

## II. Wissenschaftliche Mittheilungen.

### 1. Ueber den Bau und über die Entwicklung des Knorpels bei den Elasmobranchiern.

Von Prof. C. Hasse in Breslau.

Dritte Mittheilung.

War bisher der Bau und die Entwicklung des unverkalkten Knorpels Gegenstand kurzer Betrachtungen, so will ich jetzt in wenigen Strichen ein Bild der so sehr interessanten und vor allem auch bezüglich derselben Vorgänge bei den höheren Thierclassen wichtigen Erscheinungen der Knorpelverkalkung entwerfen.

Ich will dabei einige Sätze voranstellen, die mir wesentliches Interesse zu haben scheinen.

Ob die Verkalkung einen Spindelzellknorpel, einen reinen Vorknorpel, einen gemischten oder einen sogenannten echten, hyalinen Knorpel trifft, allemal geht dieselbe ohne directe Betheiligung der Zellen in der Grundsubstanz vor sich.

Dasselbe zeigt sich bei der Verkalkung chondroblastischen Gewebes.

Darin liegt meiner Ansicht nach das unterscheidende Merkmal gegenüber dem Verknöcherungsprocess, der gerade unter lebhafter directer Betheiligung der Zellen vor sich geht. Der Verkalkungsprocess ist demnach eine Wiederholung der Vorgänge bei der Ausbildung der hyalinen Grundsubstanzen, bei der ebenfalls eine directe Betheiligung der Zellen ausgeschlossen erschien. Uebrigens schliessen sich die Vorgänge bei der Verkalkung innig den bei der Verknöcherung sich abspielenden an.

Eine weitere wichtige Thatsache ist die, dass die Verkalkung immer nur in den Ernährungswegen des Knorpels, in den leicht imbibirbaren prochondralen Grundsubstanzen vor sich geht.

Dieselbe lässt, soweit ich gesehen, die etwa vorhandenen Zellkapseln unberührt und ebenso die hyaline Grundsubstanz. Die letztere bleibt entweder als solche bestehen, oder sie geht zu Grunde, wird gleichsam resorbirt.

Dieses geschieht jedoch, abermals ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal von der Verknöcherung, ohne directe Beihülfe der Zellen

durch eine Massenentwicklung der leicht imbibirbaren, prochondralen Grundsubstanz an der Verkalkungsgrenze im Inneren des hyalinen Knorpels.

Da nach meiner Auffassung in jedem echten, hyalinen Knorpel Reste der ursprünglichen, prochondralen Grundsubstanz in Gestalt eines ausserordentlich dünnwandigen Alveolenwerks vorhanden sind, so trifft die Massenentwicklung dieses von der Verkalkungsgrenze aus. Dieselbe geht mit einer Verdrängung, einer Auflösung oder Resorption der hyalinen Grundsubstanz, sei diese total oder partiell, Hand in Hand (endochondrale Verkalkung). Ob dabei die Ausbreitung der prochondralen Substanz um jede einzelne Knorpelzelle und ihren hyalinen Hof oder um Territorien derselben und secundäres Eindringen zwischen die Bestandtheile derselben stattfindet, ist ganz gleichgültig, eben so, ob bei dieser territorialen Ausbreitung der vorknorpeligen Grundsubstanz und deren Verkalkung ein Hineindringen in die eingeschlossenen hyalin-knorpeligen Massen unterbleibt und diese somit unverkalkte Inseln darstellen.

Die Verkalkung im Hyalinknorpel geht nun, ob dieselbe von der Peripherie gegen das Centrum oder von dem Centrum gegen die Peripherie vorschreitet, folgendermassen vor sich:

In der sich ausdehnenden, prochondralen Grundsubstanz treten gewöhnlich zuerst Kalkkrümeln auf. Die Ablagerung derselben kann aber auch aus mir unbekanntem Gründen fehlen. Jedenfalls machen dieselben einer nachdringenden homogenen Verkalkung Platz. Mit dem Vorschreiten dieser zwischen die in ihren hyalinen Höfen eingebetteten, eingekapselten Knorpelzellen oder Zellterritorien zeigt sich eine schichtweise Auflösung der hyalinen Grundsubstanz und mit derselben Hand in Hand gehend an der Peripherie der homogenen Verkalkung eine lamellöse Ablagerung homogener Kalkmasse, welche gegen die Zellkapsel vorschreitend dieselbe umschliesst, nachdem der letzte Rest der hyalinen Grundsubstanz resorbirt oder in vorknorpelige Grundmasse rückgewandelt worden ist. Es kann dabei zur Ablagerung von Kalkkrümeln auf der Kapsel kommen, vielleicht auch zu einer Einlagerung, allein eine eigentliche homogene Verkalkung derselben glaube ich ausschliessen zu dürfen. Verkalkung des Hyalinknorpels mit Kalklamellen um die Zellkapseln, seien dieselben einzeln oder in Gruppen gelagert und umfasst.

Ein anderes Bild bietet die Verkalkung eines Knorpels dar, dessen Knorpelzellen prochondrale Höfe eingebettet in ein Alveolenwerk hyaliner Grundsubstanz zeigen. Es lagern sich dabei gewöhnlich zuerst in dem prochondralen Hofe und zwar anfänglich an der Oberfläche der Zellkapsel Kalkkrümeln ab, die darauf einer homogenen Ver-

kalkung Platz machen. Darauf wird die hyaline Grundsubstanz meistens aber nicht gänzlich verdrängt oder resorbirt oder umgewandelt, indem die vorknorpliche Grundsubstanz schichtweise und excentrisch vorschreitend lamellös verkalkt. Wir bekommen auf diese Weise einen geschichteten, an der Verkalkungsgrenze knollenartigen Kalkknorpel mit sternförmigen Zwischenräumen, welche durch Reste der hyalinen Grundsubstanz ausgefüllt sind.

