

Die Form und der Bau der roten Blutkörperchen des Frosches.

Von

Joh. Dogiel.

Mit Tafel XII.

Das Studium der Mannigfaltigkeit der Organismenformen gehört mit zur Aufgabe der deskriptiven Pflanzen- und Tieranatomie. Erst nachdem die Konstanz und Variabilität der Pflanzen- und Tierformen und deren elementaren Bestandteile unter den verschiedensten Bedingungen eingehend untersucht worden ist, gelangt man zum besseren Verständnis der bei der Entstehung dieser oder jener Form waltenden Gesetze. Das gilt nicht allein für organisierte Körper, sondern auch für solche, welche der organischen Welt angehören. Bekanntlich scheiden sich NaCl, NaBr und NaJ und ebenso KCl, KBr und KJ aus ihren Lösungen in einer und derselben Kristallform — dem Würfel — aus. Aus einer solchen Übereinstimmung der Form sollte doch auf gleiche Zusammensetzung der Substanzen geschlossen werden können. Zerlegt man aber die Kristalle von NaCl und KCl in ihre Elemente, so erhält man ein gemeinschaftliches Element — Chlor — und zwei verschiedene — Natrium und Kalium. Dasselbe gilt für NaBr und KBr und ebenso für NaJ und KJ. Dieser Umstand erschwert die Erklärung der gleichen Kristallform. Beim Vergleich von NaJ und KBr stößt man auf neue Schwierigkeiten, da wir hier schon vier verschiedene Elemente vor uns haben. Bei der Betrachtung von NaCl, KBr und NaJ hat man einerseits zwei Elemente Na und K und anderseits drei Elemente Cl, Br und J. Bei den Verbindungen NaCl, NaBr und NaJ tritt uns aber ein Element mit drei verschiedenen andern entgegen, alle weisen jedoch gleiche Kristallform auf. Das gleiche gilt von KCl, KBr und KJ. Obwohl die angegebenen Verbindungen der Metalloide Cl, Br und J mit den zur Gruppe der Alkalien

gehörigen Metalle Na und K auch differente Eigenschaften aufweisen, so scheiden sie sich doch aus ihren Lösungen in gleicher Kristallform aus. Die Elemente Cl, Br und J gleichen sich im höchsten Grade. In den Eigenschaften des einen spiegeln sich die Eigenschaften der beiden andern dermaßen wieder, daß die Beschreibung des Chlors z. B. als eine Wiederholung der Beschreibung des Br und J erscheinen kann. Als gemeinschaftliches Kennzeichen dieser Haloidgruppe können ihre Wasserstoffverbindungen dienen: sie stellen farblose, gasförmige in Wasser lösliche und den Charakter von Säuren besitzende Stoffe dar, welche an der Luft dampfen, die Feuchtigkeit der Luft gierig an sich ziehend. Cl, Br und J geben mit H-Säuren und mit Metallen Salze. Vergleicht man aber die Energie dieser Haloide, mit welcher sie sich mit dem Wasserstoff verbinden, so erkennt man, daß dieselbe sehr verschieden ist. Die Verbindung des zu derselben Gruppe gehörigen Fluor mit H geht sofort, bei gewöhnlicher Temperatur, und unter Explosion vor sich, während die Verbindung des Chlors mit H nur dann mit Explosion erfolgt, wenn Licht oder ein elektrischer Funke dabei mitwirkt. Bei Brom und Jod vollzieht sich die Verbindung mit H nur bei erhöhter Temperatur und ohne Explosion. Wenn Jod sich auch mit Wasserstoff bei Temperaturen über 200° C verbinden kann, so geschieht das doch nur teilweise, weil der Jodwasserstoff sich beim Erhitzen wieder zersetzt. Bei bestimmten Temperaturen erscheinen Cl, Br und J gasförmig: das erstere ist dabei gelbgrün, das zweite braun und das letzte violett gefärbt. Betrachten wir andererseits die in der Natur in der Form von verschiedenen Salzen anzutreffende alkalische Metallgruppe, besonders das Natrium und das Kalium. Die größte Menge des Natriums birgt wohl das Chlor-natrium in sich, Kaliumverbindungen aber finden wir in großer Verbreitung in jedem fruchtbaren Boden als Silicate verschiedener Gebirgsarten. Die Eigenschaften von Natrium und Kalium stimmen ebenfalls in vielem überein: beide sind wachweich, leichter als Wasser und zeigen ein kristallinisches Gefüge. Ins Wasser geworfen erhitzt sich Kalium dermaßen, daß der dabei freiwerdende H mit violetter Flamme sich entzündet, was beim Natrium nicht der Fall ist. Letzteres bewegt sich nur energisch auf dem Wasser, bringt man es jedoch auf feuchtes Papier, das auf der Wasseroberfläche schwimmt, so entzündet sich ebenfalls der freiwerdende H und brennt mit gelber Flamme. Mit Wasser geben K und Na unter Ausscheidung von H ätzende Laugen. Somit besitzen sowohl die Haloide wie auch die alkalischen Metalle eine ganze Reihe gleicher Eigenschaften. Dadurch läßt sich wohl

