

des Lungengewebes, oder von einer Ursache ab, welche sich der freien Ausdehnung der Lungen, wie bei Brustwasserfucht, starker Bauchwasserfucht u. s. w. widersetzt.

4) Wird, im gefunden oder kranken Zustande, eine Zeitlang dieselbe Luft geathmet, so wird ihr Stickstoffgehalt vermehrt, weil beständig Stickstoff durch die Lungen ausgeworfen wird. Oft findet sich dann in der ausgeathmeten Luft nur eine sehr geringe Menge Kohlenäure, indem der grösste Theil derselben in dem Lungenschleim aufgelöst, und vielleicht durch die Lungen eingefogen ist. Allein man sieht leicht, das das ausgeathmete Stickgas mit einem thierischen Gas von einer, uns noch unbekanntem Beschaffenheit vermischt seyn kann.

5) Das Product des eine Zeitlang fortgesetzten Athmens von reinem Sauerstoffgas enthält gleichfalls eine ansehnliche Menge kohlenlaures Gas, dagegen wenig Sauerstoffgas, und ein grosser Theil der gebildeten Kohlenäure scheint, wie sie entstand, durch die Lungen verschluckt worden zu seyn.

6) Auch in der beim Athmen von Kohlenäure und Wasserstoffgas ausgeathmeten Luft findet sich Stickgas, eben so Kohlenäure, wenn Stickgas und Wasserstoffgas ausgeathmet wird. Dagegen wird reines Stickgas durch das Athmen desselben vermindert, weil es die Saugadern der Lungen, wenn es ihnen allein dargeboten wird, in geringer Menge aufnehmen.

7) Hiezu kann man noch füglich bemerken, das, da die Wasserbildung in den Lungen durch keine Thatfache erwiesen ist, ihre Annahme überflüssig ist. *Allen* und *Pepys* sind derselben Meinung.

---

## II. *J. Howship* über Knochenbildung. (Aus den *Med. chir. Transact.* Vol. VI. 1815. p. 262.)

Folgende Untersuchungen wurden vorzüglich mit Hülfe eines, nach dem Plan eines Sonnenmikroskopes eingerichteten Instrumentes angestellt.

I. Ueber

## I. Ueber die Bildung der cylindrischen Knochen.

1) Die Gliedmaassen eines achtwöchentlichen Embryo wurden auf Glas ausgebreitet und getrocknet. An der Stelle der Mittelhand- und Fußknochen und der ersten und dritten Finger- und Zehenglieder, so wie der Knochen des Oberarms und Schenkels, Vorderarms und Unterschenkels, hatten sich hohle Cylinder gebildet, die, vorzüglich an den Händen und Füßen, verhältnißmäsig viel breiter als in spätern Perioden waren, offenbar, damit sie sich ohne Erweiterung in Zukunft bedeutend verlängern könnten. Die weichen Theile an der Stelle der Gelenke bestanden aus einer gelblichen, durchsichtigen, gallertähnlichen Substanz ohne Spur von Knorpel.

2) Bei einem 10 wöchentlichen Embryo waren die Knochenenden durch eine knorpelige Substanz verbunden. Die ersten, nun verlängerten Knochenringe, hatten die knorpeligen Endtheile erreicht. Der obere Knorpel des Oberarmbeins enthielt, in dünne Schichten zerfchnitten und unterm Mikroskop betrachtet, mehrere, mit einer schleimigen Flüssigkeit angefüllte Höhlen, von denen sich eine in einen glatten Kanal ausdehnte, der zu der Verbindungsstelle zwischen Knorpel und Knochen verlief.

3) Ein 13wöchentlicher Embryo wurde fein ausgespritzt. Die Knorpelhöhlen und die fächerigen Theile der Knochen waren stark angefüllt, konnten aber der Kleinheit wegen noch nicht genau untersucht werden.

