

Die Entstehung des Blutes der Wirbelthiere.

Von

Dr. H. E. Ziegler,

Privatdocent in Freiburg i. B.

(Bericht über einen Vortrag, gehalten in der Sitzung der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B. am 8. Februar 1889).

Mit 5 Abbildungen im Text.

Die Frage nach dem Ursprung des Blutes kann in dreifachem Sinne gemeint sein: 1) phylogenetisch, wie tritt das Blutgefäßsystem in der Thierreihe auf? 2) ontogenetisch, wie entsteht das Blut im Embryo? 3) histologisch, wie erfolgt die Vermehrung und Regeneration der im Blute enthaltenen Zellen nach der Embryonalzeit und im fertigen Organismus? Die Resultate dieser drei Forschungsrichtungen werden um so eher für richtig gehalten werden dürfen, je mehr sie sich unter einander in Beziehung setzen lassen und einander gegenseitig bestätigen; in den letzten Jahren haben die Anschauungen auf allen drei Gebieten erhebliche Veränderungen erfahren, so dass jetzt eine einheitlichere Auffassung der Erscheinungen möglich ist.

I. Phylogenetische Herleitung des Blutgefäßsystems¹⁾.

Wir wollen in der phylogenetischen Entstehung des Blutgefäßsystems drei Stufen unterscheiden, welche auch bei jetzt leben-

¹⁾ Der Grundgedanke dieses Abschnitts, nämlich die Herleitung des Gefäßsystems von der primären Leibeshöhle, ist schon in der HERTWIG'schen Coelomtheorie enthalten (O. u. R. HERTWIG, Die Coelomtheorie, Jenaische Zeitschrift, 15. Bd., Jena 1882). Auch vergleiche man: BUETSCHLI, Ueber eine Hypothese bezüglich der phylogenetischen Herleitung des Blutgefäßapparates eines Theiles der Metazoen, Morpholog. Jahrbuch, Bd. 8, 1883.

Von besonderem Interesse für die vorliegende Frage ist die Entwicklung von *Peripatus* (J. v. KENNEL, Entwickl. v. *Peripatus Edwardsii* u. *torquatus* Arbeiten aus d. zool. Inst. Würzburg, Bd. 7 u. 8, 1884 u. 1886. A. SEDGWICK, Development of the cape species of *Peripatus*, Quart. Journal of micr. sc. N. S. Vol. 27 u. 28, 1887 u. 1888); die mit Blut erfüllte Leibeshöhle ist eine primäre Leibeshöhle wie bei allen Arthropoden; die secundäre Leibeshöhle, welche als segmentirter Spaltraum in den Mesodermstreifen entsteht, persistirt (nach SED-

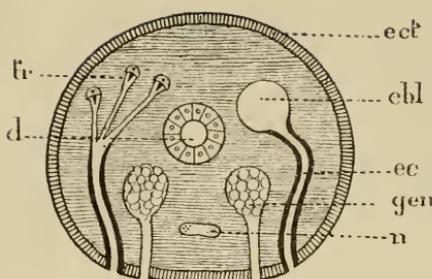


Fig. 1. Schematischer Querschnitt eines Thieres, welches eine primäre Leibeshöhle besitzt; die schraffierte Fläche bedeutet die primäre Leibeshöhle. ec Ausführungscanal des Excretionsorgans. cbl Endblase des Excretionsorgans (bei Crustaceen). tr Flimmertrichter des Excretionsorgans (bei Plathelminthen und Rotatorien). d Darm, n Nervensystem, gen Genitalorgane.

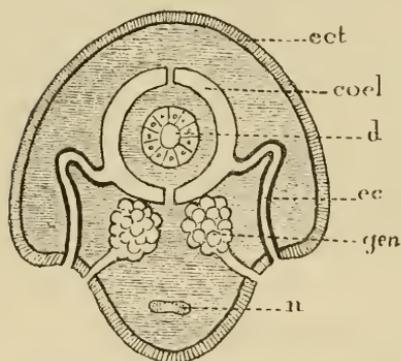


Fig. 2. Schematischer Querschnitt eines Thieres mit primärer und sekundärer Leibeshöhle; Bezeichnungen wie in Fig. 1; die schraffierte Fläche bedeutet die primäre Leibeshöhle; coel sekundäre Leibeshöhle (Coelom). Das Schema ist nach dem Querschnitt eines Lamellibranchiers gezeichnet; an der Contour sind die Mantelfalten und der Fuss angedeutet; n Pedalganglion; der zwischen dem Pericardium (coel) und dem Darm gelegene Theil der primären Leibeshöhle ist die Herzhöhle.

den wirbellosen Thieren erhalten sind und vergleichend-anatomisch demonstriert werden können.

