

Anatomisch-histologische Untersuchungen über den Bau der Zehen bei Fledermäusen und einigen kletternden Säugetieren.

Ein weiterer Beitrag zur Kenntnis der Binde-substanzen.

Von

Josef Schaffer

in Wien.

Mit Tafel VIII—XI.

Nachdem bei einer Reihe von Vögeln an den Zehen histologisch, wie mechanisch höchst eigentümliche Einrichtungen nachgewiesen werden konnten¹, welche dazu dienen, die Griff-Beugstellung beim Sitzen oder Hocken des Vogels auf einem Aste automatisch festzuhalten, lag der Gedanke nahe, bei Säugetieren unter ähnlichen Bedingungen ähnliche Vorrichtungen zu suchen.

Für diese Überlegung kamen in erster Linie die Fledermäuse in Betracht, welche, an den Füßen aufgehängt, ihren Winterschlaf halten. Dabei müssen die Füße den sackartig herabhängenden Körper freischwebend tragen, oder es wird auch der Daumen mit zum Ankrallen benutzt; letzteres geschieht auch beim Klettern im wachen Zustande. In der Tat konnte, wie ich schon kurz mitgeteilt habe², O. GROSSER am Daumen, sowie an den Zehen bei einer Reihe von Fledermäusen Einrichtungen demonstrieren, welche große Ähnlichkeit mit den bei Vögeln beschriebenen zeigen. Wie GROSSER anlässlich einer Demonstration in der hiesigen morphologisch-physiologischen Gesellschaft bemerkte³, sollen sich diese Sperrvorrichtungen

¹ Eine Sperrvorrichtung an den Zehen des Sperlings (*Passer domesticus* L.) (Vorl. Mitt.) Biol. Centralbl. Bd. XXII. 1. Juni 1902. — Über die Sperrvorrichtung an den Zehen der Vögel usw. Diese Zeitschrift. LXXIII. Bd. 1903. S. 377.

² Anat. Anzeiger. Bd. XXIII. 1903. S. 478. Anm. 1.

³ Centralbl. f. Physiol. Bd. XVII. 1904. S. 647.

besonders am Daumen, aber auch an sämtlichen Zehen der hinteren Extremität im Bereiche der Grundphalanx finden und in ihrem Bau ungemein den von mir bei Vögeln beschriebenen Einrichtungen ähnlich sein.

Es liegt demnach hier eine sehr bemerkenswerte Convergenzerscheinung vor, die es wohl rechtfertigt, wenn ich im folgenden einige Beobachtungen über den feineren Bau der Zehen bei verschiedenen Fledermäusen¹ und andern kletternden Säugetieren mitteile. Die biologischen Voraussetzungen sind ja doch bei Vögeln und Säugern nicht dieselben, und so darf man auch Verschiedenheiten in der Ausbildung der Sperrvorrichtung bei den Säugern erwarten. Hauptsächlich sollten diese Untersuchungen jedoch weitere Aufschlüsse über Vorkommen, Verwendung und Bedeutung des vesiculösen oder blasigen Stützgewebes bei den Säugetieren — eine bisher kaum berührte Frage — bringen.

I. Chiropteren.

Der Einfachheit wegen gehe ich zunächst wieder von der Schilderung der Verhältnisse aus, wie sie sich an sagittalen Längsschnitten darbieten. Fig. 1, Taf. VIII stellt einen solchen durch den freien Daumen der vorderen Extremität von *Vespertilio murinus* dar. Die Sehne des *M. flexor pollicis* (*FS*) zeigt an ihrer Insertion an die Endphalanx (bei *I*) eine Umwandlung ihrer Zellplättchen in blasige Zellen, deren mit Hämatoxylin-Thonerde färbbare Kapseln dem Gewebe ein knorpelartiges Aussehen verleihen. Diese Zellen füllen ihre Kapseln auch an schlechter fixierten Objekten, z. B. aus Alkohol oder Formalin vollkommen und ungeschrunpft aus, erweisen sich also als typische vesiculöse oder blasige Zellen.

Eine solche Umwandlung der Sehnenzellen an Stellen, wo Sehnenfasern in Knochen einstrahlen, ist lange bekannt (*RANVIER*², *RENAUT*³); die Zellen wurden jedoch irrtümlich — so gelegentlich auch von mir⁴ selbst — für Knorpelzellen gehalten.

Heute wissen wir, daß es sich um eine besondere Form von

¹ Das Material verdanke ich größtenteils der Güte des Herrn Privatdozenten Dr. O. GROSSER, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche.

² Arch. de Physiol. T. VI. 1874.

³ Traité d'Histologie pratique. T. I. Paris 1888. p. 355.

⁴ Über die Fähigkeit des Periostes Knorpel zu bilden. Arch. f. Entwicklungsmech. Bd. V. 1897. S. 343.

Bindesubstanzzellen handelt, die in ihrer typischen Ausbildung von Knorpelzellen scharf zu trennen sind, jedoch vielfach Übergänge zu solchen zeigen können¹.

Vor dem Eintritt in den Knochen verkalkt dieses Gewebe in einer schmalen Zone.

Bemerkenswert ist, daß diese Insertion ventralwärts und ziemlich weit vor dem Drehpunkt des Gelenkes stattfindet, infolge einer eigentümlichen Gestaltung der Endphalanx. Diese ist seitlich stark komprimiert, besitzt dagegen an ihrer Basis einen auffallend großen dorso-plantaren Durchmesser, im Vergleich zu dem kleinen Gelenkköpfchen der Grundphalanx (vgl. Fig. 9). Da die Pfanne etwa nur die dorsale Hälfte an der Basis des Krallengliedes einnimmt, bildet die ventrale einen Vorsprung nach unten, an welchen sich erst die Beugesehne, denselben im Bogen umfassend, inseriert.

Im Gegensatz zu den Baumvögeln und vielen krallentragenden Säugetieren, bei denen die Endphalanx in der Ruhelage um 90° nach aufwärts gedreht erscheint, bildet ihre Längsachse bei den Fledermäusen mit jener der folgenden Phalanx höchstens einen sehr stumpfen, dorsalwärts offenen Winkel, so daß die stark gekrümmte Krallenspitze in der Ruhelage stark plantarwärts vorspringt. Die Fledermäuse benutzen ihre Füße ja wenig zum Gehen, die Krallen brauchen daher nicht durch starke Dorsalflexion vor Abnutzung geschützt zu werden, hingegen müssen sie stets zum Einhaken bereit sein.

Die leichte Dorsalflexion des Krallengliedes in der Ruhelage wird aber, wie bei den Vögeln, durch ein dorsales elastisches Band (*DE*) automatisch erhalten, welches fast der ganzen Grundphalanx entlang entspringt und sich mit der dünnen Strecksehne an den dorsalen Pfannenrand ansetzt.

In letztere erscheint knapp vor der Insertion ein Sesamknötchen (*SDE*) eingelagert, welches zur Vergrößerung der Gelenkpfanne beiträgt und histologisch insofern von Interesse ist, als es deutlich einen Übergang von blasigem Stützgewebe in echtes Knorpelgewebe erkennen läßt, worauf ich noch zurückkomme.

Zwischen der Insertion der Beugesehne und dem ventralen Pfannenrande findet (Fig. 2 bei *F'*) der Ein- und Austritt der mächtigen Digitalarterie und -vene statt, welche innerhalb des Krallen-

¹ Über das vesiculöse Stützgewebe. Anat. Anz. Bd. XXIII. 1903. S. 464.

glieders (Fig. 2) in der zuletzt von GROSSER¹ beschriebenen Weise unmittelbar ineinander übergehen.

Zwischen Sehneninsertion und ventralen Pfannenrand greift von beiden Seiten her auch noch die Nagelwurzel ein, so daß sie an paramedianen Längsschnitten dorsal von der Sehneninsertion getroffen erscheint (Fig. 2 *VNW*). Dieses Verhalten, das sich auch bei andern krallentragenden Säugetieren findet, war schon STANNIUS² bekannt; er hat die flügel förmigen Verbreiterungen an der ventralen Fläche des Krallengliedes (vgl. die Fig. 58, Taf. XXIII in der eben zitierten Arbeit von GROSSER), welche die Nagelwurzel umfassen, als Nagelscheide bezeichnet.

Die beträchtliche Verlagerung des Ansatzpunktes der Beugesehne plantarwärts bedingt aber auch einen ziemlich schrägen Verlauf der Sehne gegen die Basis der Grundphalanx. In Fig. 9 ist derselbe durch die punktierte Linie angedeutet, welche mit der Grundphalanx *PH* einen dreieckigen Raum begrenzt, der noch durch eine leichte, dorsad konvexe Krümmung der Phalanx vergrößert erscheint.

In diesem Raume erscheinen, teils in der Horizontalprojektion gesehen, größtenteils aber wirklich eine Reihe von Gebilden untergebracht, die hier zwischen Sehne und Knochen eine geschützte Lage finden. Das sind: der plantare Teil der weit nach rückwärts reichenden Gelenkkapsel (*SVE*), welcher eine fibröse Verdickung der letzteren darstellt, in der gelegentlich blasige Zellen verstreut erscheinen (Analogon des bei andern Tieren an dieser Stelle vorkommenden Sesamknotens); ein mächtiges elastisches Band (*VE*), welches vom proximalen Umschlagsrande der Gelenkkapsel, sowie von der plantaren Fläche der Grundphalanx hinter dem Gelenkköpfchen entspringend nach rückwärts zieht und in einer größeren Ausdehnung in den Rücken der Beugesehne einstrahlt; weiter, wie ebenfalls bereits GROSSER³ erwähnt, ein Paket dichtgedrängter VATER-PACINISCHER Körperchen, deren Zahl in einem Falle 10—12 betrug (Fig. 2 *L*); endlich ziehen durch diesen Raum die Digitalgefäße und -nerven. In einiger Entfernung von der Insertionsstelle tritt an der plantaren Oberfläche der Beugesehne ein eigentümlicher Belag auf (Fig. 1 *VK*), welcher in einem Falle eine Länge von 1.8—1.9 mm, in einem andern eine solche von 2.4 mm besaß, und an seiner höchsten Stelle in der

¹ Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystems der Chiropteren. Anat. Hefte. Bd. XVII. 1901. S. 170 u. f.

² Vergl. Anatomie d. Wirbeltiere. Berlin 1846. S. 356.

³ l. c. S. 174.

Mitte der Sehne eine Dicke von etwas über 50 μ erreichte. Er setzt sich am Durchschnitt (Fig. 4 *T*) ziemlich scharf von den darunterliegenden Sehnenbündeln (*S*) ab und verliert sich nach beiden Enden hin mit zugeschärftem Rande (*KBE*).

An der isolierten Sehne, von der Fläche betrachtet, zeigt dieser Belag (Fig. 3) eine unregelmäßig-endothelartige Zeichnung von kleinen und größeren, rundlichen, eckigen, meist aber senkrecht zur Längsrichtung (Fig. 3 *PD*) der Sehne stark verlängerten Feldern, welche von schmalen Spalten getrennt werden, die bei tiefer Einstellung wie helle Kittlinien erscheinen. Hier und da erscheint der Rand eines solchen Feldes etwas aufgewulstet, was der Oberfläche bei schwacher Vergrößerung ein rauhes Ansehen verleiht. Im allgemeinen ruft jedoch die Felderung an der Oberfläche kein besonderes Relief hervor, wie dies in so ausgesprochener Weise schon bei schwacher Vergrößerung z. B. an den Beugesehnen des Sperlings zu sehen ist. Mit andern Worten, es scheinen hier die höckerigen oder halbkugelförmigen Erhebungen, die organes cephaloides von RANVIER¹, zu fehlen.

In Wirklichkeit entsprechen jedoch den einzelnen Feldern am senkrechten Durchschnitt zungen- oder blattartige Erhebungen, die so dicht aneinandergedrückt sind, daß die trennenden Spalten nur da und dort deutlich zu sehen sind. Sämtliche Erhebungen endigen jedoch in der Regel in einer Fläche und so entsteht an Stelle des bei den Baumvögeln beschriebenen Reliefs von halbkugeligen Vorragungen (organes cephaloides) eine mehr endothelartige Zeichnung.

Ein weiterer Unterschied von den Vögeln ist der, daß diese blattförmigen Oberflächenbildungen nicht wie bei jenen distad, sondern in entgegengesetzter Richtung geneigt sind (Fig. 5).

Die wahre Form dieser Erhebungen habe ich erst an Objekten gesehen, die nach dem Winterschlafes getöteten Tieren entnommen worden waren.

Bei solchen Tieren zeigen eine Reihe von Geweben Veränderungen, welche wohl auf die während des Winterschlafes eingestellte Wasseraufnahme, bei fortdauernder, wenn auch sehr herabgesetzter Abgabe zurückgeführt werden müssen. An solchen Objekten erscheinen z. B. die blasigen Zellen in Rückbildung, die VATER-PACINISCHEN Körperchen bis auf kaum kenntliche Reste geschwunden, wie eingetrocknet (Fig. 1 *DL*) und die Spalten zwischen den Sehnen-

¹ C. R. Acad. Sc. Paris. V. CVIII. 1889. p. 433.

höckern treten deutlich hervor (Fig. 5 *Sp*). Sie trennen vollkommen zellenlose, zungenförmige Bildungen von längsstreifigem Ansehen, deren abgeflachte Enden in proximaler Richtung etwas umgebogen erscheinen (Fig. 5 *H*). Die Spalten werden von einer Grenzmembran ausgekleidet, welche sich auf die freie Oberfläche der Sehne fortsetzt und hier am Durchschnitt als glänzender Saum (Fig. 4 *M*) zu sehen ist.

Erst in der Tiefe des Sehnenbelages, wo die zungen- oder blattförmigen Oberflächendifferenzierungen zu einer fast hyalinen Masse zusammenfließen, welche in die faserige Sehnensubstanz übergeht, treten spärliche blasige Zellen auf, welche deutliche Zeichen der Rückbildung zeigen (Fig. 5 *B*, *B'*).

Anders fand ich das Verhalten bei einem im Beginne des Winterschlafes getöteten Tiere. Außer daß hier, wie erwähnt, getrennte Sehnenhöcker infolge ihrer dichten Aneinanderpressung kaum wahrgenommen werden können und dieselben nur einen oberflächlichen zellfreien Saum von ziemlicher Breite bilden (Fig. 4 *ZA*), der deutlich senkrecht gestreift erscheint, sieht man in dieser faserigen Grundsubstanz kaum färbare Zellreste von verschiedener Form, mit und ohne nachweisbare Kerne, Zellreste, die sich oft kaum mehr von der Grundsubstanz abgrenzen lassen.

Es handelt sich hier offenbar, wie ich dies an den Höckern verschiedener Vogelsehnen beschrieben habe, um eine Umwandlung von Zellen in Grundsubstanz.

Noch tiefer treten aber schön entwickelte, dichtgedrängte, aber meist isolierte, blasige Zellen auf (Fig. 4 *B'*), von denen viele mit DELAFIELDS Hämatoxylingemisch färbare Kapseln oder schmale Höfe besitzen.

An Formalinobjekten färben sich die Kapseln vieler dieser Zellen in stark verdünnter Thioninlösung metachromatisch, wie im echten Knorpel; die Zellen selbst füllen die Kapseln jedoch vollkommen ungeschrumpft aus.

Weitere, auf ein größeres Material ausgedehnte Untersuchungen werden zeigen müssen, ob diese geschilderten Unterschiede, wie es den Anschein hat, auf Veränderungen durch den Winterschlaf zurückzuführen sind oder auch nur auf individuellen Verschiedenheiten beruhen.

Eine neuerliche, fast bis an die Oberfläche reichende Ansammlung solcher blasiger Zellen findet sich an der dorsalen Fläche der Beugesehne weiter proximad, dort, wo sie über das Metacarpophalangealgelenk schleift (Fig. 1 *DK*).

An den Stellen dieser Einlagerungen erscheint die Sehne etwas verbreitert und abgeflacht. Diese Sehne läuft von ihrer Insertion an scheidenlos, einfach in einem Spaltraum zwischen Haut und dem Knochen mit seinen ventralen Weichgeweben in einer Ausdehnung, welche mehr als die distale Hälfte der Grundphalanx beträgt. In der proximalen Hälfte der letzteren tritt sie in eine eigentümlich gebaute, starre Sehnenscheide, welche mit der Haut nicht verwachsen ist und sich daher leicht isoliert darstellen läßt.

Am sagittalen Längsschnitt (Fig. 1 *SH*) zeigt sie sehnige Blätter, welche mit abgerundeten und leicht keulenförmig verdickten Kuppen etwas über die Innenfläche vorragen (Fig. 4 *Sp*), in ziemlich gleichmäßigen Zwischenräumen proximal geneigt und sehr zellarm sind; die Zwischenräume werden von dichtgedrängten blasigen Zellen (*B*) ausgefüllt.

Bemerkenswert ist, daß bei *V. murinus* an der Oberfläche dieser blasigen Zellen in den regelmäßigen Zwischenräumen zwischen den vorspringenden Sehnenblättern, deren Zahl am Daumen in einem Falle 27—28, in einem zweiten nur etwa 15 betrug¹, häufig sich noch kürzere oder längere sehnige Bündel aufgelagert, gleichsam intercaliert finden (Fig. 4 *IB*). Eine genauere Darstellung des Verhältnisses dieser Sehnenscheide zum Knochen, sowie ihres feineren Baues kann nur unter Berücksichtigung von Isolationspräparaten und Flächenbildern gegeben werden; dies soll weiter unten geschehen.

Am proximalen Ende der Sehnenscheide, von derselben getrennt, findet sich ein niedriger, sehniger Ring (Fig. 1 *SR*), welcher aus dem Knochen entspringt und zur weiteren Führung der Sehne dient, manchmal aber, wie in dem abgebildeten Falle, auch so verschoben erscheint, daß er das proximale Ende der Sehnenscheide umfaßt.

Im wesentlichen ähnliche Verhältnisse, wie am Daumen der Flügel, finden sich an den mehrgliederigen Zehen des Fußes, wie aus dem in Fig. 2 dargestellten Medianschnitte durch die Mittelzehe von *V. murinus* ersichtlich ist. Nur erscheint hier die eigentümliche Sehnenscheide mit ihren Blättern tiefer gerückt, an die Basalphalanx verlegt (*SH*). Diese Sehnenscheide ist auch hier frei, d. h. nicht mit der Haut, sondern nur mit dem Knochen verwachsen und nimmt

¹ Dieser auffallende Unterschied in der Anzahl der Sperrschneiden scheint hauptsächlich mit der ebenfalls sehr verschiedenen Länge der Grundphalanx bei diesen zwei Tieren zusammenzuhängen; dieselbe betrug bei dem ersten Tiere, dessen Geschlecht sich nicht mehr feststellen ließ, über 6 mm, bei dem zweiten, einem von mir nach dem Winterschlaf getöteten Weibchen nicht ganz 4 mm.

eine größere Strecke des Knochens ein, indem sie schon in der distalen Hälfte der Phalanx beginnt.

Auffällig ist hier die beträchtliche Höhe der sehnigen Blätter im distalen Teil — sie beträgt über 100 μ — und ihre Höhenabnahme gegen die Fußwurzel auf etwas unter die Hälfte. Die Zahl der Blätter betrug hier 26—28, annähernd ebenso viel, wie am Daumen des ersten Falles; dagegen sind die Zwischenräume zwischen ihnen geringer, betragen etwa 30 μ im Mittel. Das Gewebe in denselben besteht mehr aus dichtgedrängten, protoplasmaarmen Zellen, die nur selten eine deutliche Kapsel zeigen; dagegen ragen die freien Ränder oder Kuppen der Blätter, welche, wie die ganze Innenfläche der Scheide von einem Grenzhäutchen überzogen werden, weiter über die Innenfläche hervor.

Dieses Aussehen der Sehnenscheide entspricht dem aufgerichteten Zustand der Sperrschneiden; man kann denselben künstlich herstellen, wenn man z. B. aus der Sehnenscheide des frischen abgeschnittenen Daumens die Sehne gegen das Krallenglied herauszieht.

Entsprechend der bedeutenden Länge der Beugesehne ist aber an den Zehen zwischen die geschilderte Sehnenscheide und die Insertion noch eine weitere Führung eingeschoben. Es ist dies eine kurz röhrenförmige Sehnenscheide mit glatter Innenfläche (*SCH*), deren distalste Bündel an der Basis der Mittelphalange entspringen, während die proximale Hauptmasse derselben knapp hinter dem Gelenkköpfchen in den Knochen der Grundphalanx sich einsenkt. Dorsal wird der Raum dieser kurzen Sehnenscheide durch das fast rein fibröse Sesamknötchen an der Insertion der Sehne des *M. flexor perforans et perforatus* (*SVM*) eingeengt.

Der Sehnenring an der Basis der Grundphalanx fehlt hier dagegen.

In dieser ganzen geschilderten Einrichtung wird man unschwer eine, wenn auch nicht so hoch wie bei den Baumvögeln entwickelte, aber doch wirksame Sperr- oder Hemmungsvorrichtung erkennen.

Versucht man die wesentlichsten Unterschiede derselben bei den Baumvögeln und den Fledermäusen kurz einander gegenüberzustellen, so fällt zunächst — wenn man nur die bei *V. murinus* geschilderten Verhältnisse in Betracht ziehen wollte — bei letzteren der Mangel an ausgeprägten Knorpelhöckern an der plantaren Sehnenoberfläche, sowie der ausgesprochener Sperrschneiden, welche zwischen erstere eingreifen würden, auf. Wie ich aber im folgenden zeigen werde, ist dieser Unterschied kein wesentlicher, da sich Sehnenhöcker

und Sperrschneiden bei andern Fledermäusen in derselben Vollendung ausgebildet finden, wie bei Baumvögeln.

Wesentlich ist dagegen, daß bei den Fledermäusen die Sehnen-scheide nicht mit der Haut, dagegen um so fester mit dem Knochen verwachsen ist, möglichst nahe an die Fußwurzel gerückt erscheint und daß die Sehneninsertion so weit plantarwärts erfolgt, d. h. daß die Sehne von ihrem Ansatzpunkte schief auf die Sehnen-scheide zu verlaufen und beim Eintritt in dieselbe gleichsam eine Knickung erfahren muß.

Beim Baumvogel finden wir die Sperrschneiden an der Unterfläche des Fußes möglichst weit nach vorn gerückt und zieht die Sehne infolge der starken Dorsalflexion der Endphalanx parallel mit der Achse der gestreckten Zehen.

Während die Sperrvorrichtung an den Zehen der Vögel, um in Wirksamkeit zu treten, des Druckes der Körperschwere bedarf, durch den die Sperrschneiden in die Höcker der zurückgezogenen Sehnen eingedrückt werden, fällt dieses Moment bei der Mechanik des Fledermausfußes weg oder spielt wenigstens keine wesentliche Rolle.

Die Fledermaus hängt an ihren Zehen, wobei sie jedoch nicht einen Ast in geschlossener Griffbeugstellung umfaßt, sondern sich nur mit den stark gekrümmten Krallenspitzen einhakt, ohne daß durch äußeren Druck die Sehnen-scheide gegen die Sehne gedrückt würde, wenn dies auch gelegentlich vorkommen kann.

Die Hemmungseinrichtung muß also hier vornehmlich die Plantarflexion des Krallengliedes entgegen dem Zuge der Körperschwere erhalten; dies wird nun auch in der Tat durch die geschilderte Einrichtung am Fledermausfuß gewährleistet, was ich an dem Schema in Fig. 38 anschaulich zu machen versuche. Beim schrägen Eintritt der Sehne *PS* in die feste Sehnen-scheide *SH* kommt durch den Zug der Körperschwere an dieser Sehne, welcher im Schema durch das Gewicht *KG* versinnbildlicht ist, eine Komponente zur Wirkung, durch welche die plantare Sehnenoberfläche fest an die Innenfläche der Sehnen-scheide gepreßt wird; durch die Körperschwere wird aber auch das elastische Band *VE*, durch welches die Sehne am Knochen befestigt ist, in der Richtung des Pfeiles gedehnt, wodurch dasselbe einen Zug in entgegengesetzter, das ist distaler Richtung ausübt. Durch diesen Zug wird die Sehnen-scheide als ganzes etwas distalwärts gezogen und werden die Sperrschneiden *Z* aufgestellt, durch die Zugkomponente zwischen die Höcker der Sehnenoberfläche eingepreßt, wobei noch das plantarwärts stark vorspringende Pfannen-

ende der Grundphalanx eine Rolle spielt, und so wird ein Vorgleiten der Sehne verhindert, d. h. die zum Festhängen nötige Plantarflexion des Krallengliedes erhalten, ohne daß dabei eine Muskel-tätigkeit beansprucht würde.

