partikelchen von violetter Substanz im Zusammenhang oder frei peripher liegen. In der Mitte oder auf dem anderen Pol liegt die rothe Kugel.

Es sind auch nicht selten Formen, wie sie die Figuren 21, 23 und 27 Taf. XII darstellen: die rothe Kugel ist mit der violetten Substanz wie mit einer Schale umgeben. Die Quantitäten der rothen und violetten Substanz stehen mehr oder weniger im umgekehrten Verhältniss zu einander (in derselben Kugel): mit Vergrösserung der einen vermindert sich die andere. Die violette Substanz vermehrt sich, von kleinsten Partikelchen ausgehend, fortwährend, bis das ganze Protoplaststück, in dem sie liegt, zu einer violetten Masse wird, die grösser als ein normaler Epithelkern sein kann. Sie ordnet sich dabei manchmal so, wie die Chromatinsubstanz bei der Theilung. Das Vorhandensein von Resten der rothen Kugeln unterscheidet sie oft von den Theilungsfiguren, mit denen sie sehr leicht verwechselt werden kann. Dann ordnet sich die violette Substanz kettenartig und stellt offenbar einen Kern dar.

Dieser Kern hat keine oder sehr wenig Protoplasmen um sich. Er ist rund, ziemlich gross und hat keine Plasmosomen. Seine Farbe ist der der Kerntheilungsfiguren ähnlich, die Kernfäden sind dick. Im Ganzen ist er den Leukoeyten sehr ähnlich, man kann jedoch ihm von diesen leicht unterscheiden.

Wenn wir vom Einfacheren zum Zusammengesetzten übergehen, haben wir folgende Reihe zu betrachten:

1. leukocytoide Zelle mit reichlichem Protoplasma,
2. mit ganz kleinen oder grösseren farblosen Kugeln, Taf. II Fig. 16,
3. mit schwach und dann mit intensiv rothen Kugeln, Fig. 17,
4. mit rother und violetter Substanz in der Kugel, Figg. 17—22,
5. mit reichlich violetter Substanz, Figg. 23 und 24,
6. mit einem Kern der Epithel- oder Wanderzelle, Figg. 25, 26 Taf. II.

Damit ist selbstverständlich noch nicht gesagt, ob der diesen Formen zu Grunde liegende Process in der Wirklichkeit gerade so verläuft oder umgekehrt, und dass er überhaupt existirt.

22. Eine solche Nebeneinanderlage der beschriebenen Gebilde ist die am öftesten vorkommende. Es finden sich aber verschiedene Abweichungen davon, z. B. rothe und violette Kugeln liegen einzeln oder zusammen in einer Zelle, die durch Reste von Kittsubstanz mit den sie umgebenden Epithelzellen verbunden sind (Fig. 28 Taf. II); oder die rothe Substanz liegt neben dem deutlichen violetten Kern in der Theilungsform (Fig. 23 Taf. II). Die violetten Kugeln kommen nicht selten isolirt, ohne leukocytoide Zelle vor. Solche Abweichungen gehen jedoch nicht so weit, dass z. B. eine mit Kittsubstanz verbundene Zelle eine andere Zelle enthielte (das habe ich nie in der ersten und zweiten Schicht gesehen), oder dass eine rothe Kugel frei, intercellulär, ohne leukocytoide Zelle wäre, oder ein deutlicher Kern in dem Protoplasma der leukocytoiden Zelle neben anderen kleinen violetten Körnern u. s. w. u. s. w. Alles das habe ich nie getroffen. Fast jede von den geschilderten Einschlussformen kann von Pigment begleitet werden, die Figuren werden dabei manchmal verwaschen, undeutlich (Fig. 44 Taf. III). Meistens fehlt es jedoch (Figg. 16—25 Taf. II).

Damit glaube ich alle normaler Weise vorkommenden Gebilde im Epithel in Gruppen zusammengestellt und als solche beschrieben zu haben. Es müssten vielleicht noch eosinophile Leukocyten und eigenthümliche Bilder (Figg. 50 und 51 Taf. IV), die ich einige Male gesehen habe, erwähnt werden. Bei der Zählung war ich gezwungen, alles im Epithel Vorkommende zu berücksichtigen. Dabei erhebe ich nicht den geringsten Anspruch darauf, alle vorkommende Gebilde vollständig beschrieben zu haben.

Discussion der Beziehung der Epithelzellen zu den Leukocytoiden.

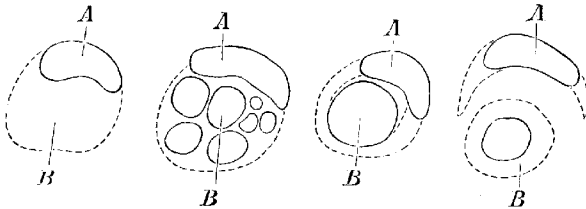
23. Was bedeuten nun diese Gebilde in den leukocytoiden Zellen und was sind diese Zellen selbst? Was für Vorgänge liegen dem Auftreten der beschriebenen Formen zu Grunde?

Wir treffen keine von diesen Gebilden weder in der äusseren Schicht noch unterhalb der Basalmembran, wenn diese unverletzt ist. Wir müssten unbedingt diese Gebilde in der dritten Epithelschicht finden, wenn sie von aussen kämen, oder unterhalb der Basalmembran, wenn sie von dem Bindegewebe oder Blute herkämen. Diese Gebilde also müssen im Epithel entstehen und vergehen.

Vor allem kann man denken, dass es sich hier um Degenerationsprocesse handelt. Es konnte vielleicht eine Epithelzelle oder eine Wanderzelle im Epithel degeneriren oder verfallen. Und in der That finden sich sichere Angaben in der neueren Literatur über Degeneration der Leukocyten, wobei ähnliche Figuren auftreten (z. B. bei Arnold). Für die Epithelzellen fehlen noch ähnliche Bilder, diese Processe aber sind überhaupt noch ungenügend für das Epithel studirt. Sehr genaue Beobachtungen sind über Degeneration der Eizelle gemacht. Hier aber sind ähnliche Bilder wie die rothen und violetten Kugeln nicht beobachtet. Andererseits ist von allen Forschern der Satz festgestellt, dass die Chromatinsubstanz bei der Degeneration der Zelle sich nie vermehrt, sondern stets vermindert ist.

Wenden wir dieses Kriterium auf unsere Bilder an, so sehen wir sofort klar, dass manche Bilder viel mehr Chromatinsubstanz enthalten als eine Epithelzelle, manche Bilder doppelt so viel und noch mehr. Es kann also von einer Degeneration der Epithelzelle nicht in allen Bildern die Rede sein. Es könnte aber eine Wanderzelle innerhalb einer Epithelzelle degeneriren. Wir treffen jedoch selbst bei genauester Untersuchung keine Wanderzelle innerhalb einer Epithelzelle in der ersten und zweiten Schicht, wohl jedoch in der dritten Schicht, andererseits sind die leukocytoiden Zellen mit Einschlüssen keine Epithelzellen: das ist sicher. Es könnte nur ein Phagoeyt die Wander- oder Epithelzelle verdauen und dadurch die Kugeln erzeugen, aber im Epithel finden sich keine freien Phagoeyten; die leukocytoiden Zellen ohne Einschlüsse sind so ähnlich den Epithelzellen, dass es kein Zweifel sein kann, dass es sich nicht um Phagoeyten handelt. Weiter weisen Figg. 22, 23, 24, die gar nicht selten sind, deutlich auf Processe, die nicht im Protoplasma der Zelle vor sich gehen, sondern die auf Umwandlung des Protoplasmas selbst beruhen: wir sehen hier fast das ganze Protoplasma in Kugeln zerfallen, ähnlich wie z. B.

manche Infusorien oder Protisten Häckel's. Diese Bilder können nicht durch eine **Degeneration** weder der Epithelzelle, noch eines Leucocyten noch Phagoocyten erklärt werden. Es muss also ein anderer Process diesen Bildern zu Grunde liegen. Um diesem Process auf die Spur zu kommen, müssen wir die nächstverwandten Formen zu diesen Bildern suchen und sie in eine Reihe zusammenstellen. Wenn diese Gebilde in der Zelle entstehen und vergehen, wenn die Kugeln irgendwie sich verändern, so kann dies nur geschehen im Sinne eines Zerfalles der Kugel, eines Wachsens oder Kleinerwerdens, eines Entfärbens oder Stärkergefärbtwerdens. Die im § 21 aufgestellte Reihe zeigt weiter nichts als oben dies. Andererseits enthält sie alle Formen, die im Epithel, in der innersten und mittleren Reihe vorkommen. An einem Ende dieser Reihe findet sich die Zelle mit Kern, an dem anderen fast homogenes wenig färbendes Protoplasma und ein zu ihm gehörender, meist peripher liegender Kern. Diese letztere Form unter-



scheidet sich dabei so ausserordentlich wenig von der Epithelzelle, dass keine sichere Grenze zwischen ihr und der Epithelzelle angegeben werden kann.

Das eine Ende unserer Reihe also liegt in der Epithelzelle. Es ist dies eine Epithelzelle, die die Kittsubstanz verliert, und allmählig die Kernform verändert, indem in ihr rothe und violette Gebilde auftreten u. s. w. Nun fragt sich's, als welche Zellen können wir die am anderen Ende der Reihe befindlichen deuten, die an Stelle des Protoplasmas mit Figuren auftritt?

Betrachten wir die Figur 25 Taf. II, so werden wir ohne Zweifel einen Epithelkern erkennen. Figg. 23, 24 hat so reichliche Chromatinsubstanz, dass sie nichts Anderes sein kann, als auch ein Epithelkern. Solche Figuren treffen wir massenhaft oft auch allein im Epithel stehend. Andererseits spricht Fig. 26 unzweideutig für eine Wanderzelle.

