

Vorrathmagazin, aus welchem bei den Thieren die Weiterbildung der Axe als Schwanz geschieht und aus welchem bei Menschen die organopoëtischen Geschwülste hervorgehen. Bei schwanztragenden Thieren sind derartige Steissgeschwülste nie beobachtet worden. Es scheint aber, dass in Erinnerung an die schwanztragenden Thiere vorzugsweise der untere Endpunkt der menschlichen Axe zu diesen Productionen neigt, während sie am oberen Ende verhältnissmässig selten beobachtet werden. Wenn ich schliesslich den oben bereits angewandten Vergleich mit den Pflanzenwachsthum weiter führen darf, so stimmt nichts besser mit unseren Geschwülsten überein, als die Erscheinung, welche wir an gewissen Früchten wahrnehmen, welche an ihrer freien Spitze, ehe sie vom Stengel abfallen, eine neue Knospe hervortreten lassen; eine Erscheinung, welche bekanntlich der Citrone ihre Bedeutung als Symbol der Unsterblichkeit eingetragen hat. Wenn sich das Menschengeschlecht wie die Pflanzen durch Sprossenbildung vermehren könnte, so würden ohne Zweifel die Hypophyse und die Steissdrüse auf einmal sehr wichtige Organe werden und die Erzeugung der Minerva aus dem Haupte des Jupiter kein Curiosum sein.

---

## XVI.

### Ueber amöboide Blutkörperchen.

Von Dr. W. Preyer in Berlin.

(Hierzu Taf. XV.)

Nachdem v. Recklinghausen entdeckt hatte, dass contractile thierische Zellen durch ihre Gestaltveränderungen den Ort wechseln, dass sie wandern, sprach er die Vermuthung aus, dass auch die Stoffaufnahme der Zellen durch Contractilität bewerkstelligt werden könne. Er brachte Milch oder Zinnober in die Lymphsäcke von Fröschen und fand nach kurzer Zeit die Lymphzellen mit Milchkügelchen, beziehlich Zinnoberkörnchen voll-

1a

1b

1c

1d

1e

1f

1g

1h

1i

1j

1k

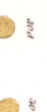
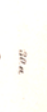
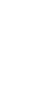
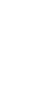
1l

1m

1n

1o

1p



Erinaceus borahii Bal. XIX.

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

gepfropft und sagt \*), „die Aufnahme erfolgt wohl spontan mittels der Contractionen dieser Körperchen und dürfte für das Fehlen einer besonderen Membran an ihnen sprechen.“ Häckel hat \*\*) eine solche Stoffaufnahme unter seinen Augen an Blutkörperchen einiger wirbelloser Thiere vor sich gehen sehen. Er schreibt: „Es gelang mir wiederholt, die Aufnahme der Farbstofftheilchen in das Innere der Blutzellen zu beobachten, welche ganz in der gleichen Weise wie bei den Amöben erfolgt. An den schleimigen, zähflüssigen Protoplasmaströmen, welche ebenso klebrig wie die Sarkode der Amöben sind, bleiben die der umgebenden Flüssigkeit beigemengten festen Körperchen, wie die Indigopartikelchen, haften und werden nun beim Zurückziehen der Ströme in den centralen Theil der Zelle mit in diesen hinein fortgerissen. Andere Male sah es mehr aus, als ob die Fortsätze der Blutzellen sich um ein grösseres Farbkörnchen herumlegten und dieses ganz nach der Art der Amöben in das Innere hineindrängten oder über demselben zusammenflössen. Hieraus folgt also, dass die Blutzellen vieler Wirbelloser die ihnen früher zugeschriebene Hüllmembran nicht besitzen.“

Diese Beobachtung Häckel's bin ich im Stande, wie ich schon in einer vorläufigen Mittheilung \*\*\*) angab, für die amöboiden Zellen in den Hautsäcken einiger Amphibien, in allen Puncten zu bestätigen.

Am besten sieht man die Aufnahme fremder Körper durch die contractilen Zellen, wenn man einen Tropfen Lymphe oder Eiter von einem Erdsalamander (*Salamandra maculata* Laur.) mit soviel Indigopartikelchen versetzt, als an ein bis zwei mit Lymphe befeuchteten Nadelspitzen haften bleiben, auf dem Objectträger beides mit der Nadel wohl mengt und ohne Deckglas in die v. Recklinghausen'sche feuchte Kammer †) bringt. In den ersten fünf bis zehn Minuten zeigen dann die contractilen Zellen

\*) Virchow's Archiv. XXVIII. S. 184. 1863.

\*\*) Radiolarien. Leipzig, 1862. S. 105, 106.

\*\*\*) Centralblatt für die medicin. Wissensch. 1864. S. 305.

†) Alle in dieser Abhandlung mitgetheilten Beobachtungen wurden ohne Deckglas in dem feuchten Raume gemacht. S. v. Recklinghausen a. a. O. S. 161.

meist keine oder nur geringe Formveränderungen, was wahrscheinlich durch Temperaturwechsel, mechanischen Reiz, Luftzutritt und damit Veränderung des Gasgehaltes des Saftes u. a. m. bedingt wird, vielleicht auch mit der Gerinnung des Tropfens zusammenhängt. Man kann um den störenden Einfluss der letzteren auszuschliessen den Tropfen vor der Beobachtung im Feuchten gerinnen lassen und das Gerinnsel abheben oder fein zerpuffen. Es bleibt immer noch eine hinreichend dicke Schicht des Saftes zurück, in der die amöboiden Bewegungen nach und nach unbeschreiblich mannigfaltig werden. Bei diesem Verfahren wird wer sein Auge einige Stunden nicht vom Objecte abwendet, die Angaben Häckel's vollkommen bestätigen.

Auch die Schilderung, welche Max Schultze\*) von der Fütterung der Polythalamien mit Carmin gibt, weicht kaum von diesen Beobachtungen ab. Bringt man den Farbstoff, wie Recklinghausen that, in den Lymphsack selbst und nimmt nach einigen Stunden mittels eines capillar verengten Glasröhrchens einen Tropfen wieder heraus, so findet man Zellen, die mit Farbstofftheilchen angefüllt, andere die ganz frei davon sind und solche, zwischen deren Fortsätzen die farbigen Körnchen in lebhaftester Bewegung hin und her tanzen. Da gelingt es denn gleichfalls zu sehen, wie sie von den sich zurückziehenden Protoplasmaströmen, an denen sie kleben bleiben, in das Innere der Zellen gerissen werden, oder auch wenn das Körnchen an einer fortsatzfreien Stelle haften blieb, wie zu jeder Seite desselben der Zellenleib sich hervorwölbt und über der Ausbuchtung die beiden Hervorragungen wieder zusammenfliessen. Dies alles kann man sehen; die ausserordentlich zahlreichen Gestaltveränderungen jedoch, denen das amöboide Körperchen unterliegt und die lange Zeit, welche in Anspruch genommen wird, bevor es einen fremden Körper in seiner Nähe in sich aufgenommen hat, die Schwierigkeit, das richtige Verhältniss des Farbstoffs zu den Zellen zu finden, endlich die sehr täuschenden Bilder, wo man ein unter oder über der Zelle liegendes Farbstoffpartikelchen in derselben eingebettet

\*) Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Leipzig, 1863. S. 26.

zu sehen glaubt, erschweren ungemein die Beobachtung, und es gelang mir erst nach einer sehr langen Beobachtungsreihe, die Stoffaufnahme selbst vor sich gehen zu sehen, als ich mehrere Stunden lang ununterbrochen ein günstig mitten in den Indigopartikelchen gelagertes amöboides Körperchen in's Auge fasste. Dass dann das aufgenommene Körnchen nicht etwa nur agglutinirt war, davon konnte man sich auf das Bestimmteste überzeugen, indem man die weiteren Formveränderungen verfolgte, die einen oft beträchtlichen Ortswechsel der Zelle in der ruhenden Flüssigkeit zur Folge hatten oder mit einer sehr feinen Nadel einen Strom erzeugte, wobei das Körperchen sich kugelte und von allen Seiten sich dem Auge zeigte. Es ist demnach durch diese Beobachtungen zweifelsfrei festgestellt, dass die amöboiden Zellen der Batrachier gerade wie die vieler Wirbelloser im Stande sind, vermöge ihrer Contractilität fremde Stoffe in sich aufzunehmen. Hierbei ist es ganz gleichgültig, welcher Natur die aufgenommene Substanz ist: Indigopartikelchen, Carminkörner, Zinnoberstaub, Milchkügelchen u. a. m. wird auf gleiche Weise intussuscipirt. Aus dieser Thatsache folgt, dass jene Körperchen keine Membran haben. Die farblosen Blutkörper und Lymphzellen der Batrachier sind somit wesentlich dasselbe, was die Blutzellen der Wirbellosen sind: hüllenlose Protoplasmaklumpchen, von denen die meisten einen oder mehrere deutlich sichtbare Kerne haben.