Ich erinnere hier daran, daß auch unter den Vögeln bei einer gewissen Gruppe, nämlich bei den Raubvögeln, die Sperrvorrichtung hauptsächlich auf Zug wirkt, dann, wenn das Tier Beute mit den Fängen gefaßt hält und durch die Luft fliegt. Es kann nun als ein glänzender Beweis für den Satz, daß ähnliche funktionelle Beanspruchung auch ähnliche mechanische Einrichtungen bedingt, gelten, wenn wir sehen, daß die Hemmungseinrichtung am Fledermausfuß ganz wesentliche Stücke mit der Sperrvorrichtung am Raubvogelfuß gemein hat, während beide prinzipiell verschieden sind von der Greifmechanik des Hockerfußes.

Auch am Raubvogelfuß findet man das Krallenglied plantarwärts gekrümmt und so die Insertion der Beugesehne etwas nach dieser Richtung verlegt. Die Sehne trifft daher ebenfalls unter einem stumpfen Winkel auf die Sehnenscheide, welche nur in der Einzahl vorhanden und möglichst nahe an die Fußwurzel verlagert ist. Sie ist fest mit dem Knochen verwachsen, starr und mit sehnigen »Sperrschneiden« versehen, welche vermöge ihrer Höhe im aufgestellten Zustande tief zwischen die Sehnenhöcker einzugreifen vermögen. Die letzteren verleihen der Sehnenoberfläche ebenfalls kein »Katzenkopfpflaster« ähnliches Relief und sind am senkrechten Durchschnitt ebenfalls eher proximad geneigt, im Gegensatz zu den ausgesprochen distad geneigten Sehnenhöckern der Baumvögel.

Wie fest die »Sperre« dieser Vorrichtung zu halten imstande ist, konnte ich jüngst sehen, als ich an einem Habichtsfuße, den ich in Beugstellung unter Zurückziehung der Sehnen durch Aufbinden auf eine Holzrolle fixiert hatte, die gekrümmte Mittelzehe zu strecken versuchte. Ich mußte eine beträchtliche Gewalt anwenden, bis ich die Streckung des Krallengliedes mit einem fühlbaren Ruck erzielte; ich hatte jedoch nicht die »Sperre« zu lösen vermocht, sondern die Beugesehne an ihrer Insertion losgerissen!

Was nun den mechanischen Charakter dieser automatisch wirkenden Aufhängevorrichtung bei den Chiropteren betrifft, so verdanke ich darüber Herrn Geheimrat Prof. Dr. REULEAUX in Berlin wichtige Aufschlüsse, wofür ich ihm auch an dieser Stelle verbindlichst danke.

Die bewegliche Sehne bildet mit der am Knochen befestigten Sehnenhülse ein laufendes Trackgesperre, wobei die einseitigen Zähne

am »starren« Stück, der Hülse, in die Oberfläche der Sehne eingreifen. Wo diese selbst wieder Höcker trägt, findet eine gegenseitige Verzahnung statt; wo jedoch solche fehlen, werden die Sperrschneiden in die druckelastische Sehnenoberfläche eingepreßt. Dies scheint einerseits durch den schiefen Eintritt der Sehne in die kurze Hülse (in proximader Richtung), anderseits durch die Abdrängung der aus der Hülse austretenden Sehne durch den plantaren Vorsprung am Pfannenende der Grundphalanx bewirkt zu werden. Die Sehne ist gleichsam im Bogen durch die Hülse, wie durch ein Ohr durchgezogen und dadurch wird eine gewisse Reibung und Klemmung erzielt, welche die Sehne in der Hülse festhält.

Das Gesperre ist also nicht so rein Zahngesperre, wie bei den Vögeln, sondern zeigt, wenigstens bei einigen Arten, auch Anklänge an ein Klemm- oder Reibungsgesperre.

Die Hemmungseinrichtung, welche ich bei *Vespertilio murinus* kurz beschrieben habe, zeigt nun bei den verschiedenen Arten von Fledermäusen ebenso mannigfaltige Verschiedenheiten, wie ich sie bei den Vögeln hervorgehoben habe. Sie beziehen sich auf Zahl und Ausbildung der sehnigen Halbringe (Sperrschneiden oder -wülste) in der Sehnenscheide, auf die Art des plantaren Sehnenbelags usw. Diese Verschiedenheiten sind manchmal selbst bei nahestehenden Formen erkenntlich, so daß einzelne derselben allenfalls auch für die Systematik eine gewisse Bedeutung gewinnen könnten; andre wieder, wie gerade die Zahl der Sperrschneiden, die Länge des plantaren Sehnenbelags und der Sehnenhülse scheinen großen individuellen Schwankungen unterworfen zu sein. Dies soll die folgende Beschreibung einiger andrer Fledermäuse zeigen; außerdem soll dieselbe zur Ergänzung der kurzen Schilderung von *V. murinus* dienen.

Von Mikrochiropteren untersuchte ich zunächst aus den einheimischen Familien der Vespertilioniden und Rhinolophiden *Vespertilio Daubentonii* und *V. mystacinus*, *Vesperugo noctula* und *V. pipistrellus*, *Rhinolophus ferrum equinum*; von den exotischen Megadermidae *Rhinopoma microphyllum* und von den Taphozoidae *Taphozous mediventris*. Von den Macrochiropteren stand mir ein Daumen von *Pteropus (edulis?)* zur Verfügung.

Vespertilio Daubentonii. — Entfernt man von einem abgetrennten Daumen unter der Lupe die Haut, die Beugesehne und alle andern Weichteile, die sich durch Nadelzug entfernen lassen, so bleibt nur die knöcherne Phalanx (Fig. 9 PH), welche in der Längsrichtung eine leichte plantarwärts offene Krümmung zeigt und ein

dem Knochen an seinem plantaren Umfange in der proximalen Hälfte nach Art eines Tonnengewölbes aufsitzendes, knorpelhäutiges, klaffendes Rohr (*SH*), welches ich wegen seiner starren Beschaffenheit als Sehnenhülse bezeichne. Der Querdurchmesser dieser Sehnenhülse nimmt von vorn (distad) nach hinten (proximad) ab, entspricht aber ungefähr der Dicke des knöchernen Trägers; am Isolationspräparat, im optischen Durchschnitt gemessen, betrug der dorsoventrale Durchmesser der Hülse am distalen Ende 315 μ , am proximalen 263 μ . Ihre Länge betrug in diesem Falle 0,76 mm.

Schon bei schwacher Vergrößerung läßt die Sehnenhülse hellere, in ihrer Wandung circulär verlaufende rippen- oder bandartige Einlagerungen in ziemlich gleichmäßigen Abständen erkennen, welche mit einer dreieckigen Verbreiterung, als ein Bündel SHARPEYScher Fasern (Fig. 10 *Sp'*), aus dem plantaren Seitenrande des Knochens entspringen und in U-förmigen, distad geneigten Bogen nach der andern Seite ziehen, wo sie sich wieder mit fächerartiger Verbreiterung in den Knochen einsenken.

Dieses Verhältnis wird besonders an Querschnitten, welche entsprechend der Richtung der Bogen etwas zur Längsachse des Knochens geneigt sind, deutlich (Fig. 13). An diesen erkennt man auch, daß die sonst ausschließlich aus concentrischen, den ganzen Markkanal (*M*) umfassenden Lamellen bestehende Diaphyse (*PH*) an der Insertion der Sehnenhülse eine Resorptionsfläche zeigt, welche den rein lamellären Knochen von dem infolge der einstrahlenden SHARPEYSchen Faserbündel mehr geflechtartigen trennt. Die strebfeilerartig verbreiterten Wurzeln der Sehnenhülse (*Sp'*) sind schon vor ihrem Eintritt in den Knochen verkalkt (*VK*). An ihrer Innenseite verläuft je ein fibröses Längsbündel (*LB*), die zweigeteilte Sehne des *M. flexor perforans et perforatus*.

Betrachtet man die isolierte Sehnenhülse von der Außenfläche bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 10), so findet man bei oberflächlicher Einstellung eine dünne Lage feiner, platter Bindegewebsbündel (in der Figur durch die von links unten nach rechts oben ziehenden strichförmigen Spalten angedeutet), welche den Verlauf der tieferliegenden, helleren Rippen *Sp* fast unter rechtem Winkel kreuzen, ganz ähnlich, wie ich dies von den Sehnencheiden des Sperlings beschrieben habe¹.

Bei tieferer Einstellung werden die Rippen *Sp* und die blasigen

¹ Diese Zeitschrift. LXXIII. Bd. 1903. S. 393.

Zellen, welche die Zwischenräume *SF* zwischen jenen ausfüllen, aber in dünner Lage auch über die vom Knochen entfernteren Teile der Rippen wegziehen, sichtbar. Gegen den Knochen *K* zu fahren die Rippen pinselförmig auseinander (*Sp'*), d. h. sie lösen sich in gesonderte Faserbündel auf, welche Reihen gewöhnlicher Bindegewebszellen zwischen sich einschließen. Je mehr man sich dem Scheitel der Sehnenhülle nähert und je tiefere Einstellungsebenen man durchmustert, desto mehr verlieren sich die Zellen aus den Rippen und ihre Scheitel stellen fast zellenlose oder in engen, kurzen Spalten nur Zellreste einschließende, glänzende, dicht fibrillierte Bündel dar, welche an der Innenfläche der Hülle (Fig. 11) anscheinend mit scharfen Rändern *B* wie Sperrschneiden vorspringen.

An Querschnitten durch die Sehnenhülle wird man demnach verschiedene Bilder erhalten, je nachdem der Schnitt durch eine Sperrschneide oder zwischen zwei solche gefallen ist. Da die schmalen und hohen, eigentlich blattförmigen Sperrschneiden jedoch in der Ruhelage ziemlich stark proximad geneigt sind, gelingt es nie, auch nicht an nach dem Verlauf der Rippen orientierten Querschnitten eine solche ihrer ganzen Höhe nach zu treffen. Trifft man ihren freien Rand (Fig. 13 *Sp*), so erscheinen weiter in der Tiefe die blasigen Zellen *B* getroffen, welche die Zwischenrippenräume ausfüllen.

Die Anzahl der Rippen betrug hier 16.

Die Sehne des *M. flexor pollicis*, welche in der Sehnenhülle verläuft, zeigt an ihrer Insertion an die Endphalanx dieselben Verhältnisse, wie bei *V. murinus*. Ganz anders dagegen gestaltet sich der ventrale Sehnenbelag, dessen Länge hier etwas über 1 mm betrug. Trägt man eine solche Sehne an ihrer Insertion ab und bringt sie auf den Objektträger, so zeigt sie im Vergleich zu ihrer Dünne eine auffallende Festigkeit und Steifheit. In Fig. 6 ist eine solche Sehne, und zwar ihre distale Hälfte, von der plantaren Fläche dargestellt. Sie besitzt ein gefiedertes Aussehen, indem die Bündel alle von der Mittellinie in distad offenen Winkeln nach außen divergieren.

In geringer Entfernung von der Insertion beginnen zwischen den Sehnenbündelchen erst vereinzelt, dann ganze Reihen (*RB*) blasiger Zellen mit glänzenden Kapseln aufzutreten, ganz ähnlich, wie solche von RENAUT¹ in den Vogelsehnen und von CIACCIO² in

¹ Arch. de Physiol. T. IV. 1872. p. 278.

² Mem. dell' Accad. Sc. Bologna. S. III. T. II. 1872. p. 279.

den Schwanzsehnen vom Maulwurf beschrieben worden sind. Ihre Zahl nimmt proximad immer mehr zu, sie rücken immer dichter aneinander, bis sie einen geschlossenen, knorpelartigen Belag (*KB*) bilden, welcher die plantare Oberfläche der Beugesehne bedeckt und über ihre Seitenränder noch teilweise auf die dorsale Fläche übergreift.

Dieser knorpelartige Belag ist aber dadurch wesentlich von dem bei *V. murinus* unterschieden, daß er keinerlei Felderzeichnung an der Oberfläche bedingt, auch wenn man letztere bei stärkerer Vergrößerung und ganz oberflächlicher Einstellung betrachtet. Man sieht dabei vielmehr (Fig. 7), daß es sich um eine ganz oberflächliche Lage blasiger Zellen (*Z*) handelt, welche zwar von dem Typus dieser Zellen insofern etwas abweichen, als ihre Körper nicht das glasartig homogene Aussehen zeigten, ihre dünnen Kapseln *K* aber vollkommen ausfüllen. Diese Kapseln sind vielfach miteinander zu einfachen Scheidewänden verschmolzen, ohne daß eine Trennungslinie wahrnehmbar wäre; stellenweise finden sich kleinste oder größere Zwickel *ZW*, welche von einem dünnen Häutchen verschlossen erscheinen, durch das die Sehnenbündel oder Zellen aus der tieferen Schicht durchschimmern. Die Bedeutung dieser Zwickel wird erst beim Vergleiche mit Durchschnitten durch die Sehne verständlich. Zerzupft man eine solche Sehne mit Nadeln, so gelingt es stellenweise, den knorpelartigen Belag auf größere Strecken im Zusammenhang zu isolieren. An solchen Isolationspräparaten (Fig. 8) erkennt man leicht, daß es sich um ein Oberflächengrenzhäutchen der Sehne handelt, mit welchem die blasigen Zellen fest verwachsen sind und in welches teilweise auch die Sehnenfibrillen einstrahlen (*F*). Wo die Zellen nicht mehr in geschlossenem Verbände, sondern nur einzeln liegen, tritt dieses Grenzhäutchen besonders deutlich hervor (*M*), ebenso wie es an Durchschnitten als glänzender Saum an der Oberfläche der Sehne sichtbar ist (Fig. 12 *M*). Am sagittalen Längsschnitt durch Sehnenhülse (Fig. 12 *V*) und Oberfläche der Sehne (*T*) sieht man, daß erstere im wesentlichen ähnliche Verhältnisse, wie bei *V. murinus*, zeigt, nur scheinen die zellfreien Kuppen der Sperrschneiden (*Sp*) mehr abgerundet und nicht keulenförmig verdickt; auch vermissen die häufig intercalierten Bündel an der Oberfläche der Zwischenräume. Dagegen finde ich zwischen den blasigen Zellen der letzteren (*B*) fast regelmäßig vereinzelte Fettzellen (*F*) eingestreut.

Viel auffallender ist jedoch der Unterschied, den der plantare

Sehnenbelag zeigt. Die blasigen Zellen desselben sind reichlich und reichen stellenweise fast bis an das Oberflächenhäutchen (*B*); wie stets, lassen einzelne derselben Rück- oder Umbildungserscheinungen erkennen (*B'*). An andern Stellen bedeckt die blasigen Zellen eine breitere Zone einer undeutlich faserigen Masse (*ZL*), die jedoch nicht in Form gesonderter, zungen- oder höckerartiger Massen sich erhebt und manchmal deutlich die Eindrücke der gegenüberliegenden Sperrschneiden in Gestalt seichter Gruben (*L*) erkennen läßt. Diese oberflächliche, faserige Masse ist es nun, welche bei der Flächenansicht die Zwickel (Fig. 7 *ZW*) zwischen den aneinander geschlossenen, blasigen Zellen bildet.

Im ganzen erinnert dieses Verhalten einigermaßen an den Belag blasiger Zellen, der von TILLMANN¹ und mir² beim Menschen an der Innenfläche der Quadricepssehne nahe ihrer Ansatzstelle beschrieben worden ist.

An der Mittelzehe der Hinterpfote nimmt die Sehnen Scheide nahezu die Mitte der basalen Phalanx in einer Länge von 0,569 mm ein und enthält 15 schmale, blattförmige, sehnige Rippen, welche an der plantaren Konvexität die Sehnenhülsenwand der ganzen Dicke nach durchsetzen. Die Zwischenräume werden bis an die innere Oberfläche von gut entwickelten, blasigen Zellen ausgefüllt.

Distal von der ihrer ganzen Länge nach fast gleichmäßig dicken und mit der Haut locker verbundenen Sehnenhülse — und zwar nur durch einen Zwischenraum von 156 μ getrennt — findet sich auch hier wieder ein sehniger Ring, der aber mit der Haut verwachsen, gleichsam in dieselbe eingesenkt ist, auf eine Länge von 0,4 mm und in seiner dünnen Wandung zahlreiche blasige Zellen enthält.

Die Länge des plantaren Sehnenbelages betrug 1,124 mm; sein feinerer Bau entspricht dem am Daumen beschriebenen.

Vespertilio mystacinus. — Am Flügeldauen betrügt die Länge der Sehnenhülse 0,6 mm, die Anzahl der Rippen, von denen besonders die proximale Schlußrippe stark ausgebildet ist, 17, so daß ihre Abstände im ganzen geringer sind als bei *V. Daubentonii*.

Die Länge des plantaren Sehnenbelags ist 0,875 mm. Von der Fläche betrachtet zeigt derselbe ebenfalls keine deutliche Felderung, sondern nur großblasige Zellen ziemlich nahe der Oberfläche, ähnlich wie bei *V. Daubentonii*.

¹ Arch. mikr. Anat. Bd. X. 1874. S. 416 u. f.

² Anat. Anz. Bd. XXIII. 1903. S. 477 u. f.

An der Mittelzehe des Fußes beträgt die Länge der Sehnenhülse 0,5 mm; dieselbe ist frei, d. h. nur mit dem Knochen verwachsen und so weit von der Basis des Grundgelenkes entfernt, daß sie etwa unter die Mitte der Grundphalanx zu liegen kommt. Nur 105 μ weiter distad folgt ein Sehnenring, der an seinem proximalen, etwas verdickten Rande mit der Haut verwachsen, sonst frei ist (im Gegensatz zu *V. Daubentonii*) und eine Länge (Höhe) von 210 μ besitzt. Die Länge des plantaren Sehnenbelags betrug etwa ebensoviel, wie am Daumen. Seine Dicke erreicht über 60 μ und beträgt so nahezu die Hälfte der Dicke der ganzen Sehne.

Im distalen Teile sind bereits einzelne zellfreie und proximalwärts gekrümmte Höcker durch Spalten deutlich getrennt; im proximalen Teile reichen die blasigen Zellen wieder bis nahe an die Oberfläche der Sehne. Im mittleren Übergangsteil (Fig. 14 *T*) sieht man im oberflächlichen Belag *ZL* wieder Zellreste in verschiedenen Stadien der Umwandlung zu Grundsubstanz (*a*, *b*); tiefer folgen wohlentwickelte, isolierte blasige Stützzellen *B*. Die Anzahl der blattförmigen, an ihrem freien Ende etwas verbreiterten Sperrschneiden (Fig. 14 *Sp*) betrug 14. Dieselben enthalten oft noch in ihren Kuppen, welche proximalwärts zahnartig vorspringen, Zellen und Reste von solchen eingeschlossen. Während diese zahnartigen Vorsprünge durch seichte oder auch tiefere Spalten (*sp*) von dem blasigen Zwischengewebe (*B*) getrennt sind, gehen sie distalwärts in das Niveau dieses Zwischengewebes über, dessen Zellen anscheinend weniger gut und deutlich entwickelt den blasigen Charakter zeigen, als bei *V. Daubentonii*.

Vesperugo noctula. An einem in ORTHS Gemisch (MÜLLERS Flüssigkeit und Formalin) fixiertem Daumen mißt die Sehnenhülse 1,116 mm in der Länge und beträgt die Anzahl der Sperrschneiden 14—15. Die Sehnenhülse erscheint in ihrem distalen Teile wieder stark verdickt und schärft sich proximad allmählich zu; sie erschien fast rein fibrös und enthielt nur ganz vereinzelt, blasige Zellen. Ihr proximales Ende wird von einem stark entwickelten Sehnenring umfaßt, der wie bei *V. murinus* (Fig. 1 *SR*) frei unter der Haut liegt. Der plantare Sehnenbelag hatte eine Länge von 2,16 mm und erreichte in der Mitte eine beträchtliche Dicke. Er besteht im distalen Teil aus fast ganz zellenlosen faden- bis zungenförmigen Höckern, deren Spitzen wieder proximad gekrümmt in einer Ebene liegen. Im proximalen Teile tritt unter dieser zelloosen Schicht eine solche von blasigen Zellen in mehrfachen Lagen auf. Einzelne dieser Zellen

besitzen deutliche und stark mit DELAFIELDS Hämatoxylingemisch färbbare Kapseln.

An der Außenzehe (*V*) betrug die Länge der Sehnenhülse 1,056 mm, die Zahl der Sperrschneiden 19. Proximalwärts endigt die Hülse nicht frei, sondern setzt sich in ein dünn- und glattwandiges, mit der Haut verwachsenes Rohr fort, während ihr distales, verdicktes Ende frei ist. 0,34 mm weiter distad von dem letzteren beginnt abermals ein dünner, mit der Haut verwachsener und nicht über das Niveau derselben sich erhebender Sehnenring von 0,27 mm sagittaler Länge, zwischen dessen Faserbündel einzelne blasige Zellen mit basophilen Kapseln eingestreut sind. Der plantare Sehnenbelag erreichte 1,92 mm in der Länge, während seine Dicke in der Mitte beiläufig $\frac{1}{3}$ des gesamten dorsoventralen Sehnedurchmessers betrug. An der in Pikrinsublimat fixierten Mittelzehe eines andern Exemplars maß dieser Sehnenbelag 1,8 mm in der Länge und zeigte in seinen mittleren Partien ein Aussehen, wie es Fig. 15 *T* darstellt. Oberflächlich deutlich durch Spalten getrennte, kegel- bis zungenförmige, faserige Höcker mit proximad umgebogenen Spitzen (*H*). In vielen derselben sind noch verdämmernde Zellen (*a*, *b*) zu sehen, die um so veränderter erscheinen, je höher sie liegen. In der Tiefe folgt eine von zahlreichen, großen und gut entwickelten blasigen Zellen (*B*) durchsetzte Lage. An vielen derselben ist die Kapsel so dick und so stark gefärbt, daß sie wie in toto schwarzblau gefärbte Kugeln (*c*) erscheinen. Die Länge der Sehnenhülse betrug nur 0,696 mm, die Anzahl der Sperrschneiden 16—17. Sie erscheinen daher sehr eng gestellt (Fig. 15 *V*); ihre Form ist am sagittalen Längsschnitt eine verkehrt kegelförmige. Die zellfreien Rippen (*S ρ*) ragen im aufgerichteten Zustande frei über die Oberfläche empor, während ihre Wurzeln meist von blasigen Zellen so durchsetzt erscheinen, daß sie nicht bis an die Oberfläche der Hülse zu verfolgen sind.

An der Insertion der Strecksehne, sowie dorsal vom Mittelgelenk, an welchen Stellen auch starke elastische Bänder inserieren, sind auffallend stark entwickelte, knorpelige Sesamknoten gelegen, während ventral solche vollkommen fehlen.

Rhinolophus ferrum equinum. Untersucht wurde eine Sagittalschnittserie durch die Mittelzehe des Fußes (Fixierung in ORTHS Gemisch) und der Flügeldaumen durch anatomische Präparation. Die isolierte Beugesehne des letzteren zeigt, von der plantaren Fläche betrachtet, einen knorpelartigen Belag von über 2 mm Länge; er be-

steht aus mehr rundlichen oder isodiametrisch polygonalen Feldern, die aber kein besonderes Relief bedingen, also auch flach sind.

Die Sehnenhülle besitzt, längs des ventralen Randes gemessen, eine Länge von 1,08 mm, verengt sich an der Basis der Grundphalanx ganz beträchtlich und geht noch über diese als glatte Sehnen-scheide hinweg.

