

## XII.

# Zur Kenntnis der Ausheilungsbefunde bei Arthritis deformans, besonders im Bereiche ihrer Knorpelursen, nebst einem Beitrag zur Kenntnis der lakunären Knorpelresorption.

Von

Prof. Dr. Gustav Pommer in Innsbruck.

(Hierzu Taf. II, III, IV u. 1 Textfig.)

Auf den Bestand von Ausheilungsvorgängen bei Arthritis deformans kann jedenfalls schon die Verdichtung hinweisen, die bei ihr an den Schliffflächen zutage tritt, und es sprach auch bereits Hermann Meyer, auf Grund der Versuche, die er gemeinsam mit Hilty anstellte, ganz allgemein aus, daß „eine jede in das Innere des Knochens dringende Läsion mit einer gewissen Notwendigkeit eine sekundäre Kallusbildung nach sich zieht“<sup>1)</sup>.

In neuerer Zeit stieß Walkhoff auch bei Untersuchung porotischer Schliffflächen, und zwar im Bereiche echter Frakturen, auf die Befunde von „ausgedehnten Heilungsvorgängen“<sup>2)</sup>.

Über die Vorgänge, die zur Ausheilung von Gelenkknorpelursen führen, finden sich in den grundlegenden Untersuchungen A. Weichselbaums, „Über die senilen Veränderungen der Gelenke und deren Zusammenhang mit der Arthritis deformans“<sup>3)</sup>, soweit ich die einschlägigen Veröffentlichungen überblicke, die ersten bestimmteren Angaben. Nach der Schilderung, die Weichselbaum von ihnen entwirft, können bei Stillstand der Zerknorpelung des Gelenkknorpels, bevor durch Tieferdringen der Usurierung der Knochen entblößt ist, „Ränder und Basis des Defektes sich glätten, und wir haben dann gewissermaßen ein geheiltes ‚Knorpelgeschwür‘ vor uns. Der Grund desselben wird entweder von einem Gewebe ausgekleidet, das sich fürs freie Auge vom Knorpelgewebe nicht unterscheidet, oder von einer Fortsetzung der Synovialis, die dann auch vaskularisiert sein kann. Aber auch nach Entblößung des Knochens kann es zur Heilung des Defektes kommen, wobei der letztere von einer Membran überzogen wird, die entweder von der Synovialis oder vom Bindegewebe der Haversschen oder Markkanäle stammt“. Weichselbaum führt des weiteren noch aus: „Die Gefäße, die sich auf solchen geheilten Knorpel- oder Knochengeschwüren

<sup>1)</sup> H. Meyer, Ein Wort über Atrophia concentrica ossium und Malum senile. Ztschr. f. rat. Med., N. F. 6. Bd., 1855, S. 145.

<sup>2)</sup> Walkhoff, Über Arthritis deformans. Verh. d. D. Path. Ges. 9. Tagung zu Meran 1905, S. 232.

<sup>3)</sup> Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien 1877, III. Abt., 75. Bd., S. 193 ff.

finden können, entstehen nie selbständig im Knorpel, wie es von mancher Seite behauptet wurde, sondern stammen entweder von den Gefäßen der Synovialis, was gewöhnlich der Fall ist, oder von den Gefäßen der Haversschen Kanäle. Diese Abstammung läßt sich häufig schon mit freiem Auge, sonst aber immer durch das Mikroskop unzweifelhaft nachweisen<sup>1)</sup>.

Beiderlei Ausheilungsbefunde fanden dann jüngst in meinen „Mikroskopischen Befunden bei Arthritis deformans“<sup>2)</sup> ihre Erörterung und bildliche Darstellung; sie trugen zu der darin<sup>3)</sup> vertretenen Überzeugung bei, daß durch progressive Vorgänge verschiedener Art, durch solche von reaktiver und unter Umständen auch durch Vorgänge von ausgesprochen regenerativer Natur, jene Veränderungen bei Arthritis deformans zur Entstehung kommen, die von manchen Untersuchern im Sinne Zieglers eine regressive und metaplastische Deutung erfahren haben.

Hierfür boten sich mir Belege in den verschiedenen knöchernen und knorpeligen Kallusgewebsbildungen dar, die ich im Bereiche der Schlifffläche der Fälle D und E antraf<sup>4)</sup>, und auch in dem Befunde von Knorpelerneuerung, den ich an der Einknickungs- und Zersplitterungsstelle der Knorpelur des Falles H aufnahm<sup>5)</sup>.

Weiter gehören hierher auch jene Ausheilungsbefunde, die ich a. a. O. S. 157, 158 von dem Gebiete der Fovea capitis femoris zweier Fälle nebenbei erwähnte, und die bei ihrer Eigenart noch eine gesonderte Darstellung verdienen würden, nämlich die zur örtlich beschränkten Arthritis deformans zu rechnende beiderseitige Femurkopfveränderung eines neunjährigen Mädchens und die des linken Femurkopfes eines 59 Jahre alten Mannes, bei dessen Obduktion — wie ich bereits a. a. O. S. 157 anführte — seinerzeit weiland Prof. Emanuel v. Hibler Mangel des Lig. teres feststellte; die nähere Untersuchung ergab später, daß in diesem Falle zugleich, unter Ausbildung einer subchondral lagernden abgekapselten Blutungszyste, eine auffällige Wachstumssteigerung des betreffenden Femurkopfes eingetreten war.

Im besonderen aber wären hier die Befunde kallusartiger Gewebsbildungen und faseriger Narben am Grunde der Knorpelursen in Betracht zu ziehen, wie ich solche von den Fällen K und M beschrieben und abgebildet habe<sup>6)</sup>, und zwar handelt es sich dabei, was den Fall K anlangt, um jene Befunde,

<sup>1)</sup> Weichselbaum, 1877, a. a. O. S. 211.

<sup>2)</sup> Denkschriften d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien 1913, Bd. 89.

<sup>3)</sup> a. a. O. S. 163 (Punkt 10 der Ergebnisse). Vgl. auch meinen Vortrag „Die chronische deform. Gelenkentzündung vom Standpunkt der neuzeitlichen Forschung aus“, Sonderabdr. aus den Sitzungsber. des naturw.-medizin. Vereins zu Innsbruck, Bd. XXXV, 1914 (in Kommission bei Wagner, Innsbruck) S. 17/18 ff.

<sup>4)</sup> Siehe a. a. O. Fig. 39, 49, 51, 52 bzw. S. 152, 153, 158, 159 (Punkt 7 und 9 der Ergebnisse).

<sup>5)</sup> Siehe a. a. O. Fig. 56, 56 a bzw. S. 118.

<sup>6)</sup> a. a. O. Fig. 62, 63, 64 bzw. Fig. 74, 75 (vgl. Anm. zu S. 124, 125, auch 136, ferner S. 236, 237, 241 und Punkt 5 der Ergebn., S. 141 ff., auch S. 143, 145).

die der laterale Knorren des linken Femur im Gebiete der großen Knorpelur der Facies patellaris darbietet.

In vorliegender Mitteilung soll nun mein a. a. O.<sup>1)</sup> gegebener Bericht über die Knorpeluren bei Arthritis deformans und über ihre Folgezustände durch eine eingehendere Darlegung jener Ausheilungsbefunde ergänzt werden, die sich im besagten Falle am medialen Knorren, im Bereiche seiner (a. a. O. S. 145 Textfig. 19 dargestellten) Knorpelur bei näherer Untersuchung ermitteln ließen. Anbei zur Veranschaulichung der makroskopischen Verhältnisse das photographische Bild des gemeinten Knorrenendes (des linken Femur des Falles K),

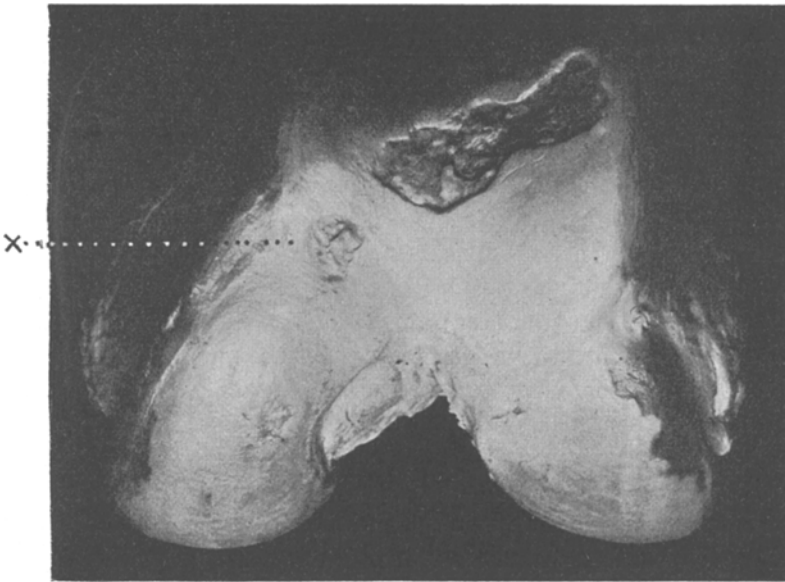


Fig. 1.

an dem die hier zu erörternde Knorpelur des medialen Knorrens mit × bezeichnet ist.

