© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ueber die Entwickelung der Clavicula und die Farbe des Blutes.

Briefliche Mittheilung an **A. Kölliker**

von

Prof. **C. Bruch** in Basel.

Sie werden meine Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Knochensystems, die Sie voriges Jahr im Manuscripte bei mir sahen, nun erhalten haben und daraus sehen, dass wir zwar in einigen delicateren Punkten differiren, in der Hauptsache aber auf demselben Wege sind. Ich habe eigentlich die Principien, von welchen Sie geleitet wurden, zu weiteren Consequenzen verfolgt, von denen ich aber nicht sagen will, dass es die letzten seien. Die Punkte, worin wir abweichen, insbesondere was die Bildung der Knochenkörperchen betrifft und ihre Unterscheidung in primordiale und secundäre, sind von der Art, dass sie in jenen Consequenzen liegen, und ich hoffe, dass sie mir bei näherer Prüfung beistimmen werden. Da der Druck meiner Beiträge mehrere Monate dauerte, habe ich bereits Gelegenheit gehabt, weitere Beobachtungen zu machen, die meine früheren im Allgemeinen durchweg bestätigen, mitunter aber sehr auffallend erweitern. So in Bezug auf die menschliche Clavicula. Seit ich beobachtet, dass die Furcula der Vögel zu den secundären Knochen gehört, war mir der Ursprung der Clavicula des Menschen und der Säugethiere, die bekanntlich niemals Apophysen zeigt, wie andere lange Knochen, und in den frühesten Perioden schon in ihrer ganzen Ausdehnung verknöchert gefunden wird, interessant. Leider fehlten mir frische menschliche Fötus aus den ersten Monaten; da ich nun kürzlich nacheinander mehrere derselben erhielt, liess ich mir diesen Punkt besonders angelegen sein. Es stellte sich heraus, dass die Clavicula in der That ein secundärer Knochen ist, d. h. nicht, wie die Rippen, das Brustbein u. s. w., knorpelig präformirt wird. Bei einem menschlichen Fötus von circa 7—8''' Länge bestand sie aus einer winzigen Knochenscheibe von dem charakteristischen Gefüge der secundären Knochenanlagen, mit strahligen Knochenkörperchen u. s. w., ohne eine Spur von Knorpel daran. Sie war zugleich der einzige und erste

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Knochenkern im ganzen Fötus, d. h. in dem bereits gebildeten Primordialskelett war noch kein einziger Knochenkern aufgetreten. Bei einem Fötus aus dem dritten Monat hatte sie an beiden Enden, am merklichsten am vordern Ende, eine dünne Knorpellage angesetzt, worin primordiale Verknöcherung mit grossen strahlenlosen Knochenkörperchen das secundäre Mittelstück ergänzte. Es findet also hier dasselbe Verhältniss statt, wie am Unterkiefer der Säugethiere, der als secundärer Knochen entsteht und später knorpelige Epiphysen ansetzt. Die Aehnlichkeit des Kiefer- und Schlüsselbeingelenkes und ihre Abweichung von den übrigen Gelenken wird dadurch begreiflicher, wie ich denn auch den Gelenkknorpel am Brustbein nicht von anderen Gelenkknorpeln verschieden, den der Clavicula aber den Faserknorpeln ähnlicher finde. Auch die rudimentäre Clavicula des Hundes und der Katze, die oft durch ein Ligament ergänzt wird, finde ich nicht knorpelig präformirt. Diese Thatsache scheint mir um so interessanter für die Deutung des Extremitätengürtels der Wirbelthiere, als ich Grund habe, anzunehmen, dass das Os coracoideum bei allen Säugern ein ursprünglich selbständiges Skelettstück ist, und nicht blos einem besondern Knochenkern entspricht, wenigstens habe ich den sogenannten Proc. coracoideus beim Rinderfötus vor der Verknöcherung durch eine ähnliche Knorpelnaht von der Scapula getrennt gesehen, wie sie sich z. B. zwischen den knorpeligen Wirbelbögen findet, ehe sie zum Processus spinosus zusammenfliessen. Ist aber der Processus coracoideus beim Rinde, wo er am kleinsten ist, selbständig, so ist er es gewiss auch bei denjenigen Thieren, wo er stärker entwickelt ist. Man würde daher zwischen secundärer und primordialer Clavicula zu unterscheiden haben (zwischen Furcula oder eigentlicher Clavicula und Os coracoideum); meiner bisherigen Erfahrung nach trifft ein zoologischer Mangel (wie bei anderen secundären Knochen auch) immer die erstere. Ueberhaupt bin ich entschieden Ihrer Ansicht, dass die histologische Entwickelungsgeschichte ein wesentliches und untrügliches Princip der vergleichenden Osteologie abgeben wird, wenn sie nur erst mehr im Detail durchgeführt sein wird. Eine Bemerkung drängt sich jedoch hier wieder auf, der ich bereits in meinen Beiträgen (S. 124) Worte gegeben habe, dass nämlich die Bezeichnung Primordialskelett wohl recht gut ist für den Inbegriff der knorpelig präformirten Theile, die man als den Grundstock des Wirbelthierskeletts betrachten kann; dass aber die Unterscheidung in primäre und secundäre Knochen nicht sehr passend ist, da man dies immer auf die Zeit beziehen kann, die ersten (d. h. am frühesten auftretenden) Verknöcherungen aber (Clavicula, Unterkiefer) nunmehr zu den letzteren gehören würden. In meiner Schlussauffassung habe ich daher lieber von indirecten und directen Verknöcherungen gesprochen, was gleichbedeutend wäre