Sie zeigt etwa 25 scharf ausgeprägte Sperrschneiden, welche im distalen Teile so eng stehen, daß die Zwischenräume der Breite jener selbst entsprechen; gegen die Basis der Phalanx rücken sie auseinander.

An der Mittelzehe erstreckt sich die Sehnenhülle längs der ganzen basalen Phalanx und mißt beiläufig 2,2 mm in der Länge. Dieses Verhalten kommt dadurch zustande, daß auch die bei den bisher besprochenen Formen getrennte kurze Sehnen-scheide am Grunde des Mittelgliedes (*SCH* in Fig. 2) mit der Sehnenhülle zu einem Ganzen verwachsen ist und an ihrer Innenfläche vorragende Wülste trägt, die wie schlecht ausgebildete Sperrschneiden aussehen. Dieses distale Ende ragt lippenartig frei vor, während die übrige Hülle fest mit der Haut verwachsen ist. Sie besitzt über 50 scharf-randige Sperrschneiden, welche diesen Namen wirklich verdienen. Ihre zellosen zugeschärften Ränder (Fig. 16 *Z*) erscheinen am sagittalen Längsschnitt durch die Zehe wie Sägezähne, einer dicht am andern und wieder proximad geneigt. An ihrem distalen Abhange sind reichliche blasige Zellen (*B*¹) eingelagert.

Der plantare Sehnenbelag besitzt die gleiche Länge wie die Sehnenhülle und zeigt ziemlich stark zerfaserte Höcker (Fig. 16 *ZL*), in deren basalen Teilen wieder blasige Zellen auftreten (*B*), welche auch noch zwischen den oberflächlichsten Sehnenbündeln *S* vereinzelte kurze Reihen bilden.

Die plantaren Sesamknoten fehlen oder sind rein bindegewebiger Natur, wie bei den übrigen Fledermäusen oder sogar, wie der am Mittelgelenk, von Fettzellen reichlich durchsetzt. Dagegen sind die dorsalen gut entwickelt und zeigt besonders der distalste ein eigentümliches Verhalten. Die Strecksehne inseriert teilweise am knöchernen Pfannenrand; dorsal von diesem, denselben gegen die Insertion nicht überragend, liegt unmittelbar an der Nagelwurzel ein runder Knorpelkern, der durch deutliche territoriale Gliederung sich als echter hyaliner Knorpel erweist. Die plantare Fläche der Insertion erscheint aber auch auf eine kurze Strecke überknorpelt, indem eine dünne Schicht von Knorpelgewebe unmittelbar das Binde-

gewebe überzieht und die Gelenkpfanne vergrößern hilft; nur an der Stelle, wo die Sehnenfasern in den Knochen einstrahlen, ist dieser Knorpelüberzug unterbrochen.

Die große Hufeisennase besitzt nach dem Gesagten die besten entwickelte Sperrvorrichtung unter den einheimischen Fledermäusen.

Taphozous mediventris. Der Flügeldarmen des Tieres wurde an einer Sagittalschnittserie, die Mittelzehe durch anatomische Präparation untersucht. Die Grundphalanx des Daumens trägt eine Sehnenhülle, deren vorderster Teil eine glatte Innenfläche zeigt und deren Länge 1,79 mm beträgt. Trotz dieser beträchtlichen Länge zähle ich an derselben nur 19 Sperrschneiden, die daher durch verhältnismäßig weite Zwischenräume getrennt sind. Diese Sperrschneiden besitzen am Durchschnitt (Fig. 20 *S*) eine ausgesprochen zahn- bis hakenförmige Gestalt; sie erheben sich im aufgerichteten Zustande von ihrer verbreiterten Basis bis zu 36 μ hoch, an ihrer proximalen Seite fast senkrecht, an ihrer distalen allmählich ansteigend. Sie bestehen fast ausschließlich aus fibrösem Gewebe, zwischen dessen Bündeln nur hier und da ein spaltförmiger Überrest einer Zelle zu sehen ist. Erst in der Tiefe treten, teils ebenfalls in Rückbildung begriffene (Fig. 20 *a*), teils große, wohlentwickelte blasige Zellen in geringer Zahl auf, besonders an der distalen Abflachung (*BZ*). Die Oberfläche der Schneiden wie des Zwischengewebes wird wieder von einer deutlichen Grenzhaut (*M*) überzogen. An der proximalen Wurzel der Sperrschneiden erscheint das derb fibröse Gewebe etwas gelockert (Fig. 20 bei *L*) und gestattet so die hier nötige Beweglichkeit, wenn die Sperrschneiden umgelegt werden.

Der plantare Sehnenbelag besitzt eine Länge von 1,9 mm und eine Höhe von 50 μ ; er ist dadurch ausgezeichnet, daß er aus am Durchschnitte zungenförmigen, fast bis an die Längsbündel der Sehne heran durch weite Spalten getrennten, ganz zellfreien, proximad gekrümmten fibrösen Höckern besteht (Fig. 19). Ihre schmalen Basen werden nur durch eine dünne, zellarme Zwischenlage (*V*) mit der Sehne verbunden, zwischen deren oberflächlichen Bündeln einzelne, schwach entwickelte, blasige Zellen (*B*) eingelagert erscheinen.

Diese auffallende Zellarmut des Sehnenbelages verleiht demselben ein eigentümlich derbes und festes Ansehen.

Hervorheben muß ich noch die merkwürdige Beschaffenheit des Knochengewebes, durch welche die Grundphalanx ausgezeichnet ist. Letztere besitzt nämlich bei einer mittleren Dicke von 0,4 mm nur

an ihren Gelenkenden je einen kleinen Markraum, während die ganze Diaphyse marklos ist und nur von einem Gefäßkanal von 25 μ Breite durchzogen wird.

Mittelzehe. Die tiefe Beugesehne zeigt eine deutliche mediane Raphe, von der aus die Sehnenbündel divergieren. Dorsal strahlen in die Sehne zwei elastische Bänder ein, wovon das distale hinter dem Gelenkköpfchen der mittleren Phalanx, das proximale hinter dem der Grundphalanx entspringt.

Wo das letztere in die Sehne einstrahlt, beginnt an der plantaren Fläche der Sehne mit zwei seitlichen Zipfeln, die sich in der Medianlinie bald vereinigen, ein eigentümlicher und deutlich gefelderter Sehnenbelag. Er zeigt von der Fläche betrachtet (Fig. 17) unregelmäßige, teils rundliche, teils polygonale, oft auch zerklüftete, zellfreie Felder, die im allgemeinen in bogenförmigen Reihen angeordnet sind, wobei die Scheitel der nicht sehr regelmäßigen Bogen distad gerichtet erscheinen.

Die Länge dieses Belages beträgt, die seitlichen Zipfel im distalen Teil und eine kurze, zellreichere Übergangzone im proximalen eingerechnet, etwas über 2 mm.

Die Sehnenhülle ist mit der Grundphalanx ihrer ganzen Länge nach verwachsen, so daß sie von Gelenkspalt zu Gelenkspalt reicht. Sie ist im distalen Teile weiter (0,63 mm im optischen Querschnitt, an der mit dem Knochen frei präparierten Scheide gemessen) und verengt sich, entsprechend der Verdünnung der Sehne im proximalen ganz beträchtlich (bis auf 0,28 mm).

Diese Sehnenhülle trägt an ihrer Innenfläche wieder deutlich hervortretende Sperrschneiden, 38 an der Zahl, welche aber erst in einer gewissen Entfernung vom distalen, rein häutigen Ende der Scheide beginnen.

Von der Fläche gesehen (Fig. 18) stellen sie dunkelrandige, proximad gekrümmte Bogen dar (*R* u. *Sp*), welche von verschiedenen breiten Zwischenräumen (*ZW*) getrennt werden. Diese Zwischenräume entsprechen im distalen Teile etwa der Breite der Sperrschneiden (17,5—26 μ), während sie im proximalen Teile immer weiter werden, bis 52 μ erreichen können.

Rhinopoma microphyllum. Untersucht wurden der in Sublimat fixierte Flügeldaumen an einer Sagittalschnittserie und die Mittelzehe.

An ersterem beträgt die Länge der Sehnenhülle 1,764 mm, die Anzahl der Sperrschneiden 28—30; dieselben verhalten sich ähnlich wie bei *Taphoxous*. Die Länge des plantaren Sehnenbelages beträgt

2,8 mm, seine Höhe im Durchschnitt 36 μ . Der feinere Bau desselben soll später genauer beschrieben werden.

An der Mittelzehe reicht die Sehnenhülle vom Mittelgelenk bis über das Grundgelenk; sie besitzt demnach beiläufig die Länge der Grundphalanx, etwa 3,25 mm. Davon entfallen am distalen Ende 0,54 mm auf ein glattes, dünnhäutiges Stück, etwa 2,08 mm auf den mittleren Rippen- oder Sperrschneiden-tragenden Abschnitt und der Rest auf das wieder glatte, enge Rohr, welches über das Metacarpophalangealgelenk zieht.

Die ganze Sehnenhülle zeigt, im Profil gesehen, eine starke und zum Teil von jener der knöchernen Phalanx unabhängige Krümmung mit dorsad gerichteter Konvexität, welche dadurch zustande kommt, daß der distale Querdurchmesser der Sehnenhülle wieder bedeutend größer ist als der proximale; jener beträgt an der im Zusammenhang mit dem Knochen isolierten Hülle im Profil gemessen 0,54 mm, dieser nur mehr 0,117 mm. Diese Krümmung kann für die Einklemmung oder Reibung der Beugesehne nicht ohne Bedeutung sein, wie aus dem Schema in Fig. 38 ersichtlich ist.

Die Sperrschneiden sind schon an der Außenfläche der Sehnenhülle, besonders in ihrem proximalen Abschnitt, als etwa 20 μ breite, glänzende, zellenlose, nur von kurzen Spalten durchsetzte Bänder sichtbar, welche im distalen Teile fast verschmelzen, während ihre Zwischenräume gegen das Grundgelenk hin immer mehr zunehmen. Ich zähle deren 48. An ihrem distalen Rande sind blasige Zellen sichtbar, während der proximale vollkommen zellfrei, scharf und glatt erscheint. Der plantare Sehnenbelag mißt 2,38 mm und beginnt beiläufig an der Stelle, wo auf der dorsalen Fläche das zweite (proximale) elastische Band einstrahlt.

Während dem Gesagten nach bei *Rhinopoma* der feinere Bau der Sehnenhülle sich eng an die Verhältnisse bei *Taphoxous* anschließt, bietet der plantare Sehnenbelag ein ganz andres und deshalb bemerkenswertes Verhalten, weil es auf den ersten Blick die größte Ähnlichkeit mit dem bei gewissen Vögeln beschriebenen zeigt.

Betrachtet man den Sehnenbelag an der isolierten unversehrten Sehne von der Fläche, so sieht man bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 21) ein zierliches, schuppenpanzerähnliches Relief, das auf den ersten Blick sehr an das beim Sperling beschriebene erinnert: halbkugelartige oder elliptische, stark lichtbrechende Vorwölbungen (organes cephaloides, RANVIER), welche nach einer Seite hin sich schuppenartig oder dachziegelartig überdecken und eine gewisse

Reihenordnung erkennen lassen. Fast jeder der Höcker zeigt in der Mitte einen dunkleren Fleck, welcher einer Zelle oder dem Rest einer solchen entspricht.

Bei näherem Vergleich mit den beim Sperling geschilderten Verhältnissen (vgl. Fig. 4, Taf. XXVI, l. c.) ergeben sich jedoch einige wesentliche Unterschiede. Abgesehen davon, daß die schuppenähnlichen Höckerchen bei *Rhinopoma* kleiner und unregelmäßiger sind, indem oft ganz kleine oder lange, aber schmale zwischen große und breite eingeschaltet sind, ist die Neigung derselben eine entgegengesetzte, indem ihre freien, vorgewölbten Ränder nicht distad, wie beim Sperling, sondern proximad, wie bei den bisher besprochenen Fledermäusen gerichtet sind. Nahe der Medianlinie der Sehne (Fig. 21 *M*) fällt die Längsachse der Höckerchen mit jener der Sehne zusammen; gegen die Ränder der Sehne stellen sie sich in distad offenen Bogen oder unregelmäßige Reihen, also ebenfalls verkehrt, wie beim Sperling.

Die entgegengesetzte Neigung der Höcker ist natürlich auch am sagittalen Längsschnitt ersichtlich (Fig. 22 und 23). Hier kann man auch zwischen Höckern, die in ihrer Form ganz denen des Sperlings entsprechen (Fig. 23 *H*), schmale, zungenförmige, anscheinend zellenlose (*H'*) eingeschaltet finden.

Bei Durchsicht längerer Strecken sieht man auch stets, daß über die Reihe der gewöhnlichen Höcker einzelne sich langgestielt emporheben (Fig. 22 *H'*) und wie winzige Polypen in den Hohlraum der Sehnenscheide hineinragen, eine Erscheinung, die von RANVIER auch bei Vögeln hervorgehoben wurde.

Die Substanz der Höcker ist ungemein derb und fest und umschließt in einer engen Höhle einen, manchmal auch zwei Zellkerne (Fig. 23 *H*), um welche nur ein ganz schmaler Protoplasmasaum zu sehen ist. Vielfach zeigen diese Zellen, ganz ähnlich wie beim Sperling, mannigfache Rückbildungserscheinungen.

Betrachtet man an der intakten Sehne den Übergang dieses Sehnenbelages in die glatte Sehnenoberfläche, so sieht man ebenfalls ähnliche Bilder, wie ich sie beim Sperling beschrieben habe; die Zellen in den Höckern nehmen an Größe zu, wodurch die Substanz der Höcker immer mehr auf einen schmalen, glänzenden Hof, endlich nur auf eine Kapsel um den Zelleib verdrängt wird. Diese Kapseln schließen sich dicht aneinander und zeigen sich oft noch durch eine spärliche intercapsuläre Substanz getrennt, so daß ein vollkommen knorpelähnliches Bild entsteht.

Pteropus. Von diesem Makrochiropteren konnte ich einen Daumen der vorderen Extremität, der in schwachem Alkohol konserviert war, untersuchen. Derselbe maß von der Basis bis zur frei hervortretenden Kralle 43 mm. Bei vorsichtiger Entfernung der Haut, wurde unter derselben die Beugesehne sichtbar, welche in der basalen Hälfte in einer Sehnenhülse verläuft, dann aber, etwa 20 mm von der Basis gegen die Kralle aus der Hülse frei heraustritt und eine etwas stärker abgerundete Form annimmt.

Fährt man mit dem Skalpellerücken über die ventrale Fläche der frei gelegten Sehne, so fühlt man eine Rauigkeit, die wieder von einem eigentümlichen, knorpelhaften Belag hervorgerufen wird. Betrachtet man denselben mit der Lupe, so sieht man quere, bogenförmige Wülstchen über die Oberfläche vorragen; dieses Bild entsteht durch den Abdruck der bogenförmigen Rippen, welche die Sehnenhülse bei Lupenbetrachtung in ziemlich gleichmäßigen Abständen erkennen läßt, d. h. jedes Wülstchen entspricht einer Erhebung zwischen den Eindrücken zweier benachbarter Rippen. Die Anzahl dieser rippenförmigen Bogen beträgt beiläufig 35, ihre Scheitel sind wieder distad gerichtet.

Untersucht man die Sehne mikroskopisch von der Fläche und an Schnitten, so findet man ihre plantare Oberfläche von einem pflasterähnlichen, etwa 52—86 μ dicken und ungemein derben Überzug bedeckt (Fig. 25 *T*). Von der Fläche gesehen, stellt er rundliche oder polygonale Felder von bedeutender Größe dar (Fig. 24), die aber nicht über die Oberfläche vorragen und dieser daher kein Relief verleihen, sondern ähnlich, wie ich dies vom Bussard beschrieben habe¹, eine — abgesehen von den Eindrücken der Sperrschneiden — glatte, ebene Oberfläche bilden. Die größten Felder besitzen einen Durchmesser von über 100 μ ; an länglichen maß ich $117 \times 94 \mu$, während die kleinsten auf 28—25 μ heruntergehen.

Jedes dieser Felder umschließt eine je nach seiner Größe wechselnde, aber stets beträchtliche Anzahl von Kernen, welche teils kleinen blasigen Zellen angehören, teils kaum mehr einen Zellkörper erkennen lassen. Diese Zellen sind in eine feinfaserige Masse eingelagert und lassen eine oberflächliche Zone der Felder frei.

Zwischen diese letzteren senken sich Spalten ein, welche, wie der sagittale Längsschnitt (Fig. 25 *T*) lehrt, höckerförmige Gebilde begrenzen, die wieder proximad geneigt sind, eine Erscheinung, die,

¹ Diese Zeitschrift. LXXIII. Bd. 1903. S. 408.

im Gegensatz zum Verhalten bei den Baumvögeln, schon beim Bussard angedeutet ist.

Die Form und der feinere Bau der Höcker ist ebenfalls ähnlich dem beim Raubvogelfuß beschriebenen. Die Höcker sitzen dem faserigen Sehngewebe auf, indem ihre Fibrillen unmittelbar in die des letzteren übergehen. Daher haften sie auch ungemein fest und können selbst nach länger dauernder Maceration in Wasser nur durch energisches Schaben mit dem Skalpell teilweise losgelöst werden.

Ebenso auffallend ist die Übereinstimmung im feineren Bau der Sehnenhülse mit dem der Sehnenscheide vom Bussard, so daß man fast die Beschreibung der letzteren¹ auf die erstere übertragen kann.

Fig. 25 *V* stellt einen sagittalen Längsschnitt durch einen Teil dieser Sehnenhülse von *Pteropus* dar; vergleicht man dieselbe mit Fig. 27 *V* der zitierten Abhandlung, welche die Sehnenscheide von *Buteo* wiedergibt, so wird man sich leicht von der auffallenden Übereinstimmung beider überzeugen. Diese Übereinstimmung gestattet auch einen Schluß auf das Aussehen der Sehnenhülse, während des Hängens des Tieres. Da die in Fig. 25 dargestellte Sehnenhülse einem als Ganzes konservierten Daumen entnommen ist, erscheinen die »Sperrschneiden« selbstverständlich flach niedergelegt; die zellfreie, abgerundete Kuppe *Z* schmiegt sich, durch den Spalt *Sp* getrennt, in eine Nische an der aus lamellärem, zellreichem Gewebe *L* gebildeten Basis der proximalen Sperrschneide. Im aufgestellten Zustande, während des Hängens oder wenn man am frischen Daumen die Sehne in distaler Richtung aus der Hülse gezogen und dann fixiert hat, wie ich es bei *Buteo* getan habe (l. c. S. 407), werden auch bei *Pteropus* die Sperrschneiden hohe Blätter darstellen, die senkrecht auf der bindegewebigen Unterlage *B* stehen und durch weite Zwischenräume getrennt werden, ganz wie ich es von *Buteo* (l. c. Fig. 28) dargestellt habe.

Die Sperrvorrichtung bei *Pteropus* als Ganzes stimmt also morphologisch wie histologisch auffallend mit der des Raubvogelfußes überein, demnach muß in beiden Fällen auch die Wirkungsweise dieselbe sein. Während beim auffliegenden Raubvogel die blattartigen Sperrschneiden durch den Zug der von den Krallen gefaßten Beute entfaltet werden und dann zwischen die Sehnenhöcker eingreifen, geschieht dies bei *Pteropus* durch den Zug des eignen Körpergewichtes, wenn das Tier kopfabwärts an einem Aste sich festhängt.

¹ Diese Zeitschrift. LXXIII. Bd. 1903. S. 406 u. f.

Am Schlusse dieses Abschnittes seien die gewonnenen Zahlen über die Länge des plantaren Sehnenbelages und der Sehnenhülsen, sowie die Zahl der Sperrschneiden übersichtlich zusammengestellt. Noch deutlicher, als diese wenigen untersuchten Fälle würde eine Massenuntersuchung an einer oder der andern Species zeigen, daß diese Zahlen große individuelle Schwankungen aufweisen; auf Grund eines zahlreichen Materials wären aber wahrscheinlich auch festere Anhaltspunkte für die Beurteilung der maßgebenden Ursachen dieser Schwankungen zu gewinnen und könnte so das Nebensächliche vom Arteigenen gesondert werden.

Ort und Objekt (D = Daumen, M = Mittelzehe)	Länge		Zahl der Sperr- schneiden	Anmerkung
	des plantaren Sehnen- belages in Millimetern	der Sehnen- hülse		
<i>Vespertilio murinus</i> , D	1,8—1,9	1,58	27—28	Im Beginn des Winterschlafes getötet (♂ ?)
» » »	2,4	1,00	15	Nach dem Winterschlaf getötet ♀.
» » M	1,9	1,2	26—28	
<i>V. Daubentonii</i> , D	1,05	0,76	16	
» » M	1,124	0,569	15	
<i>V. mystacinus</i> , D	0,875	0,6	17	
» » M	0,87	1,5	14	
<i>Vesperugo noctula</i> , D	2,16	1,116	14—15	
» » M	1,8	0,696	16—17	
» » V. Zehe	1,92	1,056	19	
<i>Rhinolophus ferr. equ.</i> , D	2,01	1,08	25	
» » » M	2,2	2,2	50—52	
<i>Taphozous mediventris</i> , D	1,9	1,79	19	
» » M	2	2,2	36	
<i>Rhinopoma microphyllum</i> , D	2,8	1,764	28—30	
» » M	2,38	2,08	48	
<i>Pteropus</i> , D		etwa 20	35	

II. *Sciurus*, *Myoxus*, *Trichosurus* und *Bradypus*.

Wie ich schon an anderer Stelle¹ erwähnte, habe ich weiter auch die Zehen vom Eichhörnchen und Siebenschläfer untersucht. Besonders das erstere läßt sich leicht beim Klettern, Springen und Sitzen auf den Hinterbeinen beobachten; bei dieser Beobachtung drängt sich einem unwillkürlich die Vermutung auf, daß auch diese Tiere besondere mechanische Einrichtungen an ihren Zehen besitzen müssen, welche die verblüffende Griffsicherheit und Unermüdlichkeit derselben ermöglichen.

Die anatomisch-histologische Untersuchung der Zehen ergibt in der Tat recht bemerkenswerte Einrichtungen, die zwar im allgemeinen Anklänge an die bei Vögeln und Fledermäusen beschriebenen erkennen lassen, im einzelnen jedoch vollkommen verschieden sind.

Der Einfachheit wegen gehe ich zunächst wieder von der Schilderung eines sagittalen Längsschnittes durch die gestreckte Zehe (Mittelzehe des Vorderfußes) von *Sciurus vulgaris* aus (Fig. 39).

Die Sehne des *M. flexor profundus* (*PS*) inseriert sich, das Gelenkköpfchen der vorletzten Phalanx im Bogen umgreifend, nahezu dorsal an der Endphalanx (bei *I*), welche in der Ruhelage, d. h. stets beim getöteten Tier, so stark dorsal flektiert ist, daß die Achsen der zwei letzten Phalangen senkrecht zueinander stehen.

Diese Dorsalflexion wird wieder durch ein starkes elastisches Band automatisch erhalten, welches nahe dem Pfannenende der Mittelphalanx (*II*) mit dünnen Faserzügen entspringend, sich mit einer bauchförmigen Verdickung (*DE*) an den dorsalen und proximalen Rand des Krallengliedes, an der Basis der Kralle (*K*) ansetzt. Dieser Rand erscheint lippenförmig verlängert, was dadurch zustande kommt, daß hier der bei vielen Tieren (vgl. die Fledermaus, Fig. 1 und 2 *SDE*) in die Strecksehne eingelagerte Sesamknoten verknöchert und mit dem Rand des Endgliedes verschmolzen ist. An diesen Sesamknoten erinnern nur noch verstreute, blasige Zellen, welche in der Nähe des Knochenrandes sich finden (*SDE*).