auch die gleiche Kristallform ihrer neutralen Salze erklären. Die gleiche molekuläre Gruppierung dieser Verbindungen ist wohl durch die gleiche Energie bedingt. Daß aber in gewissen Fällen dieselbe Energie bei verschiedenen Spannungsgraden eine verschiedene Anordnung der Moleküle einer bestimmten Substanz bewirken kann, zeigt folgende Beobachtung: bei verschiedenen Lufttemperaturen bilden sich verschiedene Formen der Schneekristalle; die Jodoformkristalle gehören demselben Kristallsystem an; aus Jodoformlösungen lassen sich alle möglichen Formen der Schneekristalle darstellen, falls die Kristallisation bei verschiedenen Temperaturen vor sich geht¹.

Zum Studium der Abhängigkeit der Form von der Zusammensetzung des Tierorganismus haben wir einerseits einen relativ einfacheren Organismus — das rote Blutkörperchen — und andererseits die Lösungen von Chlornatrium, Argentum colloidal, Argentum nitricum, Cyanquecksilber und die Wärmeenergie gewählt. Am zweckmäßigsten für unsre Untersuchungen erwiesen sich die kernhaltigen roten Blutkörperchen vom Frosch, Triton und Vogel. Sieht man das rote Blutkörperchen vom Frosch als aus einer schwammigen Masse bestehend und nicht als eine Zelle im SCHWANN'schen Sinne an, so muß man bei dieser Masse jedenfalls drei Schichten unterscheiden: eine äußerste, mehr feste Schicht (Hülle?), welche in Wasser nicht löslich aber osmotisch wirksam ist, eine mittlere schwammige Schicht und eine farblose dritte Schicht, den in frischem Zustande undeutlich konturierten Kern. Die Gründe für eine solche Einteilung der Substanz der roten Blutkörperchen vom Frosch sollen später beigebracht werden. Hiermit wollen wir durchaus nicht die Meinungen von BRÜCKE, ROLLET und EHRLICH über den Bau der roten Blutkörperchen beanstanden. Die Annahme von den drei nicht streng voneinander gesonderten Schichten im roten Blutkörperchen weicht nicht besonders von der Lehre ROLLET'S ab, nach welcher das Stroma und Endosoma im lebenden Blutkörperchen keine gesonderten Teile darstellen, das letztere aber unter gewissen Bedingungen aus dem ersteren sich absondern kann. Mag nun die erste von EHRLICH als Discoplasma benannte Schicht durch Verdichtung, Gerinnung oder anderswie entstehen, sie existiert jedenfalls als ein Teil des ROLLET'schen Stromas. Ob das Okoid von BRÜCKE dem Stroma von ROLLET entspricht, ist uns ebenfalls gleichgültig.

¹ JOH. DOGIEL, Ein Mittel, die Gestalten der Schneeflocken künstlich zu erzeugen. *Mélanges physiques et chimiques tirés du Bulletin de l'Académie Impériale des sciences de St. Pétersbourg.* T. IX, 1874.

Schon mehr Interesse bietet die Frage, ob der andre, dem Endosoma von ROLLET entsprechende und von BRÜCKE Zooid genannte Teil des roten Blutkörperchens einen protoplasmatischen Charakter besitzt, oder ob dieser Charakter mehr dem Discoplasma EHRLICHS zukommt. Einen in physiologischer Hinsicht wesentlicheren Bestandteil des roten Blutkörperchens vom Frosch, Säugetier und Mensch bildet das zusammen mit der formlosen Masse (nach ROLLET) in den Maschen des Stromas befindliche Hämoglobin.