4) Ein 7monatlicher Fötus wurde fein ausgespritzt und Abschnitte der Knorpel- und Knochenflächen des Oberschenkelbeins untersucht. Der Knorpel war fester, alle Höhlen in verschiedentlich verlaufende Kanäle umgewandelt, einige der größten davon reichten bis zur Verknöcherungsfläche. Diese war durch die ausgeschwitzten feinem Theilchen des Zinnobers allgemein gefärbt.

5) Dieselben Erscheinungen am untern Theile des Oberschenkels eines neugeborenen Kindes. Die Kanäle mit einer farblosen, schleimigen Flüssigkeit angefüllt. Die Oberfläche des neugebildeten Knochens erschien aus kleinen, in die Knorpelsubstanz dringenden Zotten gebildet,



die nur bei starkem Lichte deutlich wurden. Der Knorpel war ungefähr  $\frac{1}{20}$  Zoll weit gegen den Knochen hin undurchsichtiger als anderswo.

6) Der untere Theil des Oberschenkels eines dreiwöchentlichen Kindes wurde macerirt und gereinigt, dann der Länge nach durchschnitten, die Schnittfläche mit dem Messer abgeglättet, dann das Stück calcinirt. Bei Untersuchung mehrerer Stücke dieser Art ergab sich, das, von der Mitte der cylindrischen Knochen aus, wo die Markräume gröfser und das fächerige Gewebe stärker sind, gegen die späteregebildeten Enden hin, die Verknocherungspunkte zahlreicher, lockerer, dünner sind.

Aus den obigen Untersuchungen ergibt sich, das der früheste Zustand der Knochensubstanz eine Sammlung feiner und dünner Fasern ist, die zu kurzen Röhren gestaltet sind, welche einander parallel stehen, und sich nach aufsen an der, mit dem Knorpel verbundenen Knochenfläche öffnen. Die Röhren schienen durch ihre Zahl den (5) erwähnten Zotten zu entsprechen, und enthielten an ihrer freien Oberfläche zahlreiche Oeffnungen, welche den frühern Knorpelkanälen durch Zahl und Lage zu entsprechen schienen, und sich über die freie Fläche des Knochens in seine Substanz erstreckten.

7) Um die spätern Veränderungen zu sehen, wurden Abschnitte des Oberschenkelbeines aus verschiedenen Lebensperioden mikroskopisch untersucht. Bei einem elfmonatlichen Kinde war die Zahl der Knochenkanäle gering, im 4ten Jahre noch geringer: zugleich waren sie kleiner. Beim Trocknen erschien der Knorpel in der Dicke von einem  $\frac{1}{16}$  an der gegen den Knochen gewandten Fläche aus parallelen Fasern gebildet. Im 11ten Jahre war Zahl und Gröfse der Kanäle noch mehr vermindert, und im 17ten fand sich beinahe nirgends eine Spur davon.

8) Beim *Kuhfötus* fand ich die Knorpelkanäle in den cylindrischen Knochen und den breiten Schulter- und Hüftknochen sehr zahlreich, voll einer hellen schleimigen Flüssigkeit und an den Wänden wie mit Blut befleckt, ungeachtet keine Gefäße deutlich unterschieden werden konnten. Injectionsmasse drang in alle Knorpelkanäle.

Schiefe Durchschnitte derselben zeigten unterm Mikroskop sehr deutlich eine häutige Bekleidung, welche durch die Einspritzung besonders deutlich wurde, stellenweise sogar von dem Kanal losgetrennt war. Bei Längendurchschnitten war die häutige Bekleidung gewöhnlich unverletzt, und ihr Gefäßreichthum erschien durch die helle, im Kanal enthaltne Flüssigkeit noch genauer. Stellenweise sah man deutliche Gefäße in dieser häutigen Bekleidung, wenn gleich in den Kanälen, welche an ihrem Ursprunge an der dem Knochen zugewandten Fläche des Knorpels geöffnet waren, ausserdem eine injicirte Pulsader, welche eine Strecke weit in ihnen verlief, wahrgenommen wurde. In den tiefern Knorpelkanälen sahe die häutige Bekleidung aus, als wäre die Injectionsmasse extravasirt, und hätte sich im Zellgewebe einer feinen Membran ausgebreitet. Da sie nicht in Massen vorhanden war, so konnte dieses Ansehen nicht von einer zufälligen Zerreißung der Gefäße herrühren. In den schiefe durchschnittenen Kanälen erschien die Hülle einförmig scharlachroth, bei einer stärkern Vergrößerung fanden sich die einzelnen Farbtheile überall sehr dünn und einförmig durch die ganze Hülle verbreitet. Anfänglich wurden die Hüllen der Kanäle für Pulsadern gehalten, weil sie sich, durch die bei der Einspritzung angewandte Wärme und nachher beim Durchschneiden, lostrennten und zusammenfielen.