Der Ansatzpunkt der Beugesehne (*I*) ist, wie bei den Vögeln, weit vom Drehpunkt des Gelenkes entfernt. Beim Zufassen mit den Krallen muß die Endphalanx einen Weg von fast 180° beschreiben und dem entsprechend die Beugesehne eine große Verschiebung gegen die Fußwurzel hin erfahren; ebenso weit muß die Verschiebung der Sehne distad beim Zurückkehren in die Ruhelage sein. Diese letztere Vorbewegung der Sehne wird wieder automatisch durch ein ventrales,

¹ Anat. Anz. Bd. XXIII. 1904. S. 478.

elastisches Rand (*VE*) bewirkt, welches knapp am Gelenkkopf von der Mittelphalanx und dem proximalen Rand der Gelenkkapsel entspringend nach hinten zieht und in ziemlicher Ausdehnung in die dorsale Fläche der Beugesehne einstrahlt.

Wie bei den Vögeln und Fledermäusen sind diese zwei elastischen Bänder, das dorsale und ventrale in dem Sinne Synergisten, daß sie beide die Ruhelage des Krallengliedes, d. h. seine dorsal flektierte Stellung zu erhalten trachten. Die Funktion des ventralen Bandes ist es außerdem, die bei der Beugung zurückgezogene Sehne des *M. flexor profundus* bei der Streckung vorzuziehen.

In der Umgebung dieses elastischen Bandes finden sich auch hier, ähnlich wie bei den Fledermäusen, *VATER-PACINISCHE* Körperchen in größerer Zahl.

Die Insertion der Sehne erfolgt wieder in der Weise, daß die Sehnenbündel als *SHARPEYSCH*e Fasern in den Knochen einstrahlen, die Zellen zwischen ihnen eine Umwandlung in blasige Elemente erfahren und die Bündel selbst knapp vor dem Eintritt verkalken.

Knapp hinter der Insertionsstelle zeigt die Sehne an ihrer dorsalen Fläche ein ziemlich stark vorspringendes Sesamknötchen (*S¹*), in welches Sehnenbündel einstrahlen und sich in verschiedenen Richtungen durchflechten. Zwischen den Faserbündeln finden sich zahlreiche Zellen, die in einem Falle vorwiegend Druckformen besaßen und Fetttropfen eingeschlossen enthielten. In einem andern waren sie fast durchwegs in blasige mit deutlicher Kapsel versehene Stützzellen umgewandelt, welche sich durch geringe Entwicklung des Plasmaleibes von den an andern Stellen der Sehne vorkommenden unterscheiden. Ihre Kerne sind kugelig und messen 5—8 μ , oder oval mit Durchmessern, die in denselben Grenzen schwanken. Die Zellen selbst samt den Kapseln messen 7—11 μ in der Breite, bis 15 μ in der Länge.

Während die Beugesehne an ihrem distalen Ende eine Dicke, d. h. einen dorso-plantaren Durchmesser am Sagittalschnitt gemessen von 0,3 mm, am proximalen Ende, d. h. in der Gegend des Metacarpophalangealgelenkes einen solchen von 0,37 mm besitzt, erfährt sie in der Mitte eine Verdickung auf über 1 mm in dorso-plantarer Richtung durch eine reichliche Einlagerung von großen, blasigen Stützzellen. Dieselben bilden eigentlich zwei, etwa je 4 mm lange, flache sesamoide Auflagerungen, eine dorsale, unter der Diaphyse der Mittelphalanx gelegene (*S²*) und eine ventrale, mehr proximal, etwa in der Projektion des Interphalangealgelenkes gelegene (*S³*).

Die erstere beginnt, ganz ähnlich wie ich dies bei gewissen Vögeln beschrieben habe, proximalwärts von der Einstrahlung des ventralen elastischen Bandes in die dorsale Fläche der Sehne und dient offenbar unter anderm wieder dazu, die Sehne an dieser Stelle in eine festere, unnachgiebige Platte zu verwandeln und so den Zug des elastischen Bandes auf eine größere Fläche gleichmäßig zu verteilen.

Hier kann man auch elastische Fäserchen weit zwischen die blasigen Elemente eindringen und einen Teil der Zwischensubstanz bilden sehen. Etwas Ähnliches habe ich schon im blasigen Stützgewebe der *Myxine* beschrieben und auch an andern Stellen, z. B. in den Sesamknoten von *Ptyodactylus* gesehen, was insofern von Interesse ist, als nach RENAUT¹ elastisches Gewebe sich an der Bildung der Grundlage des blasigen Stützgewebes nicht beteiligen soll.

Die Auflagerung an der plantaren Fläche der Sehne (S^3) ist noch etwas dicker (0,44 mm) und besteht, wie die an der dorsalen aus nach allen Richtungen sich durchflechtenden Sehnenbündeln, welche zwischen sich teils rein blasige, teils mehr oder minder stark fetthaltige solche Zellen einschließen. Diese erreichen hier eine beträchtliche Größe ($23 \times 17 \mu$) und schließen mit ihren Kapseln vielfach bis zur Verschmelzung derselben aneinander (Fig. 31 k). Das kaum färbbare Protoplasma erfüllt auch an Formalinpräparaten ungeschrunpft die Kapsel und zeigt nur da und dort vacuolenförmige, hellere rundliche Lücken, die vielleicht von extrahierten Fetttropfen herrühren.

Zwischen den beiden Knoten ziehen die groben Bündel der Sehne in einem ununterbrochenen Zuge durch; die Zellen zwischen ihnen sind vielfach in schöne Reihen blasiger Elemente umgewandelt, die sich beim Zerzupfen als zusammenhängende Zellsäulen isolieren lassen, ganz so, wie dies RENAUT² von den Vogelsehnen angegeben hat.

Verfolgt man die Sehne weiter proximalwärts, so nimmt sie nach dieser eigentümlichen Verdickung auf eine kurze Strecke das gewöhnliche Aussehen an; entsprechend der proximalen Hälfte der Grundphalanx tritt aber dorsal an der Oberfläche der Sehne abermals ein fast 4 mm langer, etwa 0,18 mm hoher Belag von blasigem Stützgewebe auf (S^4), welcher über die beiden Seitenflächen bis an die plantaren Seitenränder der Sehne vorgreift (s^4).

¹ Traité d'histologie pratique. T. I. p. 351.

² Arch. de Physiol. T. IV. 1872. p. 278.

Dieser Sehnenabschnitt wird bei der Beugung der Zehe von der an ihrer Innenfläche ebenfalls mit reichlichen blasigen Stützzellen ausgekleideten Sehne des *M. flexor perforans et perforatus* (*PPS* und *SP*) aufgenommen.

Betrachtet man nun die Flächen, über welche die so gestaltete Sehne bei Beugung und Streckung zu gleiten hat, so finden wir zunächst unmittelbar proximalwärts von ihrer dorsalen, sesamoiden Verdickung dort, wo sie über die Gelenkkapsel des terminalen Gelenkes gleitet, in letztere einen Sesamknochen eingelagert (*SVE*), der am sagittalen Durchschnitt eine dreieckige Gestalt besitzt. Mit seiner etwas ausgehöhlten, überknorpelten Grundfläche hilft er die Gelenkpfanne des Krallengliedes vertiefen und vergrößern, sein Scheitel springt plantarwärts keilförmig gegen die Beugesehne vor; gegen seine vordere, d. h. distale Fläche stemmt sich gleichsam das Sesamknötchen *S*¹ der Sehne.

Bei der Beugung des Krallengliedes muß dieses Sesamknötchen auf den Keilrücken des Sesamknöchelchens *SVE* drücken und das letztere über den Gelenkkopf plantarwärts vorschieben.

An der plantaren Fläche des nächsten Interphalangealgelenkes, zwischen Mittel- und Grundphalanx springt abermals ein am sagittalen Längsschnitt dreieckiger Sesamknoten vor (Fig. 39 *SVM*). Derselbe ist jedoch nur fibro-vesiculöser Natur, indem er wesentlich aus einer Verdickung des Ansatzes der Sehne des *M. perforans et perforatus* (*PPS*) an die Basis der Phalanx II besteht. Die genannte Sehne besitzt besonders an ihrer ventralen Fläche eine mächtige Auflagerung in Gestalt eines querliegenden Keiles, dessen Schneide gegen den Rücken der tiefen Fingerbeugesehne vorspringt.

Dicht und nach allen Richtungen verflochtene Faserbündel, zwischen denen zahlreiche, besonders gegen den proximalen Rand des Keiles mit ihren Kapseln dicht aneinander gerückte, blasige Stützzellen eingelagert sind, bilden diesen plantarwärts stark vorspringenden Knoten. Bis hierher ist die Sehne in keiner besonderen Scheide, sondern direkt unter der Haut gelegen. Nun tritt sie jedoch in einen sehnigen Ring, der ähnlich, wie die Sehnenhülse bei den Fledermäusen, aus dem Knochen der Grundphalanx entspringt; die Art und Weise dieses Ursprungs soll im nächsten Abschnitt an einem andern Objekt näher besprochen werden.

Am sagittalen Längsschnitt bietet er das Bild eines platten, in der Mitte etwas verdickten (0,2 mm), gegen die Enden, d. i. den

proximalen und distalen Rand zugeschärften und etwa 1,5 mm langen Sehnenquerschnittes (*SR*).

Er besteht aus parallel gelagerten Sehnenbündelchen, welche aus dem Knochen der Grundphalanx knapp hinter dem Gelenkkopf an einer plantaren und seitlichen Knochenleiste entspringen und in stark proximad geneigten Bogen die Beugesehnen umfassend zur andern Seite ziehen, um sich hier wieder in den Knochen einzusenken.

Dieser zugfeste Sehnenring besitzt an seiner Innenfläche, zwischen die Faserbündel eingelagert, spärliche blasige Stützzellen, wodurch er auch eine gewisse Formbeständigkeit und Druckelastizität erhält.

Er stellt zusammen mit der ebenfalls druckelastischen Verdickung der Beugesehne die wirksame automatische HemmungsVorrichtung bei der Beugung der Zehen dar.

Bei dieser Beugung rückt zunächst der Sesamknoten an der plantaren Fläche des Mittelgelenkes tiefer und verengt den Eingang in den Sehnenring; in diese Zwinge wird die verdickte Sehne eingeklemmt und so die Griff-Beugstellung der Zehe durch den Gegendruck der Unterlage automatisch erhalten.

Eine ähnliche Klemmvorrichtung stellt noch weiter proximad, an der Basis der Grundphalanx, der röhrenförmige Ansatz der Sehne des durchbohrten Beugers dar (*FP* und *SVG*), welcher Ansatz ebenfalls aus circulären Faserbündeln besteht, die in den Knochen und zwar teils in die Basis der Grundphalanx, teils in den Hals des Gelenkkopfes des Mittelfußknochens einstrahlen.

Diese fibröse, das Metacarpo- oder Metatarsophalangealgelenk an seiner plantaren Fläche überbrückende Röhre wird von einem mächtigen Sesamknoten der Sehne des Flexor perforans et perforatus (*SP*) eingenommen, durch den dann die lange Beugesehne gesteckt erscheint. Dieser durchbohrte Sesamknoten besitzt der Sehne zugewendet hohe Kissen blasigen Stützgewebes, welches hier in einer Reinheit entwickelt ist, wie man es sonst nur bei niederen Tieren zu sehen gewohnt ist.

Die Fig. 32, welche eine Partie dieses Gewebes darstellt, könnte ebensogut dem bekannten Sesamknoten der Achillessehne des Frosches entnommen sein, mit der einzigen Ausnahme, daß die spärlichen Bindegewebsbündel *B*, welche die geschlossenen Massen der großen, blasigen Zellen durchziehen, hier und da noch eigne Kerne besitzen (*BK*); diese sind durch ihre dunklere Färbung und längliche Gestalt von den kugeligen, blasseren Kernen der blasigen Zellen verschieden.

Solche Bindegewebskerne fehlen bekanntlich beim Frosch, sind dagegen im blasigen Stützgewebe von *Myxine* vorhanden.

Wie bei diesen beiden tiefstehenden Wirbeltieren erscheinen jedoch auch bei *Sciurus* in den erwähnten metacarpo- oder metatarso-phalangealen Sesamknoten die Bindegewebsbündel durch größere, zusammenhängende Gruppen der großen blasigen Zellen auseinandergedrängt, in welchen Gruppen dann die spärliche Intercellularsubstanz ausschließlich von den zu einem einheitlichen, dünnwandigen Wabenwerk verschmolzenen Kapseln (Fig. 32 *K*) gebildet wird.

Diese Kapseln färben sich an Formalinmaterial mit maximal verdünnter Thioninlösung metachromatisch rot.

Ein andres Extrem von blasigem Stützgewebe findet man bei *Sciurus* an jenen Stellen, wo Faserbündel in den Knochen oder Knorpel einstrahlen und spärliche, stets vereinzelt Zellen zwischen den sehnigen Bündeln die Umwandlung in blasige, mit einer deutlichen Kapsel umgebene Elemente zeigen (Fig. 33). Besonders an letzteren Stellen zeigen die Zellen wieder Übergänge zu echten Knorpelzellen; sie sind bedeutend kleiner, als die vollentwickelten blasigen Zellen, besitzen aber größere Kerne als diese und an Stelle des glasigen Zellkörpers ein dichteres Protoplasma. Die dem Knorpel zunächst gelegenen Zellen können auch schon, außer ihrer Kapsel (Fig. 33 *K*) einen breiteren Zellhof (*H*) um sich erzeugen. Der Mangel jeglicher Retractionerscheinungen unterscheidet sie jedoch noch von echten Knorpelzellen. Diese beiden Extreme müssen auch histogenetisch auseinandergehalten werden, indem, wie ich an einem Eichhörnchenembryo von 4 cm Länge sehe, die vorwiegend aus Zellen bestehenden Auflagerungen blasigen Stützgewebes schon frühzeitig eine eigne, embryonale Anlage besitzen, während verstreute und vereinzelt blasige Zellen auch in den gewöhnlichen dichtzelligen Sehnanlagen entstehen können.

Zwischen diesen beiden Extremen finden sich aber auch alle Übergänge, wie am besten der geschilderte Bau der tiefen Beuge-sehne an den Zehen von *Sciurus* ergibt.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zur Betrachtung der mechanischen Bedeutung der Hemmungseinrichtung an den Zehen von *Sciurus* zurück, so sehen wir, daß die bewegliche Sehne mit den »starren« Sehnenringen das kinematische Elementenpaar darstellen, daß wir also nach der maßgebenden Namengebung von REULEAUX¹ ein Trackgesperre vor uns haben. Während jedoch bei

¹ Lehrbuch der Kinematik. Braunschweig 1900.

den Vögeln und den meisten Fledermäusen das »starre« Element, die Sehnenhülse mit Sperrschneiden, das laufende, die plantare Sehnenoberfläche mit Zähnelungen versehen sind und so ein typisches laufendes Zahngesperre zustande kommt, das die Gleitung nach einer Richtung verhindern kann, fehlen beim Eichhörnchen solche Oberflächendifferenzierungen und tritt an Stelle der Verzahnung die »Klemmung«. An derselben nimmt außer dem Sehnenring auch der dorsal gelegene Sesamknoten des Mittelgelenkes teil. Das Gesperre wird also zu einer Art von Klemmgesperre, bei dem allerdings auch die Reibung eine große Rolle spielt, so daß man die ganze Einrichtung vielleicht als Klemm-Reibungsgesperre bezeichnen könnte.

Übergangsweise finden sich solche Einrichtungen, wie erwähnt, schon bei gewissen Fledermäusen angedeutet.

Beim Eichhörnchen fand ich aber noch eine mechanisch wie histologisch höchst eigentümliche Einrichtung an den Gelenken der Zehen, die mit der Sperrung der Griffbeugstellung nichts zu tun haben kann, sondern eine andre biologische Bedeutung besitzen muß. Bei den Tieren mit gut ausgebildeten Interphalangealgelenken (Säugetieren, Sauropsiden; über die Amphibien vergleiche meine Mitteilung im Centralbl. f. Physiol. 14. März 1903) ist man gewohnt, die gleitenden Oberflächen an Kopf und Pfanne vollkommen glatt zu sehen, wie es ja ihrer Funktion entspricht. Diese Glätte wird vielfach noch durch eine eigne Gelenkschmiere erhöht.¹

Histologisch besteht dieser Gelenkknorpel in seinen oberflächlichen Lagen gewöhnlich aus der Gelenkfläche parallel gelagerten Lamellen- oder Fibrillenzügen, welche erst in der Tiefe in vorwiegend senkrecht oder radiär zur Oberfläche gestellte übergehen. Die Zellen dieser oberflächlichen Lagen erscheinen in der Regel stark abgeplattet, so daß ihre langen Durchmesser in Ebenen parallel zur Oberfläche liegen und erst in den tieferen Lagen treten rundliche Zellen und Zellgruppen auf, die dann auch deutliche Zellkapseln und -höfe aufweisen¹.

Ein ganz andres Verhalten zeigt der Interphalangeal- und Metatarsophalangealknorpel von *Sciurus*.

An senkrechten Durchschnitten (Fig. 26) läßt derselbe zwei scharf getrennte, bald beiläufig gleich, bald ungleich hohe Lagen erkennen: eine dem Knochen unmittelbar aufsitzende, tiefere (*FK*), welche am ungefärbten, in Wasser oder Alkohol untersuchten Schnitt

¹ Man vgl. darüber HAMMAR, Arch. mikr. Anat. Bd. XLIII. 1894. S. 813.

eine ungemein deutliche, aber auch am gefärbten Lackpräparat noch wahrnehmbare, feinstreifige Struktur erkennen läßt; die Fibrillen verlaufen parallel der langen Achse des Knochens, stehen also senkrecht oder radiär zur Gelenkoberfläche. In dieser fibrillären Grundsubstanz sind rundliche Zellen eingeschlossen, die nur durch eine schmale, deutliche Kapsel von der fibrillären Masse abgegrenzt erscheinen und sich dadurch als echte Knorpelzellen erweisen, daß sie an den Formolpräparaten sämtlich geschrumpft und von der Kapselwand losgelöst sind. Diese Zone, welche durch den Mangel einer nennenswerten Färbbarkeit mit DELAFIELDS Hämatoxylingemisch einen faserknorpelähnlichen Eindruck macht, setzt sich mittels eines scharfen, leicht buchtigen bis zackigen Randes von der oberflächlichen Zone, *HK*, ab.

Diese ist durch bis an die Oberfläche reichende rundliche Zellen ausgezeichnet, welche trotz der Formolfixierung ihre stark basophilen Kapseln vollkommen ungeschrumpft ausfüllen und mit ihren bläschenförmigen größeren, deutlich hervortretenden Kernen eher blasigen Stützzellen gleichen. Die Kapseln werden meist von schmalen, ebenfalls basophilen Zellhöfen umgeben und zwischen diesen findet sich eine vollkommen hyaline, eher mit saueren Farbstoffen (Eosin) färbbare Grundsubstanz.

Was jedoch das Merkwürdigste ist, über die Oberfläche erheben sich in die Gelenkhöhle hineinragende, halbkugelige oder köpfchenartig gestaltete Zellterritorien, teils dicht aneinander (*H*), teils in geringen Zwischenräumen (*H'*).

Diese Höckerchen finden sich sowohl an der Oberfläche der Gelenkpfanne (Fig. 26 *P*), als an der des Kopfes (*K*). Am Durchschnitt verleihen sie diesen ein stumpf höckeriges Aussehen, das einigermaßen an das Durchschnittsbild des plantaren, knorpelähnlichen Belages an den Zehenbeugesehnen vom Sperling erinnert¹. Ein Unterschied besteht jedoch darin, daß bei *Sciurus* auch dort wo die Höckerchen dicht aneinandergrenzen, keine so tiefen, trennenden Spalten zwischen ihnen vorkommen. An der Oberfläche der Gelenkpfanne, wo sie am stärksten entwickelt erscheinen, erheben sie sich zumeist als freistehende, halbkugelige Gebilde (Fig. 27 und 30), deren Basis einen Durchmesser von 20—26 μ besitzt, während die Höhe bis zu 15 μ erreichen kann. Einzelne ragen jedoch mit mehr als halber Kugelfläche hervor, so daß sie wie breitgestielte

¹ Man vgl. Fig. 10, Taf. XXVI, diese Zeitschrift. LXXIII. Bd. 1903.

Köpfchen aufsitzen und durch tangentielle Längsschnitte von ihnen kleinere oder größere Calotten vollkommen abgetrennt werden können.

Trägt man ein Stückchen des Gelenkknorpels durch einen parallel zur Oberfläche geführten Rasiermesserschnitt ab und betrachtet denselben von der freien Fläche, so erhält man ein sehr eigentümliches Bild, wie es in Fig. 29 dargestellt ist. Man sieht dann, daß die Höcker eine gewisse Reihenbildung zeigen; dagegen ist der Eindruck, als würden sie sich auch mit ihren Rändern dachziegelartig nach einer Richtung überragen nur dadurch hervorgerufen, daß das abgetragene Knorpelstückchen einen Keil darstellt, dessen Rücken man sich bei *R*, dessen Schneide man sich bei *S* gelegen denken muß. Was also in der Figur in eine Ebene projiziert erscheint, wurde in Wirklichkeit bei fortschreitender Tieferstellung der Mikrometerschraube in der Richtung von *R* zu *S* gezeichnet und so entsteht der Eindruck eines Überhängens der Höckerchen in dieser Richtung.

In Wirklichkeit fehlt hier jedoch eine solche Anordnung, wie sie die Höckerchen an der Sehnenoberfläche des Sperlings so deutlich zeigen (vgl. Fig. 4 an oben erwähnter Stelle). Auch habe ich mich vergeblich bemüht, an Kopf und Pfanne eine entgegengesetzte Anordnung und Neigung der Höckerchen festzustellen, welche beim Aufeinandertreffen der Gelenkflächen etwa eine Art Verzahnung derselben bewirken könnten. Die Höckerchen stehen überall genau senkrecht, beziehungsweise radiär zur Oberfläche, besitzen beiderseits, an Kopf und Pfanne, vollkommen abgerundete Kuppen und nirgends ist die Möglichkeit einer Verzahnung gegeben; vielmehr treffen die Höckerchen stets mit ihren Konvexitäten aufeinander, etwa wie Stoßballen (Fig. 27, 28). Was die Entwicklung und Verteilung derselben an den einzelnen Zehengelenken anlangt, so erscheinen die Höckerchen in den dorsalen Teilen der Gelenkpfanne des mittleren und Grundgelenkes am besten entwickelt, während sie in den plantaren Teilen fehlen, so daß hier die Oberfläche glatt erscheint.

Am Gelenkkopf sind sie im allgemeinen weniger stark vorspringend, jedoch dichter aneinander gelagert, so daß streckenweise am Durchschnitt ein ganz regelmäßig festonierter Kontur entsteht (Fig. 28).

Auch an der Oberfläche des an der Gelenkbildung beteiligten metacarpophalangealen Sesamknochens (Fig. 29 *SVG*) erscheinen sie entwickelt; nur schwach am distalsten Gelenk, und zwar am Kopfe,

während die Oberfläche der Pfanne und die Gelenkfläche des plantaren Sesamknochens fast vollständig glatt erscheinen.

Was nun den feineren histologischen Bau dieser Höckerchen anlangt, so enthält fast jedes derselben eine Zelhöhle in der Mitte (Fig. 27), die von einer stark basophilen Kapsel begrenzt wird, an die sich in vielen Fällen ein schmaler, ebensolcher Zellohof (*ZH*) anschließt. Auf diesen folgt dann eine breitere, mit Eosin stark färbare Zone, welche die Hauptmasse des in die Gelenkhöhle ragenden Höckers ausmacht und manchmal eine undeutliche, konzentrische Schichtung oder Streifung erkennen läßt. Die freie Oberfläche des Höckers wird in der Regel von einem glatten, glänzenden Saum begrenzt (*M*), der sich manchmal stärker mit DELAFIELDS Hämatoxylingemisch färbt und sich einerseits zwischen zwei aneinander stoßenden Höckern in die Tiefe einsenkt und hier verliert, anderseits auch auf die glatte, höckerlose Oberfläche des Gelenkknorpels fortsetzt (Fig. 26 *M*). An Schnitten parallel zur Gelenkoberfläche, an denen einzelne Höcker gekappt erscheinen (Fig. 29 *H'*), erkennt man, daß dieser Saum eine feinfaserige Struktur zeigt und eine Art, von der hyalinen Höckersubstanz differenter Grenzmembran darstellt (Fig. 29 *M*, Fig. 37 *M'* von der Fläche getroffen), wie sie ja auch die Gelenkoberflächen bei den Fledermäusen und vielen andern Tieren¹, dann aber auch die Sehnenhöcker und Sperrschneiden bei den Vögeln überzieht. Dieses Grenzhäutchen ist offenbar identisch mit den von verschiedenen Autoren auch an der Oberfläche menschlicher Gelenkknorpel beschriebenen Bildungen (vgl. HAMMAR²).