Besteht nun das rote Blutkörperchen vom Frosch aus zwei oder drei gesonderten oder nicht gesonderten Teilen, so verändert sich seine Form und Zusammensetzung doch unter dem Einfluß der Außenwelt. Der Grad dieser Veränderungen ist verschieden, je nachdem die Lösung des einwirkenden Körpers mit dem Blutkörperchen hypotonisch, isotonisch oder hyperisotonisch ist. Bei der vorliegenden Untersuchung kamen zur Anwendung: 0,5—5%ige Lösungen von neutral reagierendem, gereinigtem Chlornatriumsalz, welche nach der Behandlung mit Schwefelwasserstoff, Chlorbarium und Kohlensäurem Natrium unverändert blieben, 1—4%ige wässrige Lösungen von colloidalem Silber, 0,5—1%ige Lösungen salpetersauren Silbers und 0,5—1%ige Lösungen von Hydrargyrum cyanatum. Die Beobachtungen fanden bei gewöhnlicher Zimmertemperatur mit einem LEITZschen Mikroskop, bei ausgezogenem Tubus, bei 0,6/3 oder Immers. 1/12 Oc. 3 statt. Untersucht wurde die Wirkung a) des destillierten Wassers, b) des Chlornatriums, c) des colloidalen Silbers, d) des salpetersauren Silbers, e) des Cyanquecksilbers und f) der erhöhten Temperatur auf die roten Blutkörperchen vom Frosch.

a) Die Wirkung des destillierten Wassers auf die roten Blutkörperchen.

1 oder 2 cem defibrinierten oder nicht defibrinierten Froschblutes wurden mit $\frac{1}{2}$ —1 cem destillierten Wassers von Zimmertemperatur vermischt, auf einige Stunden oder einen Tag zur Seite gestellt und darauf Tropfen dieser Mischung mikroskopisch untersucht. Zum Vergleich diene ein vor dem Vermischen des Blutes mit Wasser bei bestimmter Vergrößerung gezeichnetes normales Blutkörperchen. Je nach der Menge des Wassers und der Dauer seiner Einwirkung ist die Formveränderung des roten Blutkörperchens verschieden. So weisen die sub IIb und IIb' vorgeführten Blutkörperchen eine bedeutende Zahl solcher Veränderungen im Vergleich zur normalen Form und Größe der bei Ia und Ia' befindlichen Blutkörperchen auf. Die Farbe der dem Einfluß von destilliertem Wasser ausgesetzt

gewesenen roten Blutkörperchen bleibt entweder unverändert hellgelb, oder aber, wie bei den fünf Körperchen (4, 5, 6, 7 und 8) der Reihe *b*, behält nur teilweise die hellgelbe Farbe bei (4, 5, 6), an den Polen farblos werdend (4, 5, und 6); der normal gefärbte Teil kann aber auch von roten Körnern und einem farblosen Ring umgeben sein (6), oder das Blutkörperchen erscheint teils blaßrosa, teils dunkelgelb und farblos (7), endlich erhält man sogar ganz farblose mit einem schmalen dunkelgelben Saum versehene Blutkörperchen (8). Den soeben beschriebenen Blutkörperchen sind zwei Leucocyten beigegeben, welche von verschieden großen rosafarbenen Tropfen durchsetzt erscheinen (9). Die en face ovalen normalen Blutkörperchen werden unter dem Einfluß des Wassers mehr oder weniger rund (1), oval, birnförmig oder unregelmäßig rund (6, 7) oder unregelmäßig oval (2, 3, 4 und 5). Der mehr helle nicht besonders scharf konturierte, dem Kern entsprechende zentrale Teil der Blutkörperchen ist im normalen Zustande oval und wölbt sich bei en profil betrachteten Blutkörperchen vor. Unter dem Einfluß des Wassers werden die Konturen des Kernes noch undeutlicher, oder derselbe verschwindet ganz (*b*: 4,5; II*b*, II*b'*) oder erscheint doppeltkonturiert (*b*: 6). Ist der Kern zu unterscheiden, so hat er eine runde oder ovale Form. Die Formveränderung des Endosoma ROLLETS oder des ganzen Blutkörperchens sub II*b*, erinnert an die Formen, welche HÜNEFELD und HENSEN beobachtet haben. Was die Größe der roten Blutkörperchen vom Frosch anbelangt, so ändert sie sich unter dem Einfluß des Wassers entweder wenig, oder sie nimmt ab, zuweilen aber auch zu.

b) Die Wirkung des Chlornatriums auf rote Blutkörperchen.