Die besonderen Eigenheiten, die die Knorpelur des medialen Knorrens auszeichnen, sind bereits in meinen „Mikroskopischen Befunden“ (Anm. zu S. 124 und 125) hervorgehoben. Sie rechtfertigen gewiß ihre gesonderte Darstellung in diesem Nachtrage zu jener Veröffentlichung und bestehen in Kürze gesagt darin, daß an der betreffenden kleinen, teils flach-, teils steilrandig erscheinenden Substanzverluststelle die Gelenkknorpelfläche von dem Höcker einer knotigen Erhebung überragt wird, deren Grundteil von einem spongiös gebauten, mit der übrigen Knorrenspongiosa einheitlichen Knochenbuckel gebildet ist.

<sup>1)</sup> Punkt 4 und 5 der Ergebn., S. 132 ff., 140 ff.

Durch diesen in seiner Besonderheit vereinzelt Befund unter den vielen sonstigen von mir aufgenommenen sah ich mich, wie ich bereits a. a. O. bemerkte, an die von H. Meyer<sup>1)</sup> vor langer Zeit beschriebenen maulbeer- oder warzenartigen Erhebungen des Gelenkknorpels erinnert, denen er für den Vorgang der Schliffflächenbildung viel Bedeutung beimaß. Denn H. Meyer, der bei der Durchschneidung solcher Erhebungen fand, „daß die Markraumbildung sich in die Höcker fortsetzt“, stellte sich vor, daß durch ihre Abschleifung sehr bald, besonders wenn solche Höcker auf beiden Gelenkflächen entstanden sind, die Markräume eröffnet werden bzw. eine schnelle Abnutzung des ganzen Gelenkendes eintritt. Nach seiner Ansicht entstehen sie aber „durch ein erneutes Wachstum des Gelenkknorpels mit nachfolgender Verknöcherung, gewissermaßen also durch eine Rejuveneszenz des Gelenkknorpels“<sup>2)</sup>.

Diese Auffassung, der sich Nüscheler<sup>3)</sup> anschloß, teilte insofern auch Volkmann, als ja nach ihm ebenfalls an den Kontaktflächen durch ossifizierende knotige Hyperplasiestellen des Gelenkknorpels das Zustandekommen von Schliffflächen erleichtert wird<sup>4)</sup>; einigermaßen sind hier aus neuerer Zeit auch Nichols und Richardson anzuführen, die zur Erklärung einschlägiger Befunde ein „Überwachstum“ des Gelenkknorpels annahmen, jedoch beziehen sie es auf gesteigerte Tätigkeit des Perichondriums<sup>5)</sup>.

Von diesen Anschauungen der Autoren weicht die Auffassung wesentlich ab, zu der ich bei der Untersuchung der knotigen Erhebung an der besagten Usurstelle des medialen Femurknorrens (des Falles K) gelangte. Ich vermochte ihren Höcker durchaus nicht den in wirklichem Sinne hyperplastisch zu nennenden Knorpelanschwellungen beizuzählen, die ich ja nur unter gewissen örtlichen Bedingungen, so in der Grenzrinne großer Randwulstbildungen (vgl. a. a. O. S. 127) antraf; ich sprach mich bereits dort (nämlich a. a. O. Anm. zu S. 124, 125) dahin aus, daß die Oberflächenteile des in seinem Grundgebiet verknöcherten Knorpelhöckers „einerseits der Abscheuerung, andererseits den unter Vaskularisation von den Spongiosaräumen aus sie einnehmenden Vernarbungsvorgängen verfallen“ sind.

Bei eingehender Untersuchung dieser Usurstelle und ihres Höckers läßt sich über jeden Zweifel erheben, daß letzterer tatsächlich nicht ein Restgebiet des ursprünglichen oder des örtlich hyperplastisch gewordenen Gelenkknorpels dar-

<sup>1)</sup> H. Meyer, Beiträge zur Lehre von den pathologischen Verknöcherungen. Ztschr. f. rat. Med., Bd. I, 1851, S. 89, 90.

<sup>2)</sup> H. Meyer, a. a. O., 1851, S. 91.

<sup>3)</sup> Nüscheler, Einige Worte über die Bedeutung der pathologischen Veränderungen im Gelenkknorpel. Ztschr. f. rat. Med., Bd. 6, N. F., 1855, S. 139, 141.

<sup>4)</sup> R. Volkmann, Krankheiten der Bewegungsorgane. Handb. d. allg. u. spez. Chir. von Pitha und Billroth, Bd. II, 2. Abt., Stuttgart 1865—1882, S. 265.

<sup>5)</sup> Nichols und Richardson, Arthritis deformans. Journ. of med. research, vol. XXI, Nr. 2. Boston 1909. S. 180, vgl. Fig. 44, 46, Pl. XVII.

stellt, dessen Grundteile sich hier verknöchert finden. Denn bei den knorpeligen Oberflächenanteilen jenes Höckers handelt es sich augenscheinlich und wesentlich um sekundär, unter den Scherwirkungen der Gelenksfunktion zustande gekommene Knorpelgewebsbildungen.

Als Bildungen regenerativer Natur haben sie und die daneben im Höcker anzutreffenden Knochengewebsstrecken, die nach embryonalem Typus gebaut sind, samt den sich hier findenden Gefäß- und Bindegewebsentwicklungen ihren Ursprung aus einem Keimgewebe genommen, und zwar aus einem, das teils der hierher vorgreifenden Ausbreitung des Synovialgewebes entstammt, teils in den Markräumen des Knochenbuckels wurzelt, welcher letzterer allerdings in diesen Grundteilen der Usurstelle seinerzeit durch Ossifikation der basalen Gelenkknorpelschicht entstanden ist. Im Sinne der funktionellen Theorie der Arthritis deformans ist dabei anzunehmen und wird auch durch den schon erwähnten einheitlichen lamellosen Bau und durch den Fettmarkgehalt dieses Knochenbuckels bezeugt, daß er sich allmählich ausbildete, und zwar entsprechend jenen Beeinträchtigungen der Knorpel elastizität, die wir im Bereiche der Knorpel usurierung und der sie bedingenden örtlichen degenerativen Knorpelveränderungen voraussetzen müssen.

Wie sich im Verlaufe der weiteren Erörterungen ergeben wird, ist das untersuchte Gebiet des medialen Femurknorrens nicht nur hinsichtlich seiner Ausheilungsbefunde, sondern auch betreffs des Umstandes von Belang, daß es in so ausgesprochenem Maße den wesentlichen Unterschied belegt, der zwischen löcherig-grubigen Resorptionsusuren und durch Abscheuerung faserig verfallender Stellen bedingten Abnutzungsusuren besteht<sup>2)</sup>.

Besonders angezeigt erscheint ein näheres Eingehen auf die Befunde der hier dargebotenen Usurstelle auch noch mit Rücksicht auf die Vielfältigkeit ihrer Bilder lakunärer Knorpelresorption und Wechselbaumscher Lücken, wie sich solche namentlich in reichlichem Maße im flach auslaufenden (medialen) Teile der Usur und im Bereiche der steilen Durchsetzungsgrenze des Gelenkknorpels, lateralwärts von der Höckerbildung antreffen lassen. Es wird mir dadurch Gelegenheit geboten, zur Kenntnis jener von Wechselbaum<sup>1)</sup> zuerst beschriebenen Art der Knorpelresorption einen Beitrag zu liefern, die, abgesehen von meinen eigenen einschlägigen Darlegungen (vgl. a. a. O. S. 133, 135) bisher nur zu wenig Beachtung gefunden hat.