Auf der ersten Stufe gibt es zwischen Leibeshöhle und Darmwand (beziehungsweise Ectoderm und Entoderm) nur einen einzigen Hohlraum, welcher alle im Inneren des Körpers liegenden Organe umgibt (Schema Fig. 1). Man nennt denselben die primäre Leibeshöhle; einfacher könnte man ihn als Proto-coel bezeichnen. Embryologisch stammt er entweder von dem Hohlraum der Blastula (Blastocoel) oder er ist nach der Gastrulation als Spaltraum zwischen Ectoderm und Entoderm aufgetreten (Schizocoel). Die Leibeshöhle der Rotatorien, der Nematoden, der Bryozoen und diejenige der Arthropoden ist eine primäre Leibeshöhle. Dieselbe wird von einer Flüssigkeit erfüllt und diese ist das Blut. Bei den Arthropoden findet man an der Dorsalseite des Körpers ein schlauchförmiges Herz, welches das Blut in Circulation setzt; die Flüssigkeit führt Blutkörperchen mit sich; diese sind den weissen Blutkörperchen der Wirbelthiere ähnlich.

Die Organisation der zweiten Stufe kann durch die Mollusken¹⁾ erläutert werden (Schema Fig. 2). Die zwischen Darm und Körperwand befindlichen lacunären und interstitiellen Hohlräume sind mit

gewick in den Excretionsorganen (Nephridien und den zugehörigen Endbläschen) und den Genitaldrüsen.

¹⁾ Vgl.: C. GROBEN, Die Pericardialdrüse der Lamellibranchiaten, Ar-

Blut erfüllt und stellen die primäre Leibeshöhle dar; derselben sind auch der Hohlraum des Herzens und die Lumina der Gefässe zuzurechnen; die Gefässe münden in die lacunären Hohlräume, welche die verschiedenen im Inneren des Thieres gelegenen Organe zwischen sich frei lassen. In dem Blute der Mollusken finden sich Blutkörperchen, die ähnliche Natur haben wie die weissen Blutkörperchen der Wirbelthiere¹⁾. Der Pericardialraum der Mollusken (Fig. 2 coel.) gehört nicht zur primären Leibeshöhle; er enthält kein Blut; derselbe hat eine excretorische Function und das Secret wird durch die schlauchförmige, mit flimmerndem Trichter im Pericardium beginnende Niere nach aussen befördert. Die Pericardialhöhle wird im Gegensatz zu der primären Leibeshöhle als secundäre Leibeshöhle oder als Coelom²⁾ bezeichnet.

Die dritte Stufe der phylogenetischen Entwicklung des Blutgefässsystems ist charakterisirt durch eine mächtige Ausdehnung der secundären Leibeshöhle, wie wir dies bei den Echinodermen, bei den Anneliden und bei den Wirbelthieren sehen. Dadurch wurde die primäre Leibeshöhle (das Protoeol) auf ein System von Gefässen und kleinen interstitiellen Lücken reducirt. Bei den Wirbelthieren wird sie durch Blutgefässsystem und Lymphgefässsystem zusammengenommen repräsentirt; ein Theil der primären Leibeshöhle, das jetzige Blutgefässsystem, passte sich an die respiratorische Function an, erzeugte die rothen Blutkörperchen und schloss sich von dem übrigen Theil, dem jetzigen Lymphgefässsystem, ab, nur an wenigen Stellen (Einmündungsstellen von Lymphgefässen) mit demselben in Verbindung bleibend.

II. Die Ontogenie des Blutgefässsystems.

Zum Ausgangspunkt der Darlegung dient ein Wirbelthierembryo des Stadiums, in welchem Ectoderm, Medullarrohr, Chorda, Entoderm (mit dem Dotter) und die beiden Mesodermstreifen zu unterscheiden sind. Was an Spalträumen und Hohlräumen zwischen beiden aus d. zoolog. Institut zu Wien, Bd. 7, 1888. C. GROBEN, Die Pericardialdrüse der chaetopoden Anneliden nebst Bemerkungen über die perienterische Flüssigkeit derselben. Sitzungsber. d. k. Akad. Wien, math.-naturw. Kl., Bd. 97, 1888. H. E. ZIEGLER, Die Entwicklung von *Cyclas cornea*. Zeitschr. für wiss. Zool., 41. Bd., 1885. W. SCHIMKEWITSCH, Sur le dével. du coeur des Mollusques pulmonés. Zool. Anzeiger 1888 S. 65.

¹⁾ ELIAS METSCHNIKOFF, Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Thieren. Arbeiten aus d. zool. Inst. Wien, Bd. 5, 1884.

²⁾ Man darf wohl Coelom und secundäre Leibeshöhle für gleichbedeutend halten; wenn man für die primäre Leibeshöhle den Ausdruck Protoeol annimmt, könnte man die secundäre als Deuterocoel bezeichnen.

diesen Organanlagen vorhanden ist, das repräsentirt die primäre Leibeshöhle (Protocoel). Die secundäre Leibeshöhle (Coelom, Deuterocoel) tritt im Innern der Mesodermstreifen durch Spaltung auf und persistirt als Pleuroperitonealhöhle (Schema Fig. 3 und Fig. 4)¹⁾.