Unter dem Einfluß einer Chlornatriumlösung verändert sich die Form, Farbe und Zusammensetzung der roten Blutkörperchen vom Frosch. Am schärfsten sind die Veränderungen ausgeprägt bei den Blutkörperchen, welche vorher der Wirkung des Wassers ausgesetzt gewesen waren. Betrachtet man die roten Blutkörperchen bei LEITZ 0,6/3 (*e*, *e'*, *e''* und *e'''*) oder mit LEITZ Immers. 1/12 Oc. 3 (I*a*, II*b*, III*c*, IV*d*, V*e* und VI*c'*), so sieht man, daß ihre Größe und Form mit Ausnahme derjenigen, welche sub IV*d* (5) und V*e* (7 und 11) dargestellt sind, sich wenig verändert haben, wohl aber die Form und Größe der roten Blutkörperchen sub I*a'*, II*b'*, III*a* und IV*β*, welche zuerst mit Wasser und dann mit Chlornatrium behandelt worden sind. Dabei ist bei allen vorgeführten Blutkörperchen

die durch NaCl bewirkte Veränderung des Oikoids von BRÜCKE oder Discoplasma EHRLICHs weniger ausgeprägt, als solche des Zooids von BRÜCKE oder des Endosoma ROLLETS und äußert sich in der Verteilung des Farbstoffes und den Veränderungen des Kernes. Die roten Blutkörperchen erschienen im Vergleich zu normalen mehr rot als gelb gefärbt und der Farbstoff sammelt sich entweder in der Form von roten Vacuolen oder von kleinen Körnchen oder länglichen Stäbchen in der Umgebung des Kernes; auch findet man das Blutkörperchen rings um den Kern, mit Ausnahme des Endosoma, rosa gefärbt (9), oder endlich ist der Kern selbst rosa (15). Außerdem kann die rote Farbe in rosa, grün oder blaugrün verwandelt sein, ja in einem und demselben Blutkörperchen kommen zuweilen verschiedene Farben nebeneinander vor (39). Wie aus den Abbildungen ganz klar zu ersehen ist, trifft man das Zooid BRÜCKES und den Kern der roten Blutkörperchen am meisten verändert an (*e*, *e'*, *e''* und *e'''* bei geringer Vergrößerung und III*c*, IV*d*, V*e* und III*α* bei LEITZ Immers. 1/12 Oc. 3 mit ausgezogenem Tubus). Der bei der Betrachtung en face seine ovale Form beibehaltende Kern des roten Blutkörperchens tritt schärfer hervor und wird körnig (III*e*, 1), im Profil erscheint er konvexer, bei stärkerer Veränderung des Endosoma (VI*d*, 2, 3, 4, 5 und 6, V*e*, 8, 9, 10); während man bei V*e*, 7 den heller gefärbten, mit einem Kernkörperchen (?) versehenen Kern scharf inmitten eines rosafarbenen Netzes sieht. Die Größe des Kernes kann den normalen Verhältnissen entsprechen (*e* 1, 2, 3, 4) oder derselbe ist kleiner geworden und verschwindet endlich ganz, hauptsächlich, wenn das Endosoma knäueiförmig wird (*e* 9, 10). Der verkleinerte runde Kern kann im geschwellten, das ganze Blutkörperchen ausfüllenden Endosoma, mit Resten von EHRLICHschem Discoplasma an den Polen, rot erscheinen, oder aber man trifft ihn minimal verkleinert als hellen Fleck mit einem roten Nucleolus (*e''* 30); endlich kann der gelbe Kern einen größeren Querdurchmesser aufweisen und erscheint mit einem gewellten roten Saum (*e'* 24) oder enthält rote und grüne Körnchen und Stäbchen (*e''* 27). Das Endosoma des roten Blutkörperchens vom Frosch erscheint nach der Einwirkung von NaCl in der verschiedensten Form: stern- oder knäueiförmig (IV*d* 4; V*e* 9), schwammig, dem ganzen Blutkörperchen eine unregelmäßige Form verleihend, braun mit einem rosafarbenen Netz, das einen hellen mit einem Nucleolus versehenen Kern einschließt, auf der Oberfläche (V*e* 7). Nicht minder interessant ist die Widerstandsfähigkeit der osmotischen Eigenschaften und der Form der