Am anderen Ende der Reihe findet sich also wieder eine Epithelzelle oder eine Wanderzelle. Sämmtliche Figuren mit der Zelle vom ersten Ende der Reihe sprechen dafür, dass sie in den weiteren Gliedern der Reihe zu einer leukocytoiden Zelle wird.

24. Ferner entsteht die zweite Frage: was ist der Anfang und was das Ende des Processes?

Nehmen wir an, dass das Anfangsstadium eine Zelle mit reichlichem Protoplasma sei, dann müssen wir den ganzen Process als Entstehung neuer Zellen innerhalb der ersten deuten.

Nehmen wir dieses dagegen als das Endstadium an, dann haben wir das Untergehen einer Zelle (B) vor uns — eine Degeneration. Im ersten Falle hätten wir ausserdem eine Umwandlung einer Epithelzelle (A) in eine leukocytoide Zelle, in dem zweiten ein Entstehen einer Epithelzelle aus einer leukocytoiden Zelle. Diese letztere könnte nur ein Phagocyt sein, weil andere Zellen bis jetzt unbekannt sind, welche die Eigenschaft — andere Zellen aufzunehmen und zu „verdauen“ — besässen.

Trotzdem unsere Bilder deutlich genug gegen die letztere Annahme sprechen, habe ich mir jedoch grosse Mühe gegeben, ein anderes Entscheidungsmoment zu finden, um jede „Zufälligkeit“ der mikroskopischen Bilder auszuschliessen. Es schien mir der beste Weg der, die Sache experimentell anzugreifen, die Gebilde künstlich hervorzurufen und sie in ihrer Aufeinanderfolge zu studiren. Ich habe dazu sehr viele Mittel versucht, die Froschlarven in verschiedenen Nährlösungen gehalten, verschiedene Substanzen injicirt, geätzt und gereizt, aber ohne den gewünschten Erfolg. Endlich griff ich zur Electricität und diese leistete mir gute Dienste.

25. Den Versuch selbst habe ich auf folgende Weise angestellt. Durch ein kleines mit Wasser gefülltes Glasgefäss von etwa 30^{ccm} Inhalt, worin sich einige Froschlarven befanden, habe ich einen faradischen Strom geleitet. Der Strom war so stark, dass die Schwänze eben nicht zuckten. Nach $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3, 6, 12, 24, 36, 48 Stunden habe ich je eine Froschlarve in Sublimat zur Härtung gebracht. Den Versuch habe ich mehrmals auch in verschiedenen Jahreszeiten wiederholt, indem ich ihn auf verschiedene Weise modificirte. Um z. B. zu controliren, ob vielleicht die Verschiedenheit der Froschlarve eine Rolle spielt, habe ich von ein und derselben Froschlarve in entsprechenden Zeiten ein Stück vom Schwauze abgetragen und in Sublimat gebracht.

Die Resultate waren dabei nur in Bezug auf die Zeit der Reaction der Gewebe auf den Reiz nicht immer übereinstimmend. Einmal habe ich erst nach 24 Stunden das erzielt, was ich in einem anderen Falle nach $1\frac{1}{2}$ Stunde erzielt habe. Sonst bekam ich jedesmal dieselben Resultate.

Diese sind folgende:

Die Frenkel'schen Figuren vergrössern sich allmählich, schwellen stossen sich von der Membran ab, saugen das Protoplasma auf und wandeln sich in die Kugel um (Figg. 34—40, Taf. III). Die ganze Zelle (erste Schicht)

vergrössert sich ziemlich stark, der Kern wandert nach dem äusseren Ende der Zelle, legt sich quer, wird bedeutend kleiner, zackig. Die Kittsubstanz verschwindet; an der Oberfläche der Zelle erscheinen rothe, linsenförmige sehr kleine Partikelchen. Die äussere Schicht des Protoplasma trennt sich von dem Uebrigen, das sich mit den Frenkel'schen Figuren vermischt und so entsteht eine Art von Zellmembran, die mit den anderen verklebt ist und lebhaft an die Pflanzengewebe erinnert.

In den rothen Kugeln entstehen allmählich kleine bläuliche später röthliche Gebilde die, wie es scheint, von dem Inhalte des alten Kernes sich trennen. Diese Gebilde mit den an der Oberfläche entstandenen Partikelchen ordnen in der Kugel die rothe Substanz um sich herum, indem sie selbst die runde Form verlieren, und als dunkle Streifen in die Chromatinsubstanz sich umwandeln (Figg. 35, 36, 37, 38, 40, Taf. III). Andererseits kann die rothe Kugel in einen Haufen von kleinen zerfallen.

In dem Wasserbade fand ich massenhaft abgestossene Epithelzellen, genauer konnte ich jedoch die abgestossenen Zellen nicht untersuchen, denn die Flüssigkeit war mit sehr reichlichen Darmexcrementen verunreinigt.

Die beschriebenen Gebilde entstehen ohne Zweifel an Stelle des Epithelprotoplasma. In der weiteren Entwicklung behalten sie noch dieselbe Lage wie die ursprünglich geschwollenen Frenkel'schen Figuren (vergl. Taf. III, Fig. 36 mit Figg. 38 und 40). Sie wachsen innerhalb der Zellmembran wie Bienenlarven in den Wachszellen. Die Zellenzahl kann ich trotz ihrer Bedeutung nicht angeben, da das Epithel immer unregelmässig abgesprungen und lückenhaft war. Ich kann hier im Allgemeinen sagen, dass in der äusseren Schicht die Zellen sich stark vermehren und die Zellen mit rothen Gebilden sehr häufig sind. Dieser Process dauerte im Epithel noch lange — vielleicht einige Tage, nachdem die Reizung mit Wechselströmen aufgehört hat.

26. Das Experiment zeigt also, dass die Gebilde keine Parasiten und die leukocytoiden Zellen keine Phagocyten, sondern Vorgangsformen im Epithel selbst sind. Der Anfang unserer Reihe liegt also in der Epithelzelle. Damit ist gesagt, dass der Process eine Vermehrung der Zellen ist; es entstehen aus einer Zelle zwei, drei oder vielleicht vier neue Zellen. Der alte Kern erleidet dabei eine eigenthümliche Veränderung, wodurch er mit einem Reste von Protoplasma zu einer Wanderzelle wird. Die Epithelzelle wandelt sich also um in eine leukocytoide Zelle (oder richtiger gesagt in eine phagocytoide Zelle), dann zerfällt sie in zwei, drei oder vier neue Zellen, von denen ich die Zelle mit dem alten Kerne die perigene und die im Protoplasma entstandene die endogene Zelle nennen will. Die endogene Zelle wird meistens zur Epithelzelle, seltener zur Wanderzelle. Die in § 21 beschriebenen Verhältnisse sprechen dafür, dass die Umwandlung einer Epithel-

zelle in eine leukocytoide Zelle und die Ausbildung einer neuen Zelle in ihrem Protoplasma nur im Allgemeinen Hand in Hand geht. Die einzelnen Stadien des Processes entsprechen nicht immer streng einander, obwohl keine grossen Differenzen bestehen. Nachdem die Tochterzelle fast fertig ist, wandert die alte Zelle aus, diese Auswanderung kann jedoch auch etwas früher eintreten, sodass wir die violetten Kugeln so oft alleinstehend finden. Fig. 41 Taf. III stellt eine violette Kugel und den alten Kern (perigene Zelle), der im Auswandern begriffen ist, dar. Er schickt einen langen Fortsatz aus der Höhle nach aussen und seinem ganzen Aussehen nach befindet er sich im activen oder Bewegungszustande.

Ferner giebt es Bilder in jedem Entwicklungsstadium der jungen Zelle, die sich von den anderen Figuren durch eine Verwaschenheit der Formen und durch Auftreten von Pigment innerhalb der entstehenden Gebilde unterscheiden (Fig. 44, Taf. III). Vergleichen wir weiter Figg. 30, 31 mit Fig. 32, so gelangen wir zur Annahme, dass der Process in jedem Stadium stehen bleiben kann; die Gebilde zerfallen, es entwickelt sich Pigment und die Epithelzelle wandelt sich so in eine Pigmentzelle um. Es sind auch Fälle möglich, wo die Epithelzelle dabei gänzlich zerfällt, d. h. degenerirt.

27. Gehen wir jetzt zu den grauen Kugeln der kubischen Zellen der äusseren Schicht über. Aus den im §. 20 geschilderten Bildern sind vor allem zwei Thatsachen zu constatiren: 1. dass die graue Kugel ihre Grösse allmählich verändert und ihre Farbe fast gar nicht; 2. dass ihre Form in die eines Epithelkernes allmählich übergeht. Diese zwei Thatsachen lassen sich mit aller Bestimmtheit nachweisen. Es ist für die letztere Thatsache besonders wichtig, dass in der grauen Kugel ein Plasmosoma auftritt. Dies beweist, dass wir mit keiner zu Grunde gehender Wanderzelle zu thun haben, sondern mit Veränderung eines Epithelkernes, mit seiner Degeneration oder Neubildung. Wenn wir aber das Kleinerwerden der Kugel in einer Reihe von Bildern verfolgen, so kommen wir endlich auf ein Plasmosoma, das wir von den kleinsten Kugeln gar nicht mehr unterscheiden können. Es kann sich also hier nur um die Neubildung eines Epithelkernes handeln, weil im umgekehrtem Falle wir annehmen müssten, dass der Epithelkern sich in eine graue Kugel und dann allmählich in ein Plasmosoma umwandelt und dann als solches in einen Epithelkern einwandert, was Allem, was wir vom Plasmosoma wissen, widerspricht.