Inwiefern die beschriebene Art der Stoffaufnahme eine Ernährung der Zelle bewirkt, kann noch nicht angegeben werden, da auch nicht ein Wahrscheinlichkeitsgrund dafür aufzufinden ist, dass die aufgenommene Substanz, wenn sie sich überhaupt dazu eignen sollte, assimiliert wird.

Suchen wir nun im thierischen Organismus nach Zellen, die fremde Partikel oder andere Zellen oder überhaupt irgend etwas ausser ihrem Kern in sich beherbergen und möglicherweise auf ähnliche Weise entstanden sein könnten, so findet sich mit Zuhilfenahme der pathologischen Gebilde eine ausserordentlich grosse Anzahl von Formen. Ich greife die pathologische Pigment enthal-

tenden und die vielfach discutirten blutkörperhaltigen Zellen aus der Masse heraus.

Um erstere lebend untersuchen zu können, braucht man nur in den grossen Hautsäcken des Frosches oder anderer Batrachier, besonders des Erdsalamanders Blutextravasate zu erzeugen, was leicht ohne tödtliche Wirkung für das Thier geschehen kann. Ich erzeugte zuerst eine Eiterung, am schnellsten durch Einbringen eines Stückchens Holz oder Wolle in die paradorsalen Lymphsäcke kräftiger Frösche, durchstach dann ein beliebiges Hautgefäss, so dass der Eiter mit dem Blute sich mengen konnte, und untersuchte nach einigen Tagen die Gerinnsel, die zum Theil in den reichlich sich bildenden fibrinösen Exsudaten eingebettet waren, zum Theil an der inneren Wand des Lymphsackes hafteten, indem ich sie in Lymphe desselben Thieres zerzupfte. Rindfleisch wandte bei seinen Untersuchungen über das Blut\*) eine ähnliche einfache Methode an. Doch darf man nicht wie er die Gerinnsel etc. in Humor aqueus untersuchen, welcher nicht concentrirt genug ist und mitunter Veränderungen hervorruft, wie sie nach Wasserzusatz zum Blute oder zur Lymphe beobachtet sind. Auch darf man den Frosch vor der Untersuchung nicht tödten, wie Rindfleisch es that (l. c. p. 6). Endlich darf man nicht mit einem Deckglase und Objectträger, sondern nur mit einem von beiden im feuchten Raume beobachten, weil man sonst trotz aller Cautelen doch nicht ganz das Präparat vor Druck schützen oder, selbst wenn dies gelänge, die Verdunstung nicht leicht lange genug verhindern kann.

Man findet nun in solchen 5 bis 10 Tage alten Eiterheerden und Blutextravasaten neben gewöhnlichen unveränderten farbigen und farblosen Blutkörperchen, Lymph- und Eiterzellen, freien Kernen farbiger Blutkörper, Epithelialzellen (auch Flimmerepithel von der inneren Wandung des Lymphsackes), Körnchenzellen, entfärbten elliptischen Blutkörperchen und anderen zelligen Elementen und in besonderer Weise veränderten farbigen Blutkörperchen, auf die wir sogleich zu sprechen kommen, auch Pigmentstückchen, Zersetzungs-

\*) Histologie des Blutes. Leipzig, 1863. S. 5, 6.

producte des Blutfarbstoffs. Es sind unregelmässig begrenzte roth-braune grosse und kleine, manchmal auch mehr oder weniger abgerundete Klumpen und unzählige in fortwährender Bewegung begriffene ausserordentlich kleine Partikel. Solche Pigmentstückchen findet man nun häufig — je älter das Extravasat um so häufiger — in einer kernhaltigen Protoplasamasse eingebettet, in einer contractilen Zelle. Diese letztere weicht in gar nichts ab von einer gewöhnlichen Lymphzelle, oder einem farblosen Blutkörperchen oder einer Eiterzelle \*). Die Fortsätze, die amöboiden Bewegungen, die Gestaltveränderungen, die Ortsveränderungen sind ebenso zahlreich und genau so beschaffen wie die jener, nur das Pigmentstück, oder mehrere Pigmentstücke und Pigmentkörner, die es enthält, geben ein Unterscheidungsmerkmal ab. Theils liegen sie unverändert und nur langsam durch die Contractionen des umhüllenden Protoplasma bewegt, im Innern einer Zelle, theils sieht man sie in lebhaftester Bewegung im Protoplasma scheinbar unabhängig von den sichtbaren Bewegungen dieses letzteren sich hin und her schaukeln. Auch zwischen den Pseudopodien der Lymphzellen sieht man sie sich hin und her bewegen, überhaupt man beobachtet dieselben Erscheinungen wie beim Zusatz von Indigopartikelchen. Nur ist es bei der geringeren Menge des Pigments sehr viel schwieriger die contractilen Zellen in nächster Nähe desselben zu finden. Doch habe ich mehrmals, freilich erst nach ungemein langem vergeblichen Suchen, verfolgen können, wie sowohl grössere als kleinere Pigmentkörner die an den amöboiden Körperchen klebten oder zwischen ihren „Fangfäden“ sich befanden, durch oft wie-

\*) Da diese 3 Zellenformen, seit Recklinghausen die Contractilität der Eiterkörper nachgewiesen, durch nichts von einander zu unterscheiden sind, als den Ort ihres Vorkommens, so ist es nicht möglich anzugeben, was in einem Gemenge von Eiter, Lymphe und Blut Eiter-, Lymph-, farbloses Blutkörperchen sei. Es ist daher zu entschuldigen, wenn hier die 3 Ausdrücke promiscue gebraucht werden.

Die zuerst von Davaine an farblosen Blutkörpern beobachtete, wie es scheint vollkommen homogene, hyaline, sich abwechselnd zusammenziehende und ausdehnende Aussackung habe ich sowohl an Lymphkörpern (Fig. 6) und (menschlichen) Eiterkörpern, wie an pigment- und blutkörperhaltigen Zellen (Fig. 4 a, b) häufig, aber niemals an Körnchenzellen (Fig. 5) gesehen.

derholte Bewegungen in das Innere derselben gelangten. Der Vorgang ist genau derselbe wie der oben beschriebene, und es ist darüber kein Zweifel möglich, dass Pigment enthaltende Zellen dadurch entstehen können, dass contractile Zellen vermöge ihrer amöboiden Bewegungen Pigmentstückchen in sich aufnehmen. Bei sehr zahlreichen pathologischen Vorgängen wird diese Thatsache Schwierigkeiten bei Erklärung der Entstehung pigmenthaltiger Zellen hinwegräumen helfen. Dabei kann sie natürlich andere Erklärungsweisen nicht ausschliessen, besonders die Virchow's nicht. Virchow hat alle früheren Auslegungen und Hypothesen über Pigmentzellenbildung auf ihren wahren Werth zurückgeführt und erklärte\*) die Entstehung pathologischer Pigmentzellen bekanntlich so, dass eine anfänglich farblose Zelle mehr oder weniger gleichmässig mit Blutfarbstoff infiltrirt werde, der zuerst diffus verbreitet sich allmählig zu Pigmentkörnern in der Zelle selbst differenzire. Es bleibt indessen immer noch übrig, entweder durch directe Beobachtung oder das Experiment die Differenzirung nachzuweisen, d. h. zu constatiren, dass die Pigmentkörner in der Zelle selbst aus diffusem Farbstoff entstehen, was auch neben der Thatsache, dass die ausserhalb der Zellen gelegenen Pigmentkörner als solche von diesen durch amöboide Bewegungen aufgenommen werden, doch sehr wohl möglich ist. Eine andere Art der Pigmentzellenbildung wird weiter unten zur Sprache kommen.

