

VI.

Mikroskopische Untersuchungen einiger Lebensvorgänge des Blutes.

(Erste Abhandlung.)

Von Dr. M. Lavdowsky,
Docenten der Histologie zu St. Petersburg.

(Hierzu Taf. IV — VII.)

Indem ich im Laufe mehrerer Jahre in meinem Laboratorium, sowie in meinen Vorlesungen und practischen Uebungen eine Reihe von mikroskopischen Untersuchungen und mikrophysiologischen Versuchen am Blute anstellte, bin ich zu der Ansicht gelangt, dass einige Lebensvorgänge der Blutelemente bis zu dieser Zeit nicht genügend berücksichtigt worden sind. So z. B. die wichtige Frage von einigen Eigenschaften der weissen Blutkörperchen, die Erscheinungen der „Wanderung“ und „Auswanderung“ derselben, einige Lebensprozesse an den rothen Blutkörperchen, ferner die Frage von den sogen. „freien Kernen“ des Blutes u. s. w., kurz Fragen, die zwar etwas alt sind, doch wegen ihrer Unerforschlichkeit immer neu bleiben.

Ich erlaube mir nun, meine Untersuchungen in diesem Archiv zu veröffentlichen, obgleich ein Theil meiner Arbeiten schon in Hoffmann und Schwalbe's Jahresberichte mitgetheilt ist (1882, S. 44). Das war aber nur ein Referat nach dem Russischen über meine Beobachtungen an wandernden Blutzellen, die ich deswegen hier in erster Linie und ausführlicher besprechen will, um sodann die Frage betreffend die Auswanderung zu prüfen, indem ich zugleich neue Untersuchungen beibringe, sowie eine Reihe von Zeichnungen, die möglichst genau nach meinen Präparaten copirt sind.

Die Wanderung der Leucocyten und ihre Theilung.

Von den bekannten Formen der Leucocyten, die in der Lymphe, im Blute und in den anderen Geweben zerstreut sind,

treten zwei Grundformen immer wieder zu Tage: das sind die homogenen oder feinkörnigen Leucocyten und die grobkörnigen. Obgleich beide Typen der Elemente nach Vorgang von Max Schultze¹⁾ durch mehrere Forscher untersucht und beschrieben worden sind, bemerkt man doch, dass die grobkörnigen Leucocyten diejenigen Gebilde sind, die unter den verschiedenen Blutzellenarten immer lebhaftere amöboide Bewegungen zeigen als die homogenen, die nur sehr langsam ihre Form verändern. Demzufolge können auch die grobkörnigen Leucocyten rasch wandern, wogegen die feinkörnigen für ihre Ortsveränderungen viel mehr Zeit gebrauchen. So z. B., meiner Erfahrung nach, nehmen unter 100 Zellen der ersten Art fast 80 Körperchen nur $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden Zeit in Anspruch, um einen Raum (eines ganz glatten Glases), der gleich 1 mm ist, zu durchkriechen. Die Körperchen der zweiten Art brauchen dagegen, um diesen Raum zu durchwandern, 3 bis 5 und 6 Stunden Zeit (72 Körperchen auf 100). Ich entnehme diese Ergebnisse aus meinen Versuchen, die ich möglichst unter denselben Bedingungen angestellt habe, da ja schon Thoma²⁾ gezeigt hat, wie sehr der Procentsatz amöboider Zellen unter verschiedenen Bedingungen verschieden ist, wie viel namentlich die Wasserarmuth oder der Wasserreichthum des Mediums, in der die Körperchen suspendirt sind, auf ihre Bewegungen Einfluss hat.

Von den normalen Bedingungen für das Geschehen der Wanderungsprozesse der letzteren Elemente ist zuerst das Folgende zu bemerken:

Die Wanderung oder das Kriechen der Leucocyten ist möglich: 1) wenn das Medium, worin sie sich befinden, innerhalb einer gewissen Grenze indifferent ist und sich physiologisch reich an Wasser verhält; 2) wenn jenes Medium eine normale Temperatur und normalen Atmosphärendruck hat; 3) wenn das Medium mehr oder weniger Sauerstoff in sich enthält, und 4) wenn die Elemente eine Stütze oder Unterlage haben.

Die sub 1 bis 3 aufgestellten Sätze fordern kaum ausführliche Beweise. Die Untersuchungen von Max Schultze, sowie

¹⁾ Max Schultze, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. I. S. 1.

²⁾ R. Thoma, Dieses Archiv Bd. 62. S. 12.

von Thoma, ferner die allbekannten Beobachtungen von Kühne¹⁾, Recklinghausen²⁾, Stricker³⁾, Ranvier⁴⁾, Engelmann⁵⁾, C. Binz⁶⁾ u. A., endlich die Versuche Paul Bert's⁷⁾ und Tarchanow's⁸⁾ haben uns genügend gezeigt, dass, wenn das Medium different, die Temperatur nicht normal und der atmosphärische Druck auf 3—6 gesteigert, wenn endlich zu wenig Sauerstoff im Medium ist, — sich die amöboiden Bewegungen und die Ortsveränderungen der wandernden Zellen sehr träge vollziehen oder ganz ausbleiben. So viel ich sehe, bemerkt man die Erscheinung leichter an den rapide kriechenden Leucocyten, nemlich an den grobkörnigen Blut-Lymphelementen. Zwar kommen gerade diese immer in geringerer Menge vor, als die homogenen, die in jedem Blutstropfen gleich in's Auge fallen. Andererseits aber zeigen die grobkörnigen Leucocyten die feineren Vorgänge in sich klarer und prägnanter, als die homogenen, öfter zu beobachtenden Lymphzellen⁹⁾:

Homogene und körnige Leucocyten des Amphibienblutes.

Bringt man einen kleinen Blutstropfen eines Frosches oder eines Triton in eine gut hergestellte Objectgaskammer, wie etwa die Kammer von Ranvier ist, so findet man die Leuco-

¹⁾ Kühne, Untersuchungen über das Protoplasma etc. Leipzig 1864. Archiv für mikroskop. Anat. Bd. II.

²⁾ Recklinghausen, Dieses Archiv Bd. 28.

³⁾ Stricker, Das Leben der farblosen Blutkörperchen. Wiener akad. Sitzungsber. 1867.

⁴⁾ Ranvier, Traité technique d'histologie. Paris 1875.

⁵⁾ Engelmann, Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie Bde. II, XI, XIX. Physiologie der Protoplasma- und Flimmerbewegung, Hermann's Handbuch der Physiologie Bd. I. 1. S. 343.

⁶⁾ C. Binz, Der Antheil des Sauerstoffs an der Eiterbildung. Dieses Archiv Bd. 59. S. 293 und Bd. 73. S. 181.

⁷⁾ Paul Bert, Influence de l'air comprimé sur les fermentations. Compt. rend. T. LXXX.

⁸⁾ Tarchanow, St. Petersburger Naturalisten-Gesellschaft. Arbeiten der zoolog. Sect. 1876.

⁹⁾ Es sei mir gestattet, das Wort „Zelle“ frei zu gebrauchen, obgleich die Leucocyten selbstverständlich keine typischen „Zellen“ sind.

cyten zwischen den rothen Blutkörperchen unregelmässig zerstreut und zuerst bloß suspendirt frei in dem Plasma des Blutes. Nach einiger Zeit aber, wie es auch Ranvier (l. c. S. 155) und Rollet¹⁾ bemerkten, finden sie sich mehr in oberen oder in unteren Schichten der Flüssigkeit und zwar an den betreffenden Flächen des Object- oder des Deckglases fest anhaftend, und nur dann werden sie zu kriechen anfangen. Mehrere Male versuchte ich im Laufe vieler Stunden nicht nur ihre Form- und Ortsveränderungen möglichst gut aufzunehmen, sondern auch die Richtung ihres Fortgehens und den ganzen Cyclus der Wanderung zu verfolgen, indem ich jene Richtung auf das Papier übertrug. Davon habe ich eine Reihe sehr verwickelter Curvenlinien erhalten, von denen ich hier nur die einfacheren, welche fünf Leucocyten angehören, wiedergebe (Taf. IV. Fig. I).

Aus der Zeichnung ersieht man, dass die Elemente 1, 2 und 3 nicht so sehr im Centrum des Glases wandern, vielmehr an der Peripherie des Glases, neben den Rändern desselben. Hier befindet sich wirklich mehr Sauerstoff als im Centrum, und deswegen finden wir die wandernden Zellen am Rande des Glases und zwar, wie ich es mehrere Male gesehen zu haben glaube, in viel grösserer Menge, als in den centralen Stellen. Vielleicht könnte man sagen, dass dieser Umstand von dem gröberen oder moleculären Fliessen der Objectflüssigkeit herrühre. Dass das aber nicht der Fall ist, zeigt sich durch Prüfung des Objectes an einem Mikroskoptische, der einmal umgelegt wird oder an dem auf irgend eine andere Weise eine reguläre Strömung des Plasmas hervorgerufen wird. Wenn der Blutstropfen nicht zu gross war und das Plasma nicht zu rasch fliesst, so werden die Leucocyten fest auf ihrem Wege bleiben: sie kriechen dann nach allen den Richtungen, die sie einmal angenommen haben. Es ist also klar, dass die Flüssigkeitsströme des Objectes keinen Einfluss haben auf die dem Glase fest anhaftenden Zellen, und dass die Wanderung derselben vorzüglich am Rande des Objectes von anderen Ursachen herrührt. Und diese Ursachen liegen wahrscheinlich in dem Sauerstoffreichthum

¹⁾ Rollet, Physiologie des Blutes etc. Hermann's Handbuch der Physiologie. 1880. Bd. IV. 1. S. 74.

jener Randpartien des Plasmas, die mit der Luft der Kammer in Berührung kommen.

Ich erinnere an die Angaben von Engelmann¹⁾, der uns bezüglich des Sauerstoffs sagt: „In völlig sauerstofffreiem Medium können die spontanen Protoplasmabewegungen unzweifelhaft fort dauern, jedoch nur kurze Zeit, — höchstens einige Stunden. Der eintretende Stillstand kann anfangs immer durch O-Zufuhr — und zwar nur durch diese — wieder aufgehoben werden.“

Ferner erinnere ich an die schönen Versuche Ranvier's (l. c.) mit Stückchen von Hollundermark, die in den Lymphsack des Frosches eingeführt worden. Endlich haben ja auch Werth seine Versuche mit dem Phosphor, als einem Mittel, das Sauerstoff schnell bindet. In beiden Fällen finden sich die lebenden und lebhaft kriechenden Leucocyten nur da, wo der Sauerstoff nicht ganz verbraucht ist. Wenigstens an letzterem Orte finden sich mehr lebende Elemente vor, als an denjenigen Stellen, die zu weit vom O-Zutritt entfernt sind oder die so viel als keinen O enthalten. Hier liegen fast nur runde, ganz ruhige oder absterbende Lymphzellen, nicht selten auch verästelte, aber abgestorbene Elemente. Alle diese Zellen zeigen fast keine amöboiden Bewegungen; andere nur hie und da sich vorfindende Elemente deuten jene Bewegungen kaum an. Versuchen wir nun zu diesen Elementen — seien sie bloß im Blutplasma, seien sie in feinen Schnitten von Hollundermark, das aus dem Lymphsacke des Frosches herausgenommen ist und in dieselbe Kammer mit einem Tropfen der physiologischen Chlornatriumlösung, besser noch mit einem Tropfen Lymphe oder Humor aqueus eingeführt ist — Sauerstoff zutreten zu lassen, so werden sie wieder lebhaftere Bewegungen zeigen und werden wieder zu wandern beginnen. Es ist ersichtlich, dass der Sauerstoff erregend einwirkt. Nach der Ansicht von Binz besitzen die farblosen Blutkörperchen die Fähigkeit, den ihnen zugeführten Sauerstoff aus dem inerten Zustand O_2 in den activen $O+O$ überzuführen²⁾. Auf diese Ansicht werde ich später zurückkommen.

¹⁾ Engelmann, Protoplasma- und Flimmerbewegung, a. a. O. S. 361.

²⁾ C. Binz, a. a. O., zweite Abhandlung, S. 194.

Die letzte und auch indispensable Bedingung für die Wanderung der Leucocyten ist die von mir genannte Stütze oder Unterlage, an der die Elemente erst haften und dann zu kriechen beginnen. Als solche Unterlage stellen sich dar alle mehr oder weniger festen Gegenstände, die früher oder später mit den Leucocyten in Berührung kommen, oder umgekehrt die Gegenstände, mit denen diese in Contact gerathen. So kommen z. B. für einen ausserhalb des Organismus beobachteten Blutstropfen als solche Gegenstände vor: die Flächen beider mikroskopischen Gläser, alle festen Fasern, ja selbst die rothen Blutkörperchen, Krystalle u. s. w. Auch ist das Auftreten der wandernden Elemente an den genannten Gegenständen gar nicht ein zufälliges, ganz so wie auch ihr Auftreten in dem Organismus an den mehr oder weniger festen Massen der Gewebe, der Gefässwände u. s. w., das in der zweiten Abhandlung zu besprechen sein wird, keineswegs als ein solches zu betrachten ist.