roten Blutkörperchen. So erhalten die nach vorausgegangener Behandlung mit destilliertem Wasser durch NaCl veränderten Blutkörperchen (II*b*, III*c*, VI*d*, V*e*) durch abermaligen Zusatz von Wasser ihre normale Form und Größe wieder. Nur die Farbe wird nicht gelb, sondern bleibt mehr rot (VI*e'*). Diese Wiederherstellung der normalen Größe und Form beobachtet man sogar bei noch stärkeren Veränderungen des Discoplasma und Endosoma (I*a'*, II*b'*, III*a*, III*a'β*, 10), wobei die mehr rote Farbennuance beibehalten wird, was darauf hinweist, daß die Zusammensetzung des Hämoglobins ebenfalls durch die Einwirkung von Chlornatrium etwas verändert wird. Die Beobachtungen über die Wirkung des Wassers, ohne oder mit nachfolgender Behandlung mit NaCl, lehren, daß die roten Blutkörperchen vom Frosch starke osmotische Eigenschaften besitzen. Durch Eintritt von Wasser in die Blutkörperchen erfolgt eine Veränderung sowohl des Stroma wie des Endosoma und das Hämoglobin erscheint in Form von verschiedenen großen roten Körnern. Durch den Eintritt einer Kochsalzlösung von bestimmter Konzentration in das Blutkörperchen vom Frosch wird die Farbe, die Form und das Endosoma und der Kern verändert, seine osmotischen Eigenschaften bleiben aber eine Zeitlang erhalten, weil man den durch NaCl stark veränderten Blutkörperchen die normale Form und Größe wiedergeben kann, nur die Farbe ist aus dem normalen Hellgelb in eine röttere übergegangen. Als Dr. P. KASEM-BECK in meinem Laboratorium sich davon zu überzeugen versuchte, wie große Blutverluste ein Hund, bei nachfolgender intravenöser oder subcutaner Einföbung von Chlornatriumlösung, ertragen kann, sah er nach der Einverleibung der NaCl-Lösung Erhöhung des Blutdruckes, stärkere und regelmäßige Herzaktion, Beruhigung der durch die Blutentziehung stark beschleunigten Atmung, eintreten. Etwas später erfolgte eine wäßrige Darmentleerung, welche größtenteils aus NaCl-Lösung bestand. Bekanntlich erleidet eine in den Magen des Hundes eingeführte NaCl-Lösung eine Konzentrationsabnahme, da ein Teil des NaCl vom Magenepithel in das Blut übergeführt wird. Die hierdurch bewirkte Blutdruckerhöhung, stärkere Herzaktion und Atemverlangsamung findet ihre Erklärung einerseits in den qualitativen und quantitativen Blutveränderungen, anderseits in einer direkten Chlornatriumwirkung auf den neuromusculären Apparat eines solchen Tieres, ähnlich der Wirkung dieses Salzes auf die roten Blutkörperchen vom Frosch, d. h. durch Beeinflussung der osmotischen Verhältnisse.

c) Die Wirkung des colloidalen Silbers auf die roten Blutkörperchen.

Im colloidalen Zustande erhält das Silber die Fähigkeit in Wasser sich zu lösen oder vielmehr sich so fein zu verteilen, daß die Partikelchen mikroskopisch nicht mehr wahrnehmbar sind. Das Wasser nimmt dabei eine gelbbraune Farbe an. In der Therapie ist das colloidale Silber als Desinfektionsmittel vorgeschlagen worden und soll zu diesem Zweck in die Venen oder unter die Haut gespritzt werden. Es wird dabei vorausgesetzt, daß das Blut hierdurch keine Veränderung erleidet, wohl aber die niederen Organismen beeinflusst werden. Ich führte Lösungen von colloidalem Silber (1:100—50—25) Fröschen unter die Haut und entnahm hierauf nach einigen Stunden ihnen 1—2 Tropfen Blut behufs mikroskopischer Untersuchung. Die Form und Größe der roten Blutkörperchen waren zwar erhalten, in denselben wurden aber vacuolenartige Gebilde wahrgenommen. Diese Vacuolen waren verschieden groß und rot gefärbt, unterschieden sich somit von den Vacuolen, welche zuweilen im Blut von Fröschen, die lange in der Gefangenschaft gelebt, krank, oder deren Blut mit Chlorammoniumlösung vermischt worden war¹. Bisweilen war die Zahl der roten Vacuolen in den Blutkörperchen nicht groß, was, wie es mir scheint, von dem Verhalten der Leucocyten abhängt, welche mit dunkeln Körnchen angefüllt erscheinen können, die Fähigkeit zu amöboiden Bewegungen aber dabei nicht eingebüßt haben (*d''*). In Fig. *d''* ist eine Gruppe roter Blutkörperchen dargestellt worden, zwei derselben haben rote Vacuolen, vier andre aber keine, wofür aber der zwischen ihnen befindliche Leucocyt viele dunkelbraune Körnchen enthält. Viel prägnanter und konstanter erhält man die roten Vacuolenbläschen in großer Zahl und verschiedener Größe 2—3—24 Stunden nach dem Vermischen von defibriertem oder nichtdefibriertem Froschblut mit einer Lösung von colloidalem Silber von bestimmter Konzentration (Fig. *d*, *d'*), wobei die Größe und Farbe sowohl der roten Blutkörperchen wie ihrer Kerne unverändert bleiben. Fig. *d'* zeigt zwei Blutkörperchen, welche gelber als gewöhnlich erscheinen und eine Menge roter Körnchen nicht allein im ganzen Körper, sondern auch im Kern zeigen. Die mehr hellgelbe Färbung des Blutkörperchens und die Durchsetzung seines Kernes mit roten Körnchen scheint das Resultat einer pro-