Dieses Grenzhäutchen zeigt an den Höckern nicht selten Zeichen von Abnutzung, indem es pinselartig aufgefasert erscheint (Fig. 26 *h*),

¹ Z. B. den Vögeln, bei denen ich einen solchen Grenzsäum schon erwähnt habe (Diese Zeitschrift. LXXIII. Bd. 1903. S. 394).

² HAMMAR (Arch. mikr. Anat. Bd. XLIII. 1894. S. 857) bezeichnet diese Oberflächendifferenzierung als »Flächennetz«, das besonders nach Hämatoxylinfärbung deutlich hervortreten soll. Am Vertikalschnitt stellt es eine »grobe, ziemlich gleichbreite Randlinie« dar, die stärker glänzend ist und »größere Tinktionsfähigkeit dem Eosin gegenüber besitzt«. Ich finde, mit der ersten Angabe von HAMMAR übereinstimmend, daß dieses Grenzhäutchen sich besonders stark mit DELAFIELDS Hämatoxylingemisch färbt und dadurch oft scharf von den darunterliegenden, mit Eosin färbbaren Lagen gesondert erscheint. Es ist kein Zweifel, daß es, wie schon HAMMAR angibt, durch die Reibung aufgefasert und endlich abgeseuert werden kann, besonders beim Menschen (vgl. auch BRAUN, Zeitschr. f. Chir. Bd. XXXIX. 1894) und größeren Tieren. Bei den Vögeln und kleinen Säugetieren jedoch stellt es ein Grenzhäutchen im Sinne von BICHAT, ARNOLD, LUSCHKA u. a. dar.

welche Zerfaserung sich auch auf die Substanz der Höcker selbst erstrecken kann, so daß man an Stelle scharf begrenzter, wohl abgerundeter Höcker einen Büschel kürzerer und längerer Fäserchen in die Gelenkhöhle ragen sieht (Fig. 27 *F*).

Der Inhalt der von den Höckern umschlossenen Höhlen sind selten wohlerhaltene Zellen; in den Fällen, in denen solche vorkommen, können sie gelegentlich auch zwei Kerne besitzen. Manche Höcker können auch zwei wie durch Teilung entstandene Zellen enthalten und dann, falls die Teilungsebene senkrecht zur Oberfläche steht, selbst durch eine in dieser Richtung auftretende Furehe in zwei geteilt werden.

In den meisten Fällen jedoch zeigen die Zellen der Höcker Rückbildungserscheinungen.

Dieselben bestehen im einfachsten Falle in einem Schwund oder Verbrauch des Protoplasmakörpers, so daß ein solcher kaum mehr um den Kern zu erkennen ist und dieser wie nackt in der verengten Zelhöhle zu liegen scheint.

Weiterhin kann der Kern selbst pyknotisch werden (Fig. 30 *a*, *K*), seine Färbbarkeit verlieren (Fig. 30 *b*, *zR*) und als blasser, kaum mehr färbbarer Fleck die Mitte des Höckers einnehmen; letzterer erscheint dann wie solid, durch und durch gleichartig.

In manchen Fällen kann der stark verengten Zelhöhle halbmond- oder calottenförmig eine stark färbare Masse aufsitzen (Fig. 37 *S*); solche halbmond- oder sichelförmige Massen sind zum Teil nichts anderes als zugrunde gegangene Schwesterzellen.

Kurz gesagt: es wiederholen sich an den Zellen der Höcker die auch an Zellen gewöhnlicher Knorpel¹, aber auch an jenen in den Höckern der Beugesehnen des Vogelfußes² zur Beobachtung kommenden Rückbildungs- und Umwandlungserscheinungen.

Welche Bedeutung kommt nun diesen eigentümlichen Höckern an den Gelenkflächen der Zehen- (und wahrscheinlich auch anderer) Gelenke zu?

Daß es sich um eine Sperrvorrichtung nicht handeln kann, geht schon aus der geschilderten Form und Anordnung der Höcker an Kopf und Pfanne hervor. Es scheint mir hier von Interesse, der einzigen bisher bekannt gewordenen ähnlichen Differenzierung eines

¹ Man vgl. den II. Teil meiner Untersuchungen »Über den feineren Bau und die Entwicklung des Knorpelgewebes«. Diese Zeitschrift.

² Diese Zeitschrift. LXXII. Bd. 1903. S. 388.

Gelenkknorpels bei Knochenfischen zu gedenken, deren Kenntnis ich einer freundlichen Mitteilung des Herrn Dr. O. THILO in Riga verdanke. DÖNITZ¹ und THILO² haben eine — allerdings noch mit freiem Auge sichtbare — radiäre Furchung der Gelenkflächen am Hemmknochen von *Acanthurus* und *Naseus* beschrieben. THILO blieb im unklaren über die Bedeutung derselben und meinte, es könnte sich um eine Schrumpfungerscheinung infolge von Rückbildung handeln. Ich halte es jedoch für wahrscheinlicher, daß es sich um eine Sperrvorrichtung handelt, welche das dauernde Aufrechterhalten des als Waffe dienenden Stachels erleichtert, indem die zwischen zwei Furchen gelegenen halbzyklindrischen, radiären Vorragungen des Gelenkkörpers in die gegenüberliegenden Furchen des Umfassungskörpers (Basis des Stachels) eingreifen.

Denkt man sich jedoch diese radiären Vorragungen durch Querspalten in eng aneinander liegende kugelige Erhebungen zerteilt, dann wird eine Sperrung zur Unmöglichkeit, die kugeligen Höcker auf beiden gegenüberliegenden Flächen werden ohne Halt aneinander hin- und hergleiten. Letzteres ist der Fall beim Gelenk von *Sciurus*. Ich habe aber schon erwähnt, daß die Höcker an Kopf und Pfanne etwa wie Stoßballen aufeinander treffen.

Bedenkt man, daß das Eichhörnchen imstande ist, vom höchsten Gipfel der Bäume auf den Boden zu springen, ohne Schaden zu leiden, so können diese Höcker in der Tat nur die Bedeutung von Puffern oder Stoßballen haben, welche die Wucht des Stoßes beim Aufprall auf den Boden dadurch vermindern, daß sie mit ihren Konvexitäten aufeinander gepreßt und vermöge ihrer Elastizität zusammengedrückt werden. So wird der heftige Stoß nicht direkt auf die knöchernen »Druckaufnahmeplatten« (ROUX) der Knochen übertragen, sondern gleichsam von einer Unzahl von elastischen Aufnahmestellen zerteilt und unschädlich gemacht.

Für diese Deutung spricht auch der Umstand, daß die Höcker im dorsalen Pfannenteile, der bei der maximalen Streckung der Zehen während des Aufprallens auf den Boden am stärksten beansprucht wird, auch am besten entwickelt sind. Möglicherweise haben die eigentümlichen Fußballen dieser Tiere (Fig. 39 DB), die im wesentlichen aus einer Epidermisverdickung über einer Anhäufung massen-

¹ Arch. f. Anat. u. Physiol. 1867. S. 210. Taf. VII, Fig. 3 e.

² Die Umbildungen an den Gliedmaßen der Fische. Morph. Jahrb. Bd. XXIV. 1896. S. 324.

hafter Schweißdrüsen bestehen, auch Anteil an dieser Funktion; hauptsächlich handelt es sich dabei jedoch wohl, wie schon V. GRABER¹ bemerkt hat, um Trittdämpfer, da diese Ballen besonders bei nächtlichen Tieren am reichsten entwickelt sind. Daß sie manchen Tieren (*Hyrax*, Affen) eine pneumatische Anheftung an glatte Flächen ermöglichen sollen, ist u. a. von MOHNIKE² und SIMMERMACHER³ behauptet worden.

Das geschilderte Verhalten der Zehengelenkknorpel bei *Sciurus* zeigt wieder einmal deutlich, daß für den feineren Bau eines Bindestanz-Organes in erster Linie seine physikalische Beanspruchung und nicht seine organologische Stellung maßgebend ist; mit andern Worten, ein Gelenkknorpel, eine Sehne, ein Sesamknochen, eine Sklera usf. zeigt nur dann dieselbe Struktur, wie die gleichnamigen Gebilde bei einem andern Tier, solange sie die gleiche Funktion besitzen, die gleiche mechanische Beanspruchung erfahren.

Die Abstufungen in diesen funktionellen Beanspruchungen scheinen viel feinere zu sein, als wir bis jetzt zu beurteilen vermögen. Daher die bekannte und charakteristische Substituierbarkeit der einzelnen Bindestanzstoffe, die vom Standpunkt der Histogenese oft als einfache Metaplasie gedeutet worden ist; eine geringe Veränderung der mechanischen Beanspruchung wird eben auch im Laufe der Entwicklung von einer Veränderung des Gewebecharakters gefolgt.

Daher müssen wir diesen Gewebzübergängen oder Übergangsgeweben unser volles Augenmerk zuwenden, weil sie der empfindlichste Indikator für Verschiedenheiten in der Biomechanik sind.

Durch diese funktionelle Anpassung der Gewebe können aber auch Konvergenzerscheinungen entstehen, welche die Beurteilung der eigentlichen Natur eines Gewebes oft sehr erschweren.

Gerade in dieser Hinsicht ist die von mir bereits betonte, auffallende Übereinstimmung des Gelenkknorpels vom Eichhörnchen mit den knorpelartigen Belägen an den Zehenbeugeschnen gewisser Vögel, z. B. des Sperlings, von Interesse. Ich habe Ähnlichkeiten und Unterschiede dieser eigentümlichen Gewebeform, die nunmehr außer bei Vögeln auch bei den Fledermäusen nachgewiesen ist, gegenüber dem Knorpelgewebe an andrer Stelle⁴ auseinandergesetzt und gezeigt,

¹ Die äußeren mechanischen Werkzeuge der Wirbeltiere. Leipzig, Prag. (Wissen der Gegenwart. XLIV. Bd.) 1886. S. 188.

² Diese Zeitschrift. XXXII. Bd. 1879. S. 391.

³ Zool. Garten. 1884. S. 289.

⁴ Diese Zeitschrift. LXXIII. Bd. 1903. S. 388 u. f.

daß es sich um ein eigentümliches Bindeglied zwischen dem blasigen (vesiculösem) Stützgewebe und echtem Knorpelgewebe handelt. Nunmehr sehen wir aber, daß ein zweifellos echter Knorpel, wie es der Gelenkknorpel bei den meisten Tieren ist, die morphologische Beschaffenheit der plantaren Sehnenbeläge annehmen kann, ein neuer Beweis für die nahe Verwandtschaft beider Gewebe.

Diese Erfahrung muß aber auch davor warnen, in jedem Knorpelstückchen einen phylogenetisch bedeutungsvollen Rest eines Ahnenbesitzes sehen zu wollen.

Die Zehen von *Myoxus*¹ zeigen prinzipiell ganz ähnliche Bauverhältnisse, wie die des Eichhörnchens, doch lassen sie einige Besonderheiten erkennen, die wieder mit einer etwas geänderten funktionellen Beanspruchung der Extremitäten zusammenzuhängen scheinen. Die Schläfer oder Bilehe sind vorzügliche Kletterer, können dagegen nicht so große Sprünge ausführen, wie die Eichhörnchen. Dementsprechend finden wir die überknorpelten Flächen ihrer Interphalangeal- und Metacarpophalangealgelenke mit etwas weniger entwickelten Stoßballen versehen; doch sind solche als kleine, je einem Zellterritorium entsprechende, halbkugelige Erhebungen am Pfannenwie Gelenkkopfknorpel vorhanden (Fig. 37).

Die Oberfläche dieser mit ihren Konvexitäten aufeinandertreffenden Höckerchen ist wieder von einem feinfaserigen, festen Grenzhäutchen (Fig. 37 *M*, *M'*) überzogen, das auch die glatten Knorpelflächen des Gelenkes bedeckt und gelegentlich an Durchschnitten durch seine starke Färbung mit DELAFIELDS Hämatoxylingemisch deutlich hervortritt.

Größe und Anzahl der Knorpelhöckerchen sind aber, wie gesagt, geringer wie beim Eichhörnchen. Dagegen besitzt *Myoxus* eine in eigentümlicher Weise verbesserte Hemmungsvorrichtung gegen die Öffnung des geschlossenen Klettergriffes. Wie bei *Sciurus* besteht diese Vorrichtung der Hauptsache nach aus einem ungemein festen, sehnigen Ring oder einer kurzen Sehnenhülse, die mit dem Knochen verbunden ist und in welche bei der Beugung die in der Mitte verdickte Sehne eingeklemmt wird.

¹ Untersucht wurde *M. intermedius*, eine südtiroler Varietät von *M. glis*, welches Material ich von Herrn Dr. KARL TOLDT, Assistenten am k. k. naturhist. Hofmuseum, erhielt. Derselbe unterstützte mich auch durch die Bestimmung einiger Fledermäuse, so daß ich ihm auch hier meinen besten Dank ausdrücken möchte.

Entfernt man von einer Zehe unter der Lupe alle Weichteile, so kann man diesen Sehnenring leicht für sich in Verbindung mit dem Knochen darstellen (Fig. 34 *SR*). Er entspringt aus der stark plantarwärts gekrümmten Grundphalanx *I* näher dem distalen Teile derselben; seine Höhe bzw. Länge (in der Richtung des Pfeiles) betrug 0,78 mm, sein dorsoplantarer Durchmesser 0,88 mm. Letzterer bildet mit der Längsachse des Knochens proximad einen spitzen Winkel.

Der Sehnenring besteht aus derben, festen circulären Faserbündeln, zwischen denen sich besonders gegen seine innere Oberfläche und seinen Ansatz an den Knochen zu Reihen schwach entwickelter blasiger Zellen finden und die knapp vor dem Einstrahlen in den Knochen verkalken. An dieser Stelle zeigt der letztere jederseits zwei kurze leistenförmige oder höckerige Verdickungen (*T T*), welche nebst den verkalkten Ursprungsbündeln auch am macerierten Skelett jeder Grundphalanx zu sehen sind.

Durch diesen Ring läuft die starke Sehne des tiefen Beugers (Fig. 40 *PS*) und die dünne, gedoppelte des durchbohrten (*PPS*), welche vor ihrem Ansatz an die Basis der Mittelphalanx (*II*) hier in einen stark entwickelten und plantarwärts vorspringenden Sesamknoten (*SVM*) einstrahlt. Derselbe besteht aus derben, durchflochtenen Sehnenbündeln mit reichlich zwischen dieselben eingelagerten blasigen, fetthaltigen Zellen. Bei der Beugung verengert er ganz wesentlich den Eingang in den Sehnenring, ganz wie bei *Sciurus*. Wie bei diesem wird die Verdickung der Sehne in ihrer Mitte durch eine Auf- und Einlagerung blasiger Zellen, teilweise auch Umwandlung der Sehnenzellen in blasige, mit Kapseln versehene und daher druckelastische Elemente hervorgerufen. Ein Unterschied besteht nur darin, daß diese Zellen bei *Myoxus* kleiner und fast alle fetthaltig sind; letzteres ist ja auch bei vielen Vögeln der Fall.

Der dorsale Sesamknoten hinter der Insertion der langen Beugesehne (Fig. 39 *S¹*) fehlt bei *Myoxus*. Der Sesamknochen in der Gelenkkapsel, *SVE*, besitzt eine gerundete, plantare Fläche, und wo die Sehne über diese hinweggleitet, finden sich einige blasige Zellen in die Sehne eingelagert.

Die Beugesehne besitzt nahe ihrer Insertion (Fig. 40 *I*) am sagittalen Längsschnitt einen dorsoplantaren Durchmesser von etwa 114 μ , in ihrem proximalen Teil, wo sie über das Metacarpophalangalgelenk schleift, einen solchen von 0,3 mm, wovon etwa $\frac{1}{3}$ auf den dorsalen Belag von blasigem Stützgewebe (*S⁴*) kommt. In der Mitte erfährt die Sehne eine Verdickung in der genannten Richtung

auf über 0,5 mm, durch die dorsale (S^2) und ventrale (S^3) Auflagerung.

Letztere besitzt eine Länge von fast 2 mm, eine dorsoplantare Dicke von 0,22 mm und verhält sich mit dem oben erwähnten Unterschiede ganz wie bei *Sciurus*. Dagegen findet sich bei *Myoxus* an Stelle der dorsalen und weiter distad gelegenen Auflagerung, welche dem ventralen elastischen Bande, VE , zum Ansatz dient, ein eigentümlicher Sesamknorpel, welcher die ganze Breite der Sehne einnimmt und an der dorsalen Fläche derselben mit einer leichten Wölbung, DK , frei zutage liegt, wenn man die isolierte Sehne von oben her betrachtet.

Auch diese Auflagerung besteht größtenteils aus fetthaltigen, blasigen Zellen, welche zumeist in Reihen zwischen den Faserbündeln der Sehne (Fig. 35 F') eingelagert erscheinen. In der Mitte des Knotens nehmen diese blasigen Zellen an Größe zu (Kn), rücken dichter aneinander und erhalten mit DELAFIELDS Hämatoxylingemisch deutlich färbare Kapseln, während die faserige Zwischensubstanz einen mehr hyalinen Charakter annimmt und sich ebenfalls leicht mit DELAFIELDS Hämatoxylingemisch färbt. Auch zeigen die Zellen sämtlich die charakteristische Loslösung von der Kapselwand, kurz, diese mittlere Partie erscheint in einen echten Knorpelkern (Fig. 40 KK) umgewandelt, der sich ganz allmählich in das umgebende blasige Stützgewebe verliert (Fig. 35 Kn).

Eine ähnliche Umwandlung hat die dorsale Oberfläche in einer Längsausdehnung von über 1 mm erfahren; hier zeigt der Sesamknoten jedoch das mechanisch bemerkenswerte Verhalten, daß seine Konvexität mit vorspringenden Knorpelhöckern besetzt ist, welche ihr eine gewisse Rauigkeit verleihen (Fig. 40 DK , Fig. 35 H).

Trägt man einige dieser Knorpelhöcker durch einen Tangentialschnitt ab, so erhält man ein Bild, wie es in Fig. 36 dargestellt ist. In einer reichlichen hyalinen Grundsubstanz sind Zellhöhlen, KH , ausgespart, die von geschrumpften Zellkörpern, Z , eingenommen werden. Von ausgesprochenen Kapselbildungen um die Höhlen ist hier nichts zu sehen, nur zeigen einzelne Höfe Andeutungen einer concentrischen Schichtung (H). Einzelne Zellen zeigen wieder Rückbildungserscheinungen, indem sie immer kleiner werden, womit Hand in Hand eine Einengung der Zellhöhle geht; so findet man in der hyalinen Grundsubstanz, da und dort nur mehr winzige Zellreste (DZ) als Zeichen, daß hier eine Zelle in Grundsubstanz umgewandelt wurde.

Diese Grundsubstanz gibt die charakteristischen Knorpelfärbungen, färbt sich z. B. mit maximal verdünntem Thionin metachromatisch rot.

Die Oberfläche der Höcker wird wieder von einem stärker färbaren Grenzsäum, *M*, begrenzt, der an Flachschnitten ein feinfaseriges Aussehen zeigt (*M*¹).

Bei der Beugung der Zehe wird nun der Eingang in den Sehnenring (Fig. 40 *SR*) durch Tieferrücken des Sesamknoten *SVM* verengert und gegen diesen die höckerige Oberfläche der Beugesehne *DK* gepreßt, wodurch ein Vorgehen der Sehne wesentlich erschwert oder für die Dauer der Griffstellung unmöglich gemacht wird.

Wie bei *Sciurus* findet sich eine weitere Auflagerung blasigen Gewebes an der dorsalen Fläche der Beugesehne an der Basis der Grundphalange *S*⁴, in einer Länge von $1\frac{3}{4}$ mm. Ebenso sind die Innenflächen der hier von der Beugesehne durchbohrten Sehnen des *M. flexor perforans et perforatus*, *SP*, und des *M. flexor perforatus*, *SVG*, mit elastischen Kissen von blasigem Stützgewebe bedeckt.

Was die Streckseite der *Myoxus*-Zehe betrifft, so spaltet sich das dorsale, elastische Band (Fig. 40 *DE*) gegen das Endglied hin in zwei Teile; der untere inseriert mit der Strecksehne, wie bei *Sciurus* am Knochenrand, der obere steigt im Bogen gegen den konvexen Abhang der Kralle und verliert sich im bindegewebigen Bette derselben. Dieser Teil nimmt offenbar auch an der Erhaltung der starken Dorsalflexion der Kralle teil und legt die Haut hinter der Kralle in Falten.

An der Insertion der Strecksehne fehlt ein Sesamknötchen, jedoch setzt sich die überknorpelte Gelenkfläche noch eine Strecke weit proximad an der Oberfläche der Gelenkkapsel fort (Fig. 40 *K*). Diese überknorpelte Fläche zeigt am Längsschnitt deutliche Höckerchen, ähnlich, aber in kleinerem Maßstabe, als der überknorpelte, dorsale Sesamknoten der Beugesehne. Offenbar ist diese dünne Knorpelschicht eine eigentümliche Abänderung des hier gewöhnlich vorhandenen Sesamknoten.

Wo die Strecksehne über das Mittelgelenk schleift, finden sich nur vereinzelte blasige Zellen in die erstere eingelagert.

Schließlich möchte ich hier noch bemerken, daß bei *Myoxus* die kissenartigen Pelotten an der Palma (Fig. 40 *DB*) und Planta, sechs an der Zahl, so dicht aneinander stehen und so hoch sind, daß beim Aufdrücken des Fußes dieselben einen geschlossenen Wall mit einer ziemlich tiefen Grube in der Mitte bilden können. Die Einrichtung

scheint noch vollkommener, als die von MOHNIKE¹ abgebildete, an der Hand von *Cercopithecus cynomolgus*, so daß man annehmen müßte, daß *Myoxus* erst recht befähigt wäre, diesen Pelottenkranz beim Klettern an glatten, senkrechten Wänden wie einen Saugnapf zu verwenden, wovon mir nichts bekannt ist.

Ein vorzüglicher, wenn auch angeblich träger Kletterer ist der Fuchskusu (*Trichosurus vulpecula*); da dieses Tier Wildkatzengröße erreicht und fast ausschließlich auf Bäumen lebt, schien es mir von Interesse, die Zehen desselben zu untersuchen. Mir stand die in Formol konservierte Mittelzehe einer vorderen Extremität zur Verfügung², die ich in eine sagittale Schnittreihe zerlegte.