Was ist nun die Ursache dieser überall beobachteten Erscheinung? Handelt es sich um das specifische Gewicht der farblosen Blutkörperchen? oder um die ihnen so oft zugeschriebene Fähigkeit, an verschiedenen Gegenständen „zu kleben“? oder endlich, liegen jenen Erscheinungen ganz andere Ursachen zu Grunde?

Was das specifische Gewicht der Leucocyten — das bekanntlich kleiner ist, als das der rothen Blutkörperchen — anbetrifft, so erklärt es uns wohl ihr Vorkommen in oberflächlichen Schichten einer Flüssigkeit, sowie in den äusseren Schichten des Blutgefässplasma. Aber in der Zeit, wo die Elemente in der Flüssigkeit bloß suspendirt sind, zeigen sie ja keine amöboiden Bewegungen. Fast alle wirklich suspendirten Leucocyten zeigen nur contrahirte, runde Formen; sie bilden amöboide Auswüchse, wenn sie mit fremden und ruhig liegenden Körpern in Berührung kommen. Also die letztgenannten Körper — ebenso alle anderen oben aufgeführten Gegenstände — führen den protoplasmatischen Elementen einen besonderen Reiz zu und bringen für sie zu gleicher Zeit eine Unterlage. Ohne Unterlage ist keine „Wanderung“, wie ohne Wanderung keine „Auswanderung“, sofern wir beide Vor-

gänge als Lebensprozesse, nicht aber etwa als rein mechanische Erscheinungen betrachten. Und in der That unterliegt die Activität des Wanderungsvorganges, meiner Ansicht nach, kaum einem Zweifel.

Die Eigenschaften und Wanderungsvorgänge der homogenen Leucocyten: Frösche, Tritonen und besonders Axolotl liefern uns sehr schöne Objecte der homogenen oder feinkörnigen farblosen Blutkörperchen (Taf. V. Fig. II, III, IV, V, VI, VII, VIII). Dieselben sind im ruhigen Zustande etwas kleiner, als die Leucocyten der grobkörnigen Art, aber bei der Wanderung werden sie viel grösser; in beiden Fällen bestehen sie aus einer mattglänzenden, oder trüben und fast homogenen Substanz, die einen oder mehrere Kerne mit einem klar hervortretenden Kernkörperchen in sich enthält. Bei der Locomotion der lebenden Zellen, sowie beim Zerreißen oder Zerquetschen derselben macht jene Substanz den Eindruck, als ob sie aus einer zähen Masse bestände. Dieser Masse nun ist jene „Klebrigkeit“ zugeschrieben worden, die ich jetzt kurz besprechen will. Zunächst ist zu bemerken, dass diese Fähigkeit der Leucocyten als eine wirkliche „Klebrigkeit“ derselben gar zu problematisch ist. Die abgestorbenen Leucocyten kleben weder an einander, noch an dem Glase. Wenn aber dieses doch zur Beobachtung kommt und zwar öfters an eben hergestellten Präparaten des Blutes in's Auge fällt, so rührt das von besonderen Ursachen her. Es sind nemlich die weiter noch zu besprechenden dritten Bestandtheile des Blutes, die fibrinogenen Plättchen Bizzozero's, welche nach dem Absterben die Fähigkeit erlangen, an einander und an den anderen Zellen zu kleben¹⁾. Gleichviel ob sie bei den Fröschen analoge Gebilde mit denen der Säugethiere sind, oder ob sie als „Hämatoblasten“ anzusehen sind, jedenfalls sei hier Folgendes vorgeführt, um die „Klebrigkeit“ der Leucocyten zu würdigen.

Ich spritze in die Gefässe eines lebenden Frosches, der auf dem Mikroskoptische festgelegt ist, einige Cubiccentimeter wässriger Lösungen von Indigoblau, Eosin, oder reines destillirtes

¹⁾ Lavdowsky, Zur Frage von dem dritten Bestandtheil des Blutes. Journal „Arzt“ (russisch) 1883. No. 11—15. S. 160.

Wasser ein¹⁾ und finde unter anderem sofort, wie die dritten Elemente des Blutes, die schon physiologisch die Neigung haben, in Haufen sich zu sammeln, an einander kleben in so collossaler Masse, dass sie nur schwer im circulirenden Blute durch die Gefässe sich fortbewegen können. Die Leucocyten aber kleben gar nicht an einander und circuliren allein zwischen den rothen Blutkörperchen, wie auch diese selbst.

Andererseits haben die rothen Körperchen, sobald sie abgestorben sind, die Neigung zu kleben, wenn sie mit jenen Flüssigkeiten behandelt werden, welche schon Rollet und Laptschinsky²⁾ angegeben haben. Dies kommt namentlich sehr schön zur Beobachtung, wenn der Blutstropfen mit einer Mischung von verdünntem Alkohol Ranvier's, wie ich es thue, und einer kleinen Portion von gepulvertem Methylgrün behandelt wird, wodurch auch Stroma, Kerne u. s. w. ganz klar sichtbar werden.

Also beim Absterben der Blutelemente, nemlich der rothen Körperchen und der Blutplättchen, ersehen wir eine schroffe Aenderung der physikalischen Eigenschaften ihrer protoplasmatischen Substanz. Sie bekommen wirklich die Fähigkeit zu kleben. Ganz anders geschieht es bei den Leucocyten. Sie erwecken den Anschein der Fähigkeit zu kleben, wenn sie lebend sind und zu wandern beginnen. Wollte man ihre Klebrigkeit mit jener der absterbenden rothen Körperchen parallelisiren und auf einen rein physikalischen Vorgang beziehen, so wäre das unrichtig,* denn der Wanderungsvorgang der Leucocyten, was so gleich zu beweisen, ist in keiner Weise so einfach, wie man zu glauben scheint.

So viel von der Klebrigkeit derselben. Ich wende mich zu meinem Gegenstande zurück.

Sobald die Leucocyten eine Unterlage auffinden, bilden sie die von vielen Beobachtern schon beschriebenen Fortsätze oder Pseudopodien aus, die zuerst sehr kurz sind, dann aber länger werden. Bei den Fröschen sind die Fortsätze von Anfang an immer sehr dünn, beim Axolotl dagegen ziemlich dick, sie

¹⁾ Der Versuch war für andere Zwecke angestellt.

²⁾ Ueber das Verhalten der rothen Blutkörperchen zu einigen Tinctionsmitteln. Wiener akad. Sitzungsberichte. 1873.

werden jedoch nach einiger Zeit sehr dünn und lang (vergl. Taf. V. Fig. II, III u. IV und Taf. VI. Fig. VIII). Zwar können beim Axolotl die Fortsätze sich so lang ausdehnen, dass man, wenn man mehrere derselben vor Augen hat, eine ganz besondere Art von Zellen zu sehen bekommt, die etwa wie die langstrahligen Schleimgewebszellen niederer Thiere erscheinen (Taf. V. Fig. III u. IV). Die Enden der Fortsätze werden bald zugespitzt oder abgerundet, bald mehr oder weniger flach oder lappig ausgebreitet. An solchen blattförmigen Enden bemerkt man manchmal, wie im Zellenkörper selbst, Kerne mit Kernkörperchen; man findet dieselben auch in lang gezogenen Fortsätzen, wo sie zudem der Länge nach ausgezogen scheinen. Auf diese Gebilde werde ich übrigens später zurückkommen, daher gehe ich an ihnen hier vorbei. Ich will zunächst besprechen, was im Protoplasma selbst geschieht während des Wanderns der Zellen.

Im Allgemeinen, d. h. nicht nur in Bezug auf die homogenen, sondern auch auf die grobkörnigen Leucocyten, unterscheide ich zwei Haupttypen der Bewegungen: die stehende Bewegung (die amöboide Bewegung der Autoren) und die fortschreitende Bewegung (die Wanderung). Die erste Art der Bewegung besteht in der Ausbildung der oben beschriebenen Zellenfortsätze, womit der Zellkörper während längerer Zeit an einer und derselben Stelle stehen bleibt. Bei dem zweiten Bewegungstypus des Zellkörpers verändert derselbe immer seinen Ort und schreitet dabei bald in geraden Linien, öfters in krummer Richtung weiter; nicht selten auch drehen sich die Zellen um eine Stelle herum, um nachher fortzuschreiten. Die letztere Art der Bewegung oder die „drehende“ bemerkte ich nie bei Amphibien, wohl aber im Blute des Menschen; sie ist nur an den grobkörnigen Leucocyten wahrzunehmen, niemals aber an den homogenen farblosen Elementen. Bei all den Bewegungen sehen wir mit einer guten Immersionslinse ¹⁾ das Ausstrecken und Zusammenziehen des Protoplasma der Zellkörper und der Fortsätze desselben, zu gleicher Zeit mit einem vor- und rückläufigen Verschieben der

¹⁾ Ich gebrauchte für diesen Zweck Hartnack'sche, Seibert'sche und Zeiss'sche Oel-Immersionssysteme.

feineren Körnchen, die im Protoplasma der homogenen Zellen kaum bemerkbar sind. Die Körnchen gleichen keinesfalls denjenigen der grobkörnigen Leucocyten, denn sie sind zu klein, sie stellen fast die alleinige Substanz der homogenen Leucocyten dar und bewegen sich activ; dagegen sind die Körnchen der grobkörnigen Elemente immer gross, stehen in keiner so innigen Beziehung zur Grundsubstanz der Zellen, wie jene, und bewegen sich nur passiv. Bei den grobkörnigen Leucocyten werde ich dies gleich näher beschreiben.

Betrachten wir möglichst genau die feinkörnige Masse der homogenen Elemente, so finden wir, wie die Masse, die den Zellkörper und die Fortsätze ausmacht, während die letzteren mehr und mehr sich auszuziehen scheinen, sich an den Enden derselben und zwar am Ende eines Fortsatzes mehr, an dem eines anderen etwas weniger oder ganz wenig ansammelt. Mitunter verläuft viel Zeit, bis der Vorgang einen Schritt weiter vorrückt. Manchmal contrahirt sich die Zelle statt des Ausziehens plötzlich oder sie zieht langsam alle Fortsätze ein und bleibt in dieser Form in Ruhe. Wenn sie aber fortschreiten will, sammelt sie die Körnchenmasse in einem von den Fortsätzen mehr und mehr und zieht alle die übrige Substanz nach derselben hin an. Somit verändert die Zelle ihren früheren Ort schon, und wenn sie nicht zu lange Pseudopodien hatte, so verschwindet sie aus dem Gesichtsfeld. — Neben dem Verschieben der Körnchenmasse verschiebt sich zeitweilig auch der Kern, der nun bald auf der Länge der Pseudopodien, bald an den lappigen Endausbreitungen derselben seinen Sitz hat. Das lappige oder, wie ich oben gesagt habe, das blattartige Aussehen der Fortsatzenden hat seine Erklärung eben in den nunmehr beschriebenen Anhäufungen des Protoplasmas, die oft ganz abgeplattet erscheinen. Besonders schön kommen dieselben zur Beobachtung, sobald das Plasma zwischen den Gläsern gering ist und die Flächen derselben fast sich berühren. Hiermit wird auch der ganze Vorgang allgemeiner. Es stellt sich heraus, dass die Protoplasmaansammlung und das Ausbreiten derselben nicht nur am Ende des einen, sondern an mehreren, wenn nicht an allen Pseudopodien zu bemerken ist. Im letzten Falle bekommt man sehr oft Bilder, wie ich sie in den Fig. III und IV der Taf. V

und in der Fig. VIII Taf. VI abgebildet habe. Die nach allen Seiten hin ausstrahlenden Fortsätze ziehen nun den Zellkörper in verschiedenen Richtungen aus, bis ein Moment eintritt, wo die Zelle wieder nur eine Richtung annimmt. Das stellt sich so dar, dass während das Protoplasma am Ende einer der Zellverlängerungen sehr stark angehäuft ist, die Füßchen der anderen Fortsätze sich von ihrer Unterlage ablenken und sich nach der von der Zelle eingeschlagenen Richtung contrahiren. Wenn das nicht geschehen ist und die Zelle wieder und wieder sich ausstreckt, so verlängert sie sich colossal und zerreisst sogar in einigen Fällen. Alsdann bekommt man eine besondere Erscheinung, die von mir sogenannte gewaltsame Theilung, von der noch unten die Rede sein wird.

Das Weitergehen der Elemente vollzieht sich folgendermaassen: die ausgebreiteten Pseudopodienenden senden Sprossen aus, wie es an meinen Figuren zu sehen ist. Diese Sprossen sind aber kurz und werden nur nach längerer Zeit länger. Weiterhin verkürzen sich alle übrigen Pseudopodien, werden dicker und scheinen sich ganz zu contrahiren. Oder es entwickeln sich auch Sprossen, die letzteren formiren Nebensprossen u. s. w.

Es ist also in den beschriebenen Wanderungsprozessen kein einfaches Ankleben oder Ablösen zu erkennen, vielmehr ein ziemlich zusammengesetztes Gehen oder Kriechen, wie an wirklichen Elementarorganismen. Das Ebengesagte findet eine weitere Bestätigung bei der Berücksichtigung der Wanderung der grobkörnigen Leucocyten.