Nun aber entwickelt sich die graue Kugel in einer Epithelzelle mit einem Kern; wenn also aus einer Kugel ein neuer Kern wird, so müssen wir in einer Zelle oft zwei Kerne treffen, und in der That ist das der Fall. Diese Thatsache habe ich schon im §. 8 erwähnt. Damals jedoch habe ich einen von den beiden Kernen als eine Wanderzelle bezeichnet, weil wir

ebensolche Kerne in der inneren und mittleren Schicht interzellulär als Zellen treffen. Es handelt sich also um ein Auswandern des alten Kernes aus einer Epithelzelle. Dafür sprechen weiter die Thatsachen; 1. dass wir in einer Epithelzelle der dritten Schicht keine anderen Bilder sehen ausser den grauen Kugeln und Plasmosomen; wir müssten andere treffen, wenn die Wanderzelle in eine Epithelzelle einwandert und dort degenerirt; 2. dass die zwei Kerne in einer Zelle nie zusammen mit einer Kugel liegen; 3. dass zwei Kerne in einer Epithelzelle sich nur in der dritten Schicht finden u. s. w.

Freilich ganz unzweifelhafte Uebergänge beider Formen (ein epithelialer Kern und Wanderzelle) bin ich nicht sicher gesehen zu haben. (Die Zelle A Fig. 4, Taf. I könnte vielleicht als solche angesehen werden.)

Wäre aber diese Umwandlung eine sichere Thatsache, so glaube ich, wäre es kaum möglich eine solche Uebergangsform zu fixiren, denn es handelt sich offenbar nur um zwei verschiedene Functionszustände. Es handelt sich ja nur um einen Uebergang vom passiven zum activen Zustande.

28. Desswegen ist es auch schwer das weitere Schicksal der Wanderzellen mit länglichen Kernen zu verfolgen. In der ersten Schicht werden sie, wie wir gesehen haben, grösser (manchmal grösser als ein Epithelkern). Ferner liegen an der Basilmembran grosse protoplasmareife bläschenförmige Kerne.

Es liegt der Gedanke sehr nahe, die letzteren auch als eine neue Functionform der ersteren Zellen anzusehen. Eine Gewissheit konnte ich darüber auch durch die Zellenzahlen nicht gewinnen, da die Zahl der bläschenförmigen Kerne ungenau ist. Man kann nämlich nur die der Membran parallel liegenden zählen; die senkrecht stehenden kann man unmöglich von den Epithelkernen unterscheiden. Dazu kommen die Kerne der durch Reproduction entstandenen Zellen. Andererseits habe ich Bilder (Fig. 56, Taf. XXII) gesehen, wo ein Durchwandern einer Wanderzelle durch die Membran unzweifelhaft ist.

Es sind also beide Möglichkeiten vorhanden. In den Blutgefässen und in dem Bindegewebe wird man sie als Leukocyten bezeichnen. Der an dem Plasmosoma entstandene Kern in der dritten Schicht entspricht dem endogenen Kerne der ersten und zweiten Schicht, der alte ausgewanderte Kern entspricht der perigenen Zelle der ersten und zweiten Schicht.

29. Ueber die Wanderzellen im Epithel ist eine Arbeit von Dr. J. H. List erschienen: Zur Morphologie wandernder Leukocyten¹

¹ *Archiv für mikroskopische Anatomie*. Bd. XXVIII.

Bildung der Wanderzellen aus dem Epithel (Archiblast) ist schon bei den Echinodermen und Coelenteraten beobachtet.¹

Dass im Epithel neue Zellen endogen entstehen, haben mehrere Forscher seit lange behauptet — namentlich Pathologen.

So beschreibt in seiner Cellularpathologie Virchow Zellen, die er Physaliphoren nennt. Diese Zellen sind höchst wahrscheinlich dieselben, die ich als leukocytoide mit farbigen Einschlüssen genannt habe, ohne vorher die Virchow'sche Arbeit zu kennen. Weiter waren His, Buhle,² Remak,³ Eberth,⁴ Oter,⁵ Hofmann, v. Recklinghausen⁶ u. a. Forscher, die dasselbe nachzuweisen versuchten. Ich will nicht auf die von Conheim'scher Schule dagegen gemachten Einwände eingehen, da erstens der Inhalt meiner Arbeit von denselben unberührt bleibt, andererseits bin ich jedoch zu etwas anderen Resultaten gelangt als die oben genannten Forscher. Sämmtliche Forscher glaubten nämlich, die Tochterzelle werde zu einer Wanderzelle bez. zu einem Schleim- oder Eiterkörperchen, die Mutterzelle bleibe dagegen eine Epithelzelle. Meine Resultate sind die: die Tochterzelle (Kern) wird meistens zur Stellvertreterin der alten Zelle d. h. zu einer neuen Epithelzelle und die Mutterzelle — die perigene Zelle — zur Wanderzelle. Ich bin weit davon einen Widerspruch zu sehen zwischen beiden Ansichten in Betreff der Tochterzelle. Ich habe die Epithelzellen in den normalen — physiologischen — Bedingungen untersucht, jene Forscher in abnormen pathologischen. Es ist mir höchst wahrscheinlich, dass die junge Zelle unter den letzteren Bedingungen (z. B. Carcinom) nicht das letzte Stadium ihrer Entwicklung erreicht und halb entwickelt nach aussen oder nach innen abgestossen wird, um irgendwo weitere Schicksale zu erleiden (Metastase). Denn die normalen Verhältnisse geben genug Bilder wie Figg. 37, 38, die zu Gunsten der Ansichten jener Forscher sprechen. Dagegen bin ich fest überzeugt, dass die Mutterzelle stets zu einer Wanderzelle wird. Damit hängt offenbar zusammen, dass ein so grosser Reichthum an Wanderzellen in der Nähe von Krebszapfen vorhanden ist.

Die Physaliden hat Virchow in den Krebszellen reichlich gefunden. In derselben Function des Epithels hat wahrscheinlich Grund auch das Verhältniss zwischen dem Archiblast und Parablast, den His in folgenden

¹ Hertwig, *Entwicklungsgeschichte*. S. 130.

² Virchow's *Archiv*. Bd. XXI. S. 163. Bd. XXI. S. 480.

³ Virchow's *Archiv*. Bd. XX. S. 198.

⁴ Virchow's *Archiv*. Bd. XXI. S. 106. — S. 361. *Untersuchungen aus dem pathologischen Institut zu Zürich*. II und III.

⁵ *Studien aus dem Institut für experimentelle Pathologie in Wien*. 1870. I.

⁶ *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften*. 1867. Nr. 31. — v. Recklinghausen's *Pathologie*.

Satz zusammenfasste: Die archiblastischen Gewebe wirken als ein Vegetationsreiz auf ihre parablastische Umgebung. Ueberall, wo die Berührung beider Bildungen möglich ist, da entsteht an der Grenze ein dichtes Gefässnetz das die archiblastischen Theile umschliesst, oder zwischen dieselben sich, eindringt u. s. w.¹ Aehnliche Bilder wie meine hat Lukjanow in dem Darm- und Drüsenepithel gefunden.² Es sind wahrscheinlich auch hier ähnliche Prozesse wie im Ectoderm. Was für physiologische Bedeutung das haben könnte, will ich nicht näher erörtern.

Pigmentzellen.

30. Es bleibt noch übrig die siebente Art der Protoplasmaeinschlüsse zu beschreiben: das Pigment.

Ursprünglich — in den embryonalen Zellen — sind keine Pigmentzellen im Organismus vorhanden; das Pigment befindet sich in allen Zellen gleichmässig reichlich. Später — mit dem Verschwinden der Dotterkugeln — wird das Pigment mehr und mehr in der Richtung nach aussen von den Epithelzellen abgelagert, so dass jede Epithelzelle nach innen frei, nach aussen mehr oder weniger mit Pigment beladen ist.

Dasselbe kommt auch im Momente der Schichtenbildung vor. Die erste Reihe legt das Pigment nach der äusseren Seite der Zelle ab, die innere bleibt frei. Die zweite Schicht macht dasselbe. In der weiteren Entwicklung treffen wir einzelne noch deutliche Epithelzellen mit Pigment schon mehr beladen wie die anderen (Fig. 45, Taf. IV). Endlich bleiben nur vereinzelte typische Pigmentzellen, die anderen Zellen sind frei (Fig. 46).

31. In dem sich regenerirenden Epithel, z. B. nach der Amputation des Schwanzes einer älteren Froschlarve, findet sich Pigment auch in jeder Epithelzelle. Die Kerne bleiben frei vom Pigment wie bei den embryonalen Zellen, das Protoplasma enthält mehr oder weniger zerstreute Pigmentkörner: am meisten Pigment liegt in der Kittsubstanz, sodass in späteren Stadien des Regenerirens sich ganze Netze von diesen Pigmentkörnern zwischen den Epithelzellen befinden, besonders in der ersten Schicht. Dazu kommen leukocytoide Zellen vor, die mit Pigment reichlich beladen sind und die Protoplasmafortsätze nach allen Richtungen zwischen die Zellen hinschicken. Diese Protoplasmafortsätze sammeln, wie es scheint, das in der Kittsubstanz abgelagerte Pigment.

32. Bei den älteren Froschlarven befindet sich unter normalen Bedingungen Pigment im Bindegewebe und im Epithel. Im Bindegewebe

¹ His, *Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierkörpers*. S. 200.

² *Archiv für Anatomie und Physiologie*. Phys. Abth. 1887.

trifft man es in länglichen Zellen mit langen Fortsätzen nach allen Richtungen mit den Bindegewebsmaschen verbunden. Diese Zellen liegen in verschiedenen Ebenen und in allen Theilen des Bindegewebes des Schwanzes, in der Mitte; längs und quer, am Ende und an den Rändern. Weiter finden wir im Bindegewebe grosse Zellen dicht mit Pigment gefüllt (der Kern bleibt immer frei). Sie sind von zweierlei Art:

1. vereinzelte kugelige, ganz undurchsichtige, ohne Fortsätze in der Nähe vom Epithel;
2. flache, wovon fast immer mehrere mit den Fortsätzen zusammenhängen.