Fast noch zahlreicher als die zur Erklärung der Entstehung pigmenthaltiger Zellen construirten Hypothesen sind die Deutungen, welche die sogenannten blutkörperhaltigen Zellen, seit sie bekannt sind bis auf den heutigen Tag, erfahren haben. Auch hier hat Virchow\*\*) die sehr zahlreichen Mängel und Unmöglichkeiten früherer Auslegungen (von Rokitansky, Ecker, Kölliker u. a.) klar dargelegt und selbst die Ansicht ausgesprochen, dass die Blutkörperchen in die Zellen eindringen oder vielmehr in sie hineingedrückt werden. Dieser Gedanke musste zu der Zeit, da er ausgesprochen wurde, etwas gewagt erscheinen, und erregte

\*) Dieses Archiv. I. 1847. S. 388 u. fg.

\*\*) Dieses Archiv. IV. 1852. S. 515 fg.



grosse und kleine Bedenken und Widersprüche von verschiedenen Seiten. Besonders die Unmöglichkeit, eine Perforation der damals noch unbestrittenen Zellenmembran nachzuweisen, dann der Umstand dass das Agens, welches die Blutkörperchen durch dieselbe hindurch in das Innere der Zelle hineintreiben sollte, nicht ganz bestimmt angegeben werden konnte, waren der Anschauung nicht günstig. Diese Einwände fallen aber, wenn der Nachweis gelingt, dass die blutkörperhaltigen Zellen contractil sind und dass sie keine Membran haben.

Leider ist es hier nicht leicht, sich geeignetes Untersuchungsmaterial zu verschaffen. Von Warmblütern sah ich begreiflicherweise von vornherein ab. Indessen kann man beim Frosch blutkörperhaltige Zellen mitunter in erheblicher Anzahl in eben jenen Blutextravasaten beobachten, deren ich oben erwähnte. Rindfleisch hat auf diese Weise sie in sehr grosser Menge (1 auf 20 gewöhnliche Blutkörper) hervorgerufen, aber ihre wahre Natur nicht.

Zerzupft man röthliche Stellen der Pseudomembranen oder kleine isolirte Gerinnsel aus älteren Blutextravasaten und Eiterheerden in den Lymphsäcken gut genährter Frösche, so findet man darin allerdings Körperchen, wie sie Rindfleisch (Fig. 1. l. c.) abbildet. Doch niemals sind die Fortsätze so gleichmässig lang und parallel. Diese Körper sind farblose, fein granulirte Zellen, welche neben ihrem Kern 1 bis 7 rundliche wie gewöhnliche farbige Blutscheiben gefärbte Körper in sich enthalten: blutkörperhaltige Zellen. Nur sehr kurze Zeit braucht man diese Gebilde scharf zu beobachten, so sieht man, dass sie contractil sind. Sie senden Fortsätze aus, ziehen sie wieder ein, verändern ihre Gestalt fortwährend und wechseln ihren Standort jeden Augenblick. Besonders mannigfaltig ist das Spiel der Pseudopodien, sie verlängern, verkürzen sich, verschwinden, erscheinen wieder, häufen sich, trennen sich, theilen sich, fliessen wieder zusammen. Dies kann man im feuchten Raume stundenlang beobachten. Die blutkörperhaltigen Zellen sind also contractil. Kaum begreiflich erscheint es daher, wie man die Fortsätze für Falten einer Membran halten kann. Doch will es Hr. Rindfleisch so.

Die farbigen Blutkörper sollen ihre Membran (deren Existenz jener Forscher für erwiesen hält) zurückgeklappt haben und die Ausläufer Falten darin vorstellen. Die ganze blutkörperhaltige Zelle soll eine Uebergangsstufe sein in einer nicht ohne Phantasie ersonnenen Umwandlung der farbigen Blutkörperchen zu farblosen. Letztere werden wieder zu farbigen und so kommt ein ewiger Rundtanz zu Stande, durch den der „besondere Saft“ sich fortwährend selbst seine Elemente zeugt. Eine so abenteuerliche Hypothese bedarf keiner Widerlegung.

Es ist natürlich, dass bei den eben bezeichneten Bewegungen der blutkörperhaltigen Zellen die eingeschlossenen Körper nicht unbetheiligt bleiben können. Sie wechseln fortdauernd ihre Lage zu einander und zum Kern und, was auf den ersten Blick vollkommen räthselhaft erscheint, sie werden grösser und kleiner und ihre Zahl vermindert sich und vermehrt sich, ohne dass irgend etwas von der Zelle aufgenommen oder ausgeschieden würde. Mit einem Worte man sieht die farbigen Kugeln zusammenfliessen und durch die Bewegung des umhüllenden Protoplasma wieder zertheilt werden (Fig. 1 a—f). Es muss also entweder mit den Blutkörpern in der blutkörperhaltigen Zelle eine Veränderung vor sich gegangen sein, denn die gewöhnlichen elliptischen Blutkörperchen fliessen nicht zusammen, oder die beschriebenen Gebilde sind keine blutkörperhaltigen Zellen. Es ist daher zunächst die Frage zu beantworten, woher stammen die blutkörperchenartigen Kugeln oder Sphäroide in denselben? Was sind sie?

Meine Beobachtungen lassen in Betreff ihrer kaum einen Zweifel aufkommen. Man findet nämlich in jedem Tropfen Extravasatblut des Frosches und Salamanders und gar nicht selten auch in dem unmittelbar einem beliebigen Gefässe entnommenen Blute mehr oder weniger kugelige Körper mit und ohne Kern, welche dieselbe Farbe haben wie die elliptischen Blutscheiben, wenn das Licht in einer gleichzeitig auf der grössten und der kleinsten Axe senkrechten Richtung durchgehend in das Auge gelangt. Sie sind grün mit einem schwachen Stich in das Rothe. Ich kann diese eigenthümliche Farbe nicht anders als blutgrün nennen. Der farbige Inhalt der blutkörperhaltigen Zellen hat genau dieselbe

Farbe. Jene Kugeln nun, welche bei verschiedenen Fröschen in verschiedener Anzahl vorkommen, kann man unter dem Tubus im feuchten Raume entstehen sehen und zwar aus den elliptischen Blutkörperchen in zwei Weisen. Man findet in jedem Tropfen Extravasatblut, auch wenn es noch so frisch ist, unter den elliptischen Scheiben, deren Kern bekanntlich erst allmählig deutlich sichtbar wird, solche, welche gleich anfangs einen deutlich sichtbaren oft kreisrunden Kern haben. Fasst man ein solches in's Auge, so geschieht es mitunter, dass man allmähliche Veränderungen seiner Form bemerkt; es wird meist rund oder birnförmig. Verfolgt man die Bewegung, so findet man (Fig. 30 a—n), dass plötzlich ein Theil des Körperchens sich abschnürt und fortschwimmt, ohne dass der Kern sich dabei irgendwie bethelligt. Bleibt die abgeschnürte Kugel in der Nähe des Mutterkörpers, so fliesst sie häufig wieder mit ihr zu einer zusammen, trennt sich nach einiger Zeit wieder, hängt an einem zähen Faden, löst sich ab, fliesst wieder zusammen und so fort. Ist ein abgeschnürtes Kügelchen fortgeschwommen, so schnüren sich neue ab, während der Mutterkörper immer seine Gestalt ändert und dabei manchmal sehr plötzlich das an einem zähen Faden hängende Kügelchen gewissermaassen in sich hineinzieht, um es später wieder abzuschnüren (Fig. 30 i, k). Diese merkwürdige Erscheinung wiederholt sich so lange, bis endlich nur noch sehr wenig farbige Substanz um den unveränderten Kern zurückbleibt (Fig. 30 n). So sind aus einem farbigen Blutkörper eine Menge farbiger Kügelchen entstanden, die in der Flüssigkeit frei herumschwimmen und wenn sie in die Nähe des Mutterkörpers kommen, mit diesem zusammenfliessen. Zu bemerken ist hierbei noch, dass einen Augenblick vor der Abschnürung sich eine unregelmässig begrenzte sogenannte Vacuole an der Abschnürungsstelle bildet, die aber höchstens einige Secunden lang sichtbar ist (Fig. 30 b, c). Weit häufiger als die beschriebene Abschnürungsweise ist folgende. Ein elliptisches Blutkörperchen mit sehr scharf begrenztem runden oder länglichen Kern verändert seine Gestalt und treibt Fortsätze 1, 2, 3, 4, am gewöhnlichsten 2. Diese Ausläufer sind entweder so fein, dass sie nur als eine ganz schwach gezeichnete Linie erscheinen oder sie sind deutlich doppelt con-