9) In den Knorpeln des Oberschenkelbeins eines dreiwöchentlichen Kalbes, wo das Blut durch vorgängiges Eintauchen in heißes Wasser zum Gerinnen gebracht worden war, erschienen die zahlreichen Kanäle und ihre Bekleidungen sehr deutlich, und an mehrern Stellen erstreckte sich die feine, rothe Haut bis in den Knochen. Um die Gestalt der verknöchernenden Oberfläche deutlich zu zeigen, wurde ein kleiner Würfel ausgeschnitten und calcinirt. Unterm Mikroskop waren hier die Kanäle, die unter rechten und schiefen Winkeln in den Knochen traten, und zwischen denen sich eine Menge sehr feiner Oeffnungen befanden, sehr deutlich. Beim *Ochsen* fand sich hier keine Spur mehr, indem die Oberfläche des Knorpels einförmig, fest und ohne die erwähnten Oeffnungen war.



10) Genau so verhielt es sich bei jungen Schweinen, Katzen, Kaninchen und neugeborenen Lämmern.

11) Ein Abschnitt des obern calcinirten Endes des Oberschenkelbeins eines jungen *Elephanten* verhielt sich genau wie beim Kalbe (9).

12 und 13) Hiemit kam auch der freie, in der Verknöcherung begriffene Rand des Schulterblattes einer jungen *Balaena boops* von 18' Länge und eines jungen *Delphins* genau überein.

14) Bei einigen dünnen Abschnitten des untern Endes des Oberschenkelbeins einer 22tägigen fein eingespritzten Gans, einer 7tägigen Ente und eines 5tägigen Hühnchens, wo die Knochen weicher als bei einem der bisher untersuchten Thiere waren, fanden sich die stark eingespritzten Bekleidungen der Kanäle, welche aus den Höhlen des Knorpels bis in den Knochen drangen, äußerst deutlich.

Diese grössere Weichheit schien von einer grössern Menge thierischer Substanz herzurühren, die vielleicht so bedeutend war, daß der feinste Bau des einer starken Hitze ausgesetzten Knochens sich nicht erhalten konnte. Dies auszumitteln stellte ich folgenden Versuch an. Ich durchschnitt das Ende des Oberschenkelbeines einer Gans und glättete die Durchschnittsfläche ab. Ein  $\frac{1}{8}$  Quadratzoll großes Stück dieser Schnittfläche wurde durch Wegnahme eines Stückes von der umgebenden Oberfläche des Knochens bezeichnet, dieses Stück unterm Mikroskop auf 2" vergrößert und seine Gestalt genau bemerkt, hierauf der Knochen calcinirt, bis die Oberfläche rein und weiß war. Unterm Mikroskop hatte das bezeichnete Stück genau dieselbe Gröfse, Gestalt und Gewebe als vorher. Unterm zusammengesetzten Mikroskop erschien das Knochengewebe ganz glatt und netzförmig, die Zwischenräume sehr deutlich, der phosphorsaure Kalk sehr locker.