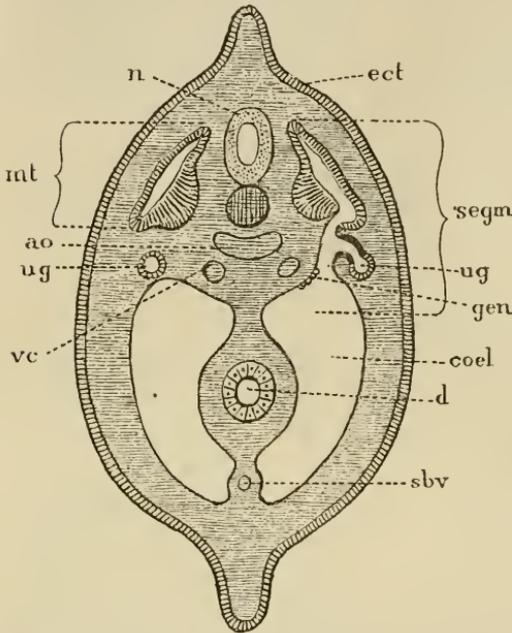


Fig. 3. Schematisirter Querschnitt eines Schelchierembryos. Die schraffierte Fläche bedeutet die primäre Leibeshöhle und das diese erfüllende Bildungsgewebe. ect Ectoderm, n Medullarrohr, mt Myotom, ug Urnierengang, ao Aorta, vc Cardinalvene, gn Genitalzellen, d Darm, sbv Subintestinalvene, coel secundäre Leibeshöhle (Coelom), segm Ursegment (die Segmentierung reicht bis in den oberen Theil der Pleuroperitonealhöhle herab). Muscularis des Darmes hervorgehoben werden.

Von den Mesodermstreifen lösen sich Zellen ab, theils durch Abspaltung grösserer Massen, theils durch Auswanderung einzelner Zellen²⁾; sie stellen das „Bildungsgewebe“ oder „Mesenchym“ dar; sie erzeugen alle diejenigen Gewebe, welche unter dem Namen der mesenchymatischen zusammengefasst werden³⁾ und zu denen Blutgefässe, Lymphgefässe, rothe und weisse Blutkörperchen, Bindegewebe, Knorpel, Knochen und Zahnbein, die glatte Muskulatur und vielleicht auch ein Theil der quergestreiften Muskulatur zu rechnen sind. Unter den Produkten des Bildungsgewebes mögen besonders Skelet, Cutis und Unterhautzellgewebe, Submucosa und

¹⁾ Bekanntlich hat die Pleuroperitonealhöhle der Wirbelthiere phylogenetisch und ontogenetisch ursprünglich eine excretorische Funktion; nur bei den höheren Wirbelthieren nimmt sie secundär den physiologischen Charakter eines Lymphraumes an.

²⁾ H. E. ZIEGLER, Der Ursprung der mesenchymatischen Gewebe bei den Schelchier. Archiv f. micr. Anatomie, Bd. 32, 1888. R. BONNET, Beiträge zur Embryologie der Wiederkäuere. Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatom. Abth. 1889.

³⁾ Dass die histogenetische Zusammengehörigkeit dieser Gewebe jetzt allgemein anerkannt wird, das ist die Frucht der His'schen Parablasttheorie (W. His

Die Zellen des Bildungsgewebes dringen durch active, von Pseudopodien bewirkte Wanderung in alle Spalträume zwischen den Organanlagen, also in die Hohlräume der primären Leibeshöhle (Protoceol) ein, wobei sie meistens nur durch die feinen Pseudopodien zusammenhängen und so den Anblick eines lockeren Netzwerkes gewähren (sog. primitives Bindegewebe). Das Blutgefäßsystem und das Lymphgefäßsystem gehen in der ersten Anlage aus Resten der primären Leibeshöhle hervor, welche bei der allgemeinen Ausbreitung des Bildungsgewebes zurückbleibend als Gefäße, Lacunen oder Interstitien von demselben umschlossen und in dasselbe aufgenommen werden; im Bildungsgewebe auftretende Spalträume sind gleich zu achten.

Diese theoretische Auffassung erscheint hinsichtlich des Lymphgefäßsystems sofort einleuchtend, da dasselbe ja noch im ausgebildeten Organismus mit einfachen Saftlücken und interstitiellen Hohlräumen in den mesenchymatischen Geweben beginnt; hinsichtlich des Blutgefäßsystems sind die ontogenetischen Vorgänge bei manchen Knochenfischen¹⁾ sehr geeignet, die Richtigkeit dieser Anschauung zu demonstriren.