turirt und blutgrün gefärbt. Nach und nach sieht man an ihnen grössere und kleinere farbige Kügelchen in lebhafter Bewegung auf- und niedergleiten, am freien Ende sich ablösen und am anderen neu hinzukommen. Bisweilen wird der ganze Arm mitsammt seinen Kügelchen abgeschnürt und letztere setzen ihre Bewegungen fort und lösen sich von ihm ab oder fliessen mit ihm und untereinander zu grösseren Kügelchen zusammen (Fig. 8, 14). Manchmal wird der Kern des Blutkörperchens ausgestossen und hängt an einem ungefärbten Arm (Fig. 9); andere Male wird der Kern nur zur Hälfte frei, während die farbigen Kügelchen ihr Spiel fortreiben (Fig. 10). Endlich beobachtet man auch, wiewohl seltener Formen, wie die in Fig. 12, wo eine Hälfte des Blutkörpers nur noch an einem Faden hängt und mit kugeltreibenden Fortsätzen versehen ist, während die andere kernhaltige Hälfte ganz unbetheiligt bleibt. Das Merkwürdigste aber ist hierbei die allerdings nicht immer gleich gut zu beobachtende rhythmische Abwechselung beim Kugeltreiben der Arme. Fig. 13 a stellt einen farbigen Blutkörper dar, unmittelbar nachdem ein Tropfen des Extravasatblutes in die feuchte Kammer gebracht worden war. Nach wenigen Minuten hatte er die Form Fig. 13 b angenommen und einige Minuten später die in Fig. 13 c. Nicht lange dauerte es, da verschwanden die Perlschnüre und die Ausläufer wurden wieder einfach, um danach wieder varikös zu werden u. s. f. Immer waren entweder beide Arme gleichzeitig perlschnurartig oder gleichzeitig schlicht, niemals wird, wo zwei Fortsätze vorhanden sind, einer allein varikös. Das Spiel dauert oft über eine Stunde. Allmählig schnüren sich die Kügelchen ab, das Blutkörperchen wird rund, blass, kleiner und schliesslich oft so entfärbt, dass man nur noch den Kern erkennt. Fast noch schöner sind die geschilderten Erscheinungen an den grossen Blutkörpern des gefleckten Salamanders zu beobachten. Fig. 16 a und 16 b stellen ein und dasselbe Körperchen dar, welches über eine Stunde lang seine Gestalt wechselte, bald perlschnurartige, bald schlichte Fortsätze aussendend. Fig. 16 b stellt das der vollkommenen Kugelbildung unmittelbar vorhergehende, Fig. 16 a das Ruhestadium dar, welches eintritt, wenn die Kugeln zusammengefloßen sind. In

Fig. 17 a und 17 b ist eine Abweichung von der Regel bemerkbar; während nämlich der Leib des Blutkörperchens wie alle anderen blutgrün ist, erscheint der Fortsatz ungefärbt; zieht sich derselbe kugeltreibend zusammen, so bemerkt man keine ganz scharfe Grenze, tritt das Ruhestadium ein, so zieht sich die farbige Substanz zusammen und eine sehr scharfe Grenze wird sichtbar. Diese Erscheinung habe ich auch am Frosch, aber nur sehr selten gesehen (in Fig. 9 ist ein Arm farblos). Meistens erscheinen die Ausläufer mit ihren Kugeln gerade so intensiv gefärbt, wie die gewöhnlichen elliptischen Scheiben. Bezüglich der Zeitintervalle zwischen dem Ruhestadium und dem Kugeltreiben habe ich keine Gesetzmässigkeit gefunden;  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ , 1,  $1\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{3}{4}$  Minute sind die geringsten dafür erhaltenen Zahlen. Sie werden im Allgemeinen um so grösser, je länger man ein und dasselbe Körperchen unter dem Mikroskope beobachtet, bis endlich die Kugeln sich abgeschnürt haben und zum Theil unter sich, zum Theil mit dem Mutterkörper wieder zusammengefloßen sind, worauf dann das Blutkörperchen kugelig und oft so blass wird, dass man nichts mehr sieht als den Kern. Fig. 29 stellt Formveränderungen dar, denen ein farbiges Blutkörperchen, unmittelbar nachdem ein Tropfen Extravasatblut aus dem Lymphsack herausgenommen war, binnen einer Stunde unterlag, wodurch viele Kugeln abgeschnürt wurden. Wir haben somit eine ergiebige Quelle der kleinen und grossen kernhaltigen und kernlosen blutgrünen kugeligen Körper gefunden, wie sie in Fig. 8 abgebildet sind.

Einen Augenblick absehend von den die Natur der farbigen Blutkörper betreffenden Schlüssen, welche ihre Entstehungsart uns zu thun gestattet, bringen wir sie in Verbindung mit den oben beschriebenen blutkörperhaltigen Zellen. Einen Unterschied zwischen den in diesen letzteren enthaltenen und den durch Abschnürung aus den elliptischen Blutscheiben entstandenen Kügelchen habe ich nicht gefunden. Beide haben genau dieselbe eigenthümliche Farbe, beide fliessen zusammen, sind also membranlose Tropfen. Die innerhalb der Zellen sind unmischbar mit Protoplasma, die ausserhalb derselben unmischbar mit Blutplasma oder Lymphplasma. Beide zeigen dieselben Schwankungen bezüglich ihrer

Grösse. In den blutkörperhaltigen Zellen kommen sowohl kernhaltige wie kernlose Kugeln vor, wovon man sich, wenn nicht schon durch den blossen Anblick des frischen Präparats dadurch überzeugen kann, dass man eine blutkörperhaltige Zelle, während sie eintrocknet, fixirt. Die kernhaltigen bilden jedoch die Ausnahme. Es wäre nun allerdings wünschenswerth gewesen zu untersuchen, ob die farbigen Kugeln in- und ausserhalb der blutkörperhaltigen Zellen sich auch gegen Reagentien vollkommen gleich verhalten. Zu meinem Bedauern habe ich niemals so viele im Gesichtsfeld gehabt, um nach Zusatz eines Reagens mit Sicherheit vergleichen zu können; ein solcher Vergleich erschien indessen unnöthig, wenn es einmal glückte, die Aufnahme der kugeligen farbigen Blutkörper oder deren durch Abschnürung entstandenen Kügelchen von Seiten der farblosen amöboiden Zellen zu sehen. Und in der That habe ich mehrmals beobachten können, wie sehr kleine derartige farbige Tröpfchen durch die complicirten Bewegungen der Pseudopodien in das Innere der Zelle gelangten. Nur habe ich niemals gesehen, dass grössere Kugeln in dieser Weise intussuscipirt worden wären. Da ich jedoch das Zusammenfliessen derselben auch innerhalb des einschliessenden Protoplasma häufig beobachtete, so ist nicht der mindeste Grund vorhanden, sich gegen die Annahme zu sträuben, dass die grossen farbigen Tropfen in den blutkörperhaltigen Zellen, wenn sie kernlos sind durch Zusammenfliessen der direct aufgenommenen kleineren zu Stande kommen können, die kernhaltigen dagegen würden direct aufgenommen werden. Da sie, wie wir gesehen haben, ebenso wie die kernlosen blutgrünen Kugeln keine Membran haben, mit ihnen zusammenfliessen und sehr klein sein können, so erklärt sich von selbst, wie man in blutkörperhaltigen Zellen manchmal farbige kernhaltige Körper findet, die fast so gross sind, wie ein elliptisches Blutkörperchen. Zur directen Aufnahme so grosser Körper sind wenigstens im ruhenden Blute die Pseudopodien der Lymphzellen und deren Contractionen wenig geeignet. Wir müssen vielmehr annehmen, dass die blutkörperhaltigen Zellen der Batrachier dadurch entstehen, dass amöboide Körperchen, d. i. contractile farblose Zellen abgeschnürte Theile der farbigen Blutkörper in sich aufnehmen, die in der Zelle