Bevor ich aber zu diesen übergehe, will ich noch auf eine Art homogener Körperchen der Tritonen aufmerksam machen. Diese sind in der Fig. VII der Taf. VI abgebildet und stellen allerdings eine ganz sonderbare Art von Leucocyten dar. Zwar sind sie verwandt den eben beschriebenen homogenen Zellen anderer Amphibien, aber in manchen Fällen haben sie eine mehr kuglige Form und zeigen dabei keinen Kern im Innern. Ihre amöboiden Bewegungen und Ortsveränderungen treten immer sehr langsam und schwach zu Tage. Das Protoplasma contrahirt sich während des Wanderns nur so, dass auf der Oberfläche der Zellkörper mehrere Furchen auftreten, die auf einmal tiefer

einzudringen scheinen und so den Zellkörper durchkreuzen. Demzufolge bilden diese Körperchen nur leistenartige Erhöhungen oder stülpen kürzere und dickere Pseudopodien aus, die dabei sehr langsam sich ausstrecken (Fig. VII, 1—20). In dieser Beziehung erinnern sie an die grobkörnigen Leucocyten, aber nur in dem Zustande des Absterbens derselben. Die in Frage stehenden homogenen Körperchen zeigen nie eine Andeutung eines Vorhandenseins von Körnchen in sich. Das Protoplasma ist wenig lichtbrechend und die obigen Furchen, sowie die Leisten zwischen denselben bleiben in allen Fällen ganz gleichförmig. Die Leisten und Furchen treten mehr oder weniger klar hervor: bald lagern sie sich concentrisch um einen centralen Punkt des Protoplasma herum, bald strecken sie sich von jenem Punkt mehr radienartig aus. Dieser Protoplasmapunkt ist etwas verdichtet, mehr oder weniger lichtbrechend, und macht den Eindruck eines kleinen, eckigen, schwach entwickelten oder zu Grunde gehenden Kerns. Nur an den dieser Form gleichenden Zellenarten und, wie es scheint, an den Uebergangsformen zu den grobkörnigen Leucocyten, nemlich an den mehr lebhaft kriechenden Körperchen, bemerke ich Körnchen; der Kern dagegen war wieder nicht deutlich wahrzunehmen. Andererseits, wenn an den homogenen Leucocyten von Triton, und zwar an den kurzen Ausstülpungen ihres Protoplasma, mitunter dünne Fäden vorgekommen sind, so waren dieselben auch nur kurz, nicht selten auch büschelförmig, nie aber so lang, wie es bei richtigen homogenen Leucocyten vorkommt.

Die grobkörnigen Leucocyten des Blutes: Von diesen nicht allzu oft zu beobachtenden Elementen stellte ich oben den Satz auf, dass sie lebhafteste Wanderzellen sind. Wahrscheinlich von eben diesen Elementen hat auch Ehrlich¹⁾ die Ansicht ausgesprochen, dass sie sich als grosse Contractilität besitzende Blutzellen kennzeichnen. Freilich habe ich nicht alle die verschiedenartigen Granulationen der farblosen Blutelemente auffinden können, die Ehrlich beschrieben und unterschieden hat, um wirklich einen constanten und „specifischen“ Bestandtheil dar-

¹⁾ Ehrlich, Methodologische Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Leucocyten. Zeitschr. für klinische Medic. Bd. I. S. 8.

zustellen. Aber in einer Art von Leucocyten findet sich stets eine ziemlich grosse Menge feiner und grober Granulationen vor und dieselben zeigen wirklich verschiedenes Verhalten gegen die Tinctionsmittel. Die Leucocyten mit gröberen Körnchen sind eben jene, die ich jetzt beschreiben will (Taf. VI. Fig. IX—XVIII und Taf. VII. Fig. XIX, XX u. XXI).

Die von mir untersuchten grobkörnigen Blutelemente bestanden immer aus zwei Substanzen. Die eine davon ist ganz klar, wasserhell und durchsichtig und stellt die homogene Grundzellsubstanz der Elemente dar. Hier und da bemerkt man in ihr mehrere kleine Vacuolen und ein dichtes, sehr schwach lichtbrechendes Fadenwerk oder Fadengerüst, das auch von Flemming¹⁾ beschrieben worden ist.

In dieser Substanz befindet sich eine andere, aus Körnchen bestehende Masse, die undurchsichtig ist, sehr lichtbrechend, und eine andere chemische Constitution hat, als jene. Die homogene Substanz ist isotrop, die körnige erscheint dagegen in einigen Fällen anisotrop; die erstere Substanz hat die Fähigkeit, sich zu contrahiren, die andere dagegen nicht.

Von den Körnchen haben mehrere die Eigenschaften des Fettes, sind also Fettpartikelchen, die anderen scheinen Eiweisskörnchen zu sein, die lebhaft an die Zymogenkörnchen der netzkörnigen Zone der Pancreaszellen erinnern. Die dritten endlich — seltener vorkommende und weniger lichtbrechende Körnchen — sind entweder glycogenähnliche Klümpchen, wie sie so oft bei Säugethieren vorkommen, oder Pigmentkörnchen.

Zwischen den Körnchen in allen grobkörnigen und lebenden Leucocyten und zwar bei allen von mir untersuchten Amphibienarten giebt es immer einen schönen, grossen Kern. Nicht selten finden sich auch zwei- und dreikernige Elemente, also multinucleare Leucocyten, wie es bei den homogenen Elementen der Fall ist. In den Kernen tritt manchmal ein Kernkörperchen hervor, aber seltener als bei den homogenen Elementen, wo die Gebilde sehr klar ausgeprägt sind.

Was sehen wir nun bei der Wanderung der grobkörnigen Elemente? Hier liegen uns mehrere sehr wichtige und interessante

¹⁾ W. Flemming, Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung. Leipzig 1882. S. 47.

Vorgänge vor, die ausführlicher Beschreibung und Erläuterung bedürfen.

Zuerst ist zu erörtern, wie die Elemente die Pseudopodien bilden. Das geschieht hier anders, als bei den homogenen Leucocyten (Taf. VII. Fig. XIX, 1 bis 8; Fig. XX A, B, C u. and.).

An einem Punkte des Zellenrandes oder von irgend welcher Region der Zelloberfläche aus bildet sich eine Ausbuchtung, bestehend aus jener wasserhellen Zellengrundsubstanz. Diese Substanz scheint hier eine activ bewegende Masse zu sein und tritt am Rande der Zelle als ein ganz durchsichtiger Tropfen zu Tage, der einige Momente unverändert bleibt. Dann wird der Tropfen etwas grösser und zu gleicher Zeit scheint er in sich die körnige Masse aufzunehmen. Die letzte Masse ist aber keine activ sich bewegende Substanz und erscheint in jenen Tropfen durch die Contraction der homogenen Substanz des Zellkörpers gedrängt zu werden.

Controlirt man den Vorgang mit einer Immersionslinse, so sieht man klar, wie die Körnchen von den Zellkörpern aus in die ausgebuchteten homogenen Tropfen hineingedrängt werden (Taf. VII. Fig. XIX 3, 5, 6, 7); entweder sie treten einzeln, eines nach dem anderen, und mehr oder weniger regelmässig hinein, oder sie erscheinen im Tropfen gruppenweise und alsdann sammeln sie sich an anderen Orten an. Während sie sich ansammeln, wächst die Ausbuchtung des Zellkörpers mehr und mehr, oder es entwickeln sich neue Ausstülpungen am Zellkörper, und somit schreitet auch die körnige Masse nach den verschiedenen Richtungen hin. Es scheint mir an manchen Objecten, als ob die Körnchen den verschiedenen und regelmässigen Strömungen in der homogenen Zellsubstanz folgen; sie fliessen in derselben fortwährend hin und her, wie es schon De Bary¹⁾, Max Schultze²⁾ u. A. bei verschiedenen beweglichen Zellen und zellenartigen Bildungen beschrieben haben³⁾. In der That giebt es an den Zellkörpern immer nach ver-

¹⁾ De Bary, Die Mycetozoën. Leipzig 1864.

²⁾ Max Schultze, Das Protoplasma der Rhyzopoden etc. Archiv für mikroskop. Anat. Bd. I.

³⁾ Lavdowsky, Ueber die Contractilität des Muskelprotoplasmas. Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1871. No. 49.

schiedenen Richtungen stromartige Ausstreckungen der homogenen Substanz, vielleicht Contractionen des von mir beschriebenen Fadengerüsts, welche nun jene Ortsveränderungen, bez. Umstellungen der Körnchen hervorrufen. Jedenfalls sind die Körnchen, wie auch De Bary sagte (l. c. S. 43), bei allen diesen Bewegungen oft ganz unbetheiligt, sie bewegen sich im Zellkörper nur passiv; so viel ich gesehen habe, findet sich dieselbe Erscheinung bei allen körnigen Leucoocyten. Die Körnchen zeigen mitunter sehr schön die vielfach durch mehrere Autoren beschriebene Brown'sche Bewegung, aber nie die „spontane“ oder „active“ Bewegung; diese gehört nur der Grundsubstanz der Zellen an.

Will man die homogene Substanz weiter untersuchen, so ergibt sich, dass sie nicht nur in Form von einer oder mehreren Ausbuchtungen erscheint, sondern fast an der ganzen Oberfläche des Zellkörpers sich ausscheidet; mithin umhüllt sie denselben mehr oder weniger mit einem homogenen Ueberzuge (Taf. VII. Fig. XIX, 4 und XX A). Zu gleicher Zeit bilden sich an dem Ueberzuge mehrere Buchten aus. Dieselben verwandeln sich in Pseudopodien, wachsen dann rasch noch weiter fort und bringen so die Zellmasse nach anderen Orten hin. Der Zellkörper wird alsdann nicht nur in seiner Form verändert, sondern auch von dem früheren Standpunkte etwas weitergerückt. Ist die Zelle zufällig am Rande eines Luftbläschens angeheftet, wie es eben in der Fig. XX bei A, B u. C der Fall ist, so schreitet sie nur langsam fort. Dies erklärt sich natürlicher Weise dadurch, dass jene Zelle, wie die anderen Körperchen, sich dem Luftbläschen ziemlich fest anlagert. Wenn aber statt des Luftbläschens andere Gegenstände sich entgegenstellen, so wird die Zelle nicht selten sehr rasch und energisch fortschreiten.

Mehrere Male bemerkte ich, wie die Zelle, bevor sie fortwandert, sich durch ihre Pseudopodien jenen Gegenständen accommodirt, und so zu sagen, dieselben befühlt. Nun beginnt sie zu wandern, indem sie die homogenen Pseudopodien mehr und mehr ausbildet, während sie die Körnchen nach und nach in dieselbe überführt. Es sei hier noch zu bemerken, dass wenn einige der Pseudopodien sehr nahe an einander stehen, sie mitunter zusammenfliessen und somit einen dicken Fuss ausmachen. Es ist

allerdings Regel, dass um die grobkörnigen Leucocyten immer die kurzen und verhältnissmässig dicken Pseudopodien sich entwickeln, und zwar sehr rasch. Aus diesem Grunde betrachte ich diese Elemente als eine wirklich andere Art der Leucocyten im Vergleich mit den oben beschriebenen homogenen farblosen Blutzellen, obschon zwischen diesen und jenen Uebergangsformen zu existiren scheinen. Andererseits zeigen die grobkörnigen Leucocyten grössere Kraftentfaltung als die homogenen Elemente. Von den Kräften der Zellen habe ich jetzt zu sprechen.

Weitere Beschreibung des Wanderungsprozesses der grobkörnigen Leucocyten und Kraftentfaltung derselben: Es ist wohl bekannt, von Max Schultze an, wie die farblosen Blutelemente, trotz ihrer Zartheit und trotz der verschiedenartigen Hindernisse, die auf ihren Wegen sich entgegenstellen, doch weiter und weiter zu wandern vermögen. In dieser Beziehung verhalten sich die Amphibienblutelemente gleich denen der höheren Thiere und des Menschen. Die ausführlichen Beobachtungen von Recklinghausen (l. c.), Hering¹⁾, Lortet²⁾, Heller³⁾, Kremijansky⁴⁾ Senftleben⁵⁾, Bubnoff⁶⁾, Thoma⁷⁾ u. A., die zwar nicht alle unsere Frage von physiologischer Seite her berücksichtigt haben, bringen die Thatsache, dass die farblosen Blutelemente, trotz ihrer Kleinheit, relativ grosse Kräfte entwickeln können. Wenn ein kleines Protoplasma-klümpchen durch die makroskopisch dickeren Scheidewände hindurchgeht, wie es einige von obigen Beobachtern bemerkt haben, ist dieser Umstand nicht genügend, um die oben aufgeworfene Frage aufzustellen? Nur bei Engelmann⁸⁾ finden wir eine kurze An-

1) Hering, Wiener akad. Sitzungsber. Bd. LXVI. LXVII.

2) Lortet, Comptes rendus etc. LXXV.

3) Heller, Untersuchungen über d. feiner. Vorgang bei der Entzündung. Erlangen 1869.

4) Kremijansky, Wiener medic. Wochenschr. 1868.

5) Senftleben, Dieses Archiv Bd. 77.

6) Bubnoff, Dieses Archiv Bd. 44.