Im Querschnitte haben die letzteren die Gestalt lang ausgezogener dunkler Streifen (Fig. 1, Taf. I). Im Flächenschnitte stellen sie grosse, sternförmige Platten mit vielen dicken Ausläufern vor, die gewöhnlich an eben solchen Ausläufern von anderen Pigmentzellen haften (Fig. 48, Taf. IV). Sie liegen mit Vorliebe an Zellmembranen (oder vielleicht in allen Membranen) z. B. an Gefässwänden; sie umschliessen dabei das Gefäss manchmal gänzlich, besonders an den Rändern des Schwanzes; dann an der Muskelscheide, an der Wand der Chorda dorsalis u. s. w., endlich an der Membrana basilaris: hier schimmern sie durch das Epithel als dunkle Flecken hindurch.

Im Bindegewebe sind zwei Arten von Pigment:

1. dunkelbraunes körniges;
2. hell-grünlich-gelbes (Farbe vom frischen Blutkörperchen) krystallinisches (Fig. 49, Taf. IV).

Das erstere sieht man mit blossem Auge als dunkle schwarze, das zweite als hellgraue Flecken. Das letztere kommt in denselben Zellen wie das erste vor, nur in den kugeligen Zellen liegt es nie. Die Fortsätze der Zellen mit hellem Pigment sind etwas plumper abgerundet, als ob sie abgeschmolzen wären, oft deutlich in die Bindegewebsfäden auslaufend. Ihr Kern ist meistens deutlich zu sehen, bei den sternförmigen Zellen ist er von ovaler Form; bei den Zellen mit dunklem Pigment sind die Kerne sehr selten sichtbar. In der Entwicklung der Larve erscheint das helle Pigment später als das dunkle. Im Epithel befindet sich bloss das dunklere Pigment. Hier liegt es theilweise in dem Protoplasma der Cylinder- und kubischen Zellen der ersten und zweiten Schicht zerstreut, theilweise in der Kittsubstanz abgelagert, oder in besonderen Pigmentzellen angehäuft. Die normalen Epithelzellen enthalten überhaupt sehr wenig Pigment im Vergleich zu den embryonalen Zellen oder den sich nach der Amputation des Schwanzes regenerirenden.

33. Die spezifischen Pigmentzellen im Epithel enthalten sehr verschiedene Mengen von Pigment; manche von ihnen sind dicht mit Pigment gefüllt, ganz undurchsichtig, rundlich oder mit zahlreichen, nach allen Richtungen auseinandergehenden, sehr langen Fortsätzen, die jedoch mit Vorliebe parallel zur Basalmembran zwischen der ersten und zweiten Schicht oder an der Membran selbst verlaufen. Sie umgeben nicht selten einzelne Epithelzellen von allen Seiten. Ihre Grösse ist verschieden; die kugeligen Zellen mit wenigen oder keinen Ausläufern, sind grösser als die anderen.

Andererseits giebt es Zellen mit oder ohne Ausläufer, die nicht so reichlich mit Pigment erfüllt sind. Diese Zellen nähern sich mit dem Verschwinden des Pigmentes ihrer Form nach allmählich den leukocytoiden Zellen mit reichlichem Protoplasma, die im §. 13 beschrieben werden. Schon im §. 20 habe ich bemerkt, dass die rothen und violetten Einschlüsse von Pigment begleitet werden können.

Figg. 30, 31, 44, Taf. II stellen solche Zellen dar. Das Pigment lagert sich nach der Peripherie in einem Kranze. Dieser Kranz besteht offenbar aus Protoplasma der leukocytoiden Zellen (*A*).

Fig. 27, Taf. II stellen ebenfalls dieselben Verhältnisse dar. Hier sieht man ausserdem die Protoplasmazüge mit Pigment von der Kernmembran ausgehen. Es scheint als ob die Chromatinsubstanz des Kernes sich in Pigment verwandle. In manchen Epithelzellen der äusseren Schicht trifft man nicht selten Pigmentklümpchen an Stelle des Plasmosomas. Man trifft in einer ganzen Reihe von Zellen, auch im Protoplasma, eben solche Partikelehen.

Karyokinetische Figuren bei den Pigmentzellen habe ich nie beobachtet. Die Pigmentzelle als solche vermehrt sich nicht wie es scheint.

Discussion der Beziehung der Pigmentzellen zum Epithel.

34. Der Ursprung der Pigmentzellen ist auch aus den geschilderten (§§. 30, 31, 32, 33) Verhältnissen ziemlich klar. Das hellere Pigment ist offenbar das umgewandelte dunkle. Es erscheint in der Entwicklung des Organismus später, in dem entwickelten an derselben Stelle, wo die dunklen Zellen sich befanden. Es ist ein Auflösungsstadium des dunkleren. Die Zellen, in welchen das Pigment lag, werden zu grossen Bindegewebezellen mit vielen Ausläufern, die mit den anderen die Bindegewebsmaschen bilden. Manche von ihnen haben im Anfang noch ein Plasmosoma, das allmählich verschwindet. Die Identität der dunklen Pigmentzellen des Bindegewebes und des Epithels ist unzweifelhaft. Die Auflösung des Pigments im Bindegewebe geht vor sich, weil im Epithel keine Zellen mit helleren Pigment

vorhanden sind. Daraus folgt, dass die Pigmentzellen von dem Epithel in's Bindegewebe kommen, aber nicht umgekehrt.

Das Pigment bildet sich im Epithel, wie es die embryonalen und die degenerirenden Zellen nach der Schwanzamputation deutlich zeigen. Es wird in den Pigmentzellen an der Kittsubstanz aufgesammelt und nach innen abgeführt. Andererseits entsteht es bei degenerativen Processen der Epithelzellen (§. 31).

Die Zelle, die Pigment sammelt, ist ursprünglich eine Epithelzelle, die sich von den anderen ablöst und Fortsätze zwischen den Zellen hinschickt u. s. w. Denn sie enthält oft noch das Plasmosoma, welches die Wanderzellen so gut wie nie haben. Die allmähliche Umwandlung ihrer Form ist in den Bildern mit jeder überhaupt denkbaren Vollständigkeit zu sehen. Die embryonalen Pigmentzellen endlich unterscheiden sich durch gar nichts von den Epithelzellen, als nur durch reichlicheres Pigment.

Einige Epithelzellen lösen sich also von der Umgebung ab, indem in ihnen Körnchen von Pigment entstehen. Sie schicken die Fortsätze zwischen die anderen Epithelzellen, sammeln so das in der Kittsubstanz abgelagerte Pigment, werden dadurch immer dunkler und wandern als runde Klumpen in das Bindegewebe aus. Hier entfalten sie sich allmählich wieder, schicken Fortsätze zu anderen Bindegewebszellen, wobei ihr Pigment heller krystallinisch wird und endlich sich ganz auflöst, die Zelle wird zu einer Bindegewebszelle. Andere wieder lagern sich, wie wir gesehen haben, gern in Form von grossen sternförmigen Platten mit ovalen Kernen (ähnlich also den Endothelkernen) an, verschiedene Membranen verlieren allmählich ihr Pigment und werden selbst zur Muskelscheide, Gefässwand u. s. w. u. s. w.

35. Ueber Pigmententstehung in Cutis und Epidermis sind sehr viele Arbeiten veröffentlicht. Die ältere Litteratur ist in „*Allgemeine Pathologie*“ v. Recklinghausen's zusammengestellt. Von den neueren Arbeiten sind mir folgende bekannt:

Ehrmann, Untersuchungen über die Physiologie und Pathologie des Hautpigments. *Vierteljahrsschrift für Dermatologie und Syphilis*. 1885 und 1886.

Aeby, Herkunft des Pigments im Epithel. *Medicinisches Centralblatt*. 1885. Nr. 16.

Riehl, *Vierteljahrsschrift für Dermatologie und Syphilis*. 1884.

Kölliker, *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*. Bd. XLV. — *Anatomischer Anzeiger*. Bd. II.

Karg, *Anatomischer Anzeiger*. 1886.

Nach der allgemeinen Ansicht entwickelt sich Pigment im Bindegewebe des Coriums und wandert in's Epithel theils mit den Zellen, die es dahin führen, theils selbstständig vermittelt der Zellfortsätze, da die Pigmentzellen des Coriums oft Ausläufer in der Epidermis haben. „In dem Epithel wird kein Pigment gebildet.“ Meistens bringt man dafür

keine Beweise, die Sache scheint selbstverständlich zu sein; so sagt z. B. Aeby kurz: „Im Epithel wird kein Pigment gebildet. Wo solches auftritt, geschieht es auf dem Wege der Einwanderung von Seiten des benachbarten Bindegewebes her. Als Träger dienen Wanderzellen“¹ u. s. w. Dr. Quincke und Dr. Ehrmann wollten obige Behauptung experimentell beweisen.² Sie haben die Haut gequetscht und dadurch den Blutaustritt in's Corium bewirkt. Später zeigten sich an demselben Orte die Pigmentzellen. Sie glauben dadurch den Beweis zu liefern dafür, dass das Pigment von haematogenem Ursprung ist. Daraus jedoch zu schliessen, dass das Pigment **nur** auf diesem Wege entsteht, ist, glaube ich, unzulänglich. Nach meinen Untersuchungen befindet sich das Pigment schon im Epithel des Embryo, während die Zellen noch mit Dotterkugeln dicht gefüllt sind, und im Epithel noch keine den Leukocyten ähnliche Zellen sich finden, indem in dem Kreislauf noch unvollkommene Blutkörperchen existiren, ja, indem noch kein Kreislauf existirt. Ausserdem spricht die Pigmentatrophie der Gewebe deutlich genug gegen die obige Deutung des Experiments. Endlich ist unmittelbar beobachtet ein Uebergang der Pigmentzellen in die Blutgefässe.³

Ebensowenig Beweiskraft besitzt das Experiment von Dr. Karg, der ein weisses Hautstück auf einen Neger transplantierte und Negerhaut auf einen Weissen. Im ersten Falle hat er Schwärzung der Haut mit der Zeit gefunden, in dem zweiten das Weisswerden constatirt. Nun habe ich schon oben bemerkt, dass die äussere Farbe der Haut nicht nur auf der Bildung des Pigments beruht, sondern auch auf seiner Aufbewahrung resp. Nichtzerstörung. Worauf die verschiedene Zeitdauer der Lösung des Pigments zurückzuführen ist, weiss ich nicht, die Thatsache selbst kann man jedoch jeder Zeit mikroskopisch constatiren. Beim Neger kann offenbar das Pigment in derselben Quantität gebildet werden, wie beim Weissen, aber bei diesem wird es rascher, bei jenem langsamer zerstört. Bei Negern sind ja auch gelegentlich weisse Hautstellen beobachtet.