¹ W. NIKOLSKY, Zur Vacuolenbildung in den roten Blutkörperchen unter dem Einfluß von Chlorammonium. Centralbl. f. d. med. Wissens. 1885. Nr. 44. Arch. f. mikrosk. Anat. 1885.

longierteren Wirkung einer konzentrierteren Lösung von colloidalem Silber (1 : 50 und 1 : 25) zu sein. Hält man das mit colloidalem Silber versetzte Froschblut, dessen Blutkörperchen rote Vacuolen enthalten, über Chloroformdampf, so verschwinden die Vacuolen spurlos. Dieser Umstand beweist einerseits, daß wir es hier nicht mit irgendwelchen Höhlen oder Vertiefungen, sondern mit in Chloroform löslichem Hämoglobin zu tun haben und andererseits, daß das colloidale Silber im gegebenen Falle keine vollständige Destruierung der roten Blutkörperchen, sondern nur eine Dissociation des Hämoglobins von den übrigen Teilen der Gebilde bewirkt. Diese Chloroformprobe wird derart ausgeführt, daß man 1—2 Tropfen des durch colloidales Silber veränderten Blutes auf einen Objektträger bringt und letzteren, mit dem Blute nach unten, 1—2 Minuten über Chloroformdampf hält. Man kann eine Dissociation des Hämoglobins des roten Froschblutkörperchen auch nach der Einwirkung von Wasser oder Kochsalzlösung konstatieren, aber in viel geringerem Grade und von anderm Charakter und, wie wir gesehen, bei gleichzeitiger Veränderung der übrigen Teile der roten Blutkörperchen.

d) Die Wirkung des salpetersauren Silbers auf die roten Blutkörperchen.

Läßt man auf defibriniertes oder nichtdefibriniertes Froschblut eine 0,5—2,0%ige Silbernitratlösung einwirken und bringt gleich darauf einen Tropfen von diesem Blut unter das Mikroskop, so sieht man ein ganz andres Bild von Veränderungen als nach der Einwirkung von colloidalem Silber. Eine 0,5%ige oder 1,0%ige Lösung von Arg. nitr. ruft nicht allein eine Dissociation des Hämoglobins in den roten Blutkörperchen hervor, sondern bewirkt auch Veränderungen der Form, Größe und besonders ihrer Kerne (*e*). Besonders interessant sind die Veränderungen der letzteren. Dieselben erinnern an einige Stadien der Karyokinese (Mitose), was sowohl bei LEITZ Oc. 3 (*e*) wie bei LETZ Immers. 1/12, Oc. 3 (*e'*, *e''*, *e'''*) ganz deutlich hervortritt. Es handelt sich um eine künstlich herbeigeführte Mitose, wie es übrigens auch nach der Einwirkung einer Chlor-natriumlösung zuweilen zu konstatieren ist.

e) Die Wirkung des Cyanquecksilbers auf die roten Blutkörperchen.

Eine 0,5—1,0%ige Lösung von Cyanquecksilber verändert schnell alle Bestandteile der roten Blutkörperchen des Frosches: ihre ovale Form wird in eine runde verwandelt; zuerst scheinen sie sich zu vergrößern, dann werden sie immer kleiner und es tritt nicht allein