Beobachtet man die Entwicklung des Blutgefäßsystems beim Barsch, Hecht oder bei *Belone*, so constatirt man Folgendes. Das Blut ist anfangs ein zellenfreies Serum. Die ersten geschlossenen Gefäße sind Herz, Aorta, Caudalvene und Subintestinalvene, welche alle als Spalträume im Bildungsgewebe entstehen; die Subintestinalvene ergießt sich auf den Dotter, und das Blut strömt vom Hinterende des Dottersackes bis zum Herzen nicht in einem geschlossenen Gefäß, sondern frei in dem Raum zwischen Dotter und Ectoderm,

Die Lehre vom Binesubstanzkeim [Parablast]. *Archiv für Anat. und Physiol., Anat. Abth.* 1882) und der durch dieselbe veranlassten Discussion (WALDEYER, *Archiblast und Parablast, Archiv für micr. Anatomie*, Bd. 22, 1883. J. KOLLMANN, *Der Randwulst und der Ursprung der Stützsubstanz. Zeitschr. für Anat. und Physiol., Anat. Abth.* 1884. E. HAECKEL, *Ursprung und Entwicklung der thierischen Gewebe, Jenaische Zeitschrift*, Bd. 18, 1884. A. KOELLIKER, *Die embryonalen Keimblätter und die Gewebe, Zeitschr. für wiss. Zoologie*, Bd. 40, 1884. RAUBER, *Ueber die Entwicklung der Gewebe des Säugethierkörpers und die histologischen Systeme. Sitzungsber. d. naturf. Gesellschaft*, X. Jahrg., Leipzig 1883).

¹⁾ K. F. WENCKEBACH, *The development of the blood corpuscles in the embryo of *Perca fluviatilis*, Journal of Anatomy and Physiol.*, Vol. 19, 1885. K. F. WENCKEBACH, *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische, Archiv für micr. Anatomie*, Bd. 28, 1886. H. E. ZIEGLER, *Die Entstehung des Blutes bei Knochenfischembryonen, Archiv für micr. Anatomie*, Bd. 30, 1887.

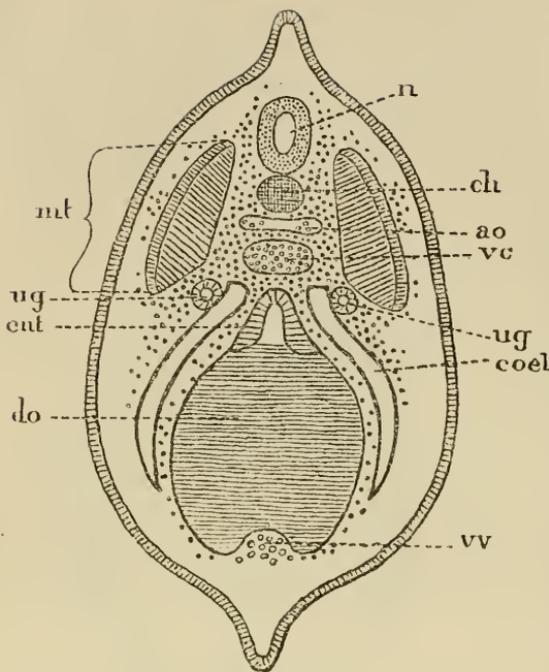


Fig. 4. Schematischer Querschnitt eines Knochenfischembryos. Die Zellen des Bildungsgewebes (Mesenchyms) sind durch Punkte angedeutet, die Blutkörperchen durch kleine Kreise. n Medullarrohr, ch Chorda, ao Aorta, vc die Stammvene (vereinigte venae cardinales), vv Vena vitellina media, in einer Rinne des Dotters verlaufend, aber noch nicht von einer Gefäßwand begrenzt, mt Myotom, ug Urnierengang, coel Pleuroperitonealhöhle (Coelom), ent Entodermales Epithel (Darmepithel), do Dotter (morphologisch zum Entoderm gehörig).

gänge in Betracht; erstens die Bildung hohler Sprossen, und zweitens der Anschluss solider, sich aushöhlender Zellstränge; letzteres könnte man theoretisch als eine Bildung solider Sprossen auffassen.

Der erstgenannte Vorgang geht von den flachen Zellen der Gefäßwand und einzelnen Zellen des Bildungsgewebes aus, welche mit den Zellen der Gefäßwand zusammenhängen; indem das Lumen mit trichterförmiger Spitze in die Zelle der Gefäßwand und eine benachbarte Zelle des Bildungsgewebes und in folgende eindringt, entsteht ein von diesen Zellen begrenzter hohler Spross. Der zweite der obengenannten Vorgänge besteht darin, dass ein solider Zellstrang des Bildungsgewebes, der an beiden Enden an Blutgefäße

also in einem Theil der primären Leibeshöhle. Erst allmählich entsteht in dem Dotter eine der Bahn des Blutstroms entsprechende Rinne (Schema Fig. 4 vv), und dann kommen die als Wanderzellen auf dem Dottersack umherkriechenden Zellen des Bildungsgewebes herbei, umschliessen den Blutstrom und bilden eine Gefäßwand; so wird das Blutgefäß gegen die übrige primäre Leibeshöhle abgeschlossen; das Lumen desselben stammt also von der primären Leibeshöhle. Das Blutgefäßsystem ist von jetzt ab ein geschlossenes Röhrensystem.