Endlich dürfte auch noch die auffällige Übereinstimmung gewisser mikroskopischer Befunde, über die ich hier zu berichten habe, mit denen bei Ausheilung von Knorpelverletzungen und bei freien Gelenkkörpern die Mitteilung dieser Befunde zu rechtfertigen vermögen.

In ihre Schilderung, zu der ich mich nun wende, werde ich zugleich die Be-

<sup>1)</sup> Vgl. Punkt 4 der Ergebnisse meiner mikr. Befunde bei Arthritis deformans, a. a. O. S. 132 ff., im besonderen S. 133 u. 135.

<sup>2)</sup> a. a. O. 1877, S. 214, 220, 223, 225, 226.

schreibung der sie veranschaulichenden Mikrophotogramme einflechten, die, gleichwie die Schnittserie selbst, von dem Institutspräparator Nikolaus Bock angefertigt wurden <sup>1)</sup>.

\*                      \*

Bevor ich das eigentliche Veränderungsgebiet bespreche, sei zunächst darauf hingewiesen, daß — wie schon die beigefügte Textfigur erkennen läßt — ein großer Teil des in Betracht gezogenen medialen Knorrens von auffälligen Veränderungen ausgebildeter und ausgebreiteter Arthritis deformans überhaupt frei ist.

Dementsprechend zeigt ein (bei vierfacher Lupenvergrößerung in der Fig. 1 Taf. II dargestellter, in Glycerin eingeschlossener) Durchschnitt durch die unteren hinteren Knorrenanteile an der Knorpelknochengrenze — bis auf eine geringe Strecke des medialen und auch des lateralen Randgebietes — einen gleichmäßigen Verlauf; nur in diesen Randgebieten, namentlich im medialen, fallen an ihr einige Einsenkungen und Vorbauchungen auf, denen entsprechend auch der Gelenkknorpel Unebenheiten seiner (von dem blaßgefärbten Einbettungszelloidin sich abhebenden) Oberfläche bemerken läßt. Bei manchen der Einsenkungen der Knorpelknochengrenze handelt es sich dabei wohl augenscheinlich um Einbiegungen des sehr atrophischen Knochengebälkes.

In diesen Gebieten ist auch bei Anwendung entsprechender stärkerer Vergrößerung in der oberflächlichsten Knorpelschicht keine auffällige degenerative Veränderung der Grundsubstanz, wohl aber die solchen Randstrecken an sich zukommende, in die Faserung der Synovialis überführende, parallelfaserige Streifung zu erkennen. Sowohl in diesen Randgebieten, wie auch in den übrigen oberflächlichen Schichten des Knorpels, die sich in geringerem Maße durch Hämatoxilin gefärbt zeigen, und ebenso auch in den tieferen Knorpelbezirken, deren Grundsubstanz stärkere, dunkle Hämatoxylinfärbung annahm, erweist sich durchweg die Kernfärbbarkeit der Knorpelzellen vollends gut erhalten. Es gilt das nicht nur für die Präparate von Art der Fig. 1 auf Taf. II, sondern auch für die der übrigen noch zu besprechenden Übersichtsbilder, die aber bei der zu ihrer Aufnahme angewandten schwächeren Vergrößerung die Zellkerne begreiflicherweise nicht erkennen lassen. Dies ausdrücklich hervorzuheben, möchte ich, in Hinblick auf die irrige Vorstellung gewisser Autoren, nach der eine Nekrose des Knorpels der Arthritis deformans zugrunde liegen soll, nicht verabsäumen.

Daß tatsächlich auch in dem auf Taf. II Fig. 1 dargestellten Gebiete des medialen Femurknorrens, und zwar in mittleren Bezirken, Anfangsstadien der Arthritis deformans vorhanden sind, läßt sich jedoch an diesem Übersichtsbilde insofern zeigen, als ja hier und da vereinzelte, durch strotzende Bluterfüllung dunkel

<sup>1)</sup> Bezüglich des zur Untersuchung angewandten Verfahrens sei hier eingeschaltet, daß zum Zwecke der Entkalkung, nach v. Ebners Methode, Kochsalzlösung, mit Salzsäure versetzt, in Anwendung kam. Die in den Tafelfiguren abgebildeten, nach Zelloidineinbettung hergestellten Schnittpräparate sind durchwegs mit Hämatoxilin und Eosin gefärbt und, wie bei der Beschreibung der einzelnen noch besonders bemerkt werden soll, teils in Glycerin, teils in Kanadabalsam eingeschlossen.

In betreff der Mikrophotogramme ist zu bemerken, daß sie mittels des großen Zeißschen mikrophotographischen Apparates des Institutes aufgenommen wurden, und zwar die Übersichtsbilder unter Verwendung des Anastigmatsystems 110 bzw. des Mikroplanares 20 ohne und mit Projektionsokular 2. Zur Herstellung der Figuren 8—12 und 15 auf Taf. III/IV wurde das Zeißsche Immersionssystem 1/7 " (3,5 mm, n. A. 0,9) verwendet.

erscheinende Gefäßschlingen zu erkennen sind, die durch die Verkalkungsregion des Knorpels hindurch in seine kalklosen Tiefenschichten vorgreifen. Erst bei stärkerer Vergrößerung wird bemerkbar, daß entsprechend diesen Stellen die Oberflächenregion des Gelenkknorpels im Bereiche der hier bestehenden Unebenheiten seiner Oberfläche die für die mikroskopische Diagnose der Arthritis deformans mit maßgebenden Anzeichen degenerativer Veränderungen in der Knorpelgrundsubstanz zeigt: so eine zumeist parallel mit der Oberfläche gerichtete, teils feine, teils gröbere Faserung, die sich im Bereiche mancher Zellbrutkapseln auch zu Zerklüftung steigert. Hierher zu rechnen ist wohl auch der Umstand, daß sich anderwärts in oberflächlicheren Gebieten eine Atrophie der Knorpelzellen zu kleinen kernhaltigen Resten bemerkbar macht, die in Spältehen liegen und, perizellulärer Höfe entbehrend, von der Knorpelgrundsubstanz unmittelbar umschlossen sind.

Es sei hier nebenbei bemerkt, daß die betreffenden mit Hämatoxylin gefärbten Präparate — entsprechend dem Umstande, daß das Objekt aus der Leiche unmittelbar in Alkohol gegeben wurde und darin aufbewahrt blieb — in der Knorpelgrundsubstanz innerhalb von Zellhöfen und darüber hinaus scharf begrenzte spindel- und doppelkeilförmige basophile Streifen aufweisen; also Pseudostrukturbilder, wie ich solche als „Zebrastrreifung“ in jüngster Zeit in der Weichselbaum gewidmeten Festnummer der Wiener med. Wochenschrift (1915, Nr. 6, S. 309 ff.) beschrieben und abgebildet habe.

Den auf Taf. II Fig. 1 dargestellten Knorrenanteilen fehlt es, entsprechend dem geringen Grade ihrer örtlich beschränkten Arthritis deformans-Veränderung, durchwegs an der Entwicklung von Randwulstbildungen.

Ebendasselbe gilt auch von den Knorrendurchschnitten im Bereiche der Knorpelusura, auf deren Besprechung ich nun im weiterfolgenden des näheren einzugehen habe.

Es sind in solchen Schnitten, wofür ich zunächst auf Taf. II Fig. 2 verweisen will (die den medialen Anteil des Knorrens in einem in Kanadabalsam eingeschlossenen Schnitt bei vierfacher Vergrößerung darstellt) die Veränderungen der Arthritis deformans auf einen Teil des Usurbereiches beschränkt, indem sich hier an Stelle des Gelenkknorpels in Form eines Buckels Knochengebälk entwickelt zeigt, von, mit der übrigen Spongiosa einheitlicher Bauart — wie bereits hervorgehoben wurde.