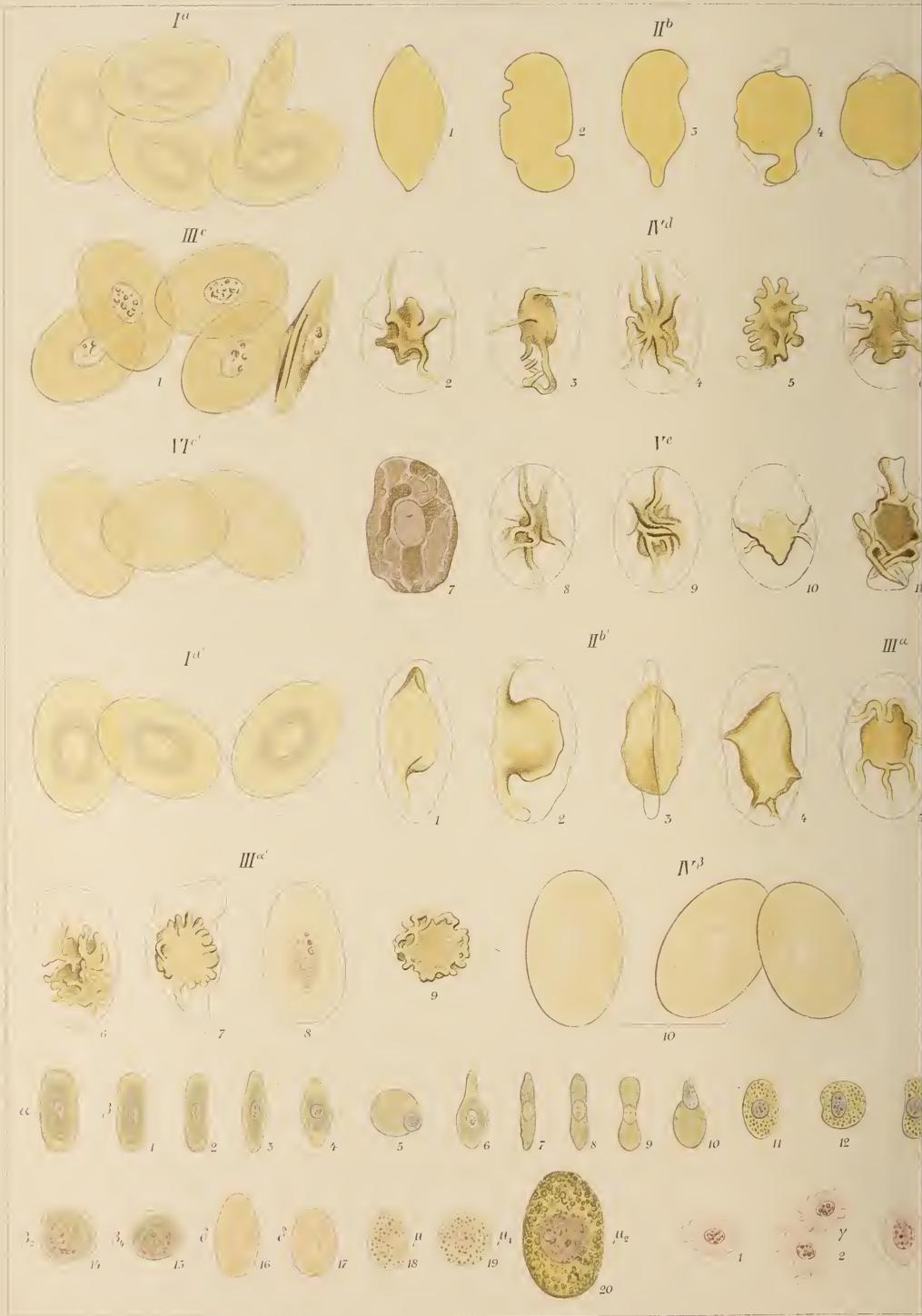
Dissociation, sondern auch vollkommener Schwund des Hämoglobins ein. Am schnellsten gehen die Veränderungen am Kern vor sich: von demselben können ein bis zwei kleine farblose Körnchen oder ein kleiner Halbmond nachbleiben. Es kann aber auch das rote Blutkörperchen ganz aus dem Gesichtsfeld verschwinden, nur einen kleinen Kreis hinterlassend. Man betrachte nur die Veränderungen, welche bei f (LEITZ 0,6/3 bei ausgezogenem Tubus) dargestellt sind. Überhaupt erhält man den Eindruck, als ob das Cyanquecksilber die roten Blutkörperchen des Frosches schnell der Zerstörung entgegenführt.

f) Die Wirkung der Wärme auf die roten Blutkörperchen.