Zur Vergrößerung und weiteren Ausbildung des Blutgefäßsystems kommen von jetzt an zweierlei Vor-

anstößt, sich in ein Gefäß verwandelt, indem er für Serum durchlässig wird und dass dann die im Lumen liegenden Zellen allmählich weggeschwemmt werden. Es ist natürlich theoretisch gleichgiltig, welche Gefäße durch diesen Bildungsmodus entstehen und in der That sehen wir den Vorgang bei verschiedenen Wirbelthieren an ganz verschiedenen Gefäßen sich vollziehen. Bei vielen Knochenfischen ist er an den Cardinalvenen im Bereich der späteren Nieren beobachtet (Schema Fig. 4 ve)¹⁾, bei den Selachiern wird die Randvene der Keimscheibe solid angelegt, bei den Vögeln und Säugthieren ein Gefässnetz auf dem Dotter (area vasculosa). In allen diesen Fällen sind die Zellmassen, welche die soliden Gefässanlagen darstellen, als Bildungsgewebe aufzufassen und entstehen aus Theilen des Mesoderms²⁾, mögen sie an der Medianseite der Ursegmente (Teleostier), an der Unterseite des Splanchnopleurs (Amnioten) oder am Keimwulst (Selachier) gelegen sein.

Wo stammen die Blutkörperchen her? Die rothen Blutkörperchen sind die Zellen, welche aus den ebengenannten solid angelegten Gefäßen sich ablösen. Sie haben also einen ganz eigen-

¹⁾ Die beiden Cardinalvenen sind hier median zu einem einzigen Gefäß, der Stammvene, verschmolzen.

²⁾ Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass diese Anlagen bei allen Wirbelthieren vom Mesoderm stammen und dass sie entweder von den Mesodermstreifen sich differenzieren oder doch mit denselben continuirlich zusammenhängen. Hinsichtlich der Amnioten verweise ich auf die Angaben von KOELLIKER (A. KOELLIKER, Die embryonalen Keimblätter und die Gewebe, Zeitschrift für wiss. Zoologie, 40. Bd., 1884) und von STRAHL (H. STRAHL, Die Dottersackwand und der Parablast der Eidechse, Zeitschrift für wiss. Zoologie, 45. Bd., 1887); auch habe ich mich an schönen Querschnitten von Entenembryonen (welche Herr Dr. DANIEL SCHWARZ im zoolog. Institut zu Strassburg mir freundlicher Weise zur Untersuchung überlassen hat) überzeugt, dass die Blutanlagen der area vasculosa zum Mesoderm und zwar zum Splanchnopleur gehören; ich bemerke dabei, dass mir für diese Fragen nur solche Präparate beweiskräftig scheinen, bei denen die Keimscheibe in situ auf dem Dotter mit einem energischen Fixierungsmittel (z. B. Chromosmiumessigsäure) gehärtet wurde. Bei den Selachiern entstehen die ersten Blutanlagen (Blutinseln) vom Keimwulst aus (KOLLMANN, Gemeinsame Entwicklungsbahnen der Wirbelthiere, Archiv f. Anat. und Phys., 1885); da der letztere am Hinterende der Embryonalanlage in die Mesodermstreifen übergeht, so können sie theoretisch als peripheres Mesoderm aufgefasst werden. Die Amphibien erschweren die Aufstellung eines allgemeinen Gesetzes am meisten, da bei denselben, wie es scheint, die Blutanlagen von dem Mesoderm auf den Dotter verschoben sind; eine solche Verlagerung ist nicht unerklärlich, da der laterale Rand der Mesodermstreifen in frühen Stadien continuirlich mit dem Dotter zusammenhängt.

artigen Ursprung und sie sind nur insofern gleichartig mit den weissen Blutkörperchen (Leucocyten) und wandernden Bindegewebszellen, als die soliden Gefässanlagen ebenfalls Derivate des Bildungsgewebes sind; die rothen Blutkörperchen gehören bei ihrer Differenzirung von Anfang an zum Blutgefässsystem. Die weissen Blutkörperchen treten beim Embryo später im Blute auf als die rothen¹⁾; sie sind gleichwerthig den Zellen des Bildungsgewebes, welche ausserhalb der Blutgefässe liegen; sie können als schwimmende Wanderzellen aufgefasst werden; es gibt im Embryo lange Zeit hindurch noch keine Leucocyten, sondern nur kriechende Wanderzellen, welche ausserhalb der Blutgefässe in allen Zwischenräumen zwischen den Organen verbreitet sind. Während also die rothen Blutkörperchen im Blutgefässsystem selbst entstehen, ist es höchst wahrscheinlich, dass die weissen Blutkörperchen nur dadurch in dasselbe gelangen, dass sie die Wand der Capillaren durchsetzen, oder dass sie von der Lymphflüssigkeit im Bildungsgewebe abgelöst und dem Blute zugeführt werden.