7) Thoma, Dieses Archiv Bd. 62. Die Ueberwanderung farbloser Blutkörper von dem Blut in das Lymphgefässsystem. Heidelberg 1873.

8) Engelmann, Physiologie der Protoplasma- und Flimmerbewegung. Hermann's Handbuch der Physiologie. Bd. I. 1. S. 341. — Vgl. auch Stricker, l. c. S. 184.

gabe, welche die aufgestellte Frage berührt: „Die Kraft der amöboiden Bewegungen“, heisst es, „muss ganz erhebliche Werthe erreichen können,“ denn „die Wanderzellen bewegen sich beispielsweise zwischen den Fibrillen und Lamellen, andere zwischen den Epithelzellen hindurch, die sie dabei auseinanderschieben müssen“ (l. c. S. 350). Meine Beobachtungen über das Wandern der homogenen, besonders aber der grobkörnigen Leucocyten bringen nun mehrere Beweise betreffend der Kraftentwicklung derselben, und zwar beim directen Beobachten der Leucocyten in einem Blutstropfen, der in einer Gaskammer bei etwas erhöhter Temperatur (20° — 30° C.) untersucht wird.

Schon in der Taf. IV bemerken wir drei geschwärzte Stellen, die den grossen Anhäufungen der rothen Blutkörperchen im Blutpräparate entsprechen. Folgen wir den Curvenlinien der Leucocyten, die in demselben Präparate und in derselben Tafel vorliegen, so finden wir, dass, während einige Leucocyten ihre Wege an den genannten Blutcoagulis vorbei nehmen, zwei dieser Elemente ihren Weg gerade durch eines der Coagula hindurchführen (das 3. und das 4. Element). Sie wandern, wie die starke Vergrösserung es zeigt, zwischen den fest aneinanderstossenden rothen Blutkörperchen der schwarzen Stelle, dann treten sie aus den Blutcoagulis heraus und wandern weiter. Auf der Taf. VI bei Fig. IX bis XV können wir ersehen, was namentlich bei der Wanderung der Leucocyten geschieht.

Der Leucocyt (eine grobkörnige Zelle) kriecht zwischen den rothen Blutkörperchen, indem er immer sich den verschiedenen Bedingungen oder Hindernissen accommodirt; so kriecht er zwischen den Körperchen, indem er sie umgeht. Stösst er gerade gegen einen Körper, so ist zu sehen, wie er in einigen Fällen sich in zwei Schenkel spaltet, einige Zeit in diesem Zustand ruhig bleibt, dann aber durch energische Contraction seiner protoplasmatischen Masse und durch Ueberführen derselben in nur einen Schenkel das entgegengestellte Hinderniss wieder umgeht. Ist sein Weg zu eng und liegen die rothen Blutkörper an dem Wege fest aneinander, so sind die Erscheinungen des Wanderns mehr zusammengesetzt.

Entweder die Zelle bildet ein dünneres Pseudopodion aus und mit diesem dringt sie in die Spalte zwischen den Körpern

ein; oder sie entwickelt mehrere Fortsätze und schickt dieselben zwischen aneinanderstossende Körper, um einen Weg für sich zu bahnen; oder endlich dringt sie auch mit einem dickeren Pseudopodium in die Spalten ein, und in manchen Fällen schiebt sie so bedeutend oder so kräftig die festliegenden rothen Körper auseinander, dass diese noch mehr aneinander gepresst werden.

Ganz klar und genau habe ich auch Folgendes gesehen und abgebildet (Taf. VI. Fig. XVI—XVIII, Taf. VII. Fig. XXI A und XXI B). Eine von den grobkörnigen Zellen bewegt sich den rothen Körpern entgegen und will diese durchbrechen¹⁾. Bald dringt sie mit Pseudopodien tief in die Substanz eines Körpers hinein, bald schneidet sie die Oberfläche und geht zwischen ihm und dem Deckglase durch. Im ersteren Falle kann die Zelle so tief in den Körper eindringen, als ob sie ihn ganz durchbohren würde. Es bilden sich in der Substanz des Körpers ein Defect oder einige Löcher aus, die sich nur schwer und langsam ausgleichen.

Nun aber will die Zelle den Körper verlassen, wie es in den Fig. XVI, XVII und XVIII abgebildet ist. Sie hat viele Mühe, um zum Ziele zu gelangen; zwar ist sie kräftig, streckt sich hier und da aus, führt die Körnchen nach den verschiedenen Richtungen, biegt ihren Leib sogar zurück und zwar dem Blutkörper zu, oder reisst sich von demselben ab und verlässt es, um weiter zu schreiten. Der Vorgang dauert ziemlich lang, bis zu einer Viertelstunde.

Noch eine merkwürdigere Erscheinung sah ich bei der Fig. XXI A und B der Taf. VII. In diesem Falle beginnt die Zelle auch das eine der rothen Blutkörperchen zu durchbohren. Das Pseudopodium der Zelle will gerade durch die Fläche des Körpers passiren (Fig. XXI A, a). Weil nach oben von der Zelle die feste Masse des Deckgläschens ist, so bildete die Zelle eine Kante aus und drängte sich mit derselben in die Substanz des Körpers (Fig. XXI A, b). Hiermit ist aber der Vorgang bei weitem nicht beendet. Sobald die Zelle in den

¹⁾ Denselben Vorgang beobachtete ich zufällig schon 1869 an den lebenden Samenfäden und veröffentlichte einen Aufsatz darüber, der in dem Medicinischen Journal (russisch) S. 59 abgedruckt ist.

Körper eingedrungen ist, macht sie in ihm einen kanalartigen Weg, schneidet also die Fläche des Körpers durch, und erst dann schreitet sie weiter: nach einem Moment erscheint der Kopf der Zelle am anderen Rande des rothen Körpers (Fig. XXI A, c); bald ist derselbe Kopf so ausgewachsen (Fig. XXI B, d), dass er den Kern in sich überführt und nur ein kleines Stück der Zellenmasse zurücklässt. Endlich hat die Zelle auch dieses Stück nach sich gezogen, womit nun in der Substanz des rothen Körpers ein wirklicher Kanal erscheint (Fig. XXI B, e, k), durch welchen der Zellenleib hindurchgewandert ist. Gleich nach dem Erscheinen beginnt schon der Zellenweg sich zu verengern (Fig. XXI B, f) und endlich ganz und gar sich auszugleichen (Fig. XXI B, f').

Alles das vollendet sich schneller, als ich es beschrieb. Unter mehreren Angaben der Autoren, betreffend verschiedene Formveränderungen der rothen Blutkörperchen, finde ich nur bei Hayem ¹⁾ eine Andeutung an die eben von mir beschriebene Veränderung derselben Elemente, aber keine einzige Angabe über die wirklichen Ursachen, welche diese Veränderung hervorrufen sollen.

Durchmustert man nun alle die angeführten Thatsachen und die angegebenen literarischen Befunde, so hat man den Beweis, dass die Leucocyten wohl die grösste Kraftentfaltung in sich entwickeln können. Von diesem Gesichtspunkte aus kann man auch einige wichtige physiologische und pathologische Vorgänge mehr oder weniger gut erklären; ich nenne nur die Auswanderung der Leucocyten beim Entstehen des Eiters.

Die Leucocyten der Säugethiere und des Menschen. — Berücksichtigung der Frage von ihrem Kerne, von dem Kerne der Amphibien-elemente, sowie von der Kerntheilung.

Die farblosen Elemente des Blutes von höheren Thieren und vom Menschen stellen bekanntlich viel kleinere Zellen dar. Und zwar ist dies die Regel für beide Arten von Elementen, für

¹⁾ Hayem, Archives de physiol. norm. et pathologique. 1879. Taf. 3 Fig. 5.

die homogenen, wie für die körnigen oder grobkörnigen Leucocyten.

Die ziemlich scharfen Unterschiede zwischen beiden Arten von Körperchen bemerkt man auch hier. Mithin kann ich nicht mit Renaut¹⁾ übereinstimmen, dass „fast alle“ Leucocyten der Säugethiere und des Menschen eine gleiche Beschaffenheit darböten, da ich bei ganz gesunden Menschen immer beide Arten von Zellen aufgefunden habe. Es ist noch hervorzuheben, dass nach den Beobachtungen von Renaut die Leucocyten des Frosches, die unter anderen Fettkörnchen in sich tragen, durchaus nicht „fast bewegungslose“ Elemente sind, wie es Renaut zu glauben scheint. Denn sie kriechen und wandern schon bei der Zimmertemperatur (bei etwa 16°—17° C.). Ich kann die Renaut'schen negativen Befunde gar nicht verstehen, soweit es das Froshblut anlangt.

Andererseits habe ich oben zu beweisen versucht, dass die körnigen farblosen Blutelemente, trotzdem sie belastet sind, also trotzdem sie verschiedene Körnchen in sich tragen, keinenfalls träge kriechen, sondern sehr schnell, wie es auch Ehrlich bemerkt hat (l. c.). Sie kriechen ganz wie Süßwasseramöben oder wie die Leucocyten der Fische [Flemming²⁾], also sehr schnell. Dies ist eine Regel besonders für die Leucocyten der Säugethiere und des Menschen, was ich ebenfalls Renaut entgegenzustellen habe. Natürlicherweise muss die Untersuchung des Blutes höherer Thiere bei viel höheren Temperaturen (37°—39°) vorgenommen werden.

Die homogenen Leucocyten des Hundes, der Katze, des Menschen u. s. f. erscheinen auch von fast gleichförmiger Beschaffenheit. Sie bilden die sehr dünnen Pseudopodien, die aber nie so lang werden, wie die der Elemente von Fröschen, Axolotlen und anderen Amphibienarten. Sie wandern immer langsam, aber schneller als bei den Fröschen. In anderen Beziehungen gleichen sie den typischen Amphibienelementen und bieten deswegen keine merkwürdigen Besonderheiten dar. Ihre chemische Constitution ziehe ich hier nicht in Betracht.

Die anderen, nemlich die grobkörnigen farblosen Ele-

¹⁾ Renaut, Arch. de physiol. norm. et patholog. 1881. p. 649.

²⁾ W. Flemming, Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. VII. S. 56.

mente, habe ich auf der Taf. VII. Fig. XXII A und B abgebildet. Es ist aber gleich zu bemerken, dass in beiden Reihen der Zellen bei A und B ein und derselbe Leucocyt, trotz den 23 Formveränderungen desselben, vorliegt. Und dies ist nicht ein vollständiger Untersuchungszyclus jenes Elementes, denn ich habe von demselben mehr als 100 Abbildungen bekommen. Sie zeigen uns Folgendes:

In den Zellen unterscheidet man die körnige und die homogene Substanz, die in der ersteren eingebettet ist. Nun aber ist die homogene Substanz hier nicht so gleichförmig und wasserhell, wie bei den Amphibien; zwar konnte ich kein Gerüst oder Fadenwerk, wie bei den Leucocyten von Amphibien, auffinden. In der homogenen Substanz liegen die Kerne; in ihnen Kernkörperchen, die vollständig klar ausgeprägt sind. So viel ich weiss, sind die Kernkörperchen am Kerne der lebenden farblosen Blutkörper der Säugethiere bis jetzt noch nicht gut und ohne Zweifel beobachtet worden. Es ist aber ziemlich oft der Fall, wenn nur der Kern frei in der homogenen Zellengrundsubstanz vorliegt. Die Kernkörperchen schimmern dann klar hindurch und haben bald runde, bald ovale, bald etwas eckige Form. Sie sind schwach lichtbrechend, ganz homogen und zeigen kaum bemerkbare Formveränderungen, von denen gleich unten die Rede sein wird.

Was die Wanderungsvorgänge der grobkörnigen Leucocyten der höheren Thiere anbetrifft, so kriechen sie nicht nur schneller als, die homogenen Zellen derselben Thiere, sondern auch schneller, als eben jene grobkörnigen, lebhaft kriechenden Leucocyten der Amphibien. Erwähnenswerth ist, dass unter den Elementen und zwar aus dem Blute des Menschen es solche giebt, die während der Wanderung nicht nur in geraden oder in krummen Linien kriechen, sondern gar um einen und denselben Punkt herum, womit eine rotatorische oder drehende Bewegung zum Vorschein kommt. Das habe ich schon oben angedeutet. Nunmehr will ich nur hinzufügen, dass jene Bewegung etwas an die nicht selten zu beobachtende rotatorische Bewegung der Flimmerepithelzellen erinnert.

Bei allen diesen Bewegungen findet derselbe Vorgang statt, der bei den Amphibien von mir beschrieben ist.

Aber hier bei den Säugethieren bildet die homogene Masse nur viel dünnere Schichten an der Oberfläche der Zellen, auch tritt sie wenig in Form jener Ausbuchtungen hervor, die so entwickelt und exact an den Amphibienzellen in's Auge fallen. Das Umlagern der Körnchen ist aber wieder ganz klar; es vollzieht sich auch in Reihenfolge oder gruppenweise in der activ beweglichen Grundsubstanz. An den Elementen habe ich auch beobachtet, dass die Körnchen sehr lebhaft sich umlagerten, also die homogene Grundsubstanz contrahirt sich hier auch sehr energisch, und zwar schneller, als es bei denselben Elementen der Amphibien der Fall ist.