Zahlenverhältnisse der verschiedenen Zellen.

36. Folgende Tabelle (S. 26 bis 30) enthält Zellenzahlen in einem Querschnitte des Schwanzes. So habe ich noch vier Schnitte vollständig gezählt und in 15 Schnitten unvollständig, nur einzelne Zellensorten, wie z. B. Zellen mit Einschlüssen, Kerntheilungsfiguren u. s. w. Die in §§. 37, 41 gegebenen Zahlen sind Mittelzahlen von allen gezählten Schnitten. Die Zählung habe ich mit Oelimmersion (Seibert $\frac{1}{12}$) und nur an hellen Tagen vorgenommen.

¹ *Medicinisches Centralblatt*. S. 274.

² *Vierteljahrsschrift für Dermatologie und Syphilis*. S. 512.

³ v. Recklinghausen, *Allgemeine Pathologie*. S. 445.

Gesichtsfeld	In der ersten Schicht					In der zweiten Schicht					In der dritten Schicht					Gesamtzahl																		
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	46	47	48	49	50	51		52	53	54	47	48	49	50	51	52	53	54	55						
1. Epithelzellen	18	21	19	17	22	19	24	10	150	14	19	11	15	12	16	21	9	117	9	12	11	9	15	14	11	11	11	83						
2. Plattenepithelzellen																		2	3	4								2						
3. Zellen m. gr. runden Kernen der dritten Sch.																			4	5	5	9						4						
4. Kernteilungsfig.																		1?										1						
5. Plasmosoma ausserhalb des Kernes																												1						
6. Graue Kugeln der dritten Schicht																												1						
7. Leukocytoide Zellen																												1						
8. Leukocytoide Zellen mit runden Kernen																												1						
9. Grosse Leukocyten																												1						
10. Leukocytoide Zellen mit länglichen Kernen																												1						
11. Leukocyten mit reichlichem Protoplasma																												2						
12. Farbige Einschlüsse																												2						
13. Pigmentzellen, wenig pigmentirt																												1						
14. Pigmentzellen, reichlich pigmentirt																												4						
Gesichtsfeld	61	60	59	58	57	56	55	54	61	60	59	58	57	56	55	54	61	60	59	58	57	56	55	54	61	60	59	58	57	56	55	54		
1. Epithelzellen	18	17	20	19	22	20	19	135	16	17	16	22	12	15	21	119	14	10	14	14	12	17	12	93										
2. Plattenepithelzellen																																		
3. Zellen m. gr. runden Kernen der dritten Sch.																																		
4. Kernteilungsfig.																																		
5. Plasmosoma ausserhalb des Kernes																																		
6. Graue Kugeln der dritten Schicht																																		
7. Leukocytoide Zellen																																		
8. Leukocytoide Zellen mit runden Kernen																																		
9. Grosse Leukocyten																																		
10. Leukocytoide Zellen mit länglichen Kernen																																		
11. Leukocyten mit reichlichem Protoplasma																																		
12. Farbige Einschlüsse																																		
13. Pigmentzellen, wenig pigmentirt																																		
14. Pigmentzellen reichlich pigmentirt																																		

Die linke Seite des Schwanzes
Sehr grosse Plasmoz.
Die linke Seite des Schwanzes

Die linke Seite des Schwanzes
Die linke Seite des Schwanzes

Die linke Seite des Schwanzes
Die linke Seite des Schwanzes

Die linke Seite des Schwanzes
Die linke Seite des Schwanzes

Die linke Seite des Schwanzes
Die linke Seite des Schwanzes

Die linke Seite des Schwanzes

Gesichtsfeld.	In der ersten Schicht					In der zweiten Schicht					In der dritten Schicht															
	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	
1. Epithelzellen	15	15	15	12	16	17	17	15	18	14	12	10	15	15	17	14	13	11	10	11	8	12	9	10	11	9
2. Plattenepithelzellen																										
3. Zellen m. gr. runden Kernen der dritten Sch.																										
4. Kerntheilungsfig.																										
5. Plasmosoma ausserhalb des Kernes																										
6. Graue Kugeln der dritten Schicht																										
7. Leukozytoide Zellen																										
8. Leukozytoide Zellen mit runden Kernen																										
9. Grosse Leukozyten																										
10. Leukozytoide Zellen mit länglichen Kernen																										
11. Leukozyten mit reichlichem Protoplasma																										
12. Farbige Einschlüsse																										
13. Pigmentzellen, wenig pigmentirt																										
14. Pigmentzellen, reichlich pigmentirt																										
Gesichtsfeld																										
1. Epithelzellen	26	22	19	18	18	19	17	15	15	14	18	18	16	18	10	8	10	10	8	10	10	8	9	10	8	
2. Plattenepithelzellen																										
3. Zellen m. gr. runden Kernen der dritten Sch.																										
4. Kerntheilungsfig.																										
5. Plasmosoma ausserhalb des Kernes																										
6. Graue Kugeln der dritten Schicht																										
7. Leukozytoide Zellen																										
8. Leukozytoide Zellen mit runden Kernen																										
9. Grosse Leukozyten																										
10. Leukozytoide Zellen mit länglichen Kernen																										
11. Leukozyten mit reichlichem Protoplasma																										
12. Farbige Einschlüsse																										
13. Pigmentzellen, wenig pigmentirt																										
14. Pigmentzellen, reichlich pigmentirt																										

37. Die Zahlenverhältnisse zeigen eine immer geringere Zahl der Zellen in den Schichten von unten nach oben.

Die Zellenzahl der dritten Schicht beträgt 975, die der zweiten etwas mehr als 1500. Um das Zahlenverhältniss der Fläche zu bekommen, müssen wir diese Zahlen quadriren. Es wird aber dieses Verhältniss $940,625:2,253,000$ oder fast $\frac{2}{5}$; für die zweite Schicht fast $\frac{3}{5}$.

Frenkel hat folgendes Raisonnement aufgestellt: „Wenn die äussere Zellschicht einem fortwährenden Untergange geweiht ist und an deren Stelle wieder neue Schichten treten, so muss von der innersten, der Basalmembran anliegenden Schicht eine stete Zellerneuerung stattfinden. Es ist dabei von vornherein anzunehmen, dass die Zellen der innersten Schicht die der mittleren und diese die der äussersten Schichten liefern.“ (Nerv und Epithel S. 423.)

Ist das richtig, so werden je fünf Zellen der ersten Schicht zu zwei in der dritten. Da die zwei Zellen der unteren Schicht nicht zu einer zusammenfliessen können, so müssen $\frac{2}{3}$ der ersten Schicht aus dem Epithel eliminiert werden. Sie gehen nicht nach aussen (ausser vielleicht bei der Entzündung als Eiterkörperchen), folglich müssen sie nach innen gehen. Damit habe ich einen objectiven Beweis für die oben geschilderten Metamorphosen der Epithelzellen gewonnen.

Die Frenkel'sche Annahme muss aber, wie wir gesehen haben, vervollständigt werden, denn es regeneriren sich nicht nur die erste Schicht, sondern auch beide andere.

Der Eliminirungsprocess muss also noch intensiver sein.

Man kann jedoch Folgendes dagegen einwenden: Die untere Schicht vermehrt sich stark durch die Theilung, in der obersten Schicht ist aber die Theilung sehr selten. Indem also die Zellen der ersten Schicht zu den der dritten werden, wird die Zelltheilung in der ersten vor sich gehen und dadurch wird diese Zahlendifferenz entstehen. Ist dies nun so, dann muss das betreffende Organ in demselben Verhältniss gewachsen sein während der Periode, in welcher die erste zur dritten Schicht wird. Wie lang diese Periode für den Froschlarvenschwanz ist, weiss ich nicht. Am Rumpf glaube ich jeden Monat periodische Zellschichten abstossen gesehen zu haben. Sicher ist aber eine monatliche Abstossungsperiode bei dem Triton. Bei diesem haben wir ungefähr 4 Schichten mit den Zellenzahlen 1:4. Dann wird die erste Schicht in 4 Monaten zur vierten. Die Oberfläche des Tritonenschwanzes muss dann 4mal oder die Länge ungefähr 2mal so gross werden, als sie 4 Monate vorher war. Ich habe beobachtet, dass Tritonen und Froschlarven in der Gefangenschaft während mehrerer Monate eher kleiner als grösser werden, indem die Hautabstossung ganz regelmässig vor sich ging.