Um die verknöchernde Oberfläche beim Vogel mit der beim Säugthier zu vergleichen, wurde der untere Knorpel des injicirten Oberschenkelbeins derselben Gans sorgfältig aufgelöst. Unterm Sonnenmikroskop zeigten sich an der Knochenfläche deutlich grössere und kleinere

Oeffnungen, deren erstere starkgefärbte häutige Scheiden enthielten, welche man in den kleinern gar nicht oder nur sehr einzeln wahrnahm. Die Oeffnungen der größern Röhren waren überall von einer leichten Vertiefung umgeben, die der kleinern dagegen befanden sich in einer Erhabenheit. Bei der 3monatlichen Gans findet sich nur eine Ordnung von Oeffnungen, welche verhältnißmäßig dicht neben einander stehen. Durchschnitten erscheinen die Endtheile aus, diesen Oeffnungen entsprechenden Röhren gebildet, der innere Bau dagegen ist zellig. Beim erwachsenen Vogel sind die Knochenenden glatt und eben, ohne Oeffnungen und Röhren, äußerst feinzellig,

## II. Ueber die Bildung der platten Knochen.

15) Der freie Rand des Stirnbeins eines 10wöchentlichen Embryo war dicker, daher undurchsichtiger als der mittlere Theil, und längs des Randes befanden sich eine Menge kleiner, gleichfalls dickerer, völlig freistehender Knochenkerne.

16) Bei einem eingespritzten 13wöchentlichen Embryo waren die Pulsadern der häutigen Bedeckungen des Kopfes äußerst stark angefüllt, und drangen in allen Richtungen zwischen den Knochenstrahlen von außen nach innen. Das zellige Gewebe, welches die Knochen mit den Häuten verband, und die Räume zwischen den Knochenstrahlen strotzten von einer steifen, klebrigen, farblosen, schleimigen Flüssigkeit, die genau mit der in den Kanälen der Knorpel der cylindrischen Knochen enthaltenen übereinkam.

17) Derselbe Gefäßreichthum der Hautbedeckungen bei einem eingespritzten 7monatlichen Fötus; zwischen der Kopfhaut und dem Schädel eine gallertige Flüssigkeit, welche die Knochen  $\frac{1}{4}$ '' weit von den Bedeckungen entfernte. Diese Flüssigkeit war röthlich und leicht wahrzunehmen. Auf Glas gelegt verminderte sich ihr Umfang durch Ausschwitzen einer hellen Flüssigkeit sehr bald, unterm Mikroskop erschien sie sehr gefäßreich. Unfreitig war diese Substanz das beim Fötus sehr lockere, zellige Pericranium, in welches sich, von den injicirten Gefäßen aus, eine seröse Ausschwitzung ergossen hatte,



wenn gleich die stärkste Vergrößerung keine deutliche Spur eines häutigen Gewebes zeigte. Ein Theil dieser gefälsreichen Gallert wurde auf Glas einer gelinden Wärme ausgesetzt, wobei sich bald ein wässeriger Dunst entwickelte, die Gallert die Gestalt einer getrockneten Haut annahm und die eingespritzten Gefäße unverändert blieben. Bei vergleichender Untersuchung der harten Hirnhaut fand sich ein auffallender Unterschied.

An der äußern Fläche des Schädels anastomosirten die vielfach geschlängelten Gefäße äußerst häufig, hier gingen alle kleineren Zweige von den größern Aesten unter beinahe rechten Winkeln ab, und durchschnitten als gerade Streifen die größern Gefäße. Die kleinern waren in diesem und einem jüngern Embryo an vielen Stellen stark ausgedehnt oder zerrissen und die eingespritzte Masse in das Zellgewebe getreten.

### III. F o l g e s ä t z e .

1) Die ersten Verknöcherungsspuren an den langen Knochen der Säugthiere werden von den Pulsadern auf die innere Fläche der Beinhaut abgesetzt, und bilden einen hohlen Cylinder. Diese Knochenform findet sich früher als eine Spur von Knorpel.