Nach der Applikation von verschiedenen Wärmegraden auf die roten Froschblutkörperchen erhalten wir äußerst mannigfaltige Veränderungen ihrer Form, Größe und Farbe und in der Anordnung ihrer Schichten. Betrachtet man die sub α , β und β' dargestellten Blutkörperchen, so sieht man neben einem normalen roten Blutkörperchen (α) 13 verschiedene Formveränderungen infolge geringer Erwärmung (1—4) und bei beständiger Erhöhung der Temperatur bis über 50° C. (5—13). Diese Veränderungen werden folgendermaßen erhalten: 2—4 Tropfen Blut wurden auf einen Objektträger gebracht, mit einem Deckglas bedeckt und über einer Spiritusflamme erhitzt. Die Temperatur wurde an einem besonderen Thermometer abgelesen. Eine zweite Reihe von Blutkörperchenveränderungen erzielten wir dadurch, daß 2—4 Tropfen Blut mit 2 Tropfen Aqua destill. verdünnt, das Präparat mit einem Deckgläschen bedeckt und bis auf 50° C. erhitzt wurde. Infolgedessen sah man die Blutkörperchen rund werden (β^2 , 14 β^1 , 15); ihre ebenfalls runden Kerne waren von roten Hämoglobintropfen umgeben. Erwärmt man auf dem Objektträger eine dünne unbedeckte Blutschicht, so erhält man alsbald Blutkörperchen von fast normal-ovaler Form ($\delta\delta$ 16, 17) aber von einer fast zusammenhängenden Schicht blaßroter Substanz bedeckt, wobei der Kern farblos oder bei gewisser Einstellung weiß erscheint. Die Blutkörperchen η 18, η^1 19, η^2 20 sind nach starkem Erhitzen mit Pikrokarmen und die Blutkörperchen bei γ ebenfalls nach starkem Erhitzen mit essigsauerm Karmin gefärbt worden. Die Wärmeenergie bedingt überhaupt eine verschiedenartige Verteilung der Bestandteile der roten Blutkörperchen vom Frosch: hier eine Verschiebung, dort eine Vereinigung, wobei durch die Erhöhung der Beweglichkeit der Moleküle oder infolge von Verdichtung der Bestandteile auch die

Form der Blutkörperchen verändert werden muß. Bei sehr starker Erwärmung nehmen die Blutkörperchen fast ausschließlich eine runde Form an und erscheinen dunkelgelb oder überhaupt dunkel gefärbt. Der Kern bleibt farblos, wird ebenfalls rund und erhält schärfere Konturen. Mit Ausnahme des Kerns erscheint also die ganze Masse des Blutkörperchens aus dunkeln Körnchen bestehend, so daß man eine äußere festgewordene Schicht (*Discoplasma* EHRLICH'S), eine körnige Schicht und einen Kern an demselben unterscheiden kann. Behandelt man die Blutkörperchen nach starkem Erhitzen mit Pikrokarmin, so färbt sich der Kern anders als die übrigen Teile. Zwei Blutkörperchen (14 und 15), erhalten durch Erhitzung mit Wasser vermischten Blutes, erscheinen aus einem hellen Ring, einer gelbgefärbten trüben Masse und einem mit roten Körnchen umgebenen Kerne bestehend. Bei prolongierter Einwirkung von Wasser auf rote Blutkörperchen erhält man nach ihrer Erhitzung eine kaum bemerkbare Substanz von verschiedener Form (γ), oder Gebilde, an welchen weder ein Kern noch irgendwelche andre Masse zu unterscheiden ist, was zur Annahme drängt, daß wir im letzteren Falle mit der nachgebliebenen hartgewordenen äußeren Schicht, der Hülle, zu tun haben. Wir haben also guten Grund, vorauszusetzen, daß das rote Blutkörperchen aus drei Schichten besteht: einer äußeren Schicht (Hülle?), dem Kerne und einer Schicht zwischen diesen beiden Bestandteilen.

Somit glauben wir dargetan zu haben, daß unter dem Einfluß physikalischer und chemischer Agentien die Form und die Zusammensetzung der roten Blutkörperchen sich verändern können. Zugleich ist auch auf die Möglichkeit hingewiesen worden, künstlich eine Mitose der Blutkörperchen und wahrscheinlich auch eine solche anderer Gewebelemente herbeizuführen, ähnlich wie sie auch in den lebenden Geweben des Tierorganismus vor sich geht. Erscheint auch letztere Verallgemeinerung, wie überhaupt alle Verallgemeinerungen, kühn, so wird man ihr eine Existenzberechtigung dennoch nicht absprechen können.







ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [82](#)

Autor(en)/Author(s): Dogiel Joh.

Artikel/Article: [Die Form und der Bau der roten Blutkörperchen des Frosches 171-181](#)