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mit präformirten und nicht präformirten. Doch kömmt am Ende auf die Worte wenig an, wenn man über die Sache im Reinen ist. — Von Wichtigkeit ist auch eine Folgerung, welche die Chemiker angeht, und von welcher dieselben bis jetzt, wie es scheint, nicht Notiz genommen haben. Es ist klar, dass man nun nicht mehr das sogenannte Glutin als eine Entwickelungsstufe des Chondrins ansehen darf, indem das Chondrin, insofern es aus permanenten Knorpeln gewonnen wird, in der Regel einem viel ältern Gewebe entspricht, und wahrscheinlich gar niemals Chondringebendes Gewebe zu Glutingebendem wird. Es will mir überhaupt scheinen, als ob diese Darstellungsproducte der abgeleiteten Eiweisskörper, die in ihren Reactionen so vielfach variiren, nicht so unbedenklich als histogenetische Eintheilungsgründe benutzt werden dürften. Ich glaube nicht, dass der Knochen desswegen aus Bindegewebe bestehen muss, weil Knochen und Bindegewebe beide beim Kochen Glutin oder etwas Aehnliches geben, so wenig als Jemand die Cornea zu den Knorpeln stellt, weil sie beim Kochen Chondrin gibt. Auch das sind Ontologien, mit denen sich zwar einiges Aufsehen machen lässt, in Wahrheit aber Nichts gefördert wird. — Schliesslich bemerke ich noch, dass ich durch Ihre Darstellung von der Entwickelung der Zähne (in dem kürzlich erschienenen neuesten Theile Ihrer Mikroskopischen Anatomie) sehr überrascht wurde, da ich nach meinen eigenen Erfahrungen das Zahnbein (*Owen's* Dentine) bei verschiedenen Thieren, und auch in den Hautzähnen der Rochen, durchaus als secundäre Knochenbildung aufgefasst hatte und nahe daran war, Ihnen einen Aufsatz darüber zuzusenden, der meine Beiträge, worin von den Zähnen nicht die Rede ist, ergänzen sollte. Da meine Beobachtungen aber bereits mehrere Jahre alt sind, will ich meine Mittheilung verschieben, bis ich Zeit und Gelegenheit gehabt habe, die Hauptpunkte noch einmal zu revidiren.

Nun noch Einiges über die Blutfarbe.

Wenn ich die Frage über den Farbenunterschied des arteriellen und venösen Blutes wieder berühre, so geschieht dies nicht, um eine unerfreuliche Polemik fortzusetzen, sondern im Gegentheile, weil ich im Stande zu sein glaube, dieselbe nunmehr vollständig beizulegen. Ohne Zweifel war es die Form, in welcher die Discussion darüber geführt wurde, welche die meisten Beobachter abgehalten hat, in dieser Sache Partei zu nehmen, die doch ihres innigen Zusammenhangs mit dem Stoffwechsel wegen von Wichtigkeit ist, und nur *Lehmann* in seinem vortrefflichen Lehrbuche hat sich bemüht, allen Theilen gerecht zu werden. Aus den nun bereits vor neun Jahren begonnenen Verhandlungen darüber hatte sich bekanntlich so viel herausgestellt, dass die Gase, und zwar O und CO_2, nicht blos das gewöhnliche, sondern auch das seiner Körperchen beraubte, gewässerte Blut färben, dass