III. Die histologischen Vorgänge.

Beachten wir, wo in postembryonaler Zeit und im fertigen Organismus der Nachwuchs von rothen und weissen Blutkörperchen stattfindet. Hinsichtlich der Leucocyten steht seit langem fest, dass sie in den lymphoiden Organen ihren Ursprung nehmen, dass sie sich von hier ablösen und mit der Lymphe in das Blut gelangen. Als solche lymphoide Organe sind zu nennen: die Lymphfollikel und Lymphdrüsen, die Milz, das Knochenmark (bei anuren Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugern), das lymphoide Gewebe der Urniere und Kopfniere (bei Fischen)²⁾, die Thymus, gewisse fett-

¹⁾ Beim Lachs treten in der Blutflüssigkeit, welche bis dahin keine Zellen mit sich führte, innerhalb ganz kurzer Zeit eine grosse Masse von Blutkörperchen auf (ZIEGLER, l. c.); dies sind rothe Blutkörperchen. Der Vorgang fiel in die vierte Woche, und zur Zeit des Auschlüpfens (in der 9. Woche) beobachtete ich, dass die weissen Blutkörperchen im Blut vielleicht noch ganz fehlten, oder doch sicherlich viel seltener waren, als beim ausgebildeten Thier; die im ausfliessenden Blute vereinzelt getroffenen leucocytenartigen Zellen könnten aus den unvermeidlicherweise angeschnittenen anderen Geweben der Schnittwunde stammen und ich wage daher die Frage nicht genauer zu entscheiden. KOELLIKER gibt an, dass die Embryonen von Säugethieren und Vögeln zu einer gewissen Zeit nur rothe Blutzellen enthalten. Die Amphibien, bei denen bekanntlich die ersten Blutzellen wie alle Zellen des Embryo Dotterblättchen enthalten, scheinen auch hier eine Ausnahmestellung zu haben.

²⁾ Bei den meisten Teleostiern ist bekanntlich die Urniere die bleibende

körperähnliche Organe am Darmcanal und Urogenitalsystem (der Dipnoër, Amphibien und Reptilien) u. a. Man sieht, dass das lymphoide Gewebe an sehr verschiedenen Stellen in verschiedenen Organen zur Entwicklung kommt; aber an allen diesen Stellen kann das lymphoide Gewebe embryologisch von dem Bildungsgewebe (embryonalen Bindegewebe) hergeleitet werden¹⁾; da die Leucocyten, die wandernden Bindegewebezellen und fixen Bindegewebezellen direct aus Zellen des Bildungsgewebes hervorgehen, so kann überall da ein lymphoides Organ entstehen, wo Bildungsgewebe sich vorfindet, ja es kann das lymphoide Organ geradezu als ein Residuum des embryonalen Bildungsgewebes aufgefasst werden. So erklärt sich die auffallend verschiedenartige Lage des lymphoiden Gewebes.

Einige der obengenannten lymphoiden Organe erzeugen ausser weissen Blutkörperchen auch rothe; es sind dies das lymphoide Gewebe der Urniere (bei Fischen)²⁾, die Milz (bei Fischen, urodelen Amphibien, Vögeln und Säugethieren) und das Knochenmark (bei anuren Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugethieren)³⁾.

Die Methode, welche zu dieser Erkenntniss geführt hat, beruht darauf, dass man in den betreffenden Organen die Jugendstadien der rothen Blutkörperchen in besonders grosser Zahl fand; diese

Niere. Bei einigen (z. B. Fierasfer) stellt die Kopfniere (Vorniere) den bleibenden Harnapparat dar (s. WIEDERSHEIM, Lehrbuch d. vergl. Anatomie der Wirbelthiere).

¹⁾ Die Milz entsteht aus dem Bildungsgewebe (embryonalen Bindegewebe, indifferenten Mesoderm) des Mesenteriums (PHYSALIX, De la rate chez les Ichthyopsides. Archives de Zoologie exp. et gen., 2. Sér. T. III. 1885. TIZZONI et GRIFFINI, Archives italiennes de Biologie, T. IV., Turin 1883. PEREMESCHKO, Sitzungsab. d. k. Akad. Wien, Bd. 56, 1867).

²⁾ Da, wie oben gesagt wurde, die in der Urniere verlaufende grosse Vene (Stammvene) bei vielen Knochenfischen ontogenetisch als solides Gefäss angelegt wird und massenhaft rothe Blutkörperchen erzeugt, so ist es besonders bemerkenswerth, dass auch postembryonal in der Urniere (vermuthlich nach ähnlichem Bildungsmodus) rothe Blutkörperchen entstehen.