Ferner ist hervorzuheben, dass merkwürdiger Weise die Kerne der grobkörnigen Leucocyten — seien dieselben dem Blute höherer Thiere, seien sie dem Blute von Amphibien angehörig — bei der Wanderung der Zellen nur sehr selten in der Mitte derselben gesehen werden, sondern fast immer am hinteren Theile der Zellen liegen, namentlich in dem Theile, der beim Wandern der Elemente als Cauda der letzteren zu betrachten ist (Taf. VI. Fig. IX—XVIII, Taf. VII. Fig. XIX—XXII). Da nun die Kerne in derjenigen homogenen und Contractilität besitzenden Masse der Zellen eingebettet sind, welche die Körnchen immer verschiebt, so ist es schwer zu erklären, warum dieselbe Erscheinung nicht auch an den Kernen zu beobachten ist. Wir sehen, dass das Contrahiren des Protoplasmas keine besonderen Einflüsse hat weder auf die Form, noch auf die Lage des Kernes, die ja nur sehr wenig sich verändern und sich in den caudalen Theil der Zelle weiter schleppen. Es ist also der von Ranvier schon 1875 allgemein aufgestellte Satz, dass die Gestaltverhältnisse der Kerne der wandernden Leucocyten von der Contraction des Protoplasma beeinflusst werden¹⁾, ohne Bestätigung; nur in einzelnen Fällen ist er richtig.

Da ich nunmehr eben bei den Kernen der Leucocyten bin, so werde ich sie näher und zwar bei allen von mir untersuchten Thieren berücksichtigen.

¹⁾ Ranvier, Recherches sur les éléments du sang. Arch. de physiol. norm. et pathol. 1875. Traité technique d'histologie. Paris 1875. I. p. 161.

Die Structur und die Formveränderungen des Kernes. Wenn wir einzelne nicht ganz gelungene Beobachtungen über das Nichtnachweisen des Kernes an lebenden Leucocyten in Abrede zu stellen haben, so liegen von der Seite anderer Forscher, welche die Kerne nachgewiesen haben, auch nicht ganz ausführliche Untersuchungen dieser Gebilde vor uns. Trotz ausreichender Literatur der letzten Decennien, die Zellkerne im Allgemeinen betreffend, wie die bekannten Beobachtungen von Auerbach, Strassburger, Flemming, Schleicher, Peremeschko, Arnold, Retzius, Mayzel, Klein, Pfitzner, Bizzozero u. A., die auf den Zellkern ein neues Licht geworfen haben¹⁾, finden wir nur bei denen von Peremeschko²⁾ und Flemming³⁾ einige neuere Angaben über die Structur der Leucocytenkerne, und zwar bei der Zelltheilung. Aber die viel früheren und mir seit ihrem Erscheinen bekannten Untersuchungen von Heitzmann⁴⁾ und Frommann⁵⁾ — deren hoher wissenschaftlicher Werth relativ zu spät geschätzt worden ist — weisen gerade auf die Structurverhältnisse der Kerne hin, die ich beschreiben will. Zwar untersuchten Heitzmann und Frommann das Blut nicht eingehend genug und ihre Abbildungen waren theilweise zu schematisch, aber diese Abbildungen sind insofern richtig, als nach der Heitzmann'schen Arbeit mehrere spätere Forscher eben dieselben Eigenthümlichkeiten am Kerne verschiedener Zellen beschrieben haben, die gerade schon durch Heitzmann und Frommann gesehen worden sind. Es ist die netzartige Structur des Kernes, die auch am Kerne der Leucocyten wahrzunehmen ist (Taf. V. Fig. II, III und IV, Taf. VII. Fig. XIX—XXII und besonders XXIII—XXVI).

Nun ist aber gleich zu betonen, dass die netzartige Structur der Leucocytenkerne nicht immer und nicht so prägnant in's

¹⁾ Ich citire an dieser Stelle nur die Namen der Autoren, denn ihre Arbeiten, die den Kern sehr verschiedener Zellenarten betreffen, sind wohl bekannt.

²⁾ Peremeschko, Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. XVII. S. 170.

³⁾ Flemming, Zellsubstanz, Kern etc. S. 47, 343.

⁴⁾ Heitzmann, Wiener Akad. Sitzungsber. 1873. LXVII. 1—5. S. 100.

⁵⁾ Frommann, Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft. 1875. Bd. 9. N. F. II. Heft 2—3. S. 280.

Auge fällt, wie die der Kerne der Bindegewebszellen oder der Knorpel- und Epithelzellen. Sogar in den Kernen der Drüsenzellen (Speicheldrüsen, Pancreas, Leber, Nieren) ist das Kerngerüst viel leichter zu beobachten, als in den Leucocyten. Ganz anders verhalten sich die rothen Blutkörperchen (Taf. VI. Fig. VIII und IX—XV). Im lebenden Zustande freilich tritt das Fadenwerk in ihren Kernen auch sehr schwach zu Tage, aber bei der Behandlung mit Osmiumsäure (1procentige Lösung), mit schwächeren Lösungen von Pikrin- oder von Chromsäure und nachheriger Färbung mit Rosanilin, Saffranin oder noch besser mit Methylgrün treten die Kernnetze sehr schön und vollständig hervor, schon bei den gewöhnlich angewendeten Linsensystemen.

Die Kerne der lebenden und wandernden Leucocyten, wie oben gesagt wurde, stellen sich als fast homogene Gebilde mit einem oder mehreren Kernkörperchen dar. Die starken Wasser- oder Oelimmersionssysteme zeigen aber, dass in dieser „homogenen“ Masse zwei Bestandtheile zu unterscheiden sind: eine etwas trübe, die andere dagegen ganz hell. Letztere Substanz sieht aus, als ob sie in kleinen Lücken zwischen den brockenartig eingelagerten Bälkchen liege, welche die trübe Masse ausmachen. Somit differenzirt sich in den Kernen mehr oder weniger das Balken- oder Fadengerüst und die Zwischensubstanz. Da das Gerüst in den fixirten Kernen die Fähigkeit hat, sich mehr zu färben, die Zwischensubstanz aber weniger, wie es an den Kernen der rothen Blutkörperchen und vielen anderen Zellen der Fall ist, so möchte man denken, dass auch in den Leucocytenkernen chromatische und achromatische Substanzen sich befinden. Aber die Flemming'sche Benennung „chromatisch“ und „achromatisch“ eignet sich nicht besonders für alle die Zellen, wie gerade die Leucocyten es sind; denn deren Gerüst färbt sich ja neben dem Kernsaft durchweg. Ich werde daher das Gerüst „kinetisch“, die Zwischensubstanz aber „akinetisch“ nennen, um so mehr, als das netzartige Gerüst aller Wahrscheinlichkeit nach lebendige Gestalt- und Formveränderungen zeigt. In der That, die Bälkchen, welche dieses Gerüst ausmachen, scheinen keinesfalls eine und dieselbe Lagerung zu behalten. Das ist besonders während der Kerntheilung zu bemerken.

Mithin habe ich die Kerne der Leucocyten in zwei physiologischen Zuständen unterschieden: einmal so zu sagen im Ruhezustand, wenn der Kern weder kariokinetische, noch andere von ihm ausgehende Formveränderungen zeigt; sodann im Zustande der Thätigkeit, wenn im Kern der eine oder der andere von beiden Vorgängen sich vollzieht. Diese Kerne werde ich kurz kinetische Kerne benennen.

Ruhende Kerne der Leucocyten habe ich öfters in dem Tritonenblute gesehen (Taf. VI. Fig. IX—XV). Den Heitzmann'schen Angaben entgegen (l. c. S. 106), zeigen die Kerne bei den Tritonen nur selten eine Fadenstructur; sie sind häufiger ganz gleichförmig und blass oder tragen eine schwache Körnung an sich. Sie kommen vor als Zwillinge, oder als einzelne, zu zweien und dreien aneinander liegende Gebilde, die manchmal den Eindruck machen, als ob sie zusammenfließen wollten, was aber in Wirklichkeit nie der Fall ist. Dieselben Kerne kommen an den grobkörnigen Leucocyten vor. Von den besonderen kernähnlichen Gebilden der homogenen Leucocyten, die eben denselben Thieren, den Tritonen, angehören (Taf. VI. Fig. VII A und B), habe ich schon oben gesprochen.

Die ruhenden Kerne anderer Amphibienarten (Frösche, Axolotl) zeigen in sich ein netzartiges Gerüst mehr oder weniger deutlich, und zwar in der dichteren Netz- oder Knäuelform. Die Kernkörperchen werden scharf sichtbar (Taf. VII. Fig. XIX, XX, XXI und Fig. XXIII, XXIV, XXV, α , sowie Fig. XXVII). An den in ruhendem Zustande sich befindenden Kernen der Leucocyten höherer Thiere und des Menschen konnte ich nie ein Fadenwerk wahrnehmen.

Die kinetischen Kerne treten in zweierlei Formen hervor. Bald zeigen sie eine amöboide Bewegung und sind zu gleicher Zeit hier und da in „directer Theilung“ begriffen; bald zeigen sie Kariokinesis und scheinen somit in der „indirecten Theilung“ zu sein.

Die Formveränderung des Kernes stellt sich als active Bewegung desselben dar. Sie besteht darin, dass an den Kernen buckelähnliche Vorsprünge hervortreten und sich wieder ausgleichen, — eine Erscheinung, die von Ranvier¹⁾

¹⁾ Ranvier, *Traité technique*. p. 160—161.

beschrieben und von Flemming¹⁾ abgebildet ist. Oder es spaltet sich der Kern in zwei oder drei Schenkel, die kürzer und dicker werden und so zusammenfliessen und sich ausgleichen. Eben diesen Fall habe ich auf der Taf. VII. Fig. XIX an den Zellenformen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8 gezeichnet, wo einer der beiden Kerne zuerst oval ist, dann zweischenklig wird, später wieder oval. Ich weise auf die Kerne deshalb hin, weil sie die Träger des Zellenlebens sind. Ein zweiter Umstand, der veranlasst, darauf hinzuweisen, ist folgender: Die beiden letztgenannten Forscher (Ranvier und Flemming) sprechen von den beschriebenen Formänderungen des Kernes als von der Vorbereitung derselben zur einfachen Theilung. Das ist aber gar nicht der Fall, denn ich habe Kerne mit mehreren Buckelungen oder mit Einschürungen gesehen; die Zellenkörper machten dabei hundert Aenderungen der Form durch, ohne dass der Kern sich theilte. Die Kerne kehrten zu den früheren runden oder ovalen Formen zurück, sowie es in meinen obigen Figuren dargestellt ist.

Noch weniger bin ich im Einklange mit Ranvier, dass die in Rede stehenden Aenderungen des Kernes von der Contraction des Protoplasma herrühren (l. c. S. 161). Freilich in mehreren Fällen und namentlich beim Axolotl, den Ranvier lieber zur Untersuchung wählen will, kommen Leucocyten vor, deren Kerne gar keine Veränderungen, resp. formativen Einflüsse von dem umliegenden Protoplasma aus aufnehmen.

Es ist also besser anzunehmen, dass die Formveränderungen des Kernes unabhängig vom Zellenprotoplasma (Cytoplasma Strassburger's), vielmehr abhängig von den Kräften, die in ihm selbst (vielleicht in dem Chromatoplasma Strassburger's) ihren Platz haben, entstehen. Dieselbe Ansicht hat auch Peremeschko²⁾ ausgesprochen, indem er Beobachtungen anführt, die darauf hindeuten, dass der Zellkörper bezüglich der Theilung sich unter dem Einflusse des Kernes befindet.

Was für Einflüsse, resp. Kräfte das sind, ist eine Frage,

¹⁾ Flemming, Op. cit. p. 349. Fig. IV, B, α , β . (Vergl. auch Klein, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1870. S. 17.)

²⁾ Peremeschko, Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. XVI. S. 449.

die ich natürlicherweise nicht beantworten kann. Wir mögen uns denken, dass, wie die Zelle selbst, so auch der Kern einer activen Aenderung seiner Gestalt fähig ist. Ob jedoch die Kernänderung „amöboid“ ist oder nicht, das ist Nebensache.

Es ist aber andererseits richtig, dass eben die Formänderungen des Kernes auch den Kern zur Theilung bringen können (Taf. VII. Fig. XXIV b, XXV b, c, XXVI a). Diese Theilung ist eine directe Kerntheilung (oder die Theilung durch vermeintliche Knospen), die Ranvier und auch Klein beschrieben haben (l. c.). Bei der Theilung schnüren sich von der Substanz des Kernes ein oder mehrere Stückchen ab, bleiben einige Zeit in der Zelle frei; alsdann wird mit einem oder mit zwei solcher Stückchen auch ein Theil des Zellenleibes abgeschnürt. Bei den Leucocyten findet noch ein abweichender Typus dieser Theilung statt, den ich nunmehr erläutern will. Derselbe ist auf der Taf. V. Fig. II A u. B, Fig. III u. IV möglichst genau abgebildet.