selbst zu grösseren Tropfen zusammenfliessen. Dass es mir nicht gelang zu sehen, wie eine kernhaltige farbige Kugel aufgenommen wurde, liegt wahrscheinlich daran, dass in der dünnen Saftschicht unter dem Tubus die einzelnen Elemente zu weit auseinander liegen und jeder Druck von aussen fehlt. Wird dagegen im Lymphsack selbst, wo die Zellen dichtgedrängt hart aneinander liegen, auch nur ein leiser Druck (sei es durch den Blutstrom eines anliegenden Gefässes, sei es durch Muskelcontractionen, sei es durch irgend welche mechanische Einwirkung von aussen, wie sie ja gar nicht auszuschliessen ist) auf die durcheinanderliegenden farblosen und farbigen Körperchen ausgeübt, so erscheint es fast unmöglich, wie nicht in vielen Fällen auch eine grössere farbige Kugel geradezu in eine Lymphzelle gedrängt wird, zumal die letzteren noch dazu in fortwährender Bewegung sind und eine Membran ihnen fehlt. Uebrigens ist selbst ohne die Annahme des Hineingedrängtwerdens, wie sie auch Virchow für die blutkörperhaltigen Zellen des Menschen in Anspruch nimmt, die Entstehung der letzteren durch einfache Aufnahme durch die amöboiden Bewegungen so ausserordentlich wahrscheinlich, dass ich nicht zweifle, es werde früher oder später der Vorgang direct beobachtet werden.

Ist nun einmal eine oder zwei oder drei oder mehr farbige Kugeln in eine Lymphzelle gelangt (ich fand in einer menschlichen Milz sogar einmal eine farblose kernhaltige Zelle, welche neun wohl unterscheidbare farbige Blutkörper enthielt), so ist weiter zu eruiren, was aus ihnen wird. Unter dem Mikroskope lässt sich dies nicht verfolgen. In der feuchten Kammer verändern sie sich, so lange sie leben, nicht in sichtbarer Weise. Es deuten jedoch zwei Beobachtungen darauf hin, dass sie im lebenden Thiere bedeutenden Veränderungen unterliegen. Das Blut, in dem sie sich finden, ist extravasirtes Blut, es stagnirt. Man findet in ihm neben pigmenthaltigen Zellen, freien Pigmentstücken und fein zertheiltem Pigment, das aus dem Blutfarbstoff stammt, auch Pigmentzellen besonderer Art, wie die in Fig. 7 abgebildete: contractile Zellen, welche ein kugelförmiges fast die ganze Zelle ausfüllendes dunkelrothbraunes Pigmentstück enthalten. Dieses letztere ist viel zu gross, als dass es direct hätte aufgenommen worden sein kön-

nen und es ist viel zu rund und scharf begrenzt, als dass man etwa denken könnte, es sei durch oft wiederholte Aufnahme kleiner Pigmentkörner entstanden, die sich zusammengeballt hätten. Hier ist vielmehr die Vermuthung erlaubt, dass wir eine alte blutkörperhaltige Zelle vor uns haben, in welcher der Blutfarbstoff verändert ist. Eine Stütze, wenn auch nur eine geringe, erhält diese Anschauung durch die Beobachtung, die ich an der blutkörperhaltigen Zelle Fig. 4 machte. Als sie einen Augenblick nach Herausnahme des sie enthaltenden Tropfens Extravasatbluts aus dem Lymphsack in's Gesichtsfeld kam, bemerkte ich in ihr 2 farbige Krystalle, wahrscheinlich Hämatokrystallin und nach etwa einer Viertelstunde waren es ihrer 3. Hier veränderte sich der Blutfarbstoff in der Zelle, wenn auch in anderer Weise, unter den Augen des Beobachters. Ob in den blutkörperhaltigen Pigmentzellen in Fig. 2 u. 3 das Pigment durch eine Veränderung des Blutfarbstoffs aus einer schon vor längerer Zeit aufgenommenen Blutkugel hervorgegangen oder bereits als solches direct aufgenommen wurde, ist natürlich nicht zu entscheiden. Sowohl die in Fig. 2 u. 3 als in Fig. 4 u. 7 abgebildeten Zellen waren noch in hohem Grade contractil und gerade bei Zelle 7 a sah ich ein kleines Pigmentkorn von der Zelle aufgenommen werden, welches in dieser sich ausserordentlich lebhaft bewegte.

Wenden wir uns zurück zu den oben beschriebenen Veränderungen, welchen einzelne farbige Blutkörper im Extravasatblute der Batrachier unterliegen, so ist zunächst zu bemerken, dass ganz ähnliches schon von Rindfleisch und Beale beobachtet und abgebildet wurde. Aus der Beschreibung, die ersterer gibt, geht nicht hervor, dass er die Kügelchen sich bewegen oder sich abschnüren sah (l. c. p. 9). Rindfleisch erklärt die Formen durch die Annahme, dass „kleine Portionen des hämatinhaltigen Inhalts durch die Poren der Zellmembran (eines farbigen Blutkörpers) oder durch anderweit entstandene Löcher derselben nach aussen treten.“ Aus meinen Beobachtungen geht unwiderleglich hervor, dass diese Form der farbigen Blutkörper keine Membran hat, denn die vollkommen von ihnen abgeschnürten Tropfen fliessen wieder mit dem Mutterkörper ohne weiteres



zusammen, was nicht geschehen könnte, wenn eine Membran vorhanden wäre. Beale \*) bildet ähnliche Formen wie die beschriebenen ab und erhielt sie nach Erwärmung des Blutstropfens. Er sah auch das Abschnüren der fadenförmigen Fortsätze und macht darauf aufmerksam, dass sie sich lebhaft hin und her bewegten. Es sei aber diese Bewegung „molecular“ und hänge nicht von „vitalen“ Eigenschaften ab \*\*). Endlich hat Kölliker \*\*\*) gefunden, dass eine wässrige Harnstofflösung von 15 pCt. aufwärts ähnliche Veränderungen wie die beschriebenen an den Froschblutkörpern hervorbringt. „Die Blutzellen wurden nach und nach zackig und wandelten sich bald in die schönsten sternförmigen Zellen mit meist 3 bis 6 ziemlich langen und mehr kolbenförmigen Fortsätzen um. Letztere begannen bald wie einzuschmelzen, indem sie theils vom Rande aus allmählig sich auflösten und verschwanden, theils unter Ablösung grösserer und kleinerer gefärbter Tröpfchen, die sofort erblassten und vergingen, nach und nach ganz zerfielen. So blieb am Ende nur der kernhaltige Theil der Zelle als eine kleine runde, dunkelrothe, glänzende Kugel zurück, welche zuletzt ebenfalls erblasste und bis auf den Kern spurlos verging.“ Diese Beobachtungen sind richtig. Da ich das „Erblassten und Vergehen“ der Einwirkung des Wassers zuschrieb, so fügte ich, um die Wirkung des Harnstoffs allein kennen zu lernen, krystallinischen Harnstoff (aus Hundeharn dargestellt) zum Blute. Am besten verfährt man dabei, wenn man auf dem Objectträger einen Tropfen Harnstofflösung bis zur Trockene eindunsten lässt und den Blutropfen auf die dünne Krystallschicht, die sich dabei ausscheidet, bringt. Man beobachtet dann im We-

\*) Transactions of the microscop. soc. Vol. XII. N. S. Pl. 6. Fig. 1 u. 3.

\*\*) Die Art und Weise, wie Herr Beale von vitalen Eigenschaften im Gegensatz zu chemischen und physikalischen, von keimender (germinal) und geformter Materie spricht, lässt uns nicht zweifeln, dass er ein vereinzelter Anhänger der Theorie von der Lebenskraft ist; daher wir nicht mit ihm rechten. Vgl. L. S. Beale in den Archives of medicine. Vol. IV. p. 150sq. 1864.