Dieser Knochenbuckel, dessen Höhenentwicklung, wie Taf. II Fig. 2 zeigt, etwa zwei Drittel und mehr von der Breite des Gelenkknorpels beträgt, ist zum Teil — medialwärts — durch den bis zu seiner Kuppe eindringenden Substanzverlust freigelegt, den die nach dieser Seite flach auslaufende Knorpelusura darstellt; lateralwärts führen seine Oberflächenteile zu der schon bei Betrachtung mit freiem Auge auffallenden knotigen Erhebung über. Letztere überragt als ein im Durchschnitt zapfenförmig gestalteter Höcker mit durchweg glatter Oberfläche (die sich in Fig. 2 auf Taf. II von der bedeckenden abgebläuten Einbettungsmasse des Zelloidins scharf abhebt) nicht nur die Usurstelle selbst, sondern auch die übrigen, lateralwärts sich anschließenden Gelenkknorpelstrecken.

Nach letzterer Richtung hin grenzt dabei den vorragenden Höcker eine beiläufig bis zur Fluchtlinie des Knochenbuckels eingreifende Furche von dem Gelenkknorpel ab; dieser ist bis zu der glatten Grubenoberfläche hin — wie die bei stärkerer Vergrößerung aufgenommenen Fig. 6, 7, 13 und 14 auf Taf. II, III u. IV zeigen — durch ein an Blutgefäßen und Zellen reiches Fasergewebe ersetzt, das mit dem Markgewebe des Knochenbuckels zusammenhängt und aus ihm heraus sich verfolgen läßt.

Ein damit übereinstimmendes und zusammenhängendes Fasergewebe, das vielfach in seinen tieferen Anteilen zellreiches atypisch gebautes Knorpel- und Knochengewebe neuer Bildung entwickelt hat, erfüllt und überdeckt manche Bezirke der oberflächlichsten Markräume des Knochenbuckels (siehe Taf. II Fig. 2 und 3, besonders aber Taf. III Fig. 7 und Taf. IV Fig. 14, auch 13).

Von der erwähnten Furche aus setzt sich das Fasergewebe als gefäßhaltige Vernarbungsmembran, die einzelne Schnitte (vgl. Taf. II Fig. 6) losgelöst zeigen, hauptsächlich nur über die laterale Fläche der knotigen Erhebung des Höckers fort; an dieser Membran ist hier aber bei Armut an Gefäßen ein Verdichtungsglanz auffällig, den man bei der stärkeren Vergrößerung der Figuren 6 und 8 (Taf. II bzw. III) gut erkennen kann; sie wurden von in Glyzerin eingeschlossenen, in angegebener Weise gefärbten Schnitten bei 26- bzw. 247 facher Vergrößerung aufgenommen.

Bei Weiterverfolgung der Vernarbungsmembran medialwärts, gegen die Usurstelle und den angrenzenden medialen Gelenkknorpelrand hin, läßt sich nicht verkennen, daß sie mit der hierher vorreichenden Synovialis der medialen Seitenfläche des Knorrens zusammenhängt. Dabei ist zunächst, im Bereiche der Knorpelusura, an ihre Stelle eine dünnere, kaum 8—15  $\mu$  messende, überwiegend zartfaserige, an Spindeln zellen reiche Lage getreten (vgl. Taf. III Fig. 9), innerhalb deren keine oder nur sehr wenige zarte Kapillargefäße vorhanden zu sein scheinen, und die nur stellenweise ein dichteres hyalines Aussehen zeigt. Weiter medialwärts, und so auch in dem durch die Schnittführung losgehobenen faserigen Streifen Taf. II Fig. 2, ist dafür eine beträchtlich breitere, sogar 0,25 mm messende Fasergewebsschicht anzutreffen, von der die Fig. 10, 11 Taf. III und 12 auf Taf. IV Vorstellung geben. Diese Fasergewebsschicht, in der hier und da die Durchschnitte ziemlich starkwandiger Gefäßchen sichtbar sind, entspringt augenscheinlich aus der starrfaserigen und gefäßreichen bis zu 0,39 mm breiten Synovialis am Gelenkknorpelabhang.

Im Gegensatze zu den bisher besprochenen medialwärts gegebenen Befunden hat sich lateralwärts über die steile Durchsetzungsgrenze des Gelenkknorpels hinaus, von dem hier vorgreifenden endostalen Fasergewebe her, keine derartige die Knorpeloberfläche lakunär usurierende gefäßhaltige Fasergewebsschicht entwickelt und ausgebreitet; hierher, in der Richtung gegen die Fossa intercon-



dyloidea zu, läßt sich keine Fortsetzung des Vernarbungsmembranüberzuges der Höckererhebung verfolgen (vgl. Taf. II, III und IV Fig. 6, 7, 13, 14, 15).

Bei dieser Sachlage ist also bezüglich der Abstammung der Vernarbungsmembran vor allem an die Synovialis zu denken und die Annahme nahegelegt, daß im wesentlichen aus ihr, aber unter Mitbeteiligung des endostalen Faserwebes, die über die Knorpeloberfläche sich ausbreitende Membran entstanden ist. Wo sie, wie im Bereiche des Knochenbuckels, bzw. der darüber vorgewachsenen Höckererhebung — die wohl im wesentlichen endostaler Herkunft sein dürfte — in besonderem Maße unter funktionellen Einwirkungen stand, erlitt sie, unter Atrophie und Gefäßverlust: Verdichtung und Hyalinisierung, während sie hingegen im übrigen die angrenzenden Knorpelstrecken durch lakunäre Resorption usurierte. Zu ganz übereinstimmenden Auffassungen geben auch die anderen durch dieses Gebiet des medialen Knorrens gelegten Schnitte Anlaß, wie Fig. 3, 4 und 5 auf Taf. II erweisen<sup>1)</sup>.

Die auf Taf. II Fig. 4 und 5 dargestellten Schnitte treffen nur mehr die Grenzteile des Buckels und dementsprechend auch nur mehr geringe Anteile der ihn bzw. die Gelenkknorpelfläche überragenden Höckererhebung.

Schon bei der vierfachen Lupenvergrößerung der Figuren 4 und 5 ist erkennbar, daß in ihrem Gebiete das Gebälk des Knochenbuckels nicht mehr so wie in Fig. 2 und 3 Taf. II medialwärts zum größeren Teil bis an die Oberfläche vorreicht; es zeigt sich in den Figuren 4 und 5 sein Knochengebälk nur in beschränkter Höhe und Ausdehnung ausgebildet und dabei noch von einer mehr oder minder breiten Gelenkknorpelschicht überdeckt, in der durch Bildung von Wucherungsgruppen der Zellen und durch Quellungs- und Faserungsveränderungen der Grundsubstanz auf degenerative Zustände des Gelenkknorpels hingewiesen wird.

Noch besser ersichtlich sind diese Veränderungen der besagten Gelenkknorpelstrecke bei der 26fachen Vergrößerung, mit der ein Schnitt (von der Art des in Figur 4 dargestellten) in Fig. 6 auf Taf. II wiedergegeben ist. Hierbei wird auch deutlich, daß sich an solchen Schnitten dieses Knorpelveränderungsgebiet lateralwärts unter der Höckererhebung hinüber durcherstreckt und daß hierher an manchen Stellen, von den fettmarkhaltigen Markräumen des Knochenbuckels aus, Blutgefäße vorgreifen; um letztere herum haben sich bereits zum Teil Knochengewebsscheiden entwickelt.

Derartige Reste noch erhalten gebliebenen, aber in dargestellter Weise abgeänderten Gelenkknorpels lassen Schnitte von der Art der Figur 2 und auch 3 im ganzen Bereiche, oder wenigstens an der Kuppe des Knochenbuckels, völlig

<sup>1)</sup> Es handelt sich bei den Fig. 3 und 4 Taf. II um in Glyzerin eingeschlossene Schnitte, während der Schnitt der Fig. 5 Taf. II in Kanadabalsam liegt. Die in diesen Figuren innerhalb mancher Markräume in Erscheinung tretenden Substanzlücken sind durch Gasblasenbildung bei etwas zu rasch durchgeführter Entkalkung und durch die damit gegebene Verdrängung des Markgewebes verursacht.

vermissen, wie die Fig. 7 auf Taf. III beweist, die das betreffende Gebiet des Schnittes der Figur 2 bei 29 facher Vergrößerung wiedergibt.