Es fanden sich prinzipiell ganz ähnliche Einrichtungen, wie bei *Sciurus*, nur tritt die Verwendung des rein blasigen Stützgewebes zurück gegen die mächtige Entfaltung des fibrösen, obwohl ersteres an zahlreichen Stellen sich entwickelt findet, wie ein Blick auf Fig. 42 lehrt, in der das blasige Stützgewebe wieder durch gelbe Farbe angedeutet ist. Der bemerkenswerteste Unterschied ist der, daß die Führung der langen Beugesehne *PS* durch einen dritten Sehnenring verstärkt erscheint. Derselbe ist an zwei seitlichen, plantaren, 0,8 mm langen Knochenrauhigkeiten (Fig. 41 *T*¹) nahe über dem Pfannenende der II. Phalanx befestigt und verbreitert sich plantarwärts, so daß er hier, in der Längsrichtung gemessen, eine Höhe von 1½ mm erreicht. Der zweite und dritte Sehnenring entspricht den bei *Sciurus* und *Myoxus* beschriebenen; der zweite (Fig. 41 *SR*²) mißt am Ursprunge aus dem Knochen etwa 1,4 mm, an seinem plantaren Umfange fast 2 mm, entsprechend der Fingerlängsachse gemessen. Der dritte stellt endlich plantarwärts vom Grundgelenk eine über 4 mm lange Sehnenhülse dar, welche zugleich die Insertion des durchbohrten Beugers aufnimmt (Fig. 41 *SR*³). Zur Hälfte entspringt sie aus der Grundphalanx, zur Hälfte knapp hinter dem Gelenkkopf des Metacarpalknochen. In die Seitenwände ist hier wieder, wie bei *Sciurus* und *Myoxus*, je ein mächtiger Sesamknochen eingelagert (Fig. 41 *SVG*), der mit einer großen Fläche an der Bildung des Metacarpophalangealgelenkes teilnimmt und dessen Periost, bzw. Perichondrium reichliches blasiges Stützgewebe enthält (Fig. 41).

¹ l. c.

² Ich verdanke dieselbe der Güte meines Freundes, des Herrn Privatdozenten Dr. S. v. SCHUMACHER, Assistenten am II. anat. Institut.

Solches überzieht in der Umgebung des Sesamknochens auch die Innenfläche der Gelenkkapsel (Fig. 42 *SVG*).

Fig. 41 stellt einen tangentialen Längsschnitt durch die Zehe dar, der durch die seitlichen Wandungen dieser drei Sehnenführungen gegangen ist und am besten ihre Anordnung und Bedeutung für die Festhaltung der Sehne des langen Beugers in der Griffstellung erkennen läßt.

Diese Sehne zeigt bei *Trichosurus* verhältnismäßig keine so starke Verdickung in ihrer Mitte, indem sie nahe ihrer Insertion 0,3 mm, in der Mitte etwas über 1 mm in dorso-plantarer Richtung mißt.

Die Auflagerungen von blasigem Stützgewebe sind im allgemeinen ähnlich wie bei *Sciurus* angeordnet, d. h. an allen jenen Stellen vorhanden, die bei der Beugung geklemmt werden. Sie zeigen aber eine gewisse Rückbildung, indem sie nur an wenigen Stellen hauptsächlich nur aus blasigen Zellen bestehen, wie z. B. die proximalste, dorsale (Fig. 42 *S*⁴), die noch eine Höhe von 340 μ erreicht.

Besonders in der dorsalen, unter der Mittelphalanx gelegenen Auflagerung (Fig. 42 *S*²), in welche wieder das ventrale elastische Band (*VE*) einstrahlt, erscheinen die blasigen Zellen durch starke circuläre Faserbündel auseinandergedrängt und teilweise ersetzt. Erst gegen das proximale Ende dieser Auflagerung erhebt sich wieder reines blasiges Stützgewebe (*s*², *ss*²) in getrennten hügel förmigen Gruppen, wovon die erste eine Höhe von 200 μ erreicht.

Die eigentümliche Verstärkung dieser dorsalen Auflagerung durch circuläre Bündel, welche dem Gewebe ein ähnliches Aussehen verleiht, wie ich es von der Beugesehne bei *Buteo* in deren plantarem Abschnitt beschrieben habe¹, dürfte darauf zurückzuführen sein, daß diese Stelle während der Beugung durch eine besondere Einrichtung einem besonders starken Drucke ausgesetzt ist. Die Sehne des *M. flexor perforans et perforatus* (*PPS*) inseriert sich nicht wie gewöhnlich unter Bildung eines Sesamknotens am Pfannenrande der Mittelphalanx, sondern überspringt das Gelenk und strahlt als derbes fibröses Bündel in die plantare Fläche der Mittelphalanx dort ein, wo der distalste Sehnenring seinen Ursprung nimmt (Fig. 42 *i*). Diese Sehne besitzt an ihrer plantaren Fläche, wie aus der Figur ersichtlich, ebenfalls blasiges Gewebe eingelagert. Außerdem ist jedoch in der

¹ Vgl. diese Zeitschrift. LXXIII. Bd. 1903. S. 408 und Fig. 27 *CB*.

plantaren Kapselwand ein eigner, ebenfalls aus blasigen Zellen bestehender Sesamknoten (*SVM*) vorhanden.

Es ist nun begreiflich, daß bei der Beugung und der damit einhergehenden Verringerung des Winkels zwischen Grund- und Mittelphalanx die Sehne des *M. flexor perforans et perforatus*, indem sie zurückgezogen wird, einen besonderen Druck auf die in den Sehnenring *SR*² eingeklemmte lange Beugesehne ausüben muß, der zur Festhaltung derselben in der Beugestellung beiträgt. Bei der Vorziehung der ersteren Sehne scheint ein zweites elastisches Band tätig zu sein, das knapp hinter dem Gelenkkopf der Grundphalanx entspringt (*VE*¹).

Verhältnismäßig schwach erscheint das dorsale elastische Band, *DE*, jedenfalls ist es allein nicht imstande, die starke Dorsalflexion der Endphalanx zu erhalten; daher sehen wir nahe der Insertion der Strecksehne, an ihrer plantaren Fläche frei und stark vorspringend, einen aus blasigen Zellen und fibrösem Gewebe gebildeten Sesamknoten (*SDE*), welcher in eine Knochenvertiefung hinter dem Gelenkkopf eingreift und so offenbar die Wirkung des elastischen Bandes unterstützt.

Bei *Trichosurus* erscheint schon der Pfannen- und Gelenkkopfknorpel des Endgelenkes reichlich mit Knorpelhöckerchen besetzt, die sich wie bei *Sciurus* verhalten.

Weiter sei bemerkt, daß zwischen der Beugesehne und Grund-, sowie Mittelphalanx schön entwickelte VATER-PACINISCHE Körperchen vorkommen, die über 1 mm Länge erreichen können.

Was schließlich den feineren Bau des blasigen Stützgewebes anlangt, so erreichen seine Zellen dort, wo es am reinsten entwickelt ist, wie z. B. an der dorsalen Oberfläche der langen Beugesehne in der Gegend des Grundgelenkes (Fig. 42 *S*⁴) eine bedeutende Größe.

Ihr Zellkörper zeigt aber, wenigstens an dem vorliegenden Material, nicht den charakteristischen hohen Grad von Durchsichtigkeit und vollkommenen Mangel an Färbbarkeit, wie bei niederen Tieren. Sie sind vielmehr durch eine blaugraue Färbung mit DELA-FIELDS Hämatoxylingemisch ausgezeichnet, welche in der Mitte der Zelle am stärksten erscheint, gegen die Oberfläche zu sich verliert, so daß es den Anschein hat, als seien alle Zellen innerhalb ihrer Kapsel mit glatten Oberflächen retrahiert (Fig. 43).

Der Kern liegt, ebenfalls im Gegensatz zu den blasigen, nicht fetthaltigen Zellen bei andern Tieren, fast ausnahmslos an der Oberfläche des Zellkörpers, während dieser in seiner kernfreien Mitte oft

eine verdichtete Partie erkennen läßt, welche entfernt an eine Sphäre erinnert (Fig. 43 *P*).

Untersuchungen an frischem und gut fixiertem Material wären hier sehr erwünscht, um das wahre Verhalten dieses eigentümlichen Gewebes aufzudecken.

Zum Schlusse schien es mir von besonderem Interesse, die Zehen des *Faultieres* zu untersuchen, das ja bekanntlich seine sichelförmig gekrümmten Krallen zum Anhängen an Ästen benutzt. Da das Tier sein Leben ausschließlich auf Bäumen verbringt, kann die andauernde hängende Stellung unmöglich durch aktive Muskelkontraktion erhalten werden; vielmehr müssen wir besondere mechanische Einrichtungen dafür erwarten. Leider war mir Material von ausgewachsenen Tieren nicht zugänglich; wohl aber hatte ich Gelegenheit, einen Fötus von *Bradypus cuculliger*, und zwar den Mittelfinger der rechten vorderen Extremität¹, zu untersuchen. Das Tier maß 22 cm von der höchsten Scheitelerhebung bis zur Schwanzspitze und war in Alkohol konserviert, zum Studium feinerer histologischer Einzelheiten daher leider nicht brauchbar.

An Sagittalschnitten durch die Zehe sieht man sofort, daß dieselbe in der zweckmäßigsten Weise in einen festen Griffhaken umgewandelt ist; die mit der sichelförmigen Kralle bedeckte, an ihrem Pfannenrande stark verdickte Endphalanx (Fig. 44 *III*) steht plantar flektiert nahezu senkrecht auf der vorhergehenden (*II*). Der Gelenkkopf der letzteren stellt fast $\frac{5}{6}$ einer Kugel dar, so daß sich die Diaphyse wie ein dünner, nach unten zu dicker werdender Stiel oder Griff an dem letzten Sechstel ansetzt. Das mächtig verdickte Pfannenende des Krallengliedes umfaßt, besonders vermöge eines stark verlängerten dorsalen Pfannenrandes etwa die halbe Gelenkoberfläche.

Die basale Phalanx, *I*, ist rudimentär und besitzt in diesem Stadium nur einen kleinen centralen Verkalkungspunkt. Sie erscheint außerdem noch größtenteils mit dem Metacarpale, *M*, verschmolzen, wenngleich eine Spalte, *Sp*, zwischen beiden in Ausbildung begriffen ist. So bietet diese rudimentäre Grundphalanx bei flüchtiger Betrachtung das Aussehen einer Epiphysenanlage des Metacarpale. Bekanntlich ist sie auch so gedeutet worden.

GIEBEL, welcher *Bradypus* nur zweigliederige Finger zuschreibt,

¹ Für die freundliche Überlassung dieses wertvollen Objektes spreche ich auch hier dem Vorstande des I. zool. Instituts, Herrn Prof. Dr. K. GROBBEN, meinen besten Dank aus.

sagt darüber¹: »Indes nehmen CUVIER, MECKEL, BLAINVILLE und A. WAGNER dreigliederige Finger an und erklären, daß die kurze erste Phalanx frühzeitig mit ihrem Metacarpus verwachse. DAUBENTON, WIEDEMANN und BURMEISTER dagegen behaupten, daß jene angebliche Phalanx nur die Epiphyse der Metakarpn sei. Unsrer jüngsten Skelette von Fötus zeigen nur zweigliederige Finger und Zehen, erst nach der Geburt bilden sich die Epiphysen und verwachsen früher oder später mit dem Mittelhandknochen. Nach WAGNERS Beobachtungen, welche aber nichts von dem Verhalten der Epiphysen bei jüngsten Skeletten angeben, sollen jedoch diese unsre Epiphysen durch ein wirkliches, also gegen diese Deutung sprechendes Gelenk mit dem Metacarpus verbunden sein.« Da nach der eignen Angabe GIEBELS Epiphysen sich erst nach der Geburt bilden, spricht der geschilderte Befund an diesem Fötus zweifellos für die Richtigkeit der Behauptung WAGNERS. Auch nach M. WEBER² haben die Finger im erwachsenen Zustand nur zwei Phalangen. An dem abgebildeten Skelett eines rechten Fußes (Fig. 341) ist jedoch am Mittelfinger zwischen Metacarpus und der langen Grundphalanx noch ein Schaltknochen zu sehen, der der rudimentären Phalanx *I* zu entsprechen scheint.

Ungemein einfach gestaltet sich der sehnige Apparat an diesen Zehen. Eine einzige mächtige Beugesehne (*Fl*) zieht, von der Basis des Metacarpus bis zu der der Mittelphalanx den Knochen dicht anliegend, nach vorn und wendet sich hier im Bogen gegen die Mitte der Endphalanx, wo sie inseriert (*z*). Ihr Angriffspunkt ist somit weit plantarwärts vom Drehpunkt des Gelenkes gelegen, so daß die Sehne hier förmlich die Hypotenuse des von ihr und den zwei distalsten Phalangen gebildeten rechtwinkeligen Dreiecks darstellt.

Dieser dreieckige Raum wird von einem elastischen Fettpolster (*F*) ausgefüllt, gegen welches die Sehne beim Umklammern eines Astes gedrückt werden muß. Die weit an die Unterfläche des Krallengliedes vorgeschobene Insertion der Sehne muß es aber auch mit sich bringen, daß letztere beim Hängen des Tieres in einer längeren distalen Strecke auf dem Aste aufliegt und durch das Körpergewicht festgehalten wird.

Entsprechend diesem Drucke, den sie dabei zu erleiden hat, erscheint die Sehne gegen ihre Mitte ungemein verdickt und eigen-

¹ In BRONNS Klassen und Ordnungen. VI. Bd. V. Abt. Säugetiere. 26. Lief. 1883 und Zeitschr. ges. Naturw. 1879. Bd. LII. S. 319.

² Die Säugetiere. Jena. 1904. S. 442.

tümlich gebaut. Während sie nahe ihrer Insertion einen dorsoplantaren Durchmesser von 0,56 mm besitzt, erreicht sie in ihrer Mitte einen solchen von über $1\frac{3}{4}$ mm. Diese Verdickung auf über das Dreifache kommt dadurch zustande, daß die groben Längsbündel der Sehne teils durch quer oder circulär verlaufende Faserbündel, teils durch reichlich eingelagerte blasige Zellen auseinandergedrängt werden. Diese letzteren durchsetzen in Reihen und Nestern die Sehne ihrer ganzen Dicke nach und überziehen auch ihre plantare Oberfläche als zusammenhängendes Lager von zwei bis fünf Zelllagen (Fig. 45).

Die circulären und quer zur Längsrichtung angeordneten Faserbündel lösen sich gegen die plantare Oberfläche in feinste Bündelchen und einzelne Fibrillen auf, welche zwischen die blasigen Zellen an der freien Oberfläche einstrahlen (Fig. 45).

Die Sehne enthält in ihrem verdickten Teil auch zahlreiche stärkere Gefäße.

Diese innige Mischung von fibrösem und blasigem Gewebe muß der fertigen Sehne beim erwachsenen Tier wohl den Charakter eines einerseits zugfesten, anderseits elastischen, druckfesten Sesamknotens verleihen.

Diese eigentümlich verdickte Sehne wird nun unter der proximalen Hälfte der Mittelphalanx von einer $5\frac{1}{2}$ mm langen, gegen den Metacarpus zu sich etwas verengernden, sehr festen sehnigen Scheide (*SR*) aufgenommen. Diese besitzt an ihrem distalen Ende eine Dicke von 150 μ , an ihrem proximalen eine solche von 480 μ und wird ausschließlich aus sich durchflechtenden sehnigen Bündeln gebildet; nur an ihrer Innenfläche besitzt sie einen Belag von blasigen Zellen in zwei bis drei Lagen. Die Faserbündel entspringen teils von der proximalen Hälfte der Mittelphalanx und ziehen in proximad geneigten Bogen auf die andre Seite, teils von der Grenze zwischen Metacarpus und Basalphalanx, welche in entgegengesetzt geneigten Bogen die ersteren unter rechtem Winkel überkreuzen. Am Medianchnitt kommt dadurch eine Schichtung zustande, indem die Wand der Sehnenscheide aus äußeren und inneren circulären, aus mittleren mehr längsverlaufenden Bündeln zusammengesetzt erscheint.

An das proximale, verdickte Ende dieser Scheide inseriert sich ein quergestreifter Muskel, *MU*. Noch weiter distalwärts zieht ein Streckmuskel, *EM*, der nahe bis an die Insertion seiner Sehne an die Endphalanx reicht. Auffallend ist die ungemein deutliche Querstreifung und geringe Dicke dieser Muskelfasern; sie messen nur 7—8 μ .

Andre Beugesehnen scheinen hier vollkommen zu fehlen; ebenso fehlen elastische Bänder und Sesamknoten.

Die ganze Einrichtung der Zehe hat einen sehr primitiven Charakter und scheint nur auf den einen Zweck zugerichtet, die Zehe zu einem wenig beweglichen, aber ungemein festen Griffhaken zu gestalten, der ja dem Tiere gestattet, die volle Leibeslast an einem Gliede hängend zu tragen. So scheint auch der Hauptzweck der starken Beugesehne die Erhaltung der Plantarflexion der sichel-förmigen Kralle zu sein; dieser wird offenbar durch die nach Art eines sogenannten »Bauernfängers« wirkende Sehnenscheide mit ihren zugfesten, in entgegengesetzten, sich durchflechtenden Bogen angeordneten Sehnenbündeln, sowie durch den unmittelbaren Druck der Unterlage auf die Sehne erreicht.

Daraus dürfte sich auch die Unbeholfenheit der Tiere beim Kriechen auf der Erde erklären, wobei nach BREHM¹ der Fuß mit dem Außenrande aufgesetzt wird und fast nur die Handballen den Boden berühren. Eine Streckung der Endphalanx ist eben unmöglich. Ob es an den einander zugewendeten Flächen der Sehne und der Sehnenscheide zur Ausbildung von Rauigkeiten in Form von knorpelartigen Höckern oder Sperrschneiden kommt, ist an diesem Fötus nicht zu entscheiden. Ebensowenig, ob an der Oberfläche des Gelenkknorpels Einrichtungen zur leichteren Fixierung des Endgelenkes zur Entwicklung kommen. Auffällig ist es mir, daß dort, wo diese Gelenkflächen schon vollständig getrennt sind, an der Oberfläche höckerartig vorspringende Zellterritorien mit grubigen Vertiefungen stellenweise abwechseln (Fig. 46). Diese Höcker könnten, wenn sie auch am Gelenk des erwachsenen Tieres vorhanden wären, natürlich nicht die Bedeutung von Stoßballen besitzen, sondern, in entsprechende Vertiefungen an der Pfannenoberfläche eingreifend, nur die Feststellung des Krallengliedes in der Plantarflexion erhalten helfen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VIII—XI.

Fig. 1. Sagittaler Längsschnitt durch den Daumen des Flügels von *Vespertilio murinus* ♀. Am Ende des Winterschlafes getötet. Fixiert in einem Gemisch von Sublimat-Formalin-Salpetersäure. Kralle abgekappt. *M*, Metacarpalknochen; *I* und *II*, Grundphalanx und Krallenglied; *K*, Kralle; *SDE*, Sesamknoten an der Insertion der Extensorsehne; *DE*, dorsales elastisches Band; *ES*, Extensorsehne; *Mu*, Muskel; *I*, Insertion der Sehne des *M. flexor pollicis*; *FS*, Sehne

¹ Tierleben. 2. Aufl. II. Bd. 1877. S. 489.

desselben; *SVE*, Sesamknoten-ähnliche Verdickung der Gelenkkapsel; *VE*, ventrales elastisches Band; *DL*, degenerierte Lamellenkörperchen; *VK*, ventraler, knorpelartiger Belag an der Beugesehne; *SH*, Sehnenhülle; *SR*, sehniger Ring; *DK*, dorsaler knorpeliger Belag an der Beugesehne; *SVG*, Sesamknoten an der Insertion der Sehne des *M. flexor perforatus*. Vergr. 16.

Fig. 2. Sagittaler Längsschnitt durch die Mittelzehe des Fußes von *Vespertilio murinus*. *SDM*, dorsaler Sesamknoten des Mittelgelenkes; *DE'*, dorsales elastisches Band der Grundphalanx. *VNW*, ventrale Krallenwurzel; *F*, Öffnung zum Aus- und Eintritt der Gefäße in die Endphalanx; *L*, wohlausgebildete Lamellenkörperchen; *SCH*, Sehnnenscheide. Vergr. und übrige Bezeichnungen wie bei Fig. 1.

Fig. 3. Ein Teil vom plantaren Belage der Beugesehne des Daumens von der Fläche. *Vespertilio murinus*. Bei tiefer Einstellung gezeichnet, daher erscheinen die Spalten zwischen den unregelmäßigen Feldern als helle Linien. *P*, proximal; *D*, distal. Vergr. 730.

Fig. 4. Aus einem sagittalen Längsschnitt durch die Sehnenhülle *SH*, und die in derselben verlaufende Beugesehne *T*, des Daumens von *V. murinus*. Pikrinsublimat, DELAFIELDS Häm. Eosin. *Sp*, sehnige Bänder (Sperrwülste); *B*, blasiges Stützgewebe dazwischen; *IB*, intercalierte und aufgelagerte Bündel; *O*, oberflächliche Bindegewebslage; *S*, Sehnenbündel; *KB*, knorpelartiger Belag, der bei *KBE* sein zugespitztes, proximales Ende findet; *ZA*, zellfreie Oberfläche; *B'*, blasige Zellen der Tiefe; *M*, Grenzhäutchen, welches die einander zugewendeten Oberflächen der Sehnenhülle und der Sehne bedeckt. Vergr. 110.

Fig. 5. Ein Teil des plantaren Belages an der Beugesehne des Daumens von *V. murinus*. Fixiert wie in Fig. 1. *D*, distal; *P*, proximal; *H*, zungenförmige Höcker; *Sp*, Spalten zwischen denselben; *B*, blasige Zellen in der Tiefe; *B'*, solche in Rückbildung; *S*, Sehnenbündel. Vergr. 730.

Fig. 6. Distaler Teil der Beugesehne des Daumens von *Vespertilio Daubentonii*; plantare Ansicht; Formol, in Wasser liegend gezeichnet. *D*, distaler; *P*, proximaler Teil (beiläufig der Mitte der Sehne entsprechend). *RB*, Reihen blasiger Zellen zwischen den Sehnenbündeln; *KB*, zusammenhängender Belag blasiger Zellen. Vergr. 110.

Fig. 7. Ein Teil des plantaren, knorpelartigen Belages vom vorigen Objekt bei 730 facher Vergr. *Z*, Zelle; *K*, Kapsel; *ZW*, zwickelartige Stellen über tiefer gelegenen Zellen.

Fig. 8. Durch Abziehen von der plantaren Oberfläche desselben Objektes isoliertes Grenzhäutchen. *M*, das oberflächliche, feinfasrige Grenzhäutchen; *F*, tiefer gelegene, grobfasrige Sehnensubstanz; *BZ*, in derselben haften gebliebene Gruppen von blasigen Zellen; *N*, Nischen, aus denen solche herausgerissen wurden; *K*, haften gebliebene Kapseln; *K'*, zerrissene Kapseln. Vergr. 730.

Fig. 9. Daumen des Flügels von *V. Daubentonii* nach Entfernung sämtlicher Weichteile bis auf die Sehnenhülle *SH*, die mit der Grundphalanx *PH* fest verwachsen ist. *K*, Endphalanx (abgeschnitten). Der Pfeil zeigt die Achsenrichtung oder Führungslinie der Sehnenhülle an; die punktierte Linie den Verlauf der Beugesehne bis zur Hülse. Vergr. 16 $\frac{1}{2}$.

Fig. 10. Proximale Hälfte der Sehnenhülle des vorigen Objektes von der Außenfläche gesehen bei 165 facher Vergr. *K*, Periost des Knochens; *Sp'*, dreieckig verbreiteter Ursprung der Sehnenbündel, welche in distal geneigten Bogen rippenartig, *Sp*, in der Wand der Sehnenhülle verlaufen; *SF*, das blasige Zwischengewebe zwischen den sehnigen Bogen von der Fläche.

Fig. 11. Ein Teil der Sehnenhülse des Daumens von *V. Daubentonii* (Formol) von der Innenfläche gesehen. *R*, freier, proximad geneigter Rand der sehnigen Bogen (Sperrschneiden). Vergr. 110.

Fig. 12. Sagittaler Längsschnitt durch die Sehnenhülse *V* und die gegenüberliegende Oberfläche der Beugesehne *T* des Flügeldaumens von *V. Daubentonii*. Formol. DELAFIELDS Häm. Eosin. *Sp*, vorspringende Sperrschneide; *sp*, Spalt an ihrer proximalen Seite; *Z*, Zellen derselben; *O*, oberflächliche Faserbündel; *F*, Fettzelle zwischen den blasigen Zellen *B*. *B'*, in Umwandlung begriffene blasige Zelle; *L*, Eindruck einer Sperrschneide in die zellose Oberfläche der Sehne (*ZL*); *S*, Sehnenbündel. Vergr. 405.