³⁾ BIZZOZERO et TORRE, De l'origine des corpuscules sanguins rouges dans les différentes classes des Vertébrés, Archives ital. de Biologie, T. IV. 1883. BIZZOZERO, Formation des corpuscules sanguins rouges, Appendice à l'étude précédente, ebenda. Beide Arbeiten sind deutsch veröffentlicht in VIRCHOW's Archiv, Bd. 95, 1884. — M. LOEWIT, Ueber die Bildung rother und weisser Blutkörperchen. Sitzungsab. der k. Akad. Wien, 88. Bd. III. Abth., 1883. Ueber Neubildung und Zerfall weisser Blutkörperchen. Sitzungsab. der k. Akad. Wien, 92. Bd. III. Abth., 1886. Die Umwandlung der Erythroblasten in rothe Blutkörperchen. Sitzungsab. der k. Akad. Wien, 95. Bd. III. Abth., 1887. Nach LOEWIT sind beim Kaninchen auch die Lymphdrüsen Ursprungsstätten rother Blutkörperchen.

sind etwas kleiner als die rothen Blutkörperchen und weniger hämoglobinhaltig; sie besitzen wie andere Zellen einen Kern mit Chromatinnetz und zeigen Theilung mit indirecter Kerntheilung ¹⁾.

Die meisten Autoren sind der Ansicht, dass die rothen Blutkörperchen durch Umwandlung aus den weissen entstehen und dass die ebengenannten Jugendformen den Uebergang vermitteln. Es scheint aber, dass man sich durch die Aehnlichkeit zwischen den weissen und den jungen rothen Blutkörperchen zu einem falschen Schlusse hat verleiten lassen und dass die herrschende Lehrmeinung, welche die rothen Blutkörperchen von den weissen ableitet, gänzlich aufgegeben werden muss. Mehrere der Autoren, welche die Theilung der jugendlichen rothen Blutkörperchen beobachtet haben, weisen darauf hin, dass jene Ansicht weder hinreichend durch Beobachtungen gestützt ist, noch als Hypothese nothwendig erscheint. Nach den Untersuchungen von LÖWIT (l. c.) kann man die rothen Blutkörperchen in den jüngsten Stadien (Erythroblasten) von den jungen weissen Blutkörperchen (Leucoblasten) nach dem Aussehen der Zelle und des Kernes und den Eigenthümlichkeiten der mitotischen Vorgänge scharf unterscheiden.

Die von DENYS ²⁾ unternommene genaue histologische Unter-

¹⁾ Die indirekte Kerntheilung wurde bei jugendlichen rothen Blutkörperchen von PEREMESCHKO (Biol. Centralblatt, Bd. 1, 1881 und Centralblatt für d. med. Wiss., 1879), von FLEMMING (Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung, 1882 S. 262 u. 289), von PFITZNER (Arch. für mier. Anat., Bd. 20, 1882 S. 138), von BIZZAZZO und TORRE (l. c.), von LOEWIT (l. c.) und von TÖRÖK Arch. f. mier. Anat., Bd. 32, 1888 beobachtet; bei den jungen Leucocyten der Milz, der Lymphfollikel und Lymphdrüsen wurde sie von FLEMMING (Archiv f. mier. Anatomie, Bd. 24, 1885) constatirt. Die indirekte Kerntheilung (Karyokinesc, Mitose) ist überhaupt der gewöhnliche, sozusagen der normale Theilungsmodus aller Kerne im Thier- und Pflanzenreich; die direkte (akinetische) Kerntheilung kommt (bei Metazoen) wahrscheinlich nur in solchen Zellen vor, welche in Folge weitgehender Anpassung an eine bestimmte Funktion nicht mehr im Besitze normaler Theilungsfähigkeit sind (s. H. E. ZIEGLER, Die Entstehung des Blutes bei Knochenisembryonen, Archiv f. mier. Anat., Bd. 30 S. 610 u. ff.). Es passt durchaus zu den an anderen Objekten gemachten Erfahrungen, wenn LOEWIT (Ueber Neubildung und Zerfall weisser Blutkörperchen, Sitzungsber. der k. Akad. Wien, 92. Bd. III. Abth., 1885) die direkte Kerntheilung (Fragmentirung) der Leucocyten als eine degenerative Erscheinung auffasst und für die „mehrkernigen“ Leucocyten jede genetische Beziehung zur Neubildung weisser Blutkörperchen leugnet.

²⁾ J. DENYS, Sur la structure de la moelle des os et la genèse du sang chez les oiseaux. La Cellule T. IV. Louvain 1888. Durch weitere derartige Untersuchungen der lymphoiden Organe könnte die Abklärung der Frage sehr gefördert werden.

suchung des Knochenmarkes der Vögel zeigt deutlich, dass die rothen Blutkörperchen nicht von den weissen abstammen, sondern einen eigenartigen Ursprung haben. DENYS fand, dass die arteriellen