Wir sehen in dieser Fig. 7 auf Taf. III den lamellös gebauten Balken des Knochenbuckels nur wenige, vereinzelte, unscharf begrenzte Streifchen und Feldchen vom ausgesprochen atypischen Bau zellenreichen Knorpels neuer Bildung aufgepflanzt; überwiegend aber zeigen sich die oberflächlich liegenden Balken und Markräume des Knochenbuckels von entschieden mehr knochenähnlichen, an embryonal gebautes Knochengewebe erinnernden sehr zellenreichen Gewebsbildungen besetzt und eingenommen; ihre Grundsubstanz geht medial- und lateralwärts in die Faserung der Vernarbungsmembran über und läßt hier und da, besonders lateralwärts, zahlreiche, sonst aber nur vereinzelte, Blutgefäße aus den fettmarkhaltigen Markräumen in die oberflächlichen Gebiete durchtreten und verfolgen.

Dementsprechend weist, wie schon erwähnt, nur das Fasergewebe, das lateralwärts von dem Knochenbuckel und von dem ihm aufsitzenden Höcker den Gelenknorpel vertritt, einen großen Reichtum an klaffend offenen weiten Blutgefäßen auf, die zumeist von ziemlich zartem Wandbau sind. Im Bereiche der Höckererhebung selbst und ihres Wurzelgebietes sind hingegen — gleichwie im Bereiche der oberflächlicheren Gebiete der Markräume des Knochenbuckels, über die vorhin berichtet wurde — überwiegend nur mehr geringe Reste von mehr oder minder zusammengefallenen und leeren Blutgefäßen nebst Restspuren solcher vorhanden, deren Wand in der sie einschließenden Grundsubstanz der chondroid und osteoid gebauten Gewebsbildungen aufgeht. Alles das deutet auf den Einfluß mechanischer Druckwirkungen hin oder auf die Wirkung des Wachstumsdruckes seitens des chondroiden und osteoiden Gewebes neuer Bildung, aus dem der besagte Höcker besteht. Es ist hierfür auf die Figur 7 (Taf. III) zu verweisen, in der nur mehr im Grundgebiet des Höckers an zwei Stellen Gefäße in Form der Länge nach angeschnittener Spalträume deutlich sichtbar und erhalten sind.

In diesem Schnitte macht sich auch — wie unter solchen Gefäßverhältnissen und der damit gegebenen örtlichen Verkümmern des Blutkreislaufes begreiflich ist und die Figur 7 deutlich erkennen läßt — die Entwicklung ausgedehnter Verkalkungsgebiete innerhalb des in seinem Bereiche völlig gefäßlosen Kuppenteiles der Höckererhebung bemerkbar.

Mehr Gefäßbahnen zeigt das Höckergewebe nur in der Schnittebene der Fig. 6 Taf. II — abgesehen von den Anzeichen solcher, die sich schon bei Lupenvergrößerung in den Schnitten der Fig. 3 und 4 Taf. II wahrnehmen lassen — und es ist (und zwar besser bei Anwendung stärkerer Vergrößerung als bei der für Fig. 6 verwandten) wahrzunehmen, daß in diesem Schnitte die dichte Grundsubstanz des Höckers drei Spalträume enthält, in deren zellenarmem, faserigem Inhalt noch Gefäßwandreste erkennbar sind.

Während stellenweise, so besonders unterhalb dieser drei verödeten Gefäße, ferner zum Teil auch medialwärts im Endgebiet des Höckers, sein Gewebe sich in vorgeschrittenem Maße

verdichtet und zugleich zellarm, ja zellos erweist, ist namentlich in seinem Wurzelgebiete und auch im tieferen Teile der medialen Vorrangung des Höckers, gleichwie zwischen den besagten drei Gefäßräumen und unter der bereits besprochenen dicht fibrösen Überkleidungsmembran des Höckers, der Gehalt an Zellen in seinen Gewebsbildungen verhältnismäßig reichlich.

In vereinzelter Oberflächenbezirken des Höckers, so bei + in Fig. 6 Taf. II läßt die strichförmige oder reihige Anordnung spindelig Zellen daran denken, daß es hier zur Verödung kapillarer Gefäßchen kam. Davon abgesehen zeigt übrigens die Figur 6 nur noch im Gebiete ihrer medialwärts gewendeten Vorrangung unter ihrer glänzend dichten Bekleidungsmembran die Lichtung eines durchschnittenen Gefäßes.

Wie das von einer ziemlich entsprechend liegenden Oberflächenstelle der medialen Höckervorrangung aufgenommene Bild Taf. III Fig. 8 erkennen läßt, kann es in der Nachbarschaft solcher Gefäße unter der dichten Überkleidungsmembran zur Entstehung ungeordneten Knochengewebes kommen. Die Struktur des letzteren sticht schon an sich von dem übrigen mehr an Faserknorpeltextur erinnernden Gewebsbau dieses Höckergebietes deutlich ab und ist überdies davon, wenigstens teilweise, durch eine lakunäre Kittlinie geschieden. Auch innerhalb der Nachbarschaft der tiefer liegenden Gefäßraumgegenden des Höckers (siehe Taf. II Fig. 6), ferner auch in Schnitten von der Art der in Fig. 7 abgebildeten bietet sich besonders bei stärkeren Vergrößerungen das histologische Bild von ungeordnet gebautem, reichlich groß- und plumpzelligem Knochengewebe dar, das aber zumeist ohne Abgrenzung, mit allmählichen Übergängen — die mit v. Ebner<sup>1)</sup> „nur als räumliche und nicht als genetische aufzufassen“ sind — in die übrige mehr faserknorpelige Substanz des Höckers ausläuft.

Diese kallusartige Mannigfaltigkeit der Befunde im Bereiche des Höckers läßt keine andere, sondern nur die schon angedeutete Annahme zu, daß an dieser Stelle das hierher vorgreifende endostale und synoviale Gewebe unter dem Einfluß besonderer Druck- und Abscheurungswirkungen stand, wiesolche sich bei Aufrechterhaltung der Funktion des Gelenkes ergaben; unter ihrem Einfluß kam es zur Ausbildung dieses Höckers, überhaupt zu den Eigentümlichkeiten seines Baues und auch zu den an ihm und an seinem Vernarbungsmembranüberzuge zutage tretenden Veränderungen. Außerhalb seines Bereiches und der schon erwähnten Stellen des endostalen Fasergewebes, in seinem Wurzelgebiete, erscheinen nicht die Vorbedingungen zur Entstehung ungeordneten Knochengewebes und zu der von Knorpelgewebe neuer Bildung gegeben. Es fehlt an solchen Entwicklungen sowohl medialwärts, im Gebiete der die Knorpelur überkleidenden Fortsetzung der Vernarbungsmembran, als auch lateralwärts von der Höckererhebung, an der steil abfallenden Grenzlinie, in der hier das gefäßreiche endostale Fasergewebe den Gelenkknorpel durchsetzt. In den letztgenannten Gebieten des Gelenk-

<sup>1)</sup> v. Ebner, Über den feineren Bau der Knochensubstanz. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss., III. Abt., 72. Bd., 1875, Sonderabdruck S. 83.

knorpels nehmen hingegen hauptsächlich Befunde lakunärer Knorpelresorption und auch Weichselbaumscher Lückenbildungen unsere Aufmerksamkeit in Anspruch; diese sollen nun im folgenden unter Zugrundelegung der Fig. 9 bis 15 auf Taf. III und IV ihre nähere Besprechung finden<sup>1)</sup>.

Bezüglich der Befunde, die sich im Bereiche der (medialen) Resorptionsursurstelle darbieten, sei auf die Figuren 9, 10, 11 und 12 hingewiesen. Die erstere, Fig. 9, zeigt bei 217facher Vergrößerung einerseits eine tief eingreifende Resorptionsbucht, in die, zwischen einer Anzahl hier liegender, eckiger und ästiger Zellen, erhalten gebliebene Fäserchen der Knorpelgrundsubstanz hineinreichen, anderseits eine Anzahl von seichten Resorptionsmulden, in denen der Knorpelgrundsubstanz unmittelbar und ziemlich dicht die Spindelzellen der hier ganz zarten Fortsetzung der Vernarbungsmembran anliegen. Inletzterer Gegend der Fig. 9 Taf. III, aber ziemlich weit entfernt von der muldigen Oberfläche, hat die Schnittführung auch eine als Weichselbaumsche Lückenbildung gekennzeichnete ovalrundliche Aufhellungsstelle getroffen, die, nach ihrer Form zu schließen, einem Knorpelzellgebiet entspricht und innerhalb deren nebst erhalten gebliebenen Fäserchen der Perizellulärsubstanz eine Gruppe kleiner verästigter Zellen liegt, von der Art solcher, die Weichselbaum als Chondroklasten bezeichnete<sup>2)</sup>.