Fig. 13. Schräger Querschnitt durch Grundphalanx *PH* und Sehnenhülse des Flügeldaumens von *Vesperugo pipistrellus*. Formol. *M*, Markraum; *Sp'*, dreieckig verbreiteter Ansatz der Sehnenhülse am Knochen; *VK*, verkalkte Zone der circulären Faserbündel; *LB*, Sehne des *M. flexor perforans et perforatus*; *SH*, Lichtung der Sehnenhülse; *O*, oberflächliche Faserbündel; *O*, blasige Stützzellen; *Sp*, zellenlose Sperrschneide. Vergr. 110.

Fig. 14. Aus einem sagittalen Längsschnitt durch die Sehnenhülse *V* und die plantare Sehnenoberfläche *T* der Mittelzehe von *Vespertilio mystacinus*. Alkohol. *a* und *b* verdämmende blasige Zellen. Vergr. und übrige Bezeichnungen wie Fig. 12.

Fig. 15. Ein analoger Schnitt von *Vesperugo noctula*. Pikrinsublimat. DELAFIELDS Häm. Eosin. *c*, stark gefärbte Kapseln blasiger Zellen. Vergr. 405.

Fig. 16. Ein analoger Schnitt von *Rhinolophus ferrum equinum*. MÜLLER-Formol. In proximaler Richtung wird der Schnitt etwas schräg; daher auch die Sperrschneiden *Z'* etwas schräg getroffen; *Z*, Sperrschneiden im Querschnitt; *B'*, blasige Zellen an ihrer distalen Seite; *ZL*, zellfreie, zerfaserte Oberfläche des Sehnenbelages; *B*, blasige Zellen in der Tiefe. Vergr. 110.

Fig. 17. Ein Teil des plantaren Sehnenbelages, Mittelzehe von *Taphoxous mediventris*, von der Fläche. *D*, distad; *P*, proximad. Vergr. 730.

Fig. 18. Ein Teil der Sehnenhülse desselben Objektes von der Innenfläche gesehen. *R*, Rand der Sperrschneiden; *Sp*, distad gerichteter Abhang der Sperrschneiden; *ZW*, Zwischenräume zwischen den Sperrschneiden. Vergr. 110.

Fig. 19. Ein Teil des plantaren Belages der Sehne des Flexor pollicis desselben Tieres im sagittalen Längsschnitt. *H*, fibröse, zellenlose Höcker, bei *H'* einer offenbar durch Eingreifen der Sperrschneiden umgebogen; *M*, Grenzhäutchen; *V*, Verbindungszone mit der Sehne; *S*, Sehnenbündel; *B*, schwach entwickelte blasige Zellen. Vergr. 730.

Fig. 20. Eine Sperrschneide aus der Sehnenhülse des Daumens desselben Tieres am Querschnitt. *S*, Kuppe der Sperrschneide; *M*, Grenzhäutchen, teilweise von der Fläche gesehen; *BZ*, blasige Zellen am distalen Abhang der Sperrschneiden; *BZ'*, solche im dichten fibrösen Gewebe; *L*, lockeres Gewebe an der proximalen Basis der Sperrschneide; *a*, blasige Zelle in Umwandlung; *O* oberflächliche, zellreiche Lage. Vergr. 730.

Fig. 21. Ein Teil des plantaren Sehnenbelages, Mittelzehe von *Rhinopoma mikrophyllum*, von der Fläche. *D*, distad; *P*, proximad; *M*, entspricht etwa der Mittellinie; *A*, gegen den rechten Außenrand. Vergr. 730.

Fig. 22. Aus einem sagittalen Längsschnitte durch den Daumen desselben Tieres. *T*, plantarer Teil der langen Beugesehne; *SH*, zugehörige Sehnenhülse, die hier mit der Haut (*C*, Corium; *E*, Epidermis) verwachsen ist. *Z*, zahnartige Sperrschneiden; *B'*, blasige Zellen an ihrem distalen Abhang; *M*, Grenzhäutchen; *H*, halbkugelige, gestielte Höcker an der Sehnenoberfläche; *H'*, besonders lang-

gestielte und vorragende solche Höcker; *B*, blasige Zellen in der Tiefe; *S*, Sehnenbündel. Vergr. 110.

Fig. 23. Drei Sehnenhöcker desselben Objektes bei starker Vergr. (730). *H*, zweikerniger Höcker; *H'*, zellenloser, zungenförmiger Höcker; *Sp*, Spalt zwischen beiden; *B*, blasige Zelle in der Tiefe; *S*, Sehnenfasern; *P*, proximal; *D*, distal.

Fig. 24. Ein Teil des plantaren Belages an der Beugesehne des Flügeldaumens von *Pteropus*. Alkohol. Rechts die Zellterritorien *ZT*, durch die Präparation gelockert; zwischen ihnen die faserige Sehnensubstanz *F* sichtbar. Links die Territorien in natürlichem Zusammenhang; *ZT*, große, *zt*, kleine Territorien. Vergr. 110.

Fig. 25. Sehnen Scheide *V* und Beugesehne *T* desselben Objektes im sagittalen Längsschnitt. *Z*, zellfreie Kuppe der umgelegten Sperrschneide; *M*, faserige Mitte derselben mit kleinen blasigen Zellen; *L*, lockeres, lamelläres Gewebe an der distalen Wurzel der Sperrschneide; *Sp*, Spalt zwischen letzterer und der Kuppe der vorhergehenden Sperrschneide, bzw. zwischen den Sehnenhöckern; *B*, die circulären Faserbündel der Sehnen Scheide quer getroffen; *LA*, lamelläres Gewebe an der Oberfläche der Sehnen Scheide zur Verbindung mit der Haut; *H*, Sehnenhöcker, bei *H'* einer tangential getroffen, scheinbar zellfrei; *VZ*, blasige Zellen an der Basis der Höcker; *SB*, Sehnenbündel. Vergr. 110.

Fig. 26. Ein Teil des mittleren Interphalangealgelenkes (vordere Mittelzehe) von *Sciurus vulgaris* am sagittalen Längsschnitt. Formol, Hämäl., Eosin. *P*, Pfanne; *K*, Gelenkkopf; *Kn*, Knochen; *FK*, Knorpel mit deutlich faseriger, *HK*, mit hyaliner Grundsubstanz; *H*, dichtgedrängte Höcker; *H'*, isoliert stehender Höcker; *h*, ausgefranster Höcker; *GSp*, Gelenkspalt; *M*, Grenzmembran. Vergr. 110.

Fig. 27. Knorpel der Gelenkpfanne von *Phalanx I* desselben Objektes bei 730facher Vergr. *H*, Knorpelhöcker; *F*, aufgefaserter Rest eines solchen; *HZ*, stark basophiler Zellhof; *BZ*, Zelle der Oberflächenzone; *KZ*, Zelle der faserigen Zone.

Fig. 28. Knorpel des Gelenkkopfes, Metacarpus desselben Objektes, dieselbe Vergr. *T*, höckerförmig vorspringendes Zellterritorium; *Sp*, Spalt zwischen zwei benachbarten solchen, in den sich das Grenzhäutchen einsenkt; *H*, Zellhof; *K*, Kapsel; *Z*, Zelleib; *I*, interterritoriale Substanz.

Fig. 29. Durch einen Flachschnitt keilförmig abgetragene Oberflächenpartie des Gelenkknorpels eines Interphalangealgelenkes von *Sciurus vulgaris*. Formol. Vergr. 730. *Z*, Zellkörper; *H*, Höcker aus Knorpelsubstanz, halbkugelförmig über die Oberfläche emporragend; *H'*, gekappte Kuppen solcher Höcker; *M*, Grenzhäutchen an der Oberfläche derselben; der Schnitt fällt von oben, *R*, gegen unten, *S*, stark ab.

Fig. 30 *a* und *b*. Knorpelhöcker desselben Objektes mit in Rückbildung befindlichen Zellen am senkrechten Durchschnitt. *K*, Kapsel; *KR*, Kernrest in einer stark geschwundenen Zelle; *ZR*, Zellrest. Vergr. 730.

Fig. 31. Eine Gruppe blasiger Stütz Zellen von der dorsalen Partie der tiefen Beugesehne von *Sciurus* aus der Gegend des Grundgelenkes (vgl. Fig. 39 *SP*). Formol. *K*, zu einfachen Scheidewänden verschmolzene Kapseln; *LB*, längs-, *QB*, quergetroffene Sehnenbündel. Vergr. 730.

Fig. 32. Blasiges Stützgewebe aus dem metacarpophalangealen Sesamknoten der Sehne des *M. flexor perforans et perforatus* (vgl. Fig. 39 *SP*); dasselbe Objekt, dieselbe Vergr. Das Bindegewebe *B* auf dünne Züge verdrängt, die noch hier und da eigne Kerne *BK* besitzen; *K*, wie oben.

Fig. 33. Durch einen tangentialen Schnitt fast quer getroffene Einstrahlung von Gelenkkapsel Fasern nahe der überknorpelten Oberfläche des metacarpophalangealen Sesamknochen. Mittlere Vorderzehe von *Sciurus*. Formol. *F*, schräg und quer getroffene Faserbündel; *Z*, blasige Zellen; *K*, Kapsel; *H*, Zellhof. Vergr. 730.

Fig. 34. Der Sehnenring *SR* an einer Vorderzehe von *Myoxus intermedius*, von der alle Weichteile entfernt wurden. *T*, Rauigkeiten am Knochenansatz des Ringes; *I*, *II*, *III*, 1.—3. Phalanx; *M*, Metacarpus. Nicht ganz $8\frac{1}{2}$ fach.

Fig. 35. Sagittaler Durchschnitt durch den Sesamknoten im distalen Teil der langen Beugesehne der mittleren Vorderzehe von *Myoxus* (vgl. Fig. 40 *KK* und *DK*). Pikrinsäure. *K*, dorsale, überknorpelte Oberfläche mit Höckern *H*; *Kn*, hyalinknorpeliger Kern; *F*, Faserbündel der Sehne mit Reihen blasiger Zellen. Vergr. 110.

Fig. 36. Durch einen Tangentialschnitt abgeknappte Knorpelhöcker von der freien Oberfläche *K* des vorigen Objektes. *Z*, von der Wandung der Höhle retrahierter Zellkörper; *KH*, Knorpelzellohale; *H*, hyaliner Hof; *M*, Oberflächen-grenzhäutchen im Profil; *M'*, von der Fläche; *DZ*, verdämmernde Zelle. Vergr. 730.

Fig. 37. Flachschnitt durch die oberflächlichste Lage des Gelenkknorpels eines Interphalangealgelenkes von *Myoxus*. *ZT*, einfaches Zellterritorium; *Z*, Zelle; *K*, Kapsel; *H*, Zellhof; *M*, Grenzhäutchen im Querschnitt; *M'*, von der Fläche getroffen und deutlich faserig; *IT*, interterritoriale Substanz; *ZT'*, doppelzelliges Territorium in Teilung begriffen; *ZT''*, zweigeteiltes Territorium mit gemeinsamer Umhüllung; *DZ* und *DZ'*, Zellen in verschiedenen Stadien der Umbildung in Grundsubstanz; *S*, sichelförmiger Rest einer Zelle; *T'*, abgeknappte Kuppen von Knorpelhöckern. Pikrinsäure, DELAFIELDS Häm. Eosin. Vergr. 730.

Fig. 38. Schema zur Erläuterung des automatischen Aufhänge-Mechanismus an den Zehen der Fledermäuse. *U*, Unterstützungs- oder Aufhängepunkt; *K*, Kralle; *PH*, Grundphalanx; *PS*, lange Beugesehne; die dunkler roten Stellen deuten den Belag aus blasigem Stützgewebe an; *SH*, Sehnenhülse mit ihren Rippen; *Z*, die aufgestellten Rippen im optischen Längsschnitt; *VE*, ventrales, *DE*, dorsales elastisches Band; *KG*, Körpergewicht.

Fig. 39. Medianer Längsschnitt durch die gestreckte Mittelzehe des Vorderfußes von *Sciurus vulgaris*. Formol. Nicht ganz $7\frac{1}{2}$ fach. In dieser und den folgenden Figuren bedeutet rot fibröses, blau elastisches Gewebe, gelb blasiges Stützgewebe, grau und schwarz, je nach dem Knochen oder Knorpel. *M*, Metacarpalknochen; *I*, *II*, *III*, 1.—3. Phalanx; *I*, Insertion der langen Beugesehne *PS*; *S¹*, Sesamknoten an der dorsalen Fläche der letzteren; *SVE*, plantarer Sesamknoten des Endgelenkes; *VE*, ventrales, elastisches Band; *S²*, dorsale, *S³*, ventrale Auflagerung von blasigem Stützgewebe; *SVM*, ventraler Sesamknoten an der Insertion der Sehne des *M. perforans et perforatus* *PPS*; *SR*, Sehnenring; *S⁴*, dorsaler Belag von blasigem Stützgewebe im Bereich des Grundgelenkes, bei *s⁴* auf die Vorderfläche der langen Beugesehne übergreifend; *DB*, Sohlenballen; *FP*, Sehne des *M. flexor perforatus*; *SP*, proximaler Sesamknoten der Sehne des *M. flexor perforans et perforatus*; *SVG*, Sesamknoten des Grundgelenkes; *K*, Krallenwurzel; *NB*, Krallenbett; *SDE*, blasige Zellen an der Insertion der Strecksehne *ES*; *DE*, dorsales, elastisches Band; *SDM*, dorsaler Sesamknoten des Mittelgelenkes.

Fig. 40. Medianer Längsschnitt durch die Mittelzehe des Vorderfußes von *Myoxus intermedius*. Pikrinsäure; nicht ganz $8\frac{1}{2}$ fach. *K*, überknorpelte Insertion der Strecksehne; *KK*, Knorpelkern in der dorsalen Auflagerung blasigen

Stützgewebes S^2 ; DK , überknorpelte, höckerige Oberfläche derselben. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 39.

Fig. 41. Tangentialer Längsschnitt durch die Mittelzehe der rechten vorderen Extremität von *Trichosurus vulpecula*. Formol. Vergr. 5. Alles weggelassen, bis auf die Sehnenringe und Knochen. T^1 und T^2 , Knochenrauigkeiten, an denen die Sehnenringe SR^1 und SR^2 entspringen.

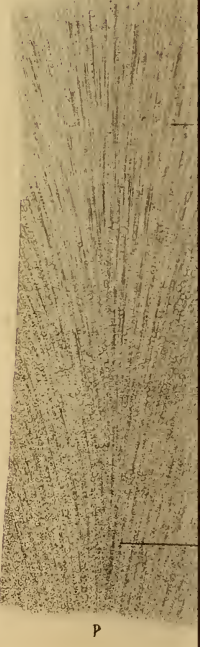
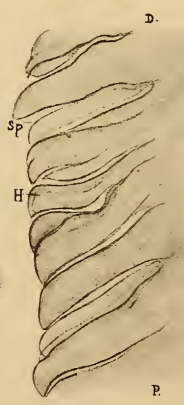
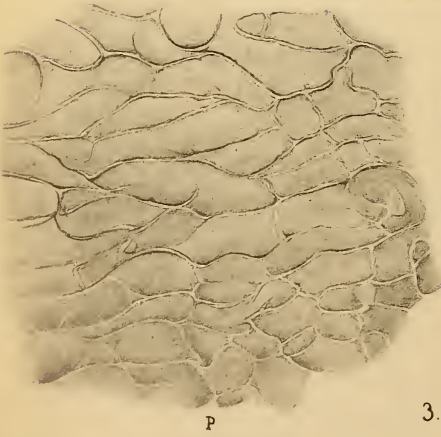
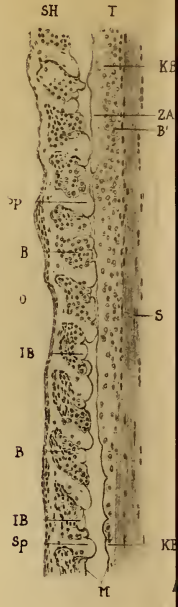
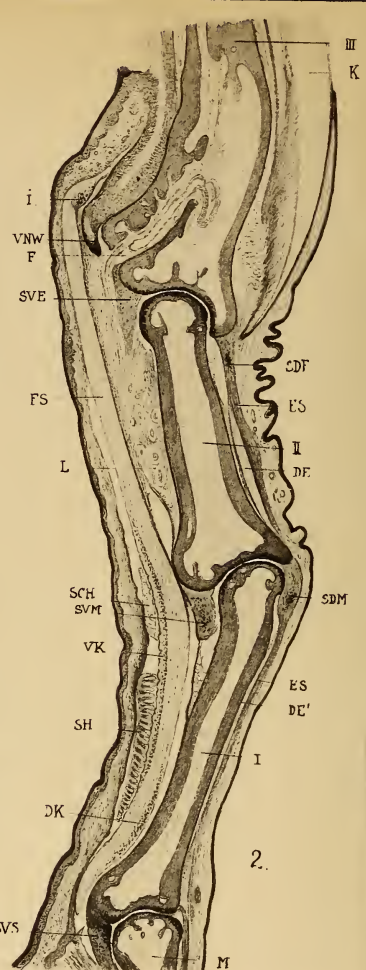
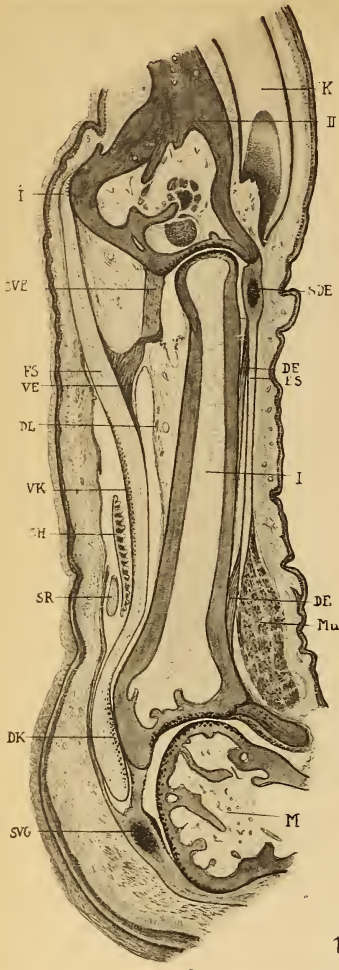
Fig. 42. Medianschnitt durch das vorige Objekt. Dieselbe Vergr. s, blasige Zellen an der Innenfläche der Gelenkkapsel; i , Insertion der Sehne des M. perforatus et perforans; a und b , Auflagerungen blasiger Stützzellen an der plantaren und dorsalen Fläche der Perforans-Perforatus-Sehne. Sonstige Bezeichnungen wie bei Fig. 39.

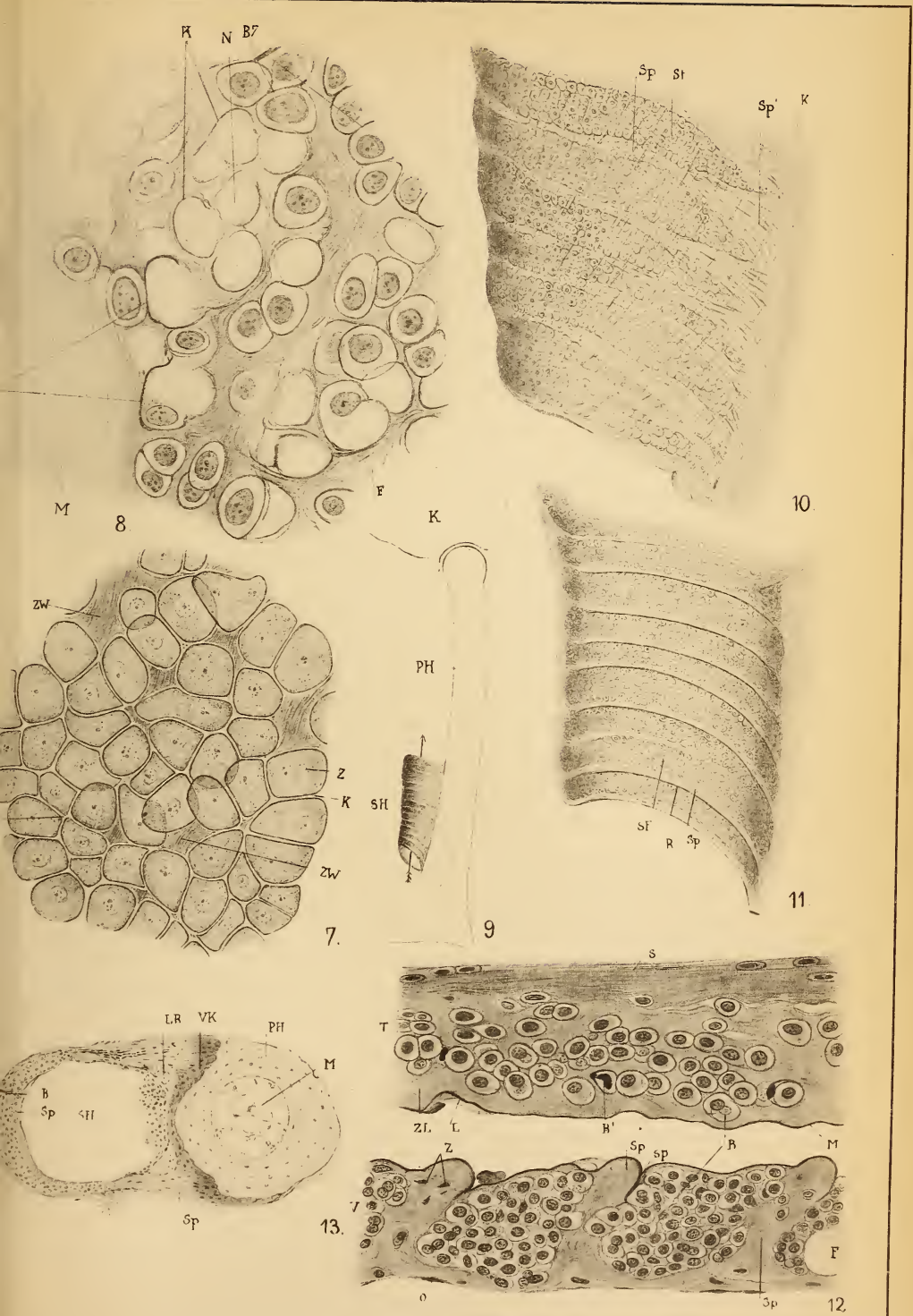
Fig. 43. Eine Gruppe blasiger Stützzellen aus der Auflagerung b der vorigen Figur bei 730facher Vergr. B , Bindegewebsbündel; K , Kapsel; KR , Kern; P , verdichtete Protoplasmapartie im Zellkörper.