\*\*\*) v. Siebold u. Kölliker, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. VII. 183, 184. 1855. Vgl. auch Meyer, Müller's Arch. 1843. S. 206 und Botkin, Virchow's Arch. XX. 1861. S. 37.

sentlichen, was ich (Fig. 35, a—g) skizzirt habe. Alle Blutkörper bekommen zuerst eine fein gewellte Umgrenzung, die Einkerbungen werden nach und nach grösser und weniger zahlreich, sie dehnen sich immer weiter nach innen aus, bis das Körperchen wie eine von tief einschneidenden Fjorden zerrissene Insel sich darstellt. Nun beginnt aber eine bei jedem einzelnen Blutkörper anders sich gestaltende Veränderung. Zahllose kleine Kugeln, ganze Zacken, Kolben, Perlschnüre, Fäden, Kegel u. s. w. lösen sich ab, wodurch das Körperchen fortwährend seine Gestalt verändert. Alle erdenklichen Formen sind da vertreten, wobei die Fortsätze zusammenfliessen und sich trennen und in einzelne Tröpfchen sondern. Nach wenigen Minuten sind alle Blutkörper kugelig und bewegungslos. Besonders hervorheben muss ich, dass alle im Extravasatblut vorkommenden anomalen farbigen Körperchen (wie sie in Fig. 9 bis 14, 16, 17, 29 bis 34 abgebildet sind), sämmtlich gleichfalls in dem mit Harnstoff behandelten Blute vorkommen, und zwar ganz genau dieselben Formen. Nur sind sie von sehr kurzer Dauer. Ihre Beweglichkeit ist oft nach 1 Minute zu Ende, und daher das Kugeltreiben und wieder Schlaffwerden, das Auftreten der Varicositäten und deren Verschwinden in der S. 426 erwähnten rhythmischen Weise nicht zu beobachten. Doch sind beide Erscheinungen identisch, was die Formen betrifft, die dem Auge sich zeigen. Abgesehen von dem erwähnten Umstande besteht der einzige Unterschied, wie es scheint, in der Farbe. Die mit Harnstoff behandelten Blutkörper sind nicht blutgrün, sondern röthlichbraun, man kann jedoch durch Zusatz einer verdünnten Lösung von Harnstoff in Lymphe zum Blute dieselbe Wirkung ohne Farbenveränderung erzielen. Es ist daher wahrscheinlich, dass die Entstehung jener bizarren Formen nicht etwa bloss mit der Aufhebung des Blutstromes oder mit der Konzentrationsänderung der die Blutkörper umgebenden Flüssigkeit, sondern vielmehr mit ihrer chemischen Zusammensetzung, vielleicht einem etwaigen Harnstoffgehalt der Lymphe zusammenhängt.

Wer die amöboiden Bewegungen besonders das Varikös- und Schlaffwerden der Fortsätze der farbigen Blutkörper im stagnirenden Blute gesehen hat, wird mir beipflichten, wenn ich behaupte,

dass es unter den farbigen Blutkörpern solche gibt, die unter gewissen Umständen contractil sind, und zwar ist die amöboide Substanz der ihre Gestalt verändernden farbigen Blutkörper eine farblose fadenziehende Flüssigkeit oder Emulsion. Sie ist in der Regel mit dem Blutfarbstoff verbunden und sondert sich in grosse und kleine glänzende Tropfen, die zusammenfliessen können und mit der Muttermasse gleichfalls zusammenfliessen. Man sieht sie jedoch auch, wenngleich viel seltener, frei zu Tage treten und dann farblose Tröpfchen abschnüren (Fig. 17).

Das contractile Protoplasma mancher Organismen verhält sich ähnlich. Dieselben Erscheinungen wie die beschriebenen sind auch an Rhizopoden beobachtet worden, deren Pseudopodien den Fortsätzen der amöboiden farbigen Blutkörperchen analog sind. Das Kugeltreiben der Amöben und das Variköswerden der Pseudopodien von *Actinophrys Eichhorni*, welches Max Schultze beschreibt \*) und das er auf Zusatz von verschiedenen Reagentien beobachtete, ist den spindelförmigen und kugeligen Anschwellungen der Fortsätze der farbigen Blutkörper, die ich oben beschrieb, ungemein ähnlich. Kühne \*\*) sah die Pseudopodien von *A. Eichhorni* nach Behandlung mit Ammoniak varikös werden. Sie nahmen nach hinlänglicher Ruhe ihre frühere Gestalt wieder an. Dasselbe ist hier S. 426, 427 gesagt. Da nun die Varicositäten und ihre Rückbildung überhaupt Formveränderungen wie die in Fig. 13, 16, 17, 30 skizzirten auf nichts anderes als Contractilität zurückgeführt werden können, so sind wir genöthigt den farbigen Blutkörpern, welche im Extravasatblut in der Lymphe die beschriebenen amöboiden Formveränderungen zeigen, Contractilität zuzuerkennen. Kühne spricht sich auf seine Versuche sich stützend für eine chemische Reizbarkeit des Rhizopodenprotoplasma aus. Eine Uebertragung auf das Blutkörperprotoplasma liegt nahe. Das Abwechseln zwischen Ruhe- und Reizstadium (Fig. 13, 16, 17) er-

\*) l. c. S. 31 fg. Hr. Prof. Schultze hat mir freundlichst seine danach entworfenen Zeichnungen gezeigt und ich habe mich von der Analogie beider Erscheinungen überzeugen können. Lebende *Actinophryen* standen mir leider nicht zu Gebote.

\*\*) Kühne, Das Protoplasma und die Contractilität. 1864. S. 55, 64 fg.

scheint nicht befremdender als das wiederholte Zucken eines Froschmuskels in einer verdünnten Kochsalzlösung, wonach er noch erregbar bleibt.

Ich habe aber noch eine andere Beobachtung zu erwähnen, welche entschieden zu Gunsten einer Contractilität der farbigen Blutkörper des Frosches oder vielmehr eines Bestandtheils derselben spricht. Man findet nämlich im Blute laichender Frösche oder solcher, welche im Coitus begriffen sind und besonders in dem trächtiger Erdsalamander Formen farbiger Blutkörper, welche kaum einen Zweifel darüber aufkommen lassen, dass zu den genannten Zeiten die farbigen elliptischen Blutscheiben sich mitsammt ihrem Kern in zwei theilen. Wenn eine Form wie die Fig. 26, 27 abgebildete im Gesichtsfeld erscheint, so beobachtet man entweder, wie sich dieselbe zurückbildet, so dass sie nach wenigen Augenblicken wieder genau das Ansehen eines gewöhnlichen unveränderten elliptischen Blutkörpers zeigt, bei dem man nur nach einiger Zeit einen länglicheren Kern erblickt oder aber die Theilung schreitet so fort (wie in Fig. 28, a, b, c), dass man schliesslich zwei getrennte Blutkörper vor sich zu haben glaubt. Eine mit einer Nadel erzeugte Störung jedoch zeigt, dass die beiden Theile (Fig. 28 c) noch zusammenhängen. Bei allen Formen, welche dieses Bild einer Theilung darbietet, ist der Kern auch nach langer Beobachtung viel weniger deutlich zu sehen, als bei den unveränderten Blutscheiben. Dass aber nicht bloss die farbige Substanz seitliche Einkerbungen bekommt, sondern zugleich eine Kerntheilung stattfindet, davon kann man sich auf das bestimmteste überzeugen, wenn man eines der betreffenden Körperchen fixirt, während es eintrocknet. Die 8förmige Gestaltung des Kerns bildet den wesentlichen Unterschied dieses Theilungsprozesses von dem Fig. 30 u. a. veranschaulichten Abschnürungsprozess, wobei der Kern vollkommen unbetheiligt bleibt und von vorn herein deutlich sichtbar ist. Dass es nicht gelang, die definitive Trennung zu sehen, liegt wahrscheinlich nur daran, dass der Tropfen, in dem die beobachteten Formen waren, eine ruhende Flüssigkeit darstellte, während die Collisionen, denen im Blutstrom des lebenden Gefässes jedes Körperchen mehr oder weniger ausgesetzt sein muss, offenbar