Auch Fig. 10, 11 Taf. III und 12 Taf. IV, die bei ungefähr 230-, 370- bzw. bei 390 facher Vergrößerung aufgenommen sind, belegen, daß es unter der in verschiedener Mächtigkeit entwickelten synovialen Überkleidungsmembran zu weitreichender Ausbildung ziemlich tief eingreifender Resorptionsbuchten kam, die in ihrem ganzen Verhalten jener bei Fig. 9 an erster Stelle hervorgehobenen entsprechen. An keiner dieser Buchten bietet sich aber, so wie in Figur 9, ein unmittelbarer Anlaß zur Annahme dar, daß eine im Knorpelzellbereich entstandene Lückenbildung die Ausbildung dieser Resorptionsbuchten vorbereitet haben könnte oder dabei beteiligt wäre. Denn es fehlt den in Fig. 10, 11, 12 abgebildeten Resorptionsstellen im Bereiche der ihnen benachbarten Knorpelzellen und -zellgruppen völlig an Veränderungen, die solchen Lückenbildungen entsprächen. Im Gebiete mancher der Resorptionsbuchten zeigen sich Knorpelzellen samt ihren Knorpelsubstanzhöfen und auch ähnlich gestaltete aber zellose klumpige Ballen starr homogener Knorpelsubstanz der Resorption entzogen und inselförmig erhalten geblieben (siehe Fig. 10), oder es ragen Knorpelzellgruppen in sich schließende Substanzhöfe als erhalten gebliebene Vorsprünge in die Resorptionsbuchten hinein vor (vgl. Fig. 12, auch einzelne Stellen der Fig. 10 und 11).

Befunde solcher Art werden wohl seinerzeit Weichselbaum veranlaßt haben, die fort-

<sup>1)</sup> Fig. 9—15 auf Taf. III und IV wurden durchweg von Schnittpräparaten aufgenommen, die behufs deutlicherer Darstellung ihrer Strukturverhältnisse in Glycerin eingeschlossen sind.

<sup>2)</sup> a. a. O., 1877, S. 238 bzw. 220—226.

satzreichen Zellen, die entsprechend ihrer Lage innerhalb der Resorptionsgrübchen und -lücken von ihm als Chondroklasten betrachtet wurden, in seiner 1877 veröffentlichten Arbeit (a. a. O. S. 225) ausschließlich nur von den Proliferationszellen der Synovialis herzuleiten.

Später aber überzeugte sich bereits Weichselbaum — allerdings nicht auf dem Gebiete der Arthritis deformans, sondern bei der Fortsetzung seiner Arbeiten auf dem Gebiete der fungösen Synovitis <sup>1)</sup>, — daß an der lakunären Resorption des Gelenkknorpels, an dem Prozeß der Lückenbildung im besonderen, „auch die eigentlichen Knorpelzellen aktiven Anteil nehmen“. Nach Weichselbaum entstehen dabei die Lückenhohlräume „stets aus den Knorpelzellenhöhlen dadurch, daß die sich verjüngenden Knorpelzellen infolge ihrer Vergrößerung und der Entwicklung von Fortsätzen die Kapseln zum Schwinden bringen und durch ihre fortschreitende Vermehrung die Knorpelhöhlen mehr und mehr erweitern. Auf diese Art“, fügt Weichselbaum bei, „werden unsere Zellen gewissermaßen zu Chondroklasten, durch welche die Grundsubstanz des Knorpels in ähnlicher Weise eingeschmolzen wird, wie die Knochensubstanz durch die Ostoklasten“ <sup>2)</sup>. Unter solcher „Beteiligung der Knorpelzellen“ wird dabei, nach Weichselbaum, „die Grundsubstanz des Knorpels entweder durch Bildung von Hohlräumen konsumiert oder aufgefaser“ <sup>3)</sup>.

Anknüpfend an letztere Angabe Weichselbaums sei hier nun zunächst, ehe ich zu den Befunden der Fig. 13, 14 und 15 der Taf. IV und zur Erörterung der übrigen Möglichkeiten übergehe, die betreffs des Vorganges der Knorpelresorption bestehen, auf eine Tatsache hingewiesen, die sowohl an der tief eingreifenden Resorptionsbucht der Fig. 9 Taf. III als auch an denen der Fig. 10, 11 Taf. III und 12 Taf. IV (und auch im Bereiche der Weichselbaumschen Lücke der Fig. 9) sich ausgeprägt zeigt. Es ist dies die Tatsache, daß im Bereiche dieser Buchten (und auch der besagten Lückenbildung der Fig. 9) ein reichlicher Teil der Fibrillen der Knorpelgrundsubstanz noch erhalten sich zeigt, und daß hier demnach die Resorption unvollständig bleibt, indem augenscheinlich die Auflösung der Knorpelfibrillen mit der ihrer Kittsubstanz nicht Schritt hält. Im Gegensatz hierzu zeigt sich dies wohl eingetreten an den in Fig. 9 sich darbietenden seichten Resorptionsmulden, wo die Knorpelsubstanz ohne Zurücklassung von Fäserchen unter dem Einflusse der anliegenden Spindelzellen der synovialen Überhäutungsmembran zur Resorption gelangt.

Nach alldem lassen sich also am Gelenkknorpel Vorgänge der vollständigen und der unvollständigen Resorption unterscheiden, ähnlich wie dies bezüglich der lakunären Resorptionsvorgänge am Knochen der Fall ist.

Die Resorptionsbuchten der Figuren 9, 10, 11 und 12, innerhalb deren Knorpelsubstanzfibrillen erhalten bleiben, erinnern lebhaft an die von mir vor mehr als drei Jahrzehnten gefundene und des näheren untersuchte Abart der unvollständigen lakunären Knochenresorption, bei der innerhalb von Howshipschen Resorptionslakunen Fibrillen der Knochengrund-

<sup>1)</sup> Weichselbaum, Die feineren Veränderungen des Gelenkknorpels bei fungöser Synovitis und Karies der Gelenkenden. Virch. Arch. Bd. 73, 1878, S. 461 ff.

<sup>2)</sup> Weichselbaum, 1878, a. a. O. S. 468.

<sup>3)</sup> a. a. O., 1878, S. 473.

substanz der resorbierenden Wirkung der Ostoklasten auf verschiedene Strecken hin widerstehen und diese Zellen mit ihrem Protoplasma in die wimperigen Säume der Lakunen wie eingefilzt sein können<sup>1)</sup>.

Den letzteren Bildern der Knochenresorption entsprechende Befunde lassen sich aber an den Resorptionsusurstellen des Gelenkknorpels nirgends aufnehmen.

Schon Weichselbaum stellte fest, daß die lakunären Substanzverluste und die Lückenbildungen des Knorpels, die bereits er als eine besondere Art der Usurierung des Knorpels beschrieb und unterschied<sup>2)</sup>, allerdings nach ihrer buchtigen Form mit der lakunären Knochenresorption übereinstimmen, nicht jedoch bezüglich der in den Buchten liegenden Zellen; denn diese liegen ja nicht ihrem Rande, gleich Kollikers Ostoklasten „dem schwindenden Knochenrande, dicht an“; sie stellen „sehr fortsatzreiche, in rascher Vermehrung begriffene Zellen“ dar (Weichselbaum, 1877, a. a. O. 224 bzw. 223).

Übereinstimmend schildert Weichselbaum auch in seiner späteren Arbeit (1878) die Zellgebilde derjenigen Hohlräume, an deren Entstehung die Knorpelzellen aktiv beteiligt sind. Nach seiner Vorstellung wird durch „Vergrößerung“ der Zellen die „Kapselhöhle allmählich weiter, die Kapsel selbst schwindet und wir haben schließlich einen Hohlraum vor uns, in dem eine oder mehrere der früher erwähnten fortsatzreichen Zellen liegen“ (Weichselbaum, 1878, a. a. O. S. 467).