Wir finden hier die homogenen Leucocyten, an denen gerade Ausstreckungen des Protoplasma und ein damit verbundenes Ausziehen des Kernes zu bemerken sind. Doch während bei der Formveränderung der Zelle II A (1, 2, 3, 4) die Kerne theils abgeschnürt werden, theils nur sich einschnüren und die einzelnen Kernkörperchen in sich tragen, hat eine andere Zelle (II B, 5, 6, 7) sehr lang ausgezogene Kerne mit mehreren solchen Kernkörperchen. Betrachtet man die Kerne genau, so sieht man jene klaren Körperchen sich an den beiden Enden der Kerne gruppieren und zwar so, dass mit jedem Körperchen eines Kernendes ein sich verdünnender Faden der entgegengestellten Körperchenreihe im Zusammenhange steht. Mit anderen Worten: die drei in einem Kerne sich befindenden Körperchen ziehen sich während des Ausstreckens desselben so sehr aus, dass sie eine fadenartige Form annehmen. Ist es möglich, dass diese Erscheinung nur von dem Zellenprotoplasma herrühre? Oder müssen wir voraussetzen, dass die Kernkörperchen in einer festen Verbindung mit der Substanz des Kernes sich befinden, also eine innigste Beziehung haben zu dem Kerngerüste, das gerade während der Kernverlängerung sich auszuziehen scheint? In der That, diese Voraussetzung ist richtig, wie es gleich unten zu beweisen sein wird, ohne die obige Ansicht von Ranvier

über den Einfluss des Protoplasmas zu bestätigen. Während die beschriebenen Veränderungen des Kernes fortdauern, kann die Zelle, wie wir gesehen haben, auch sehr mannichfaltige Form annehmen (Fig. III u. IV. Taf. V). Die Kerne aber folgen zum Theil der Richtung des Protoplasma nach und in den Pseudopodien, sogar an den Enden derselben, erscheinen sie theils verkürzt, theils intact. Wird die Zelle noch mehr ausgestreckt, sowie die Kerne sich mehr und mehr verlängern, so beginnen sie sich abzuschnüren, oder sie zerreißen, wie die Zelle selbst. Im ersten Falle bekommt man die vielkernige homogene Zelle, in dem zweiten zwei neue Zellen; aber wie die Kerne, so stellen auch die neuen Zellen gleichsam gewaltsam entstandene Gebilde vor. Deshalb habe ich vorher eben die Frage von einer gewaltsamen Theilung aufgestellt.

Hier ist nur soviel hinzuzufügen, dass, wenn die Zelle gewaltsam sich theilt, der Vorgang nie durch die Stelle des Kernes hingeht, sondern sich mehr oder weniger weit von derselben vollzieht. An der Fig. V A, B der Taf. V und an der Fig. VIII der Taf. VI liegt dieser Theilungsmodus ganz klar vor. Zur Erläuterung desselben noch wenige Worte. Beim Axolotl (Fig. V) finde ich, dass, sobald die Zelle nach mehreren Richtungen, öfters auch nur nach einer Richtung hin allzu lang sich ausstreckt, der Verbindungsstiel, der von einem Zellenmassenende zu dem anderen hinzieht, so dünn ausgezogen wird, dass er kaum bemerkbar ist. Die dünnste Stelle entspricht immer einem Punkte (in den Fig. mit †† bezeichnet) der Stielausdehnung, welcher zwischen dem mit dem Kern versorgten Ende der Zelle und dem kernlosen Theile derselben liegt. In dieser Stelle nun, wenn die Zelle sich weiter streckt, reisst sie langsam durch, womit zwei Elemente erscheinen (a und b). Beim Frosch (Fig. VIIIA. Taf. VI) findet dieselbe interessante Erscheinung statt. Die Zelle sub 1, die mit einem Ende den rothen Blutkörperchen anklebt, schritt mit dem anderen weiter, indem sie sich mehr und mehr ausstreckte. Nun aber sub 2 und 3 hat sie die rothen Körperchen verlassen und will sich jetzt contrahiren und verkürzen. Die Contraction dauert jedoch nicht lange, denn die Zelle hatte schon sub 4 wieder die Ausdehnung begonnen und zwar so stark, dass sie einige Zeit nachher sub 5 einen überaus

langen Verbindungsstiel ausbildet. Sie ist deshalb noch länger als anfänglich. Sobald sie sich so sehr ausgestreckt hat, wie es sub 5 abgebildet ist, beginnt sie zu zerreißen, wie die Zellen der Fig. VIII A. Dasselbe vollzieht sich bei ††; somit theilt sich die Zelle an zwei Stellen durch.

Verfolgt man eine von beiden Zellenmassen, die in den beschriebenen Figuren dargestellt sind (Taf. V. Fig. V B, der Zellenrest a^1 und Taf. VI. Fig. VIII A, b^1), weiter, vergleicht man namentlich die Fig. V C a^1 , a^2 , a^3 , a^4 und Fig. VIII B, 7, 8, 9, 10, so stellt sich Folgendes heraus: Der Zellenrest erscheint als eine Cytode vor uns, die in dem Falle keinen Kern in sich enthält und als blosses Protoplasma Klümpchen hervortritt. Einer von den Fortsätzen, der eben von dem Kernzellentheile sich abgerissen hat, zeigt uns anfänglich eine lebhaft Aenderung der Form. Er contrahirt sich nach der übrigen Cytodenmasse zu, wie es aus der Fig. VIII B zu ersehen ist, verkürzt sich mehr und mehr und stellt somit ein kleines Wanderklümpchen vor. Sobald dieses Klümpchen oder jene Blutcytode sich etwas contrahirt, kriecht es sehr träge, womit seine Wanderung sich zu langsam vollzieht (Fig. V C a^1 , a^2 , a^3). Einige Zeit nachher bemerkt man sogar, wie die Bewegungen der Cytode noch träger werden; sie bildet kürzere Sprossen (a^4 , a^5), manchmal bleibt sie stundenlang an einer und derselben Stelle fest und endlich geht sie zu Grunde und ist im Gesichtsfelde kaum mehr bemerkbar. Es kommen auch in den Blutgefäßen hier und da kleine abgerissene Stückchen der Leucocyten vor. Deswegen wäre es interessant zu wissen, wie lange sie lebend bleiben. In der Gaskammer, trotz den mehr oder weniger physiologischen Bedingungen, die in derselben beibehalten sind, sterben die kernlosen Reste der Leucocyten schnell. Ich muss aber darauf hinweisen, dass die mit Kernen versorgten Zellenstückchen in der Kammer Tage lang verbleiben, ohne dabei abzusterben. Auch die unversehrten und einen Kern in sich enthaltenden Leucocyten der Frösche beobachtete ich sogar in derselben Kammer bis zu 8 Tagen lang ganz gut erhalten und noch mit der Fähigkeit zum Kriechen. Es ist also nicht unwahrscheinlich, dass das Kurzdauern des Lebens der von mir beschriebenen Blutcytoden auch von der Kernlosigkeit der-

selben abhängt. Wenigstens führen uns zu dieser Vermuthung mehrere Thatsachen, betreffend andere Zellenarten des thierischen Körpers, die nur dann zu Grunde gehen, wenn ihre Kerne sterben. Am Schlusse dieser Abhandlung werde ich zu meiner Annahme nochmals zurückkehren.

Kinetische Kerne während indirecter Zelltheilung. Merkwürdiger Weise haben weder Ranvier noch Flemming, der uns über die Zellentheilung so viele schöne Arbeiten¹⁾ geschenkt hat, die Kariolyse in den Kernen der Leucocyten gesehen, deshalb auch von der indirecten Kerntheilung der letzteren nichts erwähnt. Bei Peremeschko²⁾ finden wir aber ganz sichere Angaben über den kariokinetischen Prozess in den Kernen der wandernden Zellen von Tritonenlarven, sowie die Berücksichtigung der indirecten Zellentheilung bei demselben Thiere. Zwar gelang es Peremeschko nicht, „den Anfang der Differenzirung des Kernes und die Knäuelform desselben“ zu beobachten, wie er selbst sich ausgedrückt hat, doch hat er eine ganze Reihe kariokinetischer Figuren dargestellt, die „so gut wie in Epithelzellen sichtbar“ sind (l. c. S. 171). In der That in seiner Taf. XIV können wir die lockere Knäuelform, die monocentrische, sowie dicentrische Sternform der Kerne auffinden.

Was nun meine eigentlichen Versuche anbelangt, so habe ich glücklicher Weise bei Axolotl-Larven, die von mir selbst besorgt und in einem ganz einfachen Aquarium erzogen wurden, die indirecten Zellentheilungen nicht nur einmal beobachtet, sondern ziemlich oft. Sie sind immer zu sehen: in den Kernen der Epithelzellen, Bindegewebszellen, jungen Knorpelzellen, an den Kernen der Muskel- und Nervenfasern, in den Epithelien der Blutgefäße und an den rothen und farblosen Blutkörperchen.

Da die Absicht dieser meiner Arbeit nicht darauf ausgeht, die Kerne an allen diesen verschiedenen Elementen zu berücksichtigen, so beschränke ich mich auf die Leucocytenkerne. Sie sind auf Taf. VII. Fig. XXIII, XXIV, XXV, XXVI und XXVII abgebildet.

Einige von den Kernen, wie ich oben bemerkt habe, betrachte ich als ruhende (Fig. XXIII a; XXIV a, b; XXV a

¹⁾ Mehrere derselben sind im Archiv für mikroskop. Anatomie, in diesem Archiv und im Centralblatt f. d. med. Wissensch. abgedruckt.

²⁾ Peremeschko, Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. XVII, S. 170—171.

und XXVII). Sie stellen ein dichtes Netzgerüst dar, in dem die Kernkörperchen scharf hervortreten. Bei der Zellentheilung verhält das Bild sich anders. — Es sei zuerst hervorgehoben, dass die Kernkörperchen bei den indirecten Kerntheilungen ganz und gar verschwinden. In den ruhenden Kernen befinden sie sich bald in der akinetischen Substanz des Kernsaftes, bald in der kinetischen Masse der Bälkchen des Kerngerüsts; bei der Kerntheilung aber kann man sie weder in dem Saft noch in den Bälkchen resp. Fäden auffinden. Woher nun kommt diese Erscheinung?

In Fig. XXIII bei b findet man einen Leucocytenkern, den ich gut im lebenden Zustande beobachtet habe. Damals hatte er einen schönen und grossen Nucleolus. Er wurde von Zeit zu Zeit durch die Fäden des Kernes aufgenommen und verschwand in denselben ganz, während das Fadenwerk oder das Kerngerüst etwa Tonnenform angenommen hatte, wie eben in Fig. XXIII, wo ich den Kern fixirt abgezeichnet habe. Nach der Färbung mit Hämatoxylin suchte ich vergebens die Körperchen. Mit hin ist anzunehmen, dass die Körperchen diejenigen Gebilde des Kernes sind, die bei der Kerntheilung verschiedene Schicksale haben. Wenn der Kern sich einfach theilt, also in directer Theilung begriffen ist, so bleiben die Kernkörperchen, wie oben gesagt wurde, unversehrt. Wenn aber der Kern in indirecter Theilung begriffen ist, so werden jene Körperchen durch das Gerüst aufgenommen und scheinen von dieser Zeit an nur einen Bestandtheil eben des Gerüsts auszumachen. Der Schwund der Kernnucleolen — geschweige der des Eikernes, den ich hier gar nicht heranziehen will — ist schon durch mehrere Forscher beschrieben worden. Aber ihre Ansichten von der Lage und dem Vorkommen, sowie von dem Wesen und Schicksale dieses Gebildes bei der Kerntheilung weichen bedeutend auseinander. So z. B. C. J. Eberth¹⁾, Klein²⁾, Pfitzner³⁾, Retzius⁴⁾, Flemming⁵⁾ u. A. haben

¹⁾ Eberth, Ueber Kern- und Zelltheilung. Dieses Archiv Bd. 67.

²⁾ Klein, Quarterly microscop. Journ. Vol. XVIII — XIX.

³⁾ Pfitzner, Morpholog. Jahrbuch. 1881. Bd. VII.

⁴⁾ Retzius, Biologische Untersuchungen. Stockholm. Leipzig 1881. Bd. I.

⁵⁾ Flemming, Zellsubstanz, Kern etc.

sehr verschiedene Ansichten darüber, obgleich alle diese Autoren sehr prägnante Zeichnungen ihren Arbeiten beigelegt haben. Meine Beobachtungen betreffend die Nucleolen von Leucocytenkernen stehen in Einklang mit denen Flemming's, der die Kernkörperchen an mehreren anderen Zellen genau untersucht hat. Er sagt S. 163 seines Buches: „Die Vertheilung der Nucleolen in die chromatische Figur (kinetische Substanz nach mir), welche bei der Kerntheilung vor sich geht, besteht sicher nicht in einer activen amöboiden Gestaltveränderung der Nucleolen, sondern in einer allmählichen Deconstituierung und Vertheilung ihrer Substanz.“

Die Gestaltveränderung des Nucleolus habe ich oben (für directe Kerntheilung) mitgetheilt; sie ist nicht als activ oder amöboid anzusehen. Bei der indirecten Zell- resp. Kerntheilung finde ich den Nucleolus in der „chromatischen Figur“ aufgegangen, also verhält sich derselbe auch in dem Falle nicht activ und zeigt nie amöboide Bewegung.