2) Später geht, des schnellern Fortganges wegen, eine Veränderung vor. Es bildet sich ein Knorpel, der vermöge seiner Structur, und wegen der sich in ihm entwickelnden, mit gefälsreichen, eine gallertige Substanz absondernden, Häuten bekleideten Höhlen und Kanäle hiezu sehr geeignet ist, und zugleich die künftige Gestalt des Knochenendes bestimmt, indem auch in ihm selbst die Verknöcherung anhebt.

3) Knorpel kann nach den mikroskopischen Untersuchungen als eine, in den Zwischenräumen eines sehr elastischen, halbdurchsichtigen, netzförmigen Gewebes, welches höchst wahrscheinlich eine Art Gallert ist, niedergelegte, zartkörnige Eiweißsubstanz bestimmt werden.

4) Von dem Anfang der Knochenbildung aus Knorpel an dauert dieselbe bis zur Vollendung nach demselben

**Typus fort**, und die Entwicklung der Anfätze, so wie ihre Vereinigung mit den Knochenenden, werden durch dieselben Mittel bewirkt.

5) Die Knochensubstanz der Röhrenknochen wird in Gestalt dünner röhrenförmiger Platten abgesetzt, eine Anordnung, welche sich am meisten zu den nachherigen Umwandlungen ihrer äussern und innern Gestalt eignet.

6) Die Haargefäße zwischen Knorpel und Knochen liefern den phosphorlauren Kalk, allein das Hauptmittel zur Vergrößerung des Cylinders und der allmählichen Structurveränderungen des wachsenden Knochen scheint bloß der mechanische Druck zu seyn, welchen die abgeforderten Flüssigkeiten in den Markhöhlen der Knochen ausüben und der nach den verschiedenen, durch die Blutbewegung gegebenen Bestimmungen nach verschiedenen Richtungen wirkt, eine Vermuthung, die sich vorzüglich auf die Unfähigkeit des Zusammendrückens der Flüssigkeiten stützt.

7) Die am besten zur Verknöcherung sich eignende Art des Kreislaufs ist eine sehr langsame und einförmige Bewegung des Blutes durch die Haargefäße; und die vielfachen Biegungen der kleinen Pulsadern im Pericranium, die große Dünne und der rechtwinklige Abgang der kleinen Pulsadern der harten Hirnhaut, die eigenthümliche Anordnung der häutigen Scheiden der Knorpelkanäle, die etwas mehr als einen bloßen Haargefäßskreislauf anzudeuten scheinen, können als deutliche Mittel zu jener Art der Blutbewegung angesehen werden.

8) Bei Bildung der Röhrenknochen bildet die verknöchernde Fläche größere und kleinere röhrenförmige Platten, eine nicht wesentliche Anordnung, weil in mehreren frühern Verknöcherungsperioden, und eben so da, wo das Wachsthum langsam geschieht, die größeren durchaus fehlen.

9) Der einzige bestimmte Nutzen der größeren Röhren ist die Vermehrung der durch das Knochengewebe sich bewegenden Blutmenge Behufs der Beschleunigung des Wachsthums, denn sie sind bei schnell wachsenden Thie-



ren in der grössten, bei langsam reifenden in geringerer Menge vorhanden, finden sich und fehlen bei demselben Thiere, nach Maassgabe der periodischen Verschiedenheiten in Hinsicht auf grösere oder geringere Schnelligkeit der Entwicklung.

10) Bei der Bildung der Röhrenknochen und solcher breiter Knochen, welche sich auf Knorpeln bilden, wird die Knochensubstanz zuerst um die äussern Oeffnungen der kleinern Röhren und blos hier, abgesetzt. Dies ergibt sich am deutlichsten aus der Betrachtung der Entwicklungsverschiedenheiten der Vögelknochen.

11) Bei den breiten Schädelknochen verhält es sich anders. Hier wird die Knochensubstanz in ungleichen Massen, unregelmässig, einzeln, wie zum nachherigen Gebrauch, abgesetzt. Diese verbinden sich bald mit dem mittlern Knochentheile, nehmen in demselben Verhältnisse an Dicke ab als an Breite zu, bis sie völlig mit dem erftgebildeten Knochen verschmelzen.