Zur Kennzeichnung des Unterschiedes, der zwischen diesen, von Weichselbaum als Chondroklasten bezeichneten Zellen und den Ostoklasten besteht, wäre auch noch auf eine frühere Angabe Weichselbaums (1877, a. a. O. S. 221) hinzuweisen, derzufolge die oft sehr zahlreichen und langen Fortsätze der betreffenden Zellen „vielfach verzweigt oder untereinander verschlungen“ sein können.

Letzterer Umstand könnte — nebenbei bemerkt — vielleicht die Annahme nahelegen, daß es sich auch bei den betreffenden von Weichselbaum in seiner Figur 11 (1877, a. a. O. Taf. IV)

<sup>1)</sup> Vgl. bezüglich dieser Bilder meine Abhandlung „Über die lakunäre Resorption in erkrankten Knochen“. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Bd. 83, III. Abt., Wien 1881, Fig. 1, 2, 3, 4, 9, 10, 16 und S. 3 (19) ff. bzw. Fig. 11, 22 und S. 9, 10 (25, 26) auch S. 19, 29—31, 107, (35, 45—47, 123).

In eben dieser Abhandlung führte ich den Nachweis, „daß die Übereinstimmung der Berührungsflächen der Zellen und der von denselben eingenommenen Resorptionsgrübchen als ein Kriterium der Ostoklasten anzusehen ist“ und daß nur solche in Resorptionsgruben liegende Zellen als Ostoklasten angesehen werden können, „von welchen jede in ein oder in mehrere Grübchen zugleich hineinpaßt“. A. a. O. S. 93 bzw. 92 (109 bzw. 108). Vgl. auch die einschlägigen Erörterungen in meiner 1883 in Virchow's Archiv Bd. 92 erschienenen Abhandlung „Über die Ostoklastentheorie“ S. 300, 452, 456, 468, 470, 473 ff. ferner Taf. X Fig. 1 und 3 und deren Erklärung S. 517.

<sup>2)</sup> Weichselbaum, 1877, a. a. O. S. 220.

dargestellten Lückenbildungen um aus Knorpelhöhlen hervorgegangene handelt, deren Hohlraumgrenzen etwa die Fortsätze der Zellen zu den auffallenden Verschlingungen nötigten.

Unter allen Umständen wird die Annahme, daß die Zellen der Resorptionsbuchten des Knorpels tatsächlich Knorpelzellen entstammen können, gleichwie durch Weichselbaums zweite Arbeit (siehe 1878, a. a. O. Taf. X Fig. 1 und 3 bei 1 bzw. ch) auch durch die vorhin erörterte Stelle der Fig. 9 auf Taf. III dieser Mitteilung belegt. Solche Bilder ermöglichen die Vorstellung, daß es sich dabei um Knorpelzellen handelt, die bei mehr oder minder vollständiger Auflösung der sie umschließenden Knorpelgrundsubstanz — von der unter Umständen Knorpelfibrillen erhalten bleiben — frei wurden und unter Vermehrung unregelmäßig verästigte Gestalt annehmen konnten.

Zur Erklärung der anderen in den Fig. 10, 11 Taf. III und 12 Taf. IV und auch an einer Stelle in Fig. 9 Taf. III sich darbietenden eingreifenden Resorptionsbuchten, die mehr oder minder den buchtigen Resorptionsbezirken in Weichselbaums Fig. 7, 8 und auch 12 (1877, a. a. O. Taf. III und IV) entsprechen, wird man aber wohl annehmen müssen, daß die innerhalb dieser Buchten lose liegenden unregelmäßig eckig und verzweigt gestalteten Zellen der Hauptsache nach synovialer Herkunft sind und gegen den Knorpel unter mehr oder minder vollständiger oder auch unvollständiger Resorption seiner Grundsubstanz vordringen.

Es erübrigt nun noch die Darlegung der Befunde von Knorpelresorption, die sich lateralwärts an der Grenze jener schon beschriebenen gefäßreichen Fasergewebusbildung darbieten. Auch hier, unter dem Einflusse dieser Fasergewebusbildung, die sich aus dem Knochenmarke vorerstreckt und seitlich vom Knochenbuckel und dem ihm aufsitzenden Erhebungshöcker den Gelenkknorpel steil durchsetzt, finden sich Belege für dieselben Vorgänge, auf welche die Befunde des bisher besprochenen medialwärts gelegenen Resorptionsusurgebietes zurückzuführen waren. Außerdem aber läßt sich in diesem Gebiete zeigen, daß es für den Vorgang der Knorpelresorption auch noch andere Möglichkeiten gibt.

Zunächst sei in dieser Beziehung — unter Hinweis auf Fig. 13 und 14 Taf. IV, die allerdings entsprechend ihrer 30 bzw. 50 fachen Vergrößerung von manchen Befunden nur Andeutungen geben — hervorgehoben, daß diesem steilen Durchsetzungsrande des Knorpels an einigen Stellen die lakunäre Begrenzung überhaupt mangelt. So in manchen tiefsten und auch oberflächlichen Bezirken, die zum Teil in unscharfer Begrenzung und mit Vorsprüngen in das Fasergewebfeld auslaufen. Dabei läßt sich bei stärkerer Vergrößerung leicht erkennen, daß auch hier aus dem Gelenkknorpel in das Fasergewebfeld hinein sich Fibrillen fortverfolgen lassen, bei denen es sich nur um der Auflösung entzogene, erhalten gebliebene Fibrillen der Knorpelgrundsubstanz handeln kann. In dieser Beziehung übereinstimmende Befunde bieten sich an der besagten steilen Durchsetzungsgrenze des Gelenkknorpels auch dort dar, wo sie flachgestaltete und, was stellenweise der Fall ist, tiefeingreifende Buchten zeigt.

Die Gebiete, die in den Figuren 13 und 14 dargestellt sind, weisen daneben noch insofern besondere Befunde auf, daß hier in der Nachbarschaft dieser den Gelenkknorpel steil durchsetzenden Resorptionsgrenzlinie in besonderer Reichlichkeit aus Knorpelhöhlen hervorgegangene Weichselbaumsche Lückenbildungen nachweisbar sind, und außerdem beteiligen sich auch an gewissen Stellen — wie die Figur 14 zeigt — die Knorpelzellen unter Schaffung anderer, ganz eigenartiger Bilder an den sich hier abspielenden Resorptionsvorgängen.

Was zunächst die Fig. 13 Taf. IV anlangt, so zeigt sie besonderen Reichtum an einzeln und auch an gruppiert liegenden zu Weichselbaumschen Lückenbildungen umgewandelten Knorpelzellhöfen in den mehr oberflächlich liegenden Anteilen des Gelenkknorpels und in ziemlicher Entfernung von der lakunären Resorptionslinie.

In anderen Schnitten, von denen die Figur 14 ein Beispiel gibt, fallen im oberen Randgebiet der steilen Durchsetzungsgrenze des Gelenkknorpels, dessen hyaline Grundsubstanz hier in die faserige Überhäutungsmembran des angrenzenden Furchenbezirkes ausläuft, im Bereiche mancher der hier spindelig gestalteten Knorpelzellen Aufhellungsfleckchen auf, denen bei aller sonstigen Ähnlichkeit mit Weichselbaumschen Lückenbildungen die scharfe Begrenzung und rund-ovale Form solcher abgeht.

Wie die Figur 15 der Taf. IV bei beiläufig 180facher Vergrößerung erkennen läßt, bleiben auch bei dieser fleckig streifigen Aufhellung in der Nachbarschaft der spindelförmig und auch eckig, ästig gestalteten Knorpelzellen manche Fibrillen der Knorpelgrundsubstanz erhalten, ganz ähnlich, wie dies in den Resorptionsbuchten der Fall ist, die unter der Überhäutungsmembran in die anstoßende Knorpelsubstanz eingreifen und augenscheinlich in sie unter Einbeziehung der Aufhellungsfleckchen vordringen.