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

O dasselbe hell, CO_2 dunkelroth färbt, und dass man den Farbenwechsel, ähnlich wie er im Körper fortwährend stattfindet, durch abwechselnde Einwirkung von O und CO_2 auch ausserhalb des Körpers beliebig hervorrufen kann. Diese Einwirkung geschieht, wie *Scherer* und ich zuletzt übereinstimmend gefunden hatten, sowohl beim Durchleiten als beim Schütteln mit den Gasen, obgleich letztere Methode begreiflicherweise rascher und sicherer wirkt. Einige haben zwar gemeint, das Schütteln müsse vermieden werden und finde keine Anwendung auf die Veränderung in den Lungen, aber abgesehen davon, dass Schütteln schwerlich eine qualitativ andere Wirkung haben kann als innigere Berührung, glaube ich im Gegentheil, dass das blosse Durchleiten nicht auf den normalen Vorgang passt, und dass die unendlich feine Vertheilung des Blutes in den Körper und die rapide Bewegung desselben in den feinen Capillaren durch das Schütteln nur unvollkommen nachgeahmt wird, daher die Wirkung beim Schütteln immer noch langsamer eintritt als bei der Circulation. Nach jenen nun, wie es scheint, ziemlich anerkannten Versuchen müsste man schliessen, dass die Gase auf den Farbestoff direct wirken, in ihrer Wirkung daher von der des Wassers und der Salze verschieden sind, was auch dadurch bestätigt wird, dass die durch Salze erzeugte Farbe von der des sauerstoffigen Blutes verschieden ist, aber mit ihr combinirt werden kann; die erstere ist trüb, ziegelroth, ockerartig, die letztere klar, scharlachfarben. Die Art dieser Einwirkung wurde dadurch allerdings nicht begreiflicher als vorher, wo man eine Oxydation des Farbstoffs annahm, da sich eine Desoxydation durch die CO_2 nicht denken lässt. Es ist aber die Frage, ob nicht eine lockere Verbindung der Gase, wenigstens des O, mit dem Farbstoffe stattfindet, die nicht nach Proportionen zu geschehen braucht. Dass eine besondere Anziehung zwischen Blut und Sauerstoff stattfinden muss, hat *Lehmann* (Physiol. Chemie, II, 264 ff.) kürzlich wieder entwickelt, und da Blut so viel mehr Sauerstoff absorbirt als Blutserum, wird man den Blutkörperchen, oder mit Rücksicht auf das gewässerte Blut, vielmehr dem Blutfarbstoff die Hauptrolle dabei zutheilen müssen. Zu meinen neuesten Versuchen bin ich durch einige Mittheilungen von *Schönbein* über eigenthümliche Sauerstoffwirkungen veranlasst worden, die derselbe vergangenen Winter in der naturforschenden Gesellschaft gemacht hat. Es fiel mir dabei ein, dass der Sauerstoff immer fester im Blute haftet als die CO_2, und dass sehr viel CO_2 nöthig ist, den O auszutreiben, während ein Minimum von O die Wirkung der erstern aufhebt, wie ich schon in meinen ersten Versuchen bemerkt hatte. Ich erinnerte mich ferner, dass in den zuletzt mit *Jolly* angestellten Versuchen (Zeitschr. f. rat. Med., V, 455) das sauerstoffige Blut unter der Luftpumpe (durch Entziehen des ab-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sorbirten O) dunkler wurde, das kohlensäurehaltige aber seine dunkle Farbe nicht merklich veränderte, obgleich die Kohlensäureentleerung sehr beträchtlich war. Ich stellte mir die Frage, ob vielleicht nur der Sauerstoff auf den Farbstoff einwirke, die Kohlensäure aber nur durch Austreiben (Abwesenheit) des O das Blut dunkler mache, und musste mich hernach wundern, dass noch Niemand auf diese einfache Erklärung gefallen ist, und dass ich selbst erst jetzt darauf fiel. Man denkt bei chemischer Einwirkung wohl immer an feste Verbindungen nach bestimmten Proportionen, aber Verbindung nach Proportionen ist nur eine der Weisen, wie zwei Körper aufeinander einwirken können, und selbst unter diesen gibt es Analogien, wie das so leicht zerlegbare doppeltkohlensaure Natron beweist. Kann nicht der Blutfarbstoff ebenso beim Einführen des O thätig sein, wie das Natronbicarbonat bei der Ausführung der CO_2? Es lässt sich wohl nicht in Abrede stellen, dass diese Ansicht, die zu der ganzen Respirationslehre in so schönem Einklang sein würde, sehr wahrscheinlich wird, wenn sich zeigen lässt, dass die CO_2 wirklich keine färbende Eigenschaft hat und nur mittelbar, d. h. durch Austreiben des färbenden O, wirkt. Erst jetzt war es mir möglich, eine Reihe derartiger Versuche, erst mit *Schönbein*, dann mit meinen Zuhörern anzustellen, welche die obige Voraussetzung vollkommen bestätigt haben. Bringt man Blut, gleichviel ob gewässertes oder ungewässertes, unter die Luftpumpe, so wird es immer *dunkler*, wenn es noch Sauerstoff enthält, was mit dem Blute, wie es aus dem thierischen Körper entnommen ist, immer der Fall ist. Schüttelt man aber gewässertes oder ungewässertes Blut mit Kohlensäure so lange, bis keine dunkle Farbe mehr eintritt und präsumtiv aller absorbirte Sauerstoff ausgetrieben ist, so verändert sich die Farbe auch durch das stärkste Auspumpen nicht im mindesten, d. h. wohl: die Gegenwart der CO_2 ist ganz gleichgültig für die Farbe, und die dunkle Farbe, welche man bisher der Einwirkung der CO_2 zuschrieb, ist die natürliche des Farbstoffs. Die Versuche müssen mit einiger Vorsicht angestellt werden, da bei der Herausnahme der Gefässe aus dem Apparat leicht etwas O der Luft zu dem entleerten Blute tritt und unvermerkt eine hellere Farbe bewirkt, besonders wenn man unvorsichtig genug ist, den etwa noch übrigen Schaum auf dem entleerten Blute wegzublasen oder dasselbe zu lange der Luft ausgesetzt zu lassen. Vielleicht ist eine derartige Störung Ursache gewesen, dass andere Beobachter früher ein Hellerwerden des Blutes nach der Entleerung der Kohlensäure bemerkt haben wollten. Ueber die Thatsache ist, wie gesagt, kein Zweifel, und ich habe keinen Versuch als gültig angesehen, in welchem nicht alle Anwesenden einstimmig darüber waren