dazu beitragen die Losreissung der locker aneinanderhängenden Theile zu befördern. Die Theilung der farbigen Blutkörper laichender Batrachier reiht sich daher an an die von Remak und später von vielen anderen an Embryonen einiger Säugethiere und Vögel constatirte Blutkörpertheilung. Rindfleisch bildet farbige Froschlervenblutkörperchen, die in Theilung begriffen sind, ab (Fig. 7, e, l. c.). Remak bildet \*) neben Blutkörperchen vom Huhnembryo die eines Embryo von *Tropidonotus natrix* ab, welche in der Theilung begriffen sind. Für alle diese Formen, d. h. also für die farbigen Blutkörper der Embryonen der Säugethiere, der Vögel, der Reptilien, der Amphibien muss, wenn er sich consequent bleiben will, der Theoretiker Contractilität beanspruchen, denn eine — sit venia verbo — spontane Einschnürung einer Zelle, auf die sowohl Rückbildung als nachfolgende Theilung ihres Leibes folgen kann, ist bei dem jetzigen Stande unseres Wissens undenkbar ohne ein gewisses Maass von Contractilität; folglich wären hiernach auch die farbigen Blutkörper laichender Frösche und trächtiger Salamander zum Theil contractil, die Contractilität wäre eine vorübergehende Eigenschaft der Batrachierblutkörper, die nur zu gewissen Zeiten, insbesondere zur Zeit der embryonalen Entwicklung und bei der Fortpflanzung aufträte. Es besteht jedoch bezüglich eines Punktes ein wesentlicher Unterschied beider Theilungsvorgänge. Während beim Embryo die Kerntheilung der Zellentheilung immer vorhergeht, so dass in einer noch völlig runden resp. elliptischen Zelle 2 getrennte Kerne vorhanden sind, bevor die Zelle selbst sich zur Theilung einschnürt, findet man niemals bei erwachsenen Batrachiern elliptische Blutkörper mit 2 getrennten Kernen. Es scheint vielmehr der Kern erst durch die seitlichen Einkerbungen der Zellensubstanz die 8förmige Gestalt zu bekommen, denn ich fand niemals in einem elliptischen Blutkörper einen 8förmigen Kern, so sehr ich danach suchte. Die Contractilität also die bei der Theilung der Blutkörperchen erwachsener (laichender oder trächtiger) Batrachier wirkt, kann nicht wohl dem Kern zugeschrieben werden.

\*) Müller's Archiv 1858. S. 178 fg. Taf. VIII. F. 15.

Total andere Erscheinungen als die, derentwegen ich hier Contractilität den farbigen Frosch- und Salamanderblutkörpern vindiciren möchte, sind diejenigen, aus denen Klebs \*) eine Contractilität der Säugethierblutkörper folgerte. Ich habe zwar auch mitunter die Froschblutkörper, wenn sie lange in der feuchten Kammer aufbewahrt wurden, höckerig werden sehen, aber ich vermag die Bedingungen, \* unter denen diese Höcker auftreten, nicht anzugeben und habe niemals einen derselben sich zurückbilden sehen.

Zum Schluss einige Worte über die Membran der farbigen Blutkörper.

Betrachtet man wiederholt im feuchten Raume einen Tropfen ganz frischen Blutes vom Erdsalamander, indem man als verdünnte Flüssigkeit Serum oder Lymphe desselben Thieres anwendet, so kann man sicher darauf rechnen, unter den farbigen elliptischen Blutkörpern dann und wann einen zu finden, in welchem der Kern seine Lage verändert, „herumrollt“ wie sich C. H. Schultz \*) ausdrückt, welcher das nämliche bei Froschblutkörperchen nach Wasserzusatz beobachtete. So oft auch diese Thatsache, die für sich allein für Schwann \*\*) schon entscheidend für die Bläschen-natur der Froschblutkörper war, in früherer und jetziger Zeit selbst von den erfahrensten Forschern angezweifelt und als auf Täuschung beruhend hingestellt wurde, so wenig gestatten mir meine Augen an ihr zu rütteln. Wer Lust hat mehrere Stunden oder Tage lang Salamanderblut zu beobachten, wird gleichfalls eine Lageveränderung des Kernes sehen. Ich habe die Beobachtung zum ersten Male nur zufällig gemacht und mich erst nach Wiederholung derselben von der Ansicht, dass die Blutkörper der Batrachier sämmtlich membranlos seien freimachen können.

Wer ihr anhängt oder wer die Existenz der Membran bezweifelt, wird dieselbe wenigstens als Ausnahme zugeben, wenn er jene Theilungsformen, deren ich oben erwähnte, genauer betrachtet. Es geschieht gar nicht selten, wenn man ein sich thei-

\*) Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1863. S. 851.

\*\*) Brücke, Elementarorganismen (Sonderabdruck aus Moleschott, Untersuchungen VIII.) S. 9.

lendes Blutkörperchen eines laichenden Frosches oder noch besser eines trächtigen Salamanders im Gesichtsfelde hat, dass man die Membran grossentheils isolirt sieht. Es spannt sich von Bug zu Bug auf beiden Seiten der eingekerbten Stelle eine ungemein feine jedoch deutlich sichtbare Linie aus, welche doppelt conturirt ist. Mit einem guten Mikroskope gewahrt man auf das Bestimmteste, wie sich die sehr feine helle doppelt conturirte Linie um die farbige Substanz des sich theilenden Blutkörperchens fortsetzt, ohne von der Theilung mitbetroffen zu werden. Die Abbildungen stellen diese Verhältnisse viel zu grob dar (Fig. 26, 27).

Wird, wie es unter dem Tubus häufig vorkommt, die begonnene Theilung rückgängig, so sieht man nichts mehr von der Membran \*). Vielleicht sind ferner als Membran zu deuten die doppelt conturirten vollkommen farblosen kreisrunden elliptischen oder nierenförmigen Formen mit intensiv rothem Kern, welche man nach Zusatz von Magenta (salzsaurem Rosanilin) oder Fuchsin (salpetersaurem Rosanilin) zu Frosch oder Salamanderblut erhält. Hier aber ist der Einwand, man habe es mit einem Artefact zu thun, zulässig. Die Wirkung jener Substanzen ist bis auf die Färbung der von verdünnten Säuren ähnlich. Die von Hensen\*\*) beschriebenen Formen der Froschblutkörperchen, welche ich übrigens oftmals bei sterbenden und todtten Fröschen oder in solchem Blute fand, welches bei gehinderter Verdunstung abstarb, sind für die Existenz einer Membran fast beweisend. Es sind nur die Hensen'schen Formen nicht auf normale, auf lebende Blutkörper anwendbar. Da nun aus Rollett's\*\*\*) Versuchen für sich allein genommen allerdings folgt, dass die Froschblutkörperchen ebenso wie die der Säugethiere membranlos seien, es aber kaum statthaft ist anzunehmen, dass sich eine Membran erst nachträglich bilde, wenn die Leibessubstanz des Blutkörpers sich einschnürt, oder dass sie verschwinde, wenn die Einschnü-

\*) Remak bildet l. c. Fig. 4 ab „eine Doppelzelle (Hühnerembryoblutkörper), auf welcher sich auf einer Seite die Membran erhebt, ohne dass das Protoplasma die Einschnürung verliert.“ Ganz analog ist meine Fig. 26, 27.

\*\*) v. Siebold u. Kölliker, Zeitschr. f. wiss. Zool. XI. 1862. S. 253.

\*\*\*) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. zu Wien. XLVI. 1862.

rung sich zurückbildet, so bleibt kaum etwas anderes als die Annahme übrig, die Membran sei durch irgend welchen Umstand in den Fällen zerstört (aufgelöst) worden, wo Gestaltveränderungen wie die von Rollett beschriebenen auftraten, ebenso wie bei allen von mir abgebildeten amöboiden Formen die Membran fehlte. Doch ist die Existenz derselben am normalen Froschblutkörper, der sich nicht einschnürt (Fig. 26, 27), trotz alledem noch nicht bewiesen. Formen wie die in Fig. 15, 18, 21 — 24 abgebildeten, welche im circulirenden Blute vorkommen, kann man sich nicht wohl mit einer Membran bekleidet denken. Soviel steht nur fest, dass die Blutkörper des Salamanders eine Membran haben, man braucht nur Salamanderblut zu zerschlagen (mit einer Nadel), um sich von der Existenz desselben zu überzeugen. In vielen Fällen sieht man sie vollkommen farblos von den gezerzten Körperchen sich abheben.