Diese zuletzt beschriebenen Befunde — die zum Teil gewissen Stellen in Weichselbaums Arbeit aus dem Jahre 1878 ähneln<sup>1)</sup> — belegen ebenfalls, daß die Entstehung der Resorptionsbuchten des Knorpels durch unvollständige Resorptionsvorgänge im Knorpelzellenbereiche eingeleitet und vorbereitet oder wenigstens davon begleitet sein kann. Im Gegensatz hierzu wird durch manche der übrigen vorhin bereits gekennzeichneten Befunde dargetan, daß sich sowohl ähnliche unvollständige als auch vollständige Resorptionsvorgänge am Gelenkknorpel auch abspielen können, ohne daß sie durch solche fleckig streifige Aufhellung im Bereiche der Knorpelzellen oder durch perizelluläre Weichselbaumsche Lückenbildungen vorbereitet sind. Zu derartigen Resorptionsvorgängen kommt es augenscheinlich ebensowohl unter dem Einfluß gegen den Knorpel vorwachsender synovialer als auch endostaler Gewebsbildungen und -zellen.

<sup>1)</sup> Siehe a. a. O. Fig. 3, im oberen Gebiete.



Zur Vervollständigung der Beschreibung der Fig. 13 und 14 Taf. IV wäre schließlich noch nachzutragen, daß die betreffenden Präparate besonders in den tieferen Schichten der Gelenkknorpelgrundsubstanz Schrumpfstreifen und bänderungen aufweisen, die sich vielfach auch von der den Knorpel durchquerenden Resorptionsgrenzlinie aus in dessen Substanz hinein erstrecken. Wenn wir uns gegenüber diesen Bildern von Pseudostrukturen im Sinne Hansens<sup>1)</sup> fragen, wodurch sie „prädisponiert“ sein könnten, so drängt sich ohne weiteres die Annahme auf, daß hierfür wohl der Hauptteil einer quellenden und auflockernden Einwirkung des Saftstromes und dessen Steigerung innerhalb der Knorpelsubstanz von seiten des so gefäßreichen Fasergewebfeldes aus zukommt.

Ebensolchen Einwirkungen und der damit angebahnten Auflösung der Knorpelgrundsubstanz an sich oder vor allem ihres Kittsubstanzanteiles dürfte wohl auch bei den verschiedenen Vorgängen der vollständigen und unvollständigen lakunären Knorpelresorption und auch bei den sie vorbereitenden und begleitenden Veränderungen im Bereiche der Knorpelzellen eine besondere, entscheidende Rolle zuzuschreiben sein.

\*                      \*

Zum Schlusse seien nun noch einige Bemerkungen den Ähnlichkeitsbeziehungen gewidmet, die zwischen den erörterten Befunden der Resorptionsusuren des Knorpels sowie deren Ausheilung und anderen einschlägigen Tatsachen der Knorpelpathologie bestehen, wobei ich zunächst der Veränderungen gedenken will, die sich als Folgezustände ergeben, wenn dem Gelenkknorpel bei Tierversuchen oder durch zufällige Gewalteinwirkungen Verletzungen zugefügt werden.

In ersterer Beziehung ist da auf Q. Tizzonis Versuche hinzuweisen, bei denen er nach künstlichen Durchtrennungen von Gelenkknorpeln im Stadium der Reizreaktion außer Proliferation (und auch Atrophie einiger) der Zellelemente vom ersten Augenblick an eine Zerfaserung der Grundsubstanz unter ähnlicher Auflösung und Aufsaugung der die Fibrillen des Knorpels vereinigenden Kittsubstanz auftreten sah<sup>2)</sup>, wie sie von den geschilderten Resorptionsstellen vorhin anzugeben war. Nach der Beschreibung Tizzonis erzielte er auch Befunde, mit denen sich ohne weiteres gewisse von mir vorhin besprochene und dargelegte Ausheilungsbefunde in Parallele stellen lassen; denn das durch die Proliferation neu entstehende Gewebe zeigte nach seiner Angabe teils das Verhalten von Bindegewebe, teils von Faserknorpel<sup>3)</sup>, besonders ist aber hervorzuheben, daß er durch starke Reize eine Umbildung des Bindegewebes der Epiphysenmarkräume in Knorpelgewebe erfolgen sah<sup>4)</sup>. Eine nachträgliche Entwicklung von Knorpelgewebe auf Grundlage des Epiphysenmarkes beobachtete Tizzoni auch unter den Umständen

<sup>1)</sup> Hansen, *Anatom. Anz.* 1899, Bd. 16, S. 424; *Anatom. Hefte* 1905, Bd. 27, S. 784.

<sup>2)</sup> Qu. Tizzoni, *Sulla istologia normale e patologica delle cartilagini ialine*. *Arch. per le scienze mediche*, vol. 2, 1877, p. 42.

<sup>3)</sup> Vgl. a. a. O. p. 42, 43 und Fig. 16.

<sup>4)</sup> a. a. O. p. 43, Punkt 5, vgl. Fig. 12.

der Ausheilung per secundam intentionem, nachdem dabei zunächst aus dem Mark Bindegewebe geworden <sup>1)</sup>).

Auch bei den Tierversuchen Rimanns ließ sich neben der Entwicklung eines zellreichen Bindegewebsüberzuges aus dem Markgewebe in der Tiefe auch Knorpelbildung vorfinden <sup>2)</sup>).

Auch der Frakturversuche Kapsammers<sup>3)</sup> wäre hier zu gedenken. Sie bieten Bestätigungen dar für jene Befunde vorliegender Mitteilung, bei denen es sich, wie bei dem beschriebenen Erhebungshöcker, um die Neuentstehung von Knorpel- und Knorpelgewebe handelt und um ihre Übergangsbildungen mit den Eigentümlichkeiten des Callus, was Reichtum und Unregelmäßigkeit der Zellen und ungeordneten Grundsubstanzbau anlangt. Sie belegen auch besonders die mehr oder minder reichliche Entwicklung knorpelig gebauter Anteile in solchen Bildungen unter dem Einflusse der bei fortdauernder Gelenksfunktion bestehenden Druck- und Abscherungseinwirkungen und sind, indem sie im Zusammenhang mit einschlägigen Erfahrungen älterer Autoren den Einblick in die Bedingungen des Auftretens von Knorpel bei Kallusbildung fördern, auch für die Erklärung von Belang, die ich den in dieser Mitteilung dargelegten Befunden gab.

Endlich wäre noch darauf hinzuweisen, daß die Strukturbilder des Erhebungshöckers, der dem Knochenbuckel aufsitzt (siehe Taf. II Fig. 6 und Taf. III Fig. 7), auch in belangreicher Weise an die Befunde erinnern, die von freien Gelenkkörpern bekannt wurden; es erscheint damit die Annahme nahegelegt, daß gelegentlich freie Gelenkkörper auch so zur Entstehung gelangen können, daß solche Erhebungshöcker, die auf ausheilenden Knorpelulnuren bei Arthritis deformans sich entwickeln, mechanische Absprengung oder — falls es etwa zu ihrer Nekrotisierung gekommen wäre — das Schicksal von Sequestern erfahren. Bezüglich solcher Annahmen wäre z. B. die Gelenkmaus anzuführen, die Real<sup>4)</sup> in seiner Figur 11 abbildet.

Manche der Gelenkmäuse, die Real untersuchte, bieten mit den Befunden des hier von mir beschriebenen Erhebungshöckers auch durch die bindegewebig-fibröse Hülle Übereinstimmung dar, die er an ihnen des öfteren anführt und abbildet <sup>5)</sup>, und zu deren Erklärung von vornherein besonders an synoviale Gewebsausbreitungen zu denken ist <sup>6)</sup>.

<sup>1)</sup> Vgl. a. a. O. p. 43, Punkt 6 und 7 und Fig. 18.

<sup>2)</sup> Rimann, Experimenteller Beitrag zur Lehre von der Entstehung der echten freien Gelenkkörper. Virch. Arch. Bd. 180, 1905, S. 452.

<sup>3)</sup> Kapsammer, Zur Frage der knorpeligen Kallusbildung. Virch. Arch. Bd. 152, 1898, S. 160 und 161.

<sup>4)</sup> Real, Ein Beitrag zur Kenntnis der Gelenkkörper. I.-Diss. Zürich 1898. (Sonderabdruck aus d. D. Ztschr. f. Chir. Bd. 38.)

<sup>5)</sup> a. a. O. S. 29, 59, 61; vgl. Fig. 2, 3, 6, 8, 11.

<sup>6)</sup> (Die mikroskopischen Belegpräparate sind der mikroskopischen Zentralsammlung in Frankfurt a. M. überwiesen worden.)