12) Die Einfachheit in der Entwicklung der Schädelknochen begünstigt vorzüglich die Meinung, dass verschiedentlich abgeänderter Druck eines der Hauptmittel bei der Bildung ist, denn hier muss der einförmige, wenn gleich gelinde Druck vom Antrieb des Kreislaufes aus und die beständige Vergrößerung der Theile im Schädel als das einzige Mittel zu Vollendung dieses, anfänglich unvollkommnern Bildungsprocesses angesehen werden.

13) Das Gefüge der Knochen ist nicht blättrig, sondern netzförmig, und der phosphorsaure Kalk wird in die Räumchen abgesetzt. Vorzüglich deutlich zeigen dies in allen Lebensperioden die zarten Vögelknochen, was mit *Scarpa's* Versuchen übereinstimmt, der diesen Bau durch Wegnahme des erdigen Knochentheiles, wie ich vorzüglich durch Zerstörung des gallertigen, nachwies.

---

Nachträglich zu dem vorstehenden Aufsatze hat derselbe Verfasser einen Aufsatz in dem siebenten Bande der med. chir. Transactions 1816 unter der Aufschrift: Mikroskopische Untersuchungen über den Bau der Knochen

(S. 387 — 403.) geliefert, von dem ich seiner Weitſchwei-  
 gigkeit wegen nur den weſentlichen Inhalt liefere.

Knochen, welche in querer und longitudinaler Rich-  
 tung durchſchnitten werden, zeigen Kanäle von verſchie-  
 dener Größe, welche nicht, wie man gewöhnlich an-  
 nimmt, bloß Gefäße durchlaſſen, ſondern zugleich, und  
 in weit bedeutenderer Menge, Mark enthalten, und deſ-  
 halb bedeutend größer als die in ihnen enthaltenen Ge-  
 fäße ſind. Dieſe Kanäle ſind deſto weiter und communi-  
 ciren deſto freier unter einander, je näher ſie ſich an der  
 Markhöhle der Knochen befinden, ſind dagegen nach  
 außen kleiner, wenn ſie gleich vielleicht hier eben ſo  
*häufig* communiciren. Die kleinſten ſowohl als größten  
 Kanäle ſcheinen mit einer Haut bekleidet, in welcher die  
 Gefäße verlaufen, welche das in den Kanälen enthaltene  
 Mark, gerade wie das allgemeine zarte Markorgan das in  
 der großen Markhöhle enthaltene Mark, abſondern. Zwar  
 ſieht man dieſe zarte Haut nicht in friſchen, ausgewach-  
 ſenen Knochen, allein ihre Anweſenheit wird durch die  
 Glätte und den Glanz der Kanälchen in calcinirten Kno-  
 chen im höchſten Grade wahrſcheinlich. Wahrſcheinlich  
 nimmt man dieſe Membran in ausgewachſenen Knochen  
 wegen der Beſchränktheit des Kreislaufes des rothen Blu-  
 tes in ihnen nicht ſo gut wahr, denn in Fötusknochen,  
 wo die Kanäle und Gefäße verhältnißmäßig weit größer  
 ſind, wurde die Membran oft glücklich, wenn gleich  
 nie ganz vollſtändig eingepulvert und ihr Zuſammenhang  
 mit der Markmembran nachgewieſen. Dieſe Nachweiſung  
 der viel größeren Weite der Kanäle als der in ihnen ent-  
 haltenen Blutgefäße iſt beſonders deſhalb wichtig, weil  
 ſich daraus ergibt, daß der Blutlauf in den Knochen ſo  
 frei vor ſich gehen kann als in weichen Theilen, und die  
 Thätigkeit der Gefäße, wie hier, erhöht werden, Ent-  
 zündung eintreten kann, was nicht der Fall ſeyn würde,  
 wenn die Kanäle die Gefäße eng umſchloſſen.