Es bleibe vielleicht übrig zu sagen, dass die Epithelzellen einfach degeneriren und zerfallen. In gewissem Sinne ist das auch wahr. Die Epithelzelle degenerirt und wird zu einer Wander- oder Bindegewebszelle (Pigmentzelle). Es kommen auch gewiss Fälle vor, wo sie dabei gänzlich untergeht. Im Ganzen aber wird es schon a priori bedenklich erscheinen, dass das Gewebe sich in so grossem Maasse reproducirt, um ganz zwecklos für den Organismus zu degeneriren (zwecklos, weil die Zellen der äusseren Schicht degeneriren). Gerade die schönsten Einschlüsse habe ich bei einem nach der Amputation des Schwanzes sich regenerirenden Epithel gefunden.

Schichtenbildung.

38. Eine Epithelzelle kann also folgende Schicksale haben:

1. sie kann sich theilen,
2. sie kann nach oben gehen,
3. sie kann sich unmittelbar in eine Leukocytoide Zelle umwandeln (Pigmentzelle), eine Pigmentzelle werden, resp. zerfallen,
4. in eine perigene und endogene Zelle zerfallen.

Diese 4 Modi ermöglichen verschiedene physiologische und pathologische Prozesse im Epithel, wie Wachstum, Schichtenbildung, Degeneration, Anpassung an die verschiedenen Lebensbedingungen u. s. w.

Es fragt sich nun, ob jede Epithelzelle jede von den 4 Möglichkeiten durchmachen kann. Wenn jede dies Alles kann, dann hinge dies nicht unmittelbar von der Zelle selbst d. h. von ihrer Structur ab, sondern von äusseren Bedingungen, wie z. B. mechanischen Einwirkungen vom Orte, wo sich die Zelle befindet, u. s. w. ab. Wir haben jedoch in unseren Bildern gewisse Anhaltspunkte, um zu behaupten, dass dies in gewissen Fällen von der Zelle selbst abhängt. So z. B. finden wir, dass Zellen in der zweiten Schicht manchmal zu dem werden, was sie normaler Weise nur in der dritten Schicht erleben: zu Zellen mit den grauen Kugeln und mit den grossen hellen Kernen nämlich; oder wir treffen in derselben Schicht nicht selten Zellen mit exquisitem Plattenepithelkern. Es sind das offenbar in Folge vielleicht mechanischer Ursachen in der zweiten Schicht zurückgebliebene Zellen. (Solches nachzuweisen für die erste Schicht, war für mich unmöglich, da die Kerne zu ähnlich sind.) Daraus glaube ich schliessen zu dürfen, dass diejenigen Zellen, welche nach aussen gehen, schon structuell sich von den benachbarten Zellen der ersten Schicht, die unten bleiben, unterscheiden. Nun fragt es sich, welche Zellen der ersten Schicht nach oben (aussen) gehen?

39. Nach den Frenkel'schen Angaben wird es die Mutterzelle sein, nach meiner Untersuchung wird die Mutterzelle zu einer Wanderzelle (perigene Zelle). Ich muss also andere Zellen und andere Kräfte suchen, die sie nach oben führen. In der ersten Schicht ist, glaube ich, nur eine solche Kraft: die Theilung der Zellen. Und ihre Rolle dabei wird uns sofort klar, wenn wir die allgemeine Anordnung der Zellen und die Zahl der Theilungsfiguren in Betracht ziehen. Sehen wir uns die Zellen der ersten Schicht an, die in die zweite Schicht ragen. Fig. 2, Taf. I stellt eine solche Zelle dar. Ihre Form ist pyramidal mit der Spitze nach innen gerichtet. Der Kern ist oval, senkrecht zur Schichtebene stehend. Die beiden Nachbarzellen sind Cylinderzellen, beide reichen mit einem Ende an die zweite Schicht, beide sind nach unten breiter, beide durch Querfäden mit den anderen Zellen verbunden, die Kerne sind oval, ebenso gross wie der Kern der nachfolgenden Zelle. Ebenso müssen die anderen zwei oder drei, den anderen Seiten der Pyramide entsprechenden Zellen geformt sein. Diese Bilder sind durchaus typisch; man trifft sie überall. Nach der Meinung von Frenkel wird diese Zelle durch die darunter wachsende junge Epithelzelle nach oben gedrängt. Der Kern wandert dabei zuerst nach dem anderen Ende der Zelle, activ oder in der von Frenkel angegebenen Weise gedrängt. Die letztere Thatsache kann ich nur bestätigen, weil man sehr oft den Kern der Cylinderzelle an dem äusseren Ende der Zelle stehend sieht. Ich glaube aber, dass der Kern dabei auch das Protoplasma um sich sammelt und nach oben führt; die seitlichen Zellen schieben sich dabei activ oder durch den Druck nach oben.

Einmal habe ich ein solches Bild gesehen, wie es Fig. 42, Taf. III darstellt. Eine Epithelzelle hat sich eben getheilt. Die eine der beiden jungen Zellen ist schon halb in der zweiten Schicht, die andere bleibt unten stehen. Dieses Bild ist, glaube ich, entschieden mit den Frenkel'schen Annahmen unvereinbar: Hat sich die Mutterzelle der Zelle *A* getheilt, so könnte sich die Zelle *C* nicht unten befinden und mit der Membran zusammenhängen. Es ist offenbar die Zelle *C* an Stelle der Mutterzelle geblieben und die andere musste in Folge von besonderen mechanischen Bedingungen direct nach oben gehen, was freilich sehr selten geschieht. Nimmt man umgekehrt an, dass die Zelle *A* während der Zelltheilung entstanden ist, und dadurch die Zelle *B* emporgehoben hat, so widerspricht dies auch den Frenkel'schen Behauptungen, denn die Zelle *B* kann nicht die Mutterzelle von *A* sein.

Ferner sprechen für meine Annahme folgende Thatsachen:

Die seitlichen Nachbarzellen von der nach oben gehenden Zelle ragen fast immer bis an die zweite Schicht. Es ist dicker gehen unten, nicht bloss eine Nachbarzelle, sondern beide; die Grenzlinie zwischen den Schichten

ist zackig. Diese Zacken sind Reste der Pyramidenspitzen, die bis an die Membran reichten, es sind Spuren des nach oben gegangenen Protoplasmas.

40. Man braucht nicht anzunehmen, dass eine der durch die Theilung entstandenen Zellen sofort nach oben geht. Das ist entschieden nicht der Fall, da die Theilungsebene senkrecht zur Basalmembran steht. Die Zelltheilung erzeugt nur eine Zelle, die die Stelle der nach oben gegangenen Zelle einnimmt, um später selbst nach oben zu gehen. Die letztere Zelle unterscheidet sich, wie wir oben (§ 37) gesehen haben, structurell von den anderen unten bleibenden, es muss also auch die erste sich gleichfalls von dieser unterscheiden. Von den zwei neuentstandenen Zellen geht nur eine nach oben, die zweite bleibt unten; daraus folgt, dass der Theilungsprocess zwei structurell ungleichartige Zellen erzeugt. Durch die Zelltheilung entsteht also eine Differenzirung des Epithelgewebes in zwei Schichten. Dann aber muss das Wachstum des Epithelgewebes Folge eines anderen Processes sein. Diese andere Art ist der oben beschriebene Regenerationsprocess der Zellen. (Zerfall in endogene und perigene Zelle.)

In dem embryonalen Epithel hat man schon längst gefunden, dass trotz des stärksten Wachstums der Organe die Zelltheilung sehr selten vorhanden ist. Ich habe die Theilungsfiguren beim Epithel, das noch Dotterkugeln enthielt, gezählt und habe gefunden, dass eine Theilung ungefähr auf 100 Zellen vorkommt; bei den erwachsenen Froschlarven kommt eine ungefähr auf 90 Zellen (siehe Tabellen), also ebenso häufig, wenn nicht häufiger. Bei dem Embryo sind die rothen und violetten Einschlüsse ebenfalls selten, deswegen habe ich Grund zu vermuthen, dass es noch eine Zellenstehungsart gäbe, welche ich jedoch zu wenig untersucht habe, um hier etwas Positives darüber berichten zu können.

Bei der Regeneration des Epithels nach der Amputation des Schwanzes sind die Theilungsfiguren sehr häufig, dabei vollzieht sich aber auch gerne Differenzirung. Umgekehrt, bei der Heilung der Epithelwunden (dazu habe ich mit dem Höllestein die Epithelschicht geätzt) ist die Theilung sehr selten. Eine verschiedene Dauer des Theilungsvorganges in jedem dieser Fälle ist kaum anzunehmen.

Die zweite der durch Theilung entstandenen Zellen wird sich in der folgenden Periode wieder theilen oder zu einer anderen producirenden Zelle (Fall 4) werden, resp. unmittelbar zu einer leukocytoiden Zelle werden (Fall 3). Wenn diese Zelle sich theilen würde, dann müssten 2 Zellenarten im Epithel von vornherein vorhanden sein: Zellen, die sich theilen, und solche, die sich reproduciren. Es müssten beim Embryo dieselben Zellenarten existiren. Es ist also viel wahrscheinlicher anzunehmen, dass durch die Theilung einerseits die Zellen der zweiten Schicht entstehen, anderer-

seits die sich reproducirenden Zellen. Damit ist gleichzeitig gesagt, dass die so reproducirte Zelle sich später ebenfalls theilen wird.

41. In der zweiten Schicht giebt es für eine Epithelzelle wieder alle 4 Möglichkeiten, sich umzubilden; nur die endogene Zelle schien mir meistens zu einer leukocytoiden Zelle zu werden. Ist die letztere Thatsache sicher, so müssen wir annehmen, dass die von unten kommende Zelle sich in der zweiten Schicht theilen wird. Die Theilung schafft auch hier eine Zelle, die nach oben geht, und eine zweite, die sich reproducirt. In der dritten Schicht kann die von unten gekommene Zelle sich nur reproduciren, und die reproducirte zu einem Plattenepithel werden und sich abstossen.