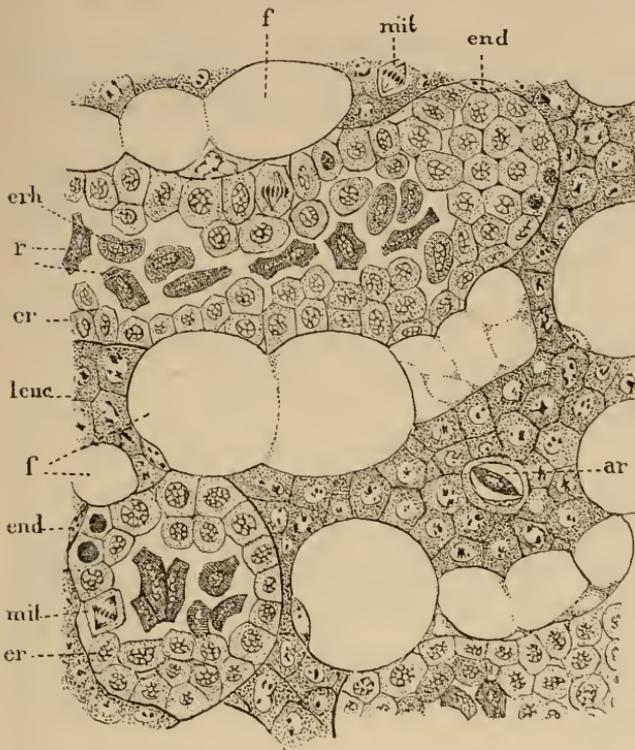


Fig. 5. Theil eines Schnittes durch das Knochenmark aus der Tibia einer Taube (nach DENYS l. c.). Der Schnitt trifft venöse Capillaren im Längsschnitt (oben) und im Querschnitt (unten links). Die der Wandung der venösen Capillaren anliegenden Zellen sind die Bildungszellen der rothen Blutkörperchen (Erythroblasten); die ausserhalb der Gefässe liegenden Zellen sind die Bildungszellen weisser Blutkörperchen (Leucoblasten). er Erythroblasten, erh haemoglobinhaltige, sich ablösende Erythroblasten, r rothe Blutkörperchen, end Kerne der Endothelzellen der venösen Capillaren; mit Kerntheilungsfigur (bei Erythroblasten oder bei Leucoblasten), leuc Leucoblasten, f Fettkugeln in Fettzellen, ar arterielle Capillare, in welcher ein rothes Blutkörperchen getroffen ist.

Capillaren des Knochenmarkes in ein Netzwerk weiterer venöser Capillaren (Fig. 5) übergehen.

Die letzteren sind die Ursprungsstätte der rothen Blutkörperchen; an der Wand derselben sieht man

einen mehrschichtigen Belag von Zellen, welcher den Mutterboden

oder sozusagen das Keimlager für die rothen Blutkörperchen

bildet; denn die nach dem Lumen hin gelegenen

Zellen beginnen hämoglobinhaltig zu werden

und gehen in rothe Blutkörperchen über,

welche sich ablösen und weggeschwemmt

werden. Es liegt also bei der Regeneration der rothen Blutkörperchen der gleiche Process vor, wie in der Embryonalentwicklung, bei welcher, wie oben gesagt wurde, die rothen Blutkörperchen aus den soliden

Anlagen von Venen¹⁾ weggeschwemmt werden. Das ausserhalb der Gefässe gelegene Gewebe (Fig. 5) erzeugt weisse Blutkörperchen. Auch constatirte DENYS durch die histologische Untersuchung derselben Stellen des Knochenmarkes, dass, wenn der Organismus mehrfache Blutverluste erlitten hat, die Erzeugung von rothen und von weissen Blutkörperchen energischer wird, dass sie aber allmählich aufhört, wenn der Organismus im Hungerzustande sich befindet.

Zum Schlusse sind die Ergebnisse zusammenzufassen. Phylogenetisch gehen das Blutgefässsystem und das Lymphgefässsystem aus der primären Leibeshöhle hervor; in der Ontogenie kann man beobachten, dass manche der ersten Gefässe bei der Entstehung Theile der primären Leibeshöhle sind und allmählich gegen die übrige primäre Leibeshöhle abgeschlossen werden. Die rothen Blutkörperchen stammen ontogenetisch aus soliden Gefässanlagen (Anlagen von Venen) her, und bei der histologischen Regeneration lösen sie sich in ganz homologer Weise aus venösen Capillaren ab; die rothen Blutkörperchen, die specifisch respiratorischen Zellen, gehören ihrer Entstehung wie ihrer Function nach dem Blutgefässsystem an; sie gehen nicht aus (im Blut befindlichen) weissen Blutkörperchen hervor, sind aber mit denselben dem Ursprung nach gleichartig, insofern sie mit diesen entwicklungsgeschichtlich von dem Bildungsgewebe, der histogenetischen Anlage aller mesenchymatischen Gewebe, sich herleiten.

¹⁾ Ich habe überall nur von den Venen gesprochen und davon abgesehen, dass in einem vereinzelt Fall, nämlich beim Hechtembryo sowohl in einem Theil der Aorta als auch in der Stammvene Blutkörperchen abgelöst werden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Ziegler Heinrich Ernst

Artikel/Article: [Die Entstellung des Blutes der Wirbelthiere. 171-182](#)