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ob von den in zwei gleichbeschaffenen Gefässen befindlichen Hälften der untersuchten Blutmenge die unter der Luftpumpe gewesene von der andern verschieden sei oder nicht. — Wie sehr diese Erfahrungen mit den übrigen physiologischen und chemischen Thatsachen übereinstimmen, die dadurch vervollständigt werden, brauche ich nicht weiter auszuführen, und beziehe ich mich auf *Lehmann's* vorurtheilslose Auseinandersetzung. Die Blutkörperchen wären darnach denn doch Sauerstoffträger, und zwar im buchstäblichen Sinn, und in ganz anderer Weise, als sie z. B. Wasserträger sind; denn Wasser ist auch im Serum, während blosses Serum unverhältnissmässig weniger O absorbirt, als notorisch bei der Respiration aufgenommen wird. Wenn der absorbirte, d. h. dem Farbestoffe adhärirende oder locker mit ihm verbundene O in unseren Versuchen durch CO_2 wieder ausgetrieben wird, so zeigt das eben die Lockerheit der Verbindung, etwa wie die CO_2 des Natronbicarbonats schon durch durchgeleiteten Wasserstoff ausgetrieben werden kann. Aber es folgt daraus nicht, dass der O auch während der Circulation vermittelst der eintretenden CO_2 vom Farbstoff getrennt werde. Ohne Zweifel wird der absorbirte O viel früher, ehe das Blut venös wird, durch chemische Verwandtschaften in Anspruch genommen und das venöse Blut würde auch dunkler sein, wenn es gar keine CO_2 enthielte, weil es ärmer an Sauerstoff ist, als das arterielle. Endlich erklärt sich, wie auch andere indifferente Gase, namentlich Stickstoff und Wasserstoff, dunkler färben, nämlich durch Austreiben des O, wobei die natürliche Farbe des Farbstoffs hervortritt. Ob die nunmehr unzweifelhafte Einwirkung des O auf den Farbstoff eine chemische oder eine physikalische zu nennen sei, das zu entscheiden, mag den Chemikern und Physikern überlassen bleiben. Jedenfalls ist an keine mechanische Einwirkung auf die Form der Blutkörperchen durch die Gase zu denken, denn es müsste doch mit sonderbaren Dingen zugehen, wenn die Koryphäen der Mikroskopie diese Formveränderungen nicht wahrnehmen könnten, während die durch Wasser und Salze so augenfällig sind. Ich für meine Person bin überzeugt, dass die wenigen Beobachter, die auch von den Gasen Formveränderungen gesehen haben wollen, durch Veränderungen der letzteren Art getäuscht worden sind. Die Versuche von *Harless* aber beweisen wohl etwas ganz Anderes, als hier in Frage steht.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1852-1853

Band/Volume: 4

Autor(en)/Author(s): Bruch Carl

Artikel/Article: Ueber die Entwickelung der Clavicula und die Farbe des Blutes. 371-376