Wir wollen diese Verhältnisse in ihrer räumlichen und zeitlichen Aufeinanderfolge schematisch darstellen, um eine Uebersicht zu gewinnen und an der Hand von Zahlen einen Einblick in ihre Zusammenhänge zu thun. Die Erneuerung der Zellen in der ersten Schicht kommt nur durch die Kerntheilung und endogene Zellbildung zu Stande. Da sich alle Zellen dieser Schicht in einer gewissen Periode erneuern, und da diejenigen Zellen, die sich theilen, und diejenigen, die sich endogen bilden, nicht dieselben sind, so muss es immer so viel Zellen beider Art geben, als nöthig sind, um im Anfang der nächsten (monatlichen) Periode wieder dieselbe Zellenzahl zu haben.

Nennen wir die Zellen, die sich im Laufe einer Periode theilen, *T*-Zellen, und die anderen *Pr*-Zellen.

(Die Theilung einer Zelle dauert wahrscheinlich einen Tag.) Von jeder dieser Zellenarten stammen alle anderen Zellen im Epithel ab, wir müssen also auch in unserem Schema alle Zellen von einer dieser Zellenarten, *T*-*Pr*, ableiten.

Wollen wir z. B. von der *T* ausgehen. In der ersten Periode haben wir nur *T*-Zellen, in der zweiten sind aus diesen Zellen *Pr* und solche geworden, die später nach der zweiten Schicht gehen und die wir *O* nennen wollen. In der dritten Periode sind aus *Pr*, *T* und *L* (*L*-Zellen) geworden, die allmählich auswandern, in der vierten theilen sich *T*-Zellen und dadurch gehen *O* nach der zweiten Schicht u. s. w.

Periode	1	2	3	4	5	6	7
I. Schicht	<i>T</i>	<i>Pr+O</i>	<i>T+L+O</i>	<i>Pr+O</i>	<i>T+L+O</i>	<i>Pr+O</i>	<i>T+L+O</i>
II. Schicht	--	--	--	<i>T</i>	<i>Pr+O</i>	<i>T+L+X</i>	<i>Pr+O+X</i>
III. Schicht	--	--	--	--	--	<i>Pr</i>	<i>Pr+L+X</i>

In der Periode 4 gehen die Zellen *O* von der ersten in die zweite Schicht, wo sie sich in der fünften Periode theilen. Daraus entstehen hier *Pr*- und *O*-Zellen. Aus *Pr* entstehen in der sechsten Periode perigene Zellen *L* und endogene, die wir *X* nennen wollen. In derselben Periode kommen die Zellen *O* aus der zweiten Schicht in die dritte, wo sie die grauen Kugeln bilden; sie entsprechen also den Zellen *Pr* der ersten und zweiten Schicht. In der Periode 7 zerfallen die Zellen *Pr* der dritten Schicht in Plattenepithel und *L*, in der achten stossen sie sich ab vom Epithel.

In den Perioden 1, 3, 5, 7 u. s. w. sind also in der ersten Schicht Zellen *T* vorhanden, in den Perioden 2, 4, 6 u. s. w. die Zellen *Pr*.

In der Wirklichkeit sehen wir aber karyokinetische Figuren und farbige Einschlüsse gleichzeitig neben einander, wir müssen also unser Schema dadurch vervollständigen, dass wir zur zweiten Periode *T* hinzusetzen. In Folge dessen müssen wir zu den anderen Perioden jede vorausgehende Periode auch hinzusetzen als Folgen des der zweiten Periode hinzugesetzten *T*.

Dann bekommen wir folgendes Schema:

Periode	1	2	3	4	5
I. Schicht	<i>T</i>	<i>T+O+Pr</i>	<i>O+Pr+O+T</i>	<i>O+T+L+Pr+O</i>	<i>T+Pr+L+O+O</i>
II. Schicht	—	—	—	<i>T</i>	<i>T+Pr+O</i>
III. Schicht	—	—	—	—	—

Periode	6	7	8
I. Schicht	<i>Pr+O+T+L+O</i>	<i>Pr+O+T+L+O</i>	<i>Pr+O+T+L+O</i>
II. Schicht	<i>T+Pr+O+L+X</i>	<i>Pr+O+T+L+X</i>	<i>Pr+O+T+L+X</i>
III. Schicht	<i>Pr</i>	<i>Pl+Pr</i>	<i>Pr+Pl+X</i>

Dies Schema ist jedoch noch insofern unvollständig, als die Pigmentzellen resp. in Pigmentzellen umwandlungsfähige Zellen fehlen.

Aus dieser Tabelle müssen die Zahlenverhältnisse der Zellen folgende sein:

Die Zahl der Theilungsfiguren ist = der Zahl der Zellen mit rothen und violetten Einschlüssen, = der Theilungszahl der zweiten Schicht, = den farbigen Einschlüssen dieser Schicht.

Die wirklichen durch unmittelbare Zählung gefundenen Zahlenverhältnisse sind folgende:

Die Zellenzahlen der drei Schichten verhalten sich ungefähr wie 5:3:2. Die Zahl der Theilungsfiguren in der ersten Schicht ist durchschnittlich = 20

und die der farbigen Einschlüsse = 18. Die analogen Zahlen der zweiten Schicht sind 15 und 12.

Vergleichen wir die auf beiden Wegen gefundenen Zahlenverhältnisse, so ergibt sich, dass der Unterschied nicht sehr gross ist und dass er von unten nach oben wächst. Dieser Unterschied war aber schon voraussuzusehen, weil ich in der Tabelle die Zahl der sich unmittelbar in leukocytoide Zellen umwandelnden (Pigmentzellen) und zerfallenden Epithelzellen nicht berücksichtigt habe.

In der ersten Schicht ist es die Zelltheilung, welche die Zellen der ersten in die zweite Schicht führt. In demselben Moment geht in der zweiten Schicht ein Zerfall in perigene und endogene Zellen vor sich, in Folge dessen beide Zellen meistens zu *L*-Zellen werden. Die von unten kommende Zelle nimmt ihre Stelle ein. Jetzt theilt sich die entsprechende Zelle in der zweiten Schicht und drängt die andere Zelle nach oben in die dritte Schicht. In Folge der Theilung entsteht in der zweiten Schicht eine Zelle, die sich reproducirt, und eine andere, die nach oben gehen wird.

In der dritten Schicht kommen das Plattenepithel und die cubischen Zellen vor. Die von unten kommende Zelle nimmt die Stelle von der Plattenzelle ein und wird allmählich zu einer cubischen Zelle, indem die cubische Zelle sich regenerirt und zur Plattenepithelzelle wird.

42. So wird, glaube ich, ungefähr die Schichtenbildung vor sich gehen. Das gilt selbstverständlich nur für normale Verhältnisse. Es muss die Schichtenbildung ganz anders stattfinden, z. B. in der am Anfang geschilderten Missbildung.

Da sind ebenfalls drei Schichten. Die Zellen der dritten Schicht haben freilich einen etwas anderen Charakter als die Plattenepithelzellen, weil die mechanischen Verhältnisse da ganz anders als an der Oberfläche sich gestalten. Diese Schicht unterscheidet sich ebenfalls deutlich von den anderen Schichten durch das Häutchen, das sie äusserlich bedeckt, das beim Epithel der äusseren Schicht nicht selten vorkommt.

Eine solche Missbildung kann noch einen Beweis geben dafür, dass die erste Schicht die beiden anderen bildet. Denn die Röhre ist aus den Zellen der ersten Schicht entstanden. In Wirklichkeit stellen sich die Verhältnisse wahrscheinlich noch viel mannigfaltiger, daher werden auch unsere 4 Zellenbildungen jedesmal anders combinirt.

Das Zahlenverhältniss der Zellen der ersten zu der dritten Schicht ist hier sehr klein. Im Innern der geschlossenen Röhre sieht man Fetzen, aber keine deutlich abgestossenen Zellen. Die Abstossung also muss sehr gering sein. Die Zellen vermehren sich jedoch, denn die Theilungsfiguren

sind vorhanden. Der ganze Zuwachs der Zellen muss also nach dem Bindegewebe hingehen.

Die electricischen Reizungen bewirken umgekehrt einen sehr grossen Zuwachs der Zellen der dritten Schicht, so dass das Zahlenverhältniss in beiden Schichten fast gleich 1 wird. Hier also muss der Reproductionsprocess entgegengesetzt sein wie im ersten Falle.

Dort werden wenig Kugeln gebildet, aber viel Pigmentzellen; hier viele rothe Kugeln und wenig Pigmentzellen.

Ebenso gestaltet sich der Process bei Degeneration des Schwanzes der Froschlarve. Die Pigmentbildung dabei hat schon Dr. Barfurth beobachtet, und ich kann das nur bestätigen.

Wir sehen also, dass die 4 Modi zerfallen in je 2 entgegengesetzte Prozesse; einerseits Zelltheilung und endogene Zellbildung, andererseits: a) Schichtenbildung, Abstossung der Zellen, b) Pigmentbildung. In normalen Verhältnissen sind diese zwei antagonistischen Vorgänge im Gleichgewicht. Das Gleichgewicht ist gestört in den letzteren drei Fällen. Diese Störung ist aber, wie wir sehen, nur auf die Erhaltung des Organismus gerichtet, als Reaction auf Reize, als Anpassung an besondere Bedingungen oder als normal-physiologischer Process.

Nun aber ist sehr leicht denkbar, dass diese Störung des Gleichgewichts unzweckmässig für den Organismus — pathologisch — sein kann.