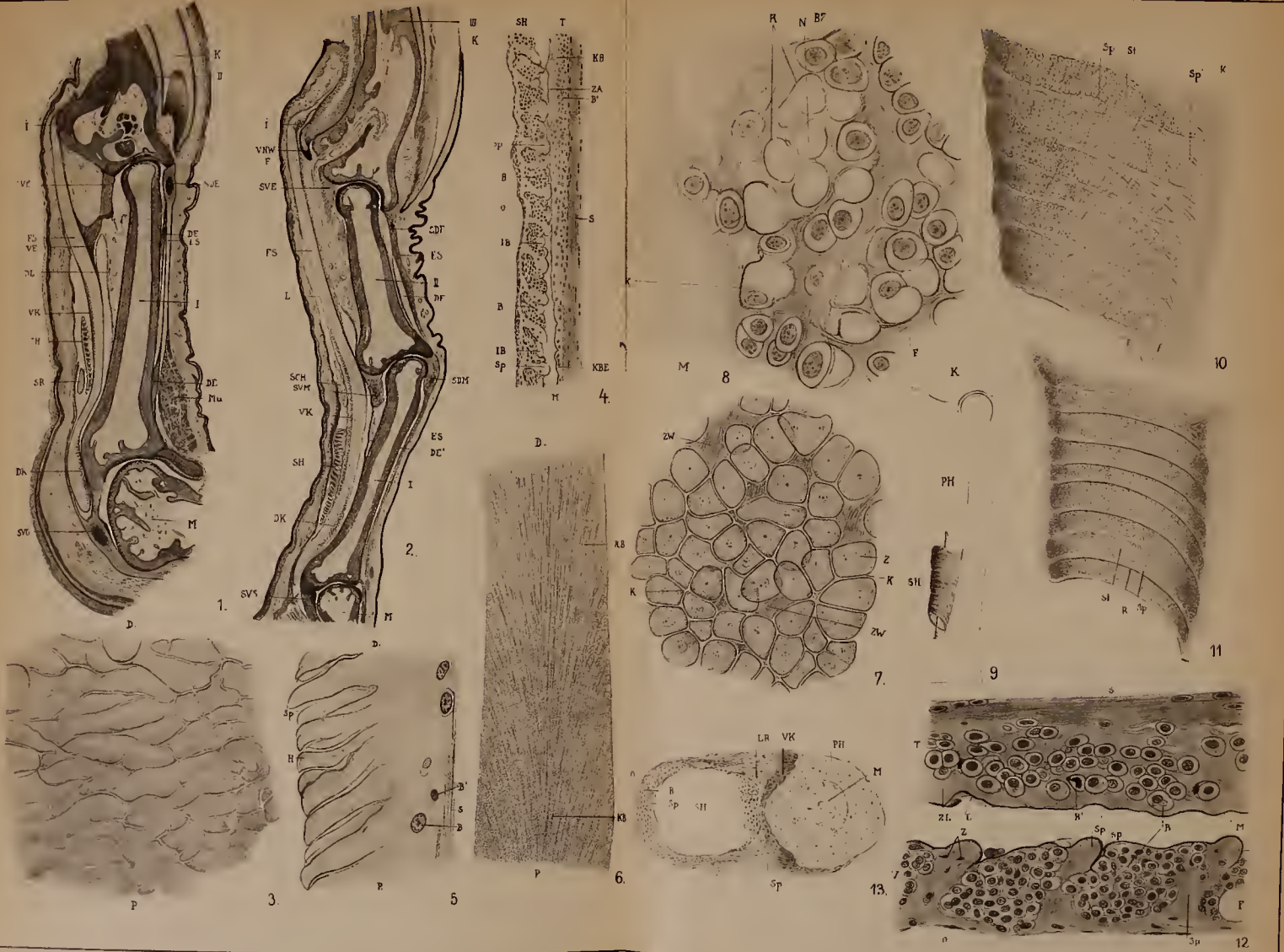
Fig. 44. Medianschnitt durch den Mittelfinger der rechten vorderen Extremität eines Fötus von *Bradypus cuculliger* (22 cm von der höchsten Scheitel-erhebung bis zur Schwanzspitze über den Rücken gemessen). Alkohol. Violett quergestreifte Muskeln, die andern Farben und Vergr. wie Fig. 41. E , Epidermis, größtenteils entfernt; F , Fettgewebe; MU , Muskel, dessen längsverlaufende Fasern am proximalen Rande der fibrösen Sehnenscheide SR inserieren; K , Krallen (nach einer vor der Anfertigung der Schnitte gemachten Umrißzeichnung ergänzt); i , Insertion der Strecksehne; EM , Streckmuskel; Sp , Andeutung der Spaltbildung zwischen der verkümmerten Grundphalanx I , welche noch mit dem Metacarpalknochen M verschmolzen erscheint.

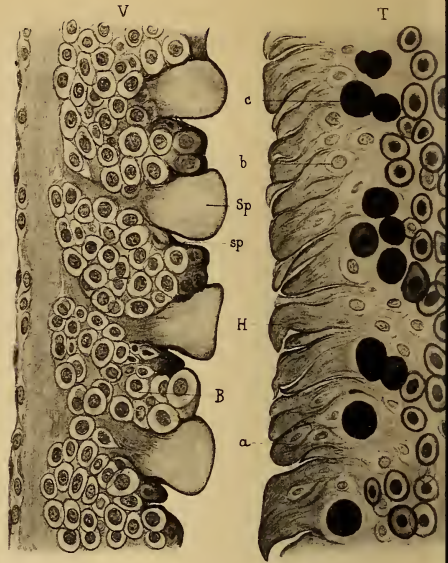
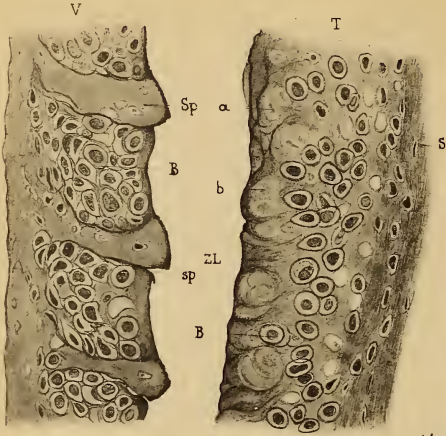
Fig. 45. Belag von blasigem Stützgewebe an der plantaren Oberfläche der Fingerbeugeschne des vorigen Objektes. O , abgeplattete, oberflächliche Zellen; S , Sehnenbündel. Vergr. 730.

Fig. 46. Aus einem senkrechten Durchschnitt durch den mittleren Teil des Gelenkkopfknorpels vom Endgelenk der mittleren Vorderzehe. *Bradypus*. Alkohol. DELAFIELDS Häm. Eosin. H, H , frei über die Oberfläche in die Gelenkhöhle ragende Knorpelhöcker. Vergr. 405.





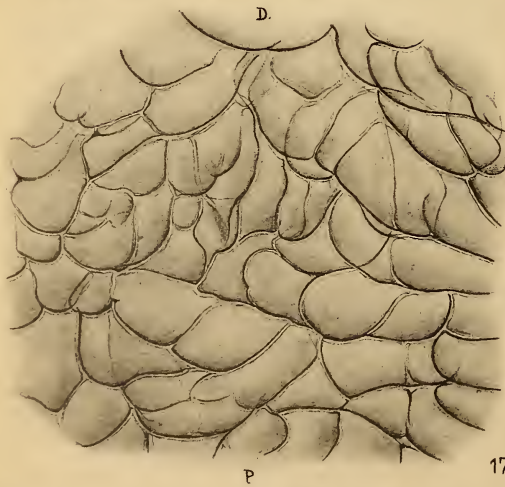
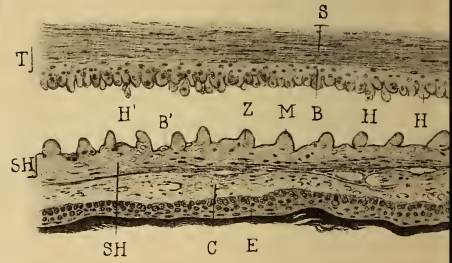




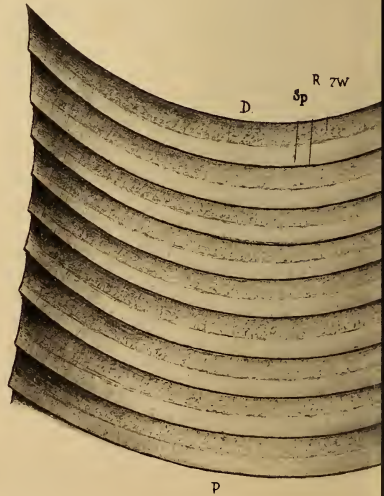
14.

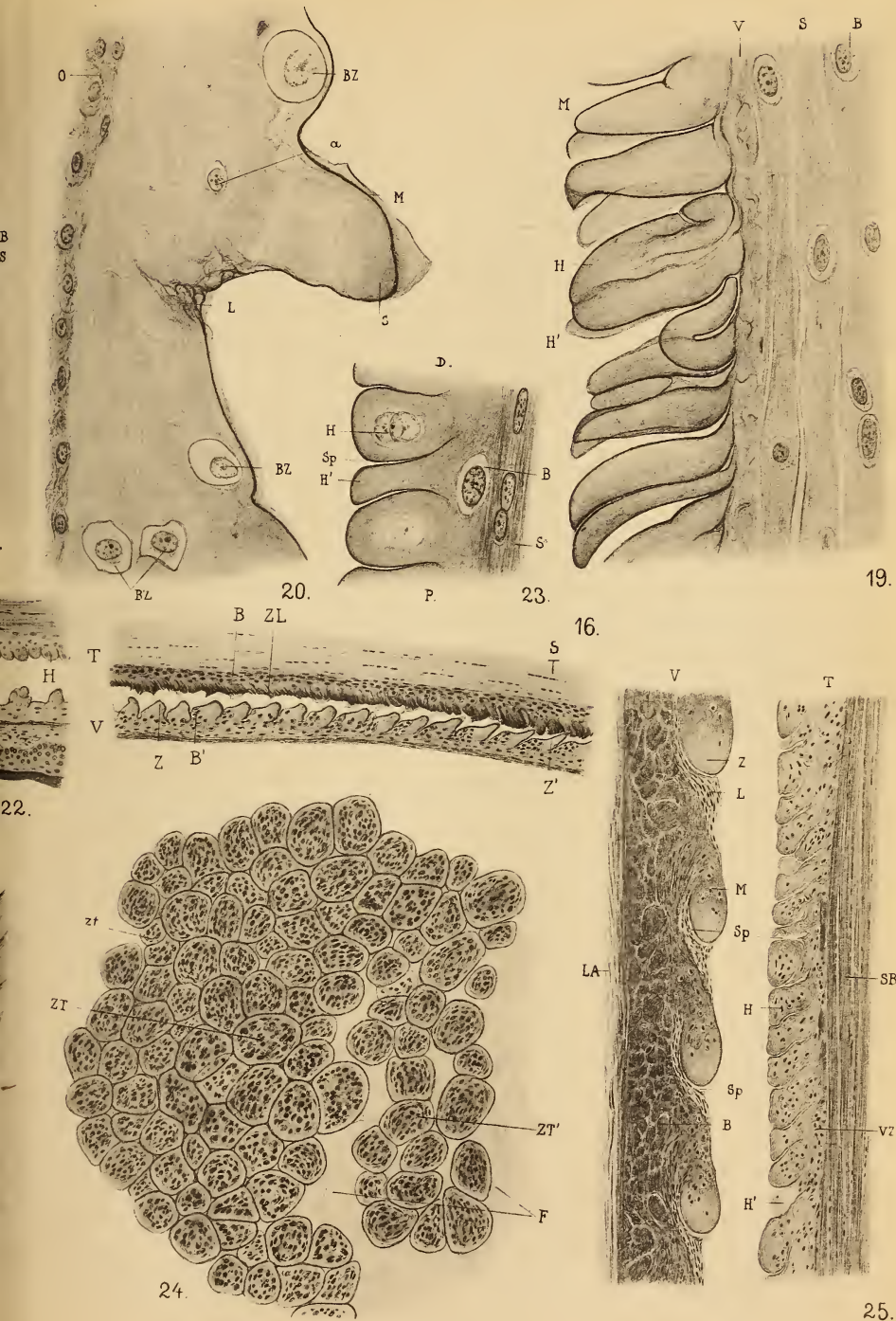


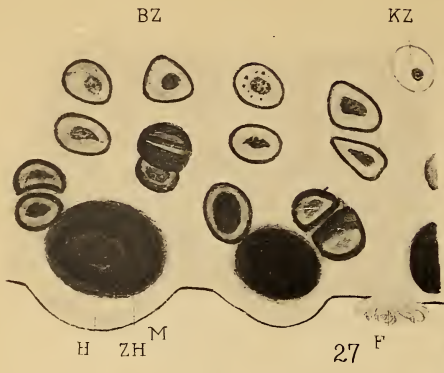
21.



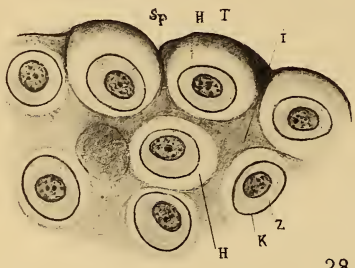
17.



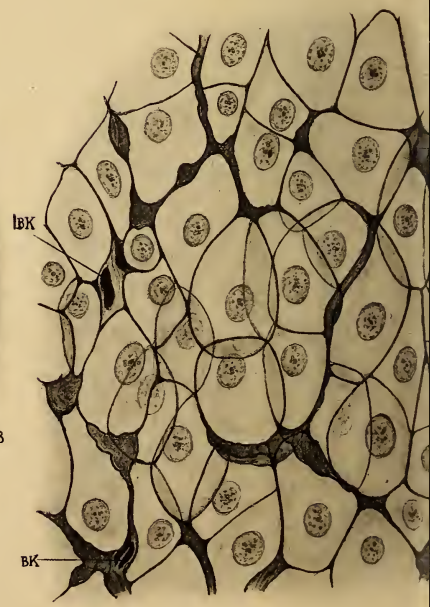
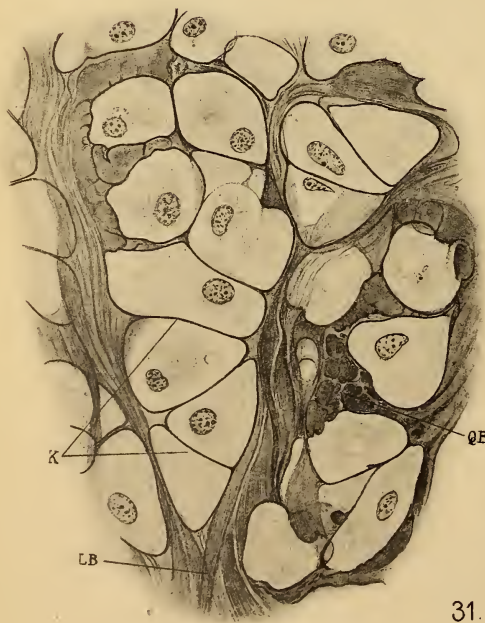




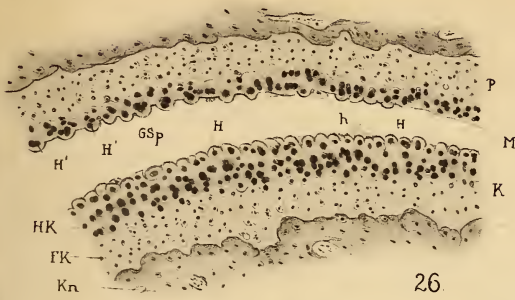
27 F



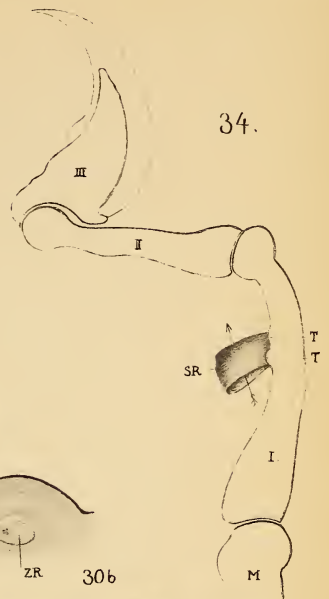
28.



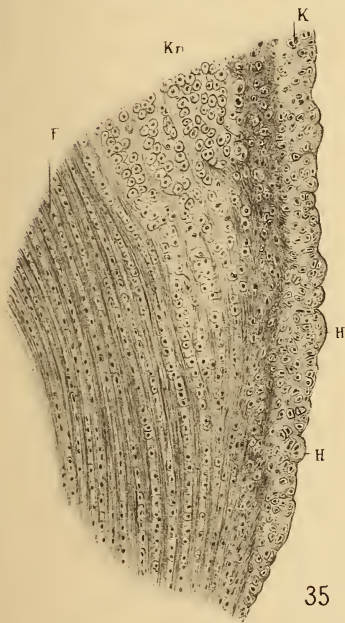
31.



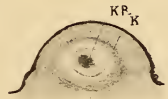
26



34.



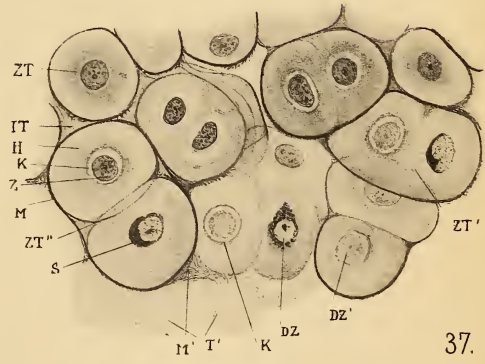
35



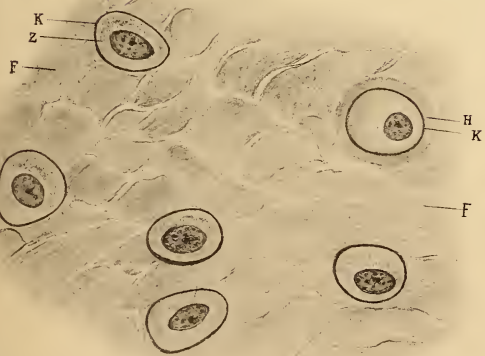
30 a



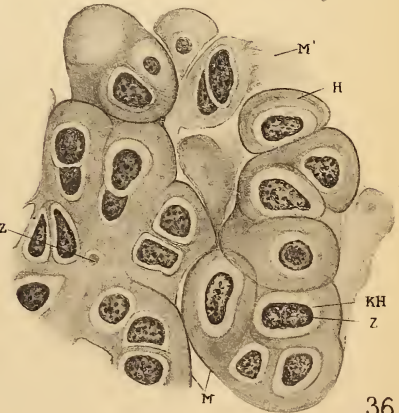
30 b



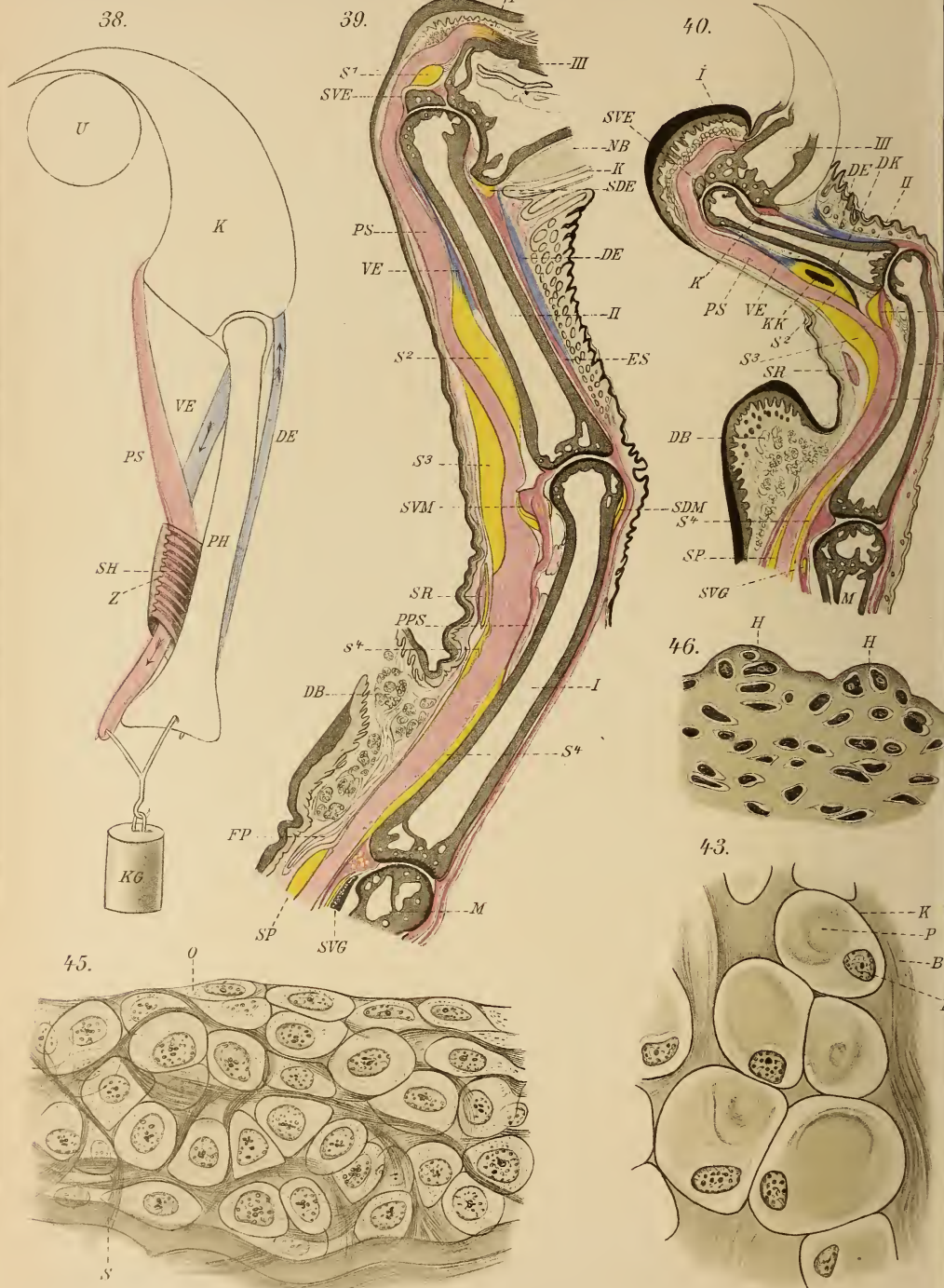
37.

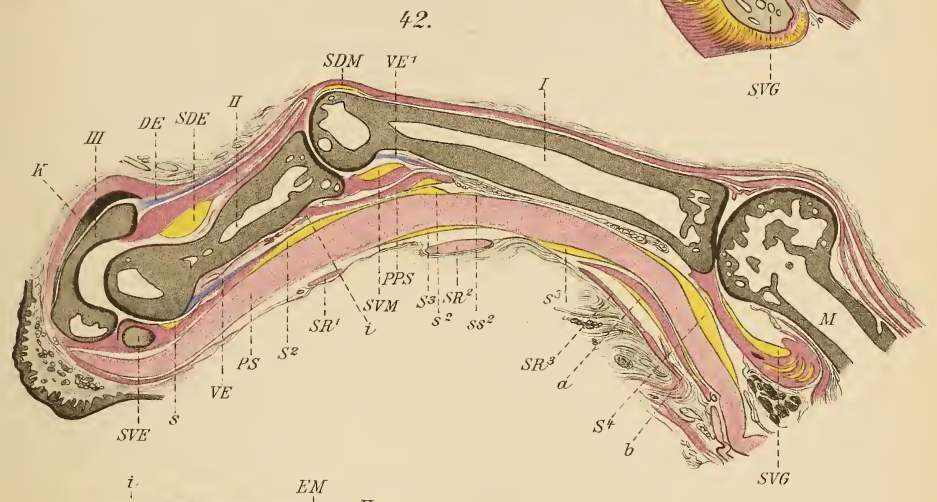
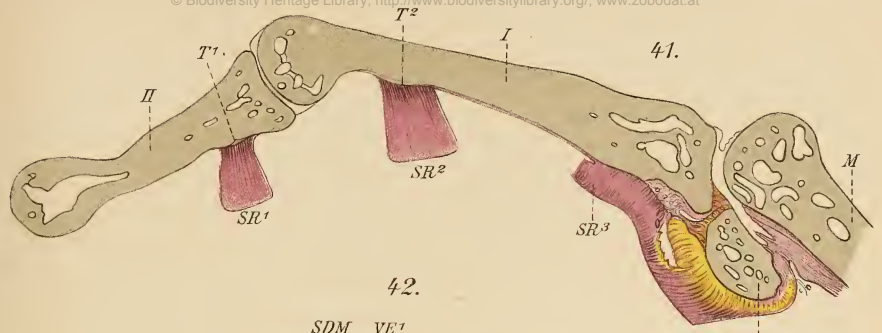


33.



36.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [83](#)

Autor(en)/Author(s): Schaffer Josef

Artikel/Article: [Anatomisch-histologische Untersuchungen über den Bau der Zehen bei Fledermäusen und einigen kletternden Säugetieren 231-284](#)