Anders ist es aber mit dem Kerngerüst selbst, ob in demselben ein Nucleolus sich vertheilt, oder sich nicht vorfindet.

So viel ich gesehen, zeigte schon im Anfange der Kerntheilung, also früher als eine Tonnenform des Kernes sich ausbildet, das fädige Kerngerüst am lebenden Kerne eine zitternde Bewegung, womit das Gerüst theils sich verdichtet, theils sich lockert. Alsdann beginnen die Fäden in Tonnenform sich zu differenziren. Eben in dieser Zeit ist auch das Kernkörperchen geschwunden.

Alsdann schreitet an den verschiedenen Kernen der Theilungsprozess verschiedenartig weiter. An den einen bildete sich fast sogleich eine dicentrische Kranz- oder Sternfigur aus (Fig. XXIVc, Taf. VII). An anderen bemerkte ich die Neigung des Kerngerüstes, in einen monocentrischen Stern sich umzulagern, aber baldigst auch dicentrische Figuren herauszubilden, und zwar beginnt der Kern vom Rande aus sich einzuschnüren (Fig. XXVI, b). Endlich hat der Kern sich ganz eingeschnürt (Fig. XXVI, c), womit sich zwei neben einander liegende Kerne bildeten, bei denen in jedem eine Andeutung an die früher vorhandene Sternfigur bleibt. Während dieser Kariokinese werden die Fäden bald dicker, bald dünner; einige verschwinden ganz aus den Augen, um einige Zeit nach-

her wieder hervorzutreten. Bei allen Veränderungen sind die Kernkörperchen nicht zu sehen, sowie keine Körnung der Fäden zu beobachten ist. Vielleicht kommt Körnung an den Fäden der Leucocytenkerne gar nicht vor; somit bezogen sich die Pfitzner'schen Angaben (l. c.) nur auf die Kerne anderer Zellarten.

Von dem Kernsaft und der „Membran“ des Kernes werde ich nur so viel sagen, dass der erste wirklich eine akinetische Substanz ist und, während der Zelltheilung, mehr oder weniger durch die fädigen Gerüste absorbiert wird. Er stellt vielleicht eine Nutritionsmasse für dieselben dar, um so mehr, als die zweite, die Kernmembran, an den Leucocytenkernen gar nicht existiert, obgleich die Kerne ziemlich scharf sich gegen die Zellenmasse abzugrenzen scheinen¹⁾. Mithin steht der Kernsaft in der innigsten Beziehung zu der Zellenmasse selbst und wird von derselben Material für sich aufnehmen. Ganz dieselben Verhältnisse betreffend den Kern und die Membran desselben finde ich an einigen zarten Drüsenzellen, wie etwa die Leber- und Pancreaszellen es sind.

Nach den Untersuchungen eines meiner Mitarbeiter an der pancreatischen Drüse stellen die Kerne der Pancreaszellen nur einfache Höhlen in der Substanz der Zellen dar. In diesen Höhlen liegen die Kerngerüste, welche verschiedene kariokinetische Figuren zeigen, wie das schon Gaule nachgewiesen hat²⁾. Nach meinen eigenen Untersuchungen ist dasselbe auch an den Leberzellen zu beobachten. Hier sind die Höhlen sogar noch grösser. An erhärteten Objecten und an schwach fixirten Zellen der Leber und des Pancreas öffnen sich die Höhlen nicht selten und es treten die schön entwickelten Kerngerüste und zwar mit verschiedenen kariokinetischen Figuren in sich hervor³⁾.

Freilich habe ich dieselbe Erscheinung, nemlich das Hervortreten des Kerngerüstes, an Leucocytenkernen nie beobachtet, aber zu gleicher Zeit habe ich nie an denselben eine

¹⁾ Arnold Brass, Die Organisation der thierischen Zelle. „Biologische Studie“, erster Theil, 1. Heft. Halle 1883. S. 18.

²⁾ Gaule, Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. von His und Braune. Jahrg. 1880. IV - V. S. 364.

³⁾ Pfitzner, Arch. für mikroskop. Anat. Bd. 20. S. 142.

wirkliche Membran wahrnehmen können, auch niemals eine solche zu isoliren vermocht.

Dieselben Verhältnisse bemerkt man auch an rothen Blutkörperchen. Wenn die rothen Körperchen (der Amphibien) vielleicht eine membranartige Schicht an sich tragen und wenn diese Schicht in schönster Weise durch eine Mischung von diluirtem Alkohol und Methylgrün darzustellen ist, so zeigen doch die Kerne, obzwar doppelconturirt, weder eine wirkliche Membran noch eine membranartige Schicht. Das Kerngerüst liegt auch hier in einer Höhle eingebettet, die ein wenig Flüssigkeit in sich enthält. Diese Flüssigkeit ist der sogen. Kernsaft, mithin berührt sich das Kerngerüst fast unmittelbar mit dem Stroma der Körperchen.

Die angeführten Beobachtungen, von Interesse an und für sich, bringe ich deshalb hier vor, weil sie eine Beziehung nicht nur zur Frage von der Structur der Kerne im Allgemeinen haben, sondern auch zum Kerne der Leucocyten und zwar speciell zu der von mir aufgefundenen indirecten Theilung derselben. Dies wird aus Folgendem ersichtlich:

Obgleich die Kerne der Leucocyten, wie die der rothen Blutkörperchen, der Drüsenzellen, und vielleicht die Kerne mehrerer anderer Zellenarten, keine Membran zu haben scheinen, sind sie immer mehr oder weniger scharf abgegrenzt. Schon aus diesem Grunde kann ich keinesfalls der Meinung Obrastzow's¹⁾ beipflichten, dass um die Kerne der „Hämatoblasten“, sowie der „blassen Zellen“ Obrastzow's resp. der Uebergangsformen der Leucocyten oder um die Kerne der Leucocyten selbst ein „diffuser“ Zustand vorkomme. Das ist eine nicht unwichtige Frage. Wie meiner Erfahrung nach in den reifen rothen Blutkörperchen der höheren Thiere keine Andeutung von Kern ist, wie er dagegen in denen der Amphibien existirt und klar zur Beobachtung kommt, so besteht auch an allen den Zellen, die wir als Hämatoblasten betrachten wollen, der Kern aus dem Kernsaft und dem Kerngerüst²⁾. Diese Bestand-

¹⁾ Obrastzow, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1880. No. 24. Dies. Arch. Bd. 84. Zur Morphologie des Blutes. Dissert. St. Petersburg 1880 (russisch).

²⁾ Bizzozero in diesem Archiv Bd. 95. Sowie früher Bizzozero und Torre in Moleschott's Untersuch. Bd. XII u. XIII.

theile des Kernes haben, wie ich gezeigt habe, ihre relative Entwicklung schon in den Leucocyten selbst.

Woher kommt es nun, dass Obrastzow einen diffusen Kern annimmt? Zwar können die Kerne der Leucocyten mitunter eine amöboide Bewegung zeigen, wo sie manchmal sich auszubuchten scheinen, doch gehen die Kerne nie in eine „diffuse“ Form über. Sehen wir aber die Kerne während der Zelltheilung an, so finden wir, dass sie das Gerüst lockern und Zellsaft in sich aufnehmen, und dann sieht es aus, als wären sie „diffus“ und ohne scharfe Grenze im Protoplasma. Das ist aber eine Erscheinung, die Obrastzow nicht im Auge hat, da er das Kerngerüst nicht kennt und die Frage nach der indirecten Kerntheilung gar nicht berücksichtigt. Es ist um so mehr hier darauf hinzuweisen, als ja gerade in den Abbildungen Obrastzow's eine indirecte Zelltheilung erscheint, die er aber gar nicht anerkennt. So z. B. seine „radiären“ Kernfiguren der „blassen“ Zellen u. dgl. stellen die allbekannten sternförmigen Kerne während der Kariokinesis vor, die aber nur nicht genau abgebildet sind und womit Obrastzow zu Ansichten gelangte, die wenigstens schwer zu verstehen sind, nemlich seine theoretischen Auseinandersetzungen über die spontane Entwicklung des Kernes u. s. w., die keine Bestätigung finden können.

Was als wirkliches Schicksal der Leucocytenkerne zu betrachten ist, wurde von mir schon genügend besprochen und steht, glaube ich, in Widerspruche mit der Meinung Obrastzow's.

Nunmehr am Schlusse der Abhandlung möchte ich eine nochmalige Bemerkung von den mortalen Erscheinungen, die an den Leucocyten und an deren Kernen sich finden, anfügen:

Bekanntlich sind die absterbenden Leucocyten nicht zu verwechseln mit denjenigen Elementen, die schon todt sind. Die ersten können noch kriechen, wenn die nöthigen Bedingungen dazu vorhanden sind (Zutritt des Sauerstoffs, Erhöhung der Temperatur u. s. w.). Verfolgt man nun unter diesen Bedingungen die farblosen Blutelemente längere Zeit, so ist zu sehen, dass trotz guter Bedingungen doch mehrere von den Elementen bald zu Grunde gehen, einige aber bis zu 8 Tagen lang lebend und kriechend aufgefunden werden können.

Was für Veränderungen an den kernlosen Leucocytenstück-

chen zu beobachten sind, habe ich schon beschrieben und abgebildet (Fig. V C, a⁴, a⁵ Taf. V). An den mit einem Kern versehenen und später zu Grunde gehenden Leucocyten ist Folgendes zu verfolgen:

Auf derselben Taf. V. Fig. VI 1, 2, 3 ist eben ein solcher Leucocyt dargestellt. Er frappirt durch seine besondere Gestaltveränderung.

Die homogene Zelle bildet keine so langen Fortsätze, resp. Pseudopodia mehr aus, wie sie an gut kriechenden homogenen Leucocyten immer zum Vorschein kommen, sondern von dem Zellkörper springen grosse Mengen von kürzesten und zartesten Auswüchsen büschelförmig hervor (Fig. VI, 1), die sich in eine Reihe noch dünnerer Fäden büstenartig zerstreuen. Einige von diesen Fäden sind so dünn, dass sie wie eine feinste Sprengelung der Untersuchung sich darstellen. Sieht man ferner die Fläche und die Tiefe der Zelle an, so scheinen diese Fäden wie etwa feinste Stäbchen und Pünktchen, welche die Oberfläche des Zellkörpers bedecken. Tiefer ist aber das Protoplasma noch homogen, der Kern desselben begrenzt sich scharf und ist sogar schärfer, als bei den normal kriechenden Leucocyten.

Sodann ist die Veränderung des Protoplasmas sehr merkwürdig und trägt so feine Vorgänge in sich, dass es schwer ist, in Worten sie wiederzugeben und in der Tafel abzubilden (Fig. V, 2).

Zuerst wird die Zelle mehr oder weniger eine kuglige Form annehmen, wie es schon Kühne¹⁾ nach der elektrischen Reizung der Amöben und Engelmann²⁾ u. A. beschrieben haben. Zwar auch beim „Erschlaffen“, also in „völliger Ruhe“ (nach Engelmann), wie nach der maximalen Erregung, nehmen die Protoplasamassen eine Kugelform an. Allein in den von mir beschriebenen Fällen deutete das Kugligwerden der Leucocyten darauf hin, dass die Zelle zu Grunde gehen will, womit auch ihre Kugelform besondere Verhältnisse zeigt. Die Zelle nimmt nemlich eine Sternkugelform an.

Die erwähnten Büschel feinsten Fäden, die schon in der Fig. VI, 1

¹⁾ Kühne, Untersuchungen über das Protoplasma etc. Leipzig 1864. — Stricker, l. c. S. 174.

²⁾ Engelmann, Protoplasma- und Flimmerbewegung. Hermann's Handb. für Physiologie. Bd. I. 1. 1879.

kurz und dünn waren, werden jetzt noch kürzer (Fig. VI, 2). Da die Faden-Büschel sich an den kugligen Grundkörper aufsetzen und fast alle gleiche Dimensionen haben, so bekommt man eine besondere Sternkugelform, wie ich sie genannt habe. Von der Fläche aus scheint es ferner, als ob der Kugel eine zarteste spinnengewebähnliche und zwar eine netzartige Structur zukomme. Und in der That, wenn man die Kugel von ihrem Rande aus genau untersuchen will, so findet man, dass die von mir beschriebenen Büschel der Kugel mehrere Neben- oder Seitenfäden auflegen, die in eine netzartige Zeichnung zusammenzufließen beginnen. Somit bildet sich an der ganzen Oberfläche der Kugel ein netzartiger feiner Ueberzug aus, der die Zelle bedeckt und ihr ein besonderes Aussehen zu geben scheint.

Unter dem Ueberzuge liegt die übrige protoplasmatische Substanz der Zelle. Dieselbe ist jetzt heller geworden. Was aber den Kern anbelangt, so wird derselbe auch eine kuglige Form annehmen und tritt jetzt weniger klar hervor: seine Umrisse sind fein und schwach; das Netzgerüst ist fast verschwunden.