Es ist gewiss unzulässig, aus den Vorgängen im Epithel der Froschlarve ohne Weiteres auf die Physiologie des Epithels bei den höheren Thieren zu schliessen. Dass aber auch hier dieselben Prozesse vor sich gehen, wie dort, beweisen die Literaturerzeugnisse der oben citirten Autoren, die dieselben Gebilde beim Menschen gefunden haben, wie ich bei der Froschlarve.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. I--IV.)

Figg. 1 und 2 (Taf. I) sind Querschnitte des Epithels von der Mitte des Schwanzes.

- a* = die erste Schicht. Cylinderzellen mit rothen Plasmosomen.
- b* = die zweite Schicht. Kubische Zellen.
- c* = die dritte Schicht. Undeutliche Kerne des Plattenepithels.
- W* = eine leukocytoide Zelle mit dem länglichen Kerne, ohne Protoplasma.
- f* = ein Kernfortsatz.
- Lr* = eine leukocytoide Zelle mit dem rundlichen Kerne und etwas Protoplasma mit Pigmentkörnchen.
- k* = Kittsubstanz mit Querstreifen.

Fig. 2 *A* = eine Epithelzelle im Uebergangsstadium zur zweiten Schicht. Pyramidenform mit der Spitze nach unten, langer Fortsatz nach der Basalmembran. Beide Nachbarzellen sind abgestumpfte Pyramiden.

d = ausgetretener Kerninhalt.

Figg. 3--10 sind Querschnitte der dritten Schicht.

- gh* = die grossen hellen Kerne der kubischen Zellen der dritten Schicht.
- gk* = die grauen Kugeln von verschiedener Grösse und in verschiedenen Entwicklungsstadien.

Fig. 5 und 6. Die grauen Kugeln enthalten je ein Plasmosoma und Körnchen der Chromatinsubstanz.

L — sind Wanderzellen.

Figg. 7--10. Die Wanderzellen liegen in der Epithelzelle.

Figg. 14--27, 29 und 30 (Taf. II). Verschiedene leukocytoide Zellen.

Fig. 29. Protoplasmareiche leukocytoide Zellen mit etwas Pigment und mit Ausläufern.

Fig. 15. Eine leukocytoide Zelle, die einer Epithelzelle ganz ähnlich ist.

Fig. 16. Eine leukocytoide Zeile mit farblosen Einschlüssen. *fk* = farblose Kugeln.

Figg. 17--19. Das Protoplasma der leukocytoiden Zelle ist in eine Masse von violetten und röhlichen Kugeln zerfallen. Verschiedene Grössen der Kugeln bis zu einer Kerngrösse.

Figg. 21--33 sind leukocytoide Zellen mit rothen und violetten Kugeln im Protoplasma. Die violette Substanz liegt meistens peripher und umgiebt dabei die rothen Kugeln schalenartig.

Fig. 25. Eine eosinophile Epithelzelle ist von der perigenen Zelle umschlossen.

Fig. 26. Eine Wanderzelle innerhalb einer anderen (perigenen) Wanderzelle.

Figg. 27, 28, 30 und 31. Die violetten und rothen Substanzen in Begleitung von Pigment.

Fig. 28. Die Pigmentkörperchen sind in einer Kette geordnet, die als Fortsetzung der Chromatinsubstanz des alten Kernes (*A*) erscheint.

Figg. 34—40 (Taf. III) sind Quer- und Flächenschnitten des elektrisch gereizten Epithels entnommen.

Fig. 34. Querschnitt des Epithels nach einer Stunde Reizung. *F* — Die Frenkel'schen Figuren sind stark vergrössert und von der Basalmembran abgelöst. Die Zellen der ersten Schicht sind gequollen. Die Kerne sind klein und nach der Peripherie gedrängt.

Fig. 36. Flächenschnitt. *F*. — Frenkel'sche Figuren haben fast das ganze Protoplasma der Zelle aufgenommen und sind so zu Kugeln geworden. Manche von ihnen zerfallen in eine Anzahl von kleinen Kugelchen (Fig. 39).

Fig. 48. Neben den grossen rothen Kugeln liegen massenhaft kleine.

Fig. 38. Innerhalb der rothen Kugeln (*F*) entstehen kleine blaue und violette Partikelchen, die allmählich zu Chromatinsubstanz des neuen Kernes werden (Figg. 37, 38 und 40).

Fig. 41. Eine leukocytoide Zelle mit einer violetten Kugel schiebt einen langen Kernfortsatz aus der Höhle heraus. Sie verlässt offenbar die Höhle.

Fig. 42. Eine Kernteilungsfigur der Epithelzelle. Die Zelle *B* geht in die zweite Schicht über, und die Zelle *C* bleibt in der ersten.

Fig. 43 stellt das Durchwandern einer Wanderzelle durch die Membran vor.

Figg. 45 und 46 (Taf. IV). Pigment in den embryonalen Zellen. Das Pigment ist nach aussen vom Epithel abgelagert.

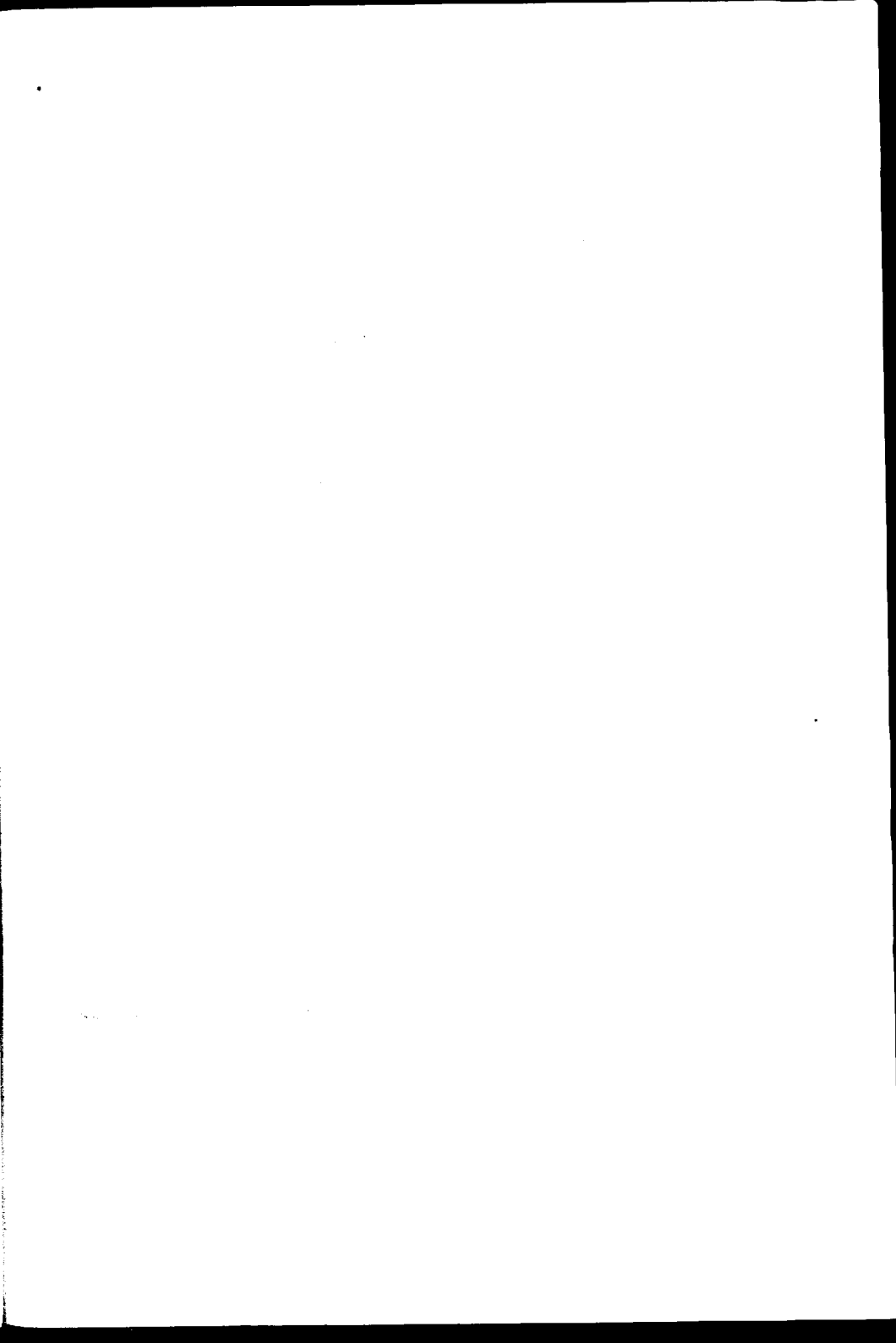
Die Zelle *A* enthält mehr Pigment als die anderen Epithelzellen. Es liegen in ihr noch Reste von Dotterkugeln. Die Zelle *A*₁ Fig. 46 stellt ein späteres Stadium der Zelle *A* vor. Sie hat sich schon von den benachbarten Zellen losgelöst und schiebt Fortsätze zu den anderen Epithelzellen.

Fig. 47. Eine Pigmentzelle im Epithel mit langen Fortsätzen. Sie liegt in einer Höhle. Das Pigment ist körnig, dunkel.

Fig. 48. Eine Pigmentzelle flach an der Basalmembran von der Seite des Bindegewebes liegend.

Fig. 49. Einige sternförmige Pigmentzellen mit hellem krystallinischem Pigment und mit ovalen Kernen auch an der Basalmembran liegend.

Fig. 50. Zerfall eines Epithelkernes in mehrere mit Safranin und Haematoxylin gefärbte Partikelchen, die sich in Fig. 51 stark vergrössern und nach dem Bindegewebe gehen.





15286