Daraus, dass man in einzelnen den Kern herumrollen sieht, folgt nicht, dass alle Blutkörper ein Bläschen mit flüssigem Inhalt darstellen, ja es lässt sich auf vielerlei Art beweisen, dass dem nicht so ist. Pinselt man z. B. anhaltend etwas Frosch- oder Salamanderblut in einem Uhrglase, so kann man eine vollkommene Entfärbung der Blutkörper bewirken; sämtliche Kerne werden frei und schwimmen in der gefärbten Flüssigkeit. Was zurückbleibt von der Substanz der Blutkörper — das in einzelne Stücke zersprengte Stroma — trägt unverkennbar den Charakter einer festen Substanz an sich; während es ebenso unzweifelhaft ist, dass sämtliche farbigen amöboiden Blutkörper abgesehen vom Kern aus flüssiger Substanz bestehen, schon weil sie Tropfen abschnüren, mit denen sie wieder zusammenfließen können. Diese flüssige Substanz ist aber keine homogene. Denn wir sehen sie sich in den Farbstoff und ein farbloses Protoplasma sondern (Fig. 17). Dieses letztere, das wir dem normalen Blutkörper abzusprechen keinen Grund haben, würde modificirt das Stroma desselben abgeben. Unter gewissen Umständen ist es contractil (flüssig), unter anderen nicht contractil (Stroma).

Es folgt somit im Ganzen aus meinen Beobachtungen betreffend die Natur der farbigen Blutkörper des Frosches und Erd-



salamanders, dass im normalen Zustande, wenn nicht die beider, jedenfalls die des letzteren, eine Membran haben, welche den Kern und die eigentliche Substanz des Körperchens umschliesst. Letztere besteht aus aufgelöstem Farbstoff (Hämatokrystallin) und einer farblosen Materie (Protoplasma), welche sowohl noch in Verbindung mit dem Farbstoff als ohne denselben unter gewissen Umständen Contractilitätserscheinungen zeigt, denen ähnlich, die bei manchen niederen Organismen beobachtet werden. Wenn sie, was die Regel, keine Contractilität zu erkennen gibt, so stellt sie als ein modificirtes Protoplasma das Stroma der Amphibienblutkörper dar.

In welchem Verhältnisse ihre Contractilität mit der bei der Theilung der Blutkörperchen beobachteten steht, müssen künftige Untersuchungen lehren.

### Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren beziehen sich auf Extravasatblut des Frosches, wenn nicht ausdrücklich etwas Anderes angegeben ist. Vergrößerung 350 bis 400.

- Fig. 1. a Eine 4 blutgrüne Tropfen enthaltende Lymphzelle mit deutlich sichtbarem Kern. b Dieselbe eine halbe Stunde nach Entfernung aus dem Lymphsacke. Die 4 Tropfen sind zu zweien zusammengefloßen. c Dieselbe nach weiteren 10 Minuten mit 3 Tropfen. d Dieselbe nach weiteren 5 Minuten mit 4 Tropfen. e Dieselbe nach  $1\frac{3}{4}$  Stunden, während welcher die Formen schnell wechseln. f Dieselbe nach weiteren 30 Minuten.
- Fig. 2. Eine contractile Zelle, enthaltend ein Pigmentstück und 2 blutgrüne Tropfen.
- Fig. 3. Eine eben solche, enthaltend ein größeres Pigmentstück und einen blutgrünen Tropfen.
- Fig. 4. a Eine contractile Zelle wie in Fig. 1 mit 2 Krystallen. b Dieselbe nach 15 Minuten mit 3 Krystallen. Die farbigen Tropfen sind kernlos. Die Zelle besitzt einen deutlich erkennbaren Kern (a). Die Formveränderungen sind ungemein zahlreich.
- Fig. 5. Eine Körnchenzelle mit gelben Körnchen im Inneren.
- Fig. 6. Ein Lymphkörper mit 5fachem Kern und einer seitlich hervorragenden hyalinen Masse, die eingezogen und vorgeschoben werden kann.
- Fig. 7. a Eine contractile Pigmentzelle mit lebhaft sich bewegenden Pigmentkörnern. b Dieselbe nach 2 Minuten.
- Fig. 8. Gekernte und kernlose farbige Tropfen und ein mit 2 Spitzen versehenes halbes farbiges Blutkörperchen.
- Fig. 9. Ein Stück eines farbigen Blutkörpers mit seitlich ausgetretenem Kern und perlschnurartigem Arm.

- Fig. 10. Ein farbiger Blutkörper mit seitlich freiem Kern und fadenförmigen Armen, an denen die farbigen Tröpfchen in lebhaftester Bewegung auf und nieder gleiten, zusammenfließen und abgeschnürt werden.
- Fig. 11. Ein farbiger Blutkörper, welcher beide Arme abschnürte, wobei die Kügelchen auch an den frei umherschwimmenden nur am Ende sich etwas umbiegenden Stäben in lebhafter Bewegung bleiben, bis alle abgeschnürt sind. Schliesslich bleibt der Arm vollkommen frei übrig.
- Fig. 12. Ein farbiger Blutkörper, welcher eine Hälfte ohne Kern abschnürt.
- Fig. 13. a Ein amöboider farbiger Blutkörper mit 2 Armen. b Derselbe nach wenigen Minuten. c Derselbe nach wenigen weiteren Minuten. Die Formen a, b, c wechseln mit einander ab.
- Fig. 14. Ein farbiger Blutkörper, von dem sich farbige Tropfen ablösen, die untereinander und mit ihm zusammenfließen.
- Fig. 15. Ein farbiger Blutkörper vom Erdsalamander, in frischem einem Hautgefässe entnommenen Blute.
- Fig. 16. a Ein amöboider farbiger Blutkörper aus dem Extravasatblut des Erdsalamanders, welcher sich in die Form
- Fig. 16. b umwandelt, um dann wieder sich wie 16 a zu gestalten. Die beiden Bilder wechseln miteinander ab.
- Fig. 17. a, b Ein eben solcher Blutkörper eben daher. Der vorgeschobene Theil erscheint ungefärbt und eine Grenze ist erkennbar zwischen farbiger und farbloser Substanz.
- Fig. 18. Salamanderblutkörper im Begriff, einen Theil abzuschnüren.
- Fig. 19. Salamanderblutkörper im Begriff, sich zu theilen mit beginnender Kerntheilung bei einem trächtigen Salamander.
- Fig. 20—24. Blutkörperchen aus circulirendem Blute.
- Fig. 25. Seltene Form im Extravasatblut.
- Fig. 26 u. 27. Blutkörper, die sich zu theilen im Begriff sind, mit deutlich erkennbarer, doppelt conturirter Membran, die nicht mit eingeschnürt ist, während der Kern eine 8förmige Gestalt zeigt. Von laichenden Fröschen.
- Fig. 28. a, b, c Fortschreitende Theilung. Die Form 28. c stellt zwei neue locker zusammenhängende Blutkörper dar. Vom laichenden Frosche.
- Fig. 29. a—g Ein amöboider Blutkörper; beobachtet während einer Stunde. Unzählige Zwischenformen konnten wegen des schnellen Wechsels der Gestalten nicht abgezeichnet werden.
- Fig. 30. a—n Ein Blutkörper; beobachtet während einer halben Stunde. Wo der Kern, der am Anfang vollkommen deutlich war, nicht abgebildet ist, konnte seine Lage nicht mit Sicherheit ermittelt werden, da die Veränderung des Körperchens zu schnell vor sich ging.
- Fig. 31, 32. Häufige Formen (ohne Membran) im Extravasatblut.
- Fig. 33. a Desgleichen. b Dasselbe Körperchen wie in 33. a. Es stösst den Kern aus.
- Fig. 34. Seltene Form im Extravasatblut.
- Fig. 35 a—g Wirkung des Harnstoffes auf einen farbigen Blutkörper.