An dem gemischten Knorpel, bei dem die prochondrale Grundsubstanz gewöhnlich ebenso stark entwickelt ist wie die hyaline, zeigt sich namentlich häufig bei der Verkalkung von der Oberfläche her (periostale Keile der Plagiostomen), dass dieselbe bloss die prochondrale Grundsubstanz ergreift, dass dieselbe dabei meistens homogen mit fehlender Kalkkrümelablagerung ist, und dass die hyaline Substanz um die Zellen herum unverändert bestehen bleibt, nicht resorbirt wird. Dabei geht der Verkalkungsprocess um jede einzelne Zelle herum vor sich, so dass sich ein äusserst zierliches, regelmässiges Kalkmaschennetz bildet.

Was ferner die Verkalkung des Knorpels betrifft, der Bindegewebsfasern in sich schliesst (Bindegewebsknorpel), so gestehe ich, dass ich recht zweifelhaft bin, ob eine Verkalkung der Bindegewebsfasern, sei es durch Krümelablagerung, sei es durch homogene Verkalkung, stattfindet, und ob sie nicht vielmehr einfach umschlossen werden und unverkalkt bestehen bleiben.

Die Verkalkung des ausschliesslich prochondrale Grundsubstanz enthaltenden Knorpels (Vorknorpel), wie er an der Oberfläche der Wirbelsäule und namentlich der Bogen vorkommt, findet, sei es mit oder ohne vorherige Krümelablagerung, durch die ganze Grundsubstanz bis auf die Zellkapseln statt, die dann einzeln oder in Gruppen umschlossen werden können.

Zu dieser Form der Verkalkung gesellt sich dann noch eine Verkalkung chondroblastischen Gewebes, wie ich sie nennen möchte, eine chondroblastische, wobei die subperichondralen Zellen Zwischenzellmasse bilden, ohne sich zu encystiren, Zellkapseln zu produciren. Diese verkalkt homogen und die eingeschlossenen Zellen behalten ihre abgeplattete Gestalt.

Diese Verkalkung ist dieselbe wie die des Spindelzellknorpels, in welcher Form auch immer dabei die Grundsubstanz auftritt, ob homogen, streifig oder faserig. Auch bei diesem, der niederen Form des Vorknorpels, erscheinen ja die Zellen nicht encystirt. Derselbe verkalkt in seiner Grundsubstanz entweder durch Krümelablagerungen oder homogen und lässt sich namentlich schön bei *Chimaera* und einigen anderen Elasmobranchiern nachweisen.

Dies sind in kurzen Zügen die Vorgänge bei der Verkalkung des Knorpelgewebes, woraus erhellt, dass die Diffenzirung niemals die Function des fertigen Gewebes, der hyalinen Grundsubstanz und der eingekapselten Knorpelzellen, sondern eines werdenden, eines embryonalen Bestandtheiles, der prochondralen Zwischenzellmasse ist, ohne deren Vorhandensein oder ohne deren Ausbildung, wenn man die Existenz desselben bei dem echten hyalinen Knorpel läugnen wollte, eine Verkalkung nicht vorkommt. Das ist abermals eine wichtige Stütze für den allgemeinen in der zweiten Mittheilung niedergelegten und für die pathologische Anatomie und Physiologie wichtigen Satz über das Entstehen neuer Gewebsformen ausschliesslich aus Bildungs-, aus embryonalen Bestandtheilen, nicht dagegen aus fertigem Gewebe.

Wie Knochenwachsthum und Knochenbildung nicht stattfinden kann, ohne dass Osteoklasten und Osteoblasten, embryonale Zellelemente sich bilden, die die alte fertige Substanz, den verkalkten Knorpel verdrängen, so kann eine Neubildung verkalkten Knorpels nicht stattfinden ohne Bildung einer prochondralen Grundsubstanz, die dann häufig zur gänzlichen Vernichtung der hyalinen führt.

Mit diesen Mittheilungen will ich nun keineswegs Alles erschöpft haben, sondern nur zeigen, dass auf dem Gebiete des Knorpels noch Vieles zu erforschen ist, dass wir erst am Anfange der Erkenntnis stehen, und dass dieses Gewebe noch gründlicher erforscht werden muss, namentlich in vergleichender Beziehung, als es bisher geschehen ist. Ich halte unsere bisherigen Kenntnisse nicht für ausreichend und sollte das in Zukunft anders werden, und findet man eine Anregung in diesen Mittheilungen, denen bald ausführlichere, mit Abbildungen versehene in meinem grösseren Werke folgen sollen, so bin ich belohnt. Einzelnes von dem, was hier vorgebracht worden ist, wird vielleicht durch genauere Forschung geändert werden und das ist ja bei einem so schwierigen und complicirten Objecte nicht zu verwundern, um so mehr weil noch eine grosse Lücke vorhanden ist und das ist der Mangel einer ausgedehnten, vergleichend histologischen Untersuchung über die erste Entstehung des Knorpels, welche ich in der Richtung erwarte, welche Dr. Strasser mit Glück eingeschlagen hat.

Zum Schluss mache ich darauf aufmerksam, dass für etwaige Nachuntersuchungen nicht die jüngeren Haiformen *Acanthias*, *Mustelus* etc. sich empfehlen, sondern dass die älteren *Notidaniden* *Spinax*, *Centrina*, *Scyllium*, *Rhinobatus*, *Trygon*, *Lamnidae*, *Carcharidae* in Betracht gezogen werden müssen.

Breslau, den 21. Juni 1879.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1879

Band/Volume: [2](#)

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

Artikel/Article: [II. Wissenschaftliche Mittheilungen 371-374](#)