Alle die beschriebenen Veränderungen dauern einige Stunden lang. Alsdann wird die Zelle zu Grunde gehen (Fig. VI, 3). Dies geschieht so, als werde die Zelle noch heller und heller, der Kern nebst allen seinen Bestandtheilen verschwindet ganz und gar, und so bleibt nur ein einfaches Plasmaklumpchen, das nach einiger Zeit sich löst. Allerdings, bevor die Zelle ganz zu Grunde geht, behält sie ihre sternkuglige Form mehr oder weniger bei. Nun aber fließen die Fäden, die sie bedecken, noch mehr zusammen und zerfallen in eine hellkörnige Masse und bringen endlich die Zellen zu der Form, die in meiner Fig. VI, 3 abgebildet ist.

Wie der Kern verschwindet, kann ich zur Zeit nicht beantworten. Ob er sich im Protoplasma der Zelle auflöst, ob er „durch dasselbe verdaut wird“; wie es kürzlich Ranvier vermuthet hat, das sind Fragen, die ich dahingestellt lasse, um so mehr als unsere Kenntnisse von den verschiedenen Schicksalen der Leucocyten noch zu weit von der Vollendung entfernt sind.

Da ich zu dieser Frage noch in der zweiten Abhandlung meiner Arbeit zurückzukehren habe, werde ich hier nur darauf hinweisen, dass in dem Blute, welches noch die Gefäße füllt, sobald

dasselbe zum Stehen kommt und das Plasma gerinnt, mehrere von den farblosen Elementen ganz intact bleiben, mit Kernen u. s. f. Sie zeigen manchmal amöboide Bewegungen, oder sterben und glätten sich von der Fläche aus. Betrachtet man dieselben genau, so ist ersichtlich, dass sie, so lange sie in dem Blute sich befinden, nie ähnliche Form annehmen, sowie nie eine Sternkugelform bekommen, die ich nach meinen Untersuchungen des Blutes in der Gaskammer eingehend beschrieben habe. Da aber in derselben Kammer auch mehrere solche abgestorbene Leucocyten vorkommen, wie sie in dem stehenden Blute, ferner in den verschiedenen Geweben sich vorfinden, so ist es sehr wahrscheinlich, dass die von mir beschriebenen abgestorbenen Formen nur einige Abweichungen von den öfters sich vorfindenden darstellen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IV—VII.

Alle Figuren der Tafeln V—VII sind theils mit den 13 Immers.-Linse Hartnack's und Ocul. 2, theils mit den 10 Immers. und Ocul. der Camera lucida abgebildet und mittelst der im Texte angegebenen Oel-Immersion-Linse controlirt. Alle Zeichnungen gehören lebenden Zellen an, ausgenommen die Figuren XXIII, XXIV, XXV, XXVI und XXVII, die von fixirten Präparaten entnommen sind. — Gaskammer; Beleuchtungsapparat; bläuliches Licht von der mit einer planconvexen Linse versehenen Lampe.

Tafeln IV und V.

Fig. I wird theilweise schon durch die Tafel selbst erklärt. 1 A, 2 A, 3 A, 4 A und 5 A sind die Anfangspunkte der fünf wandernden Leucocyten; 1 E, 2 E, 3 E, 4 E und 5 E sind die Stationen derselben, bei denen die Beobachtung des Wanderns beendet ist. Die drei schwarzen Stellen entsprechen zufälligen Blutcoagulis im Präparate, von denen eines durch zwei wandernde Leucocyten (3 u. 4) durchbohrt wird. Uebrigens s. d. Text.

Fig. II A. Eine Gruppe der homogenen Leucocyten des Blutes vom Axolotl im Anfangsstadium der Wanderung. II B. Aehnliche Gruppe derselben Leucocyten in den nachfolgenden Stadien des Wanderns. Die Kerne nebst den Kernnetzen sowie die Kernkörperchen von Zellen der ersten Gruppe verändern sich noch wenig, in der zweiten Gruppe aber beginnen sie den Prozess des Ausziehens, der im Texte ausführlich beschrieben ist.

Fig. III und IV. der homogenen Leucocyten vom Axolotl in einer langgestreckten Form. 1, 2, 3, 4 Die lang ausgezogenen Pseudopodien der Zellen mit den Kernen und Kernkörperchen. Die mit ? bezeichneten Stellen enthalten kernähnliche Anhäufung des Zellprotoplasmas. a, b richtige Kerne, c die Enden der Zellenpseudopodien mit einem richtigen Kerne in sich (c').

Fig. V A und B. Die nach einer Richtung ausgezogenen homogenen Leucocyten derselben Thiere während des Wanderns und der nachfolgenden gewaltsamen Theilung des Zellkörpers. a, a' kernlose Stücke des Zellkörpers, b, b' mit einem Kern versorgte Zelltheile der Leucocyten. Die mit †† bezeichneten Stellen entsprechen gerade den Punkten, bei denen die gewaltsame Theilung sich vollzieht. a' Ein durch diese Theilung abgerissenes kernloses Zellenstück.

Fig. V C. Eben dasselbe abgerissene Zellenstück während seiner nachfolgenden amöboiden Form- und Ortsveränderung von a¹C anfangend und bei a⁵C endigend. Im letzten Stadium bildet es nur viel kürzere und dünnere Sprossen.

Fig. VI 1, 2, 3. Eine homogene farblose Blutzelle vom Axolotl während des regulären Ganges zum Tode. 1 Anfangsphase, 2 Mittelstadium, 3 Tod der Zelle. Sub 1 u. 2 bemerkt man noch den Kern im Innern der Zelle, sub 3 ist der Kern aber schon verschwunden.

Tafel VI.

Fig. VII. Zwei Reihen von zwei besonderen und sehr langsam kriechenden homogenen Leucocyten des Triton, den Gang des Wanderns regulär darstellend. Die Zellen 7, 8 und 9 der ersten Reihe und die Zelle 15 der zweiten Reihe zeigen eine Andeutung von Kern. Das Protoplasma ist in der im Texte erläuterten Contraction begriffen.

Fig. VIII A, 1 bis 6. Ein und derselbe Leucocyt des Frosches während des Ausstreckens der Länge nach bis zur gewaltsamen Theilung (vergl. Fig. V A und B der Tafel V). 1 Rothess Blutkörperchen, dem eines von den Enden des Leucocyts angeklebt ist. 2, 3, 4, 5, 6 Dasselbe Zellende fest dem Glase aufsetzend und so die Formveränderung vollziehend. Sub 3, 4, 5, 6 bemerkt man in dem Ende einen Kern mit Kernkörper. 1', 2', 3', 4', 5', 6' Entgegengesetztes Ende des Leucocyten; kernlose Stückchen des Zellenprotoplasma, welche verschiedene Aenderungen ihrer Gestalt darbieten. Bei 6—6' sub ††, entsprechend †† Fig. 5—5', ist die Zelltheilung schon vollzogen und es beginnen die kernhaltigen (6), sowie die kernlosen Stückchen (6') frei zu wandern.

Fig. VIII B. Ein von letzterem abgerissenes Zellenstück während seiner nachfolgenden Wanderung (7, 8, 9, 10), wie es in der Fig. V C Taf. V zu sehen ist. Die Zeiger an beiden Figuren deuten die Richtung an, nach welcher das Contrahiren des Protoplasmas sich vollzieht.

Fig. IX, X, XI und XII. Die körnigen Leucocyten des Triton während ihrer Wanderung an dem Glase neben den rothen Blutkörpern mehr oder weniger fest. Die Richtung des Protoplasmaflusses ist nebst der entsprechenden Umstellung der Körnchen durch die Zeiger angedeutet. In der Fig. IX ist einer der beiden Kerne zweischenklig, in X—XII sind drei einzelne Kerne sichtbar.

Fig. XIII, XIV und XV. Drei kernhaltige Leucocyten derselben Thiere während des Kriechens zwischen den rothen Blutkörpern. Die Zeiger deuten dasselbe wie in der vorigen Figur an.

Anmerkung. In den Fig. IX bis XV, wie auch in der Fig. VIII zeigen alle rothen Blutkörperchen Kerne, an denen ein netzartiges Kerngerüst klar gekennzeichnet ist.

Fig. XVI, XVII und XVIII. Drei kernhaltige Leucocyten vom Axolotl (eine einzige Zelle in drei Formen) mit einem rothen Blutkörper in Verbindung. a, b, c stellen das Entfernen der Zelle von den Körperchen dar (s. den Text). In den Zellkörpern ein ovaler Kern.

Tafel VII.

Fig. XIX, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Die körnigen Leucocyten vom Axolotl (eine und dieselbe Zelle in 8 Formen) während der Wanderung und amöboiden Formänderung. An der Oberfläche der Zellen sieht man eine ganz homogene, activ sich bewegende Masse, die zwei Kerne mit netzartigem Kerngerüste und den Kernkörperchen in sich enthält. In die homogene Masse eingebettet sind sehr viele kleine und gröbere Körnchen, die auch in geschwänzten Theilen der Zellen zerstreut sind. Sub 1 bis 6 bemerkt man an der Zelle eine bis mehrere Ausbuchtungen der homogenen Substanz, in welche die Körnchen sich einzudrängen scheinen.

Fig. XX A, XX B, XX C. Der Wanderungsprozess eines Leucocyten, der dem Glase und zu gleicher Zeit dem Rande eines Luftbläschens anhaftet. A, B und C zeigen den schwarzen Rand desselben, A', B', C' das energisch kriechende Pseudopodium der Zelle. Bei A—A' wandert derselbe langsam, bei B—B' schneller und zwar mehr der Richtung des Blasenrandes nach, bei C—C' mehr von dem Rande ab. In Bezug auf die homogene Masse und die Körnchen, sowie die Kerne und Kerngerüste s. d. Fig. XIX und den Text. Axolotl.

Fig. XXI A, XXI B. Wanderungsprozess eines Leucocyten desselben Thieres durch die oberflächliche Schicht eines rothen Blutkörpers hindurch. a, b Anfangsstadien des Wanderns, namentlich Eindringen der Zelle in ein rothes Körperchen, Hindurchgehen der Zelle durch dasselbe, d Fortsetzung desselben Prozesses, e fast volles Heraustreten der Zelle aus dem rothen Körperchen, womit an demselben ein kanalartiger Weg k erschienen ist, f und f' eben dasselbe rothe Körperchen, welches die Zelle durchschnitten hat, nemlich: f ein Stadium desselben Körperchen, worin der Kanal noch ganz eröffnet erscheint, f' dasselbe Körperchen, nachdem der Kanal ausgeglichen ist. — Die Zeiger deuten die Richtung an, nach der die Zelle wanderte.

Fig. XXII A und B. Eine und dieselbe farblose Blutzelle des Menschen in 23 Form- und Ortsveränderungen, aus hunderten ähnlicher Formänderungen herausgenommen. In der Zelle zwei Kerne (mit Kernkörperchen), die auch eine Aenderung ihrer Gestalt zeigen. Sub 17, 18 und 19 eine Andeutung an directe Zelltheilung, die aber hier nicht geschehen ist (s. d. 20—23).

Fig. XXIII — XXVII. Durch Pikrinsäure fixirte nackte Kerne der Leucocyten vom Axolotl, nach Behandeln mit Hämatoxylin.

Fig. XXIII, XXIV, XXV a, a, a und XXVII ruhende Kerne mit Kerngerüst und Kernkörperchen in sich.

Fig. XXIII sub b eine Tonnenform, XXIV c und XXVI b, c eine Sternform der Kerne während der indirecten, respective kariokinetischen Zelltheilung. — Die übrigen Kerne, wie die Fig. XXIV b, XXV b, c und XXVI a, stellen Kerne dar, die nur in dem Prozesse der sogenannten directen, respective einfachen Zelltheilung begriffen sind.

VII.

Ueber die Gartner'schen (Wolff'schen) Kanäle beim menschlichen Weibe.

Von Carl Rieder,

vormals Assistenten am pathologisch-anatomischen Institut zu Basel.

(Hierzu Taf. VIII.)

Wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, bestehen bei jedem Embryo doppelte Anlagen der inneren Geschlechtswege: „die dem Uterus angehörigen Wolff'schen Gänge einerseits, und die Müller'schen Gänge andererseits“. Mit der Differenzirung des Geschlechtes geht Hand in Hand eine eigenthümliche Umwandlung jener Gänge derart, dass beim männlichen Geschlechte der Wolff'sche Gang zum Ausführungskanal des Hodens (Vas deferens), beim weiblichen Geschlechte die Müller'schen Gänge zu Tuben, Uterus und Vagina sich ausbilden. Umgekehrt bleiben bei letzterem nur kümmerliche Reste der Wolff'schen Gänge, bei ersterem geringe Spuren der Müller'schen Gänge zurück.

Die Verfolgung der Schicksale der Wolff'schen Gänge beim weiblichen Geschlechte datirt auf Malpighi zurück; freilich ohne dass jener Autor bei dem damaligen Stande der Embryologie seine Entdeckung hätte deuten können. Die richtige Auffassung derselben rührt von Gartner (1822) her. Malpighi fand jene Kanäle am Uterus der Kuh und beschrieb sie in einem an J. Spon gerichteten Briefe, der im Jahr 1681 veröffentlicht wurde (nach Dohrn).

Dann waren die Ausführungsgänge der Wolff'schen Körper in Vergessenheit gerathen, bis im Jahr 1822 Gartner, mit dem Präpariren der Lymphgefäße des Uterus der Kuh beschäftigt